

CIO
627.8
F363c



EL COMPLEJO HIDROELECTRICO ARENAL

(ARENAL - COROBICI - SANDILLAL Y ZONA DE RIEGO)



COLECCION PATRIMONIO Y FUTURO Nº 11

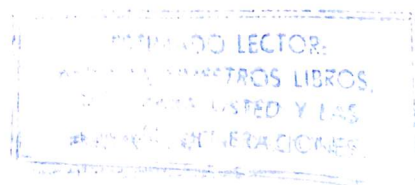
Subgerencia Gestión Institucional - Energía
Oficina Patrimonio Histórico y Tecnológico
Museo del Grupo ICE

EL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO ARENAL (ARENAL - COROBICÍ - SANDILLAL) Y ZONA DE RIEGO

Investigador : Edwin Fernández Gamboa

Subgerencia Gestión Institucional de Energía
Oficina Patrimonio Histórico y Tecnológico
Museo del Grupo ICE

ENERO-1998



El Complejo Hidroeléctrico Arenal: Arenal-Corobici-Sandillal y zona de riego



O126987

126987

27 1897 2001

BIBLIOTECA OCCIDENTE-UCR



0126987



INDICE

Presentación	4
Agradecimiento	5
Antecedentes	7
Análisis Regional y de Población	10
Reubicación de Poblaciones	11
Desarrollo del Complejo Hidroeléctrico	
Planta Hidroeléctrica Arenal	18
Planta Hidroeléctrica Corobicí	20
Planta Hidroeléctrica Sandillal	22
Condiciones Ambientales en la Cuenca del Arenal	25
Desarrollo de la Cuenca del Arenal	27
Sistema de Riego Arenal-Tempisque	28
Anexos	30
Bibliografía	30

PRESENTACIÓN

El objetivo de este trabajo es exponer las principales características y los alcances en torno al Complejo Hidroeléctrico Arenal, el cual constituye una de las mayores obras de ingeniería del país. Esta monumental obra está conformada por tres plantas hidroeléctricas cuya generación total de 363.410 KW produce aproximadamente la tercera parte de la generación eléctrica total del país. El Complejo Hidroeléctrico fue diseñado para funcionar en cascada, es decir, que cada planta opera en forma independiente pero utilizando las mismas aguas que entran y salen por sus respectivas obras de conducción.

Después de generar electricidad, las aguas son conducidas a través de extensos canales abiertos hasta el Pacífico Seco, donde se está construyendo el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. Esa zona es una de las regiones más áridas del país, sobre todo en la época seca; no obstante, la disponibilidad de grandes volúmenes de agua le permite incrementar la productividad debido a que sus suelos tienen un alto potencial agrícola.

Cada una de las construcciones de generación eléctrica, irrigación y las obras complementarias de la Cuenca del Arenal, revisten características muy especiales, dadas su magnitud e importancia, por lo que serán analizadas por separado.



ANTECEDENTES

En 1959, el Instituto Costarricense de Electricidad hizo los primeros estudios sobre la posibilidad de construir un proyecto hidroeléctrico en la cuenca superior del río Arenal.

El río Arenal, siendo un afluente importante del sistema fluvial San Carlos - San Juan, depositaba sus aguas en el mar Caribe. El ICE propuso entonces crear un gran embalse de retención y regulación para generar

embalse de 80 Km² de área con capacidad para almacenar 1.800 millones de metros cúbicos de agua. El aprovechamiento de las aguas planteado desde los inicios contenía dos aspectos^(*):

1-. La construcción de dos plantas: Arenal y Corobicí.

La planta Arenal, a 327 metros sobre el nivel del mar, estaría provista de dos tomas de agua y cada una generaría 156.000 KW.

Corobicí, a 100 metros sobre el nivel del mar, tendría también dos tomas de agua y generarían 174.000 KW cada una. Este proyecto que debía generar poco más de 600.000 KW, sería construido en cuatro etapas; una etapa por cada toma de agua.

2-. El riego en la provincia de Guanacaste abarcaría cerca de 160.000 hectáreas, especialmente en la época de sequía (verano).



Este sitio daría albergue al Lago Arenal

electricidad en el valle que se forma entre estribaciones de la Cordillera Volcánica de Guanacaste al noroeste y la Cordillera de Tilarán, al suroeste. El suelo del valle está a una altura de 515 metros sobre el nivel del mar y es uno de los pocos lugares topográficamente adecuados en todo el territorio de Costa Rica, aptos para contener un embalse de gran tamaño.

Los primeros estudios señalaban que la obra denominada "Complejo del Río Arenal" tendría un

La configuración orográfica y la alta pluvialidad de Costa Rica le permiten tener un elevado potencial hidroeléctrico; sin embargo, esa misma configuración limita el desarrollo de grandes embalses de retención en forma económica; es decir, que la relativa pequeñez de

(*) Como veremos más adelante, esos dos aspectos fueron modificados: por un lado, las plantas Arenal y Corobicí quedaron funcionando con solo una toma de aguas cada una; por otro lado, el área de irrigación también varió. Además, el área del embalse y su volumen aumentaron tras una ampliación de la presa Sangregado.

los embalses construidos hasta el momento no permiten acumular parte del excedente de las aguas del invierno para ser utilizado en época seca.

Uno de los sitios excepcionalmente adecuados para formar un gran embalse es precisamente la zona ocupada por la Laguna de Arenal, que en ese tiempo tenía 30 kilómetros cuadrados de superficie.

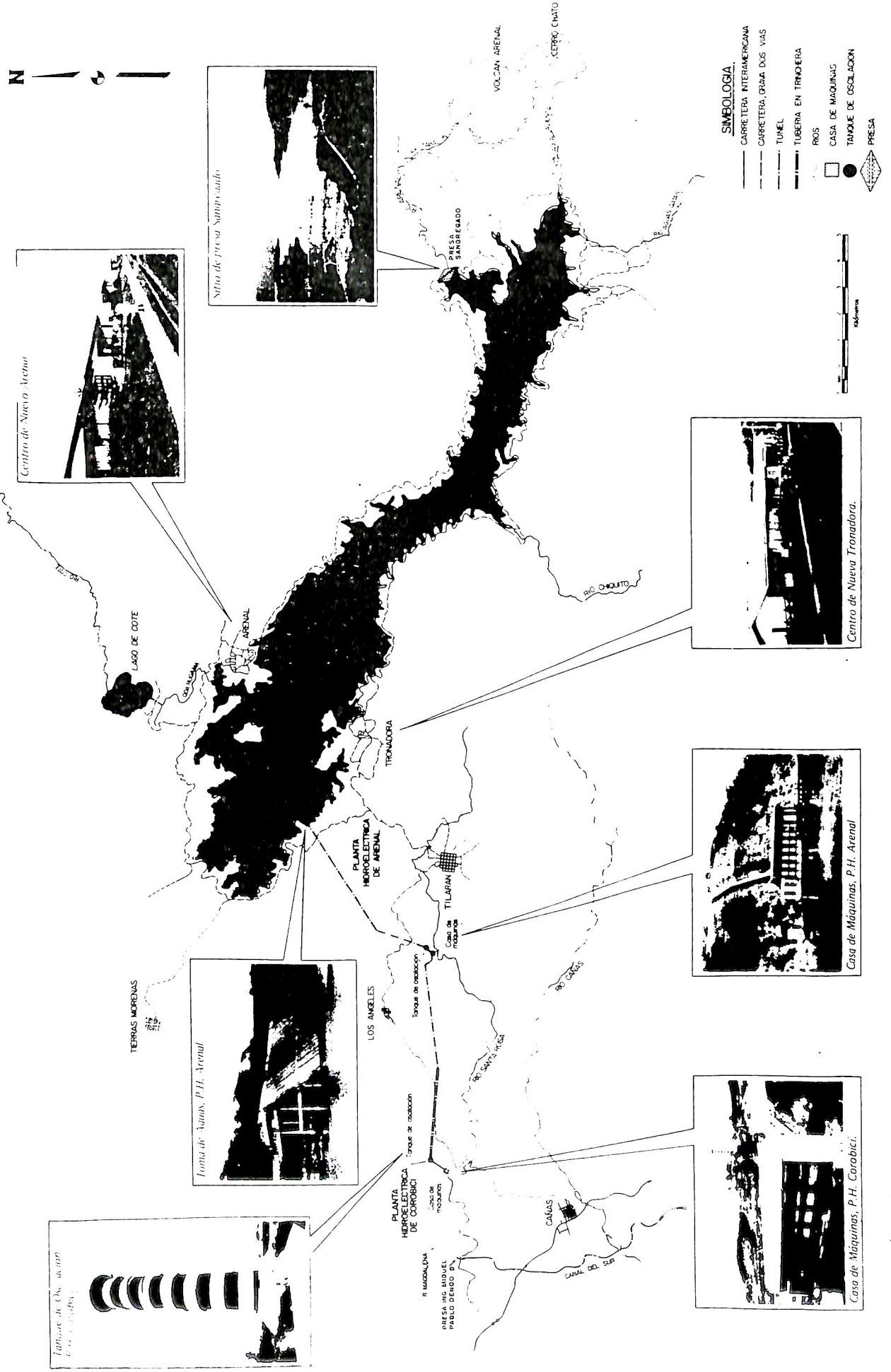
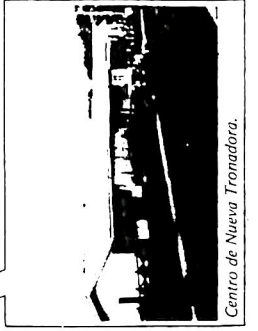
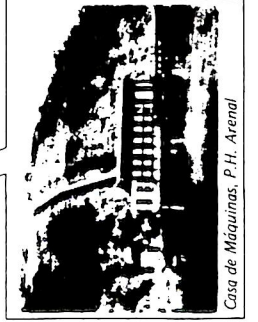
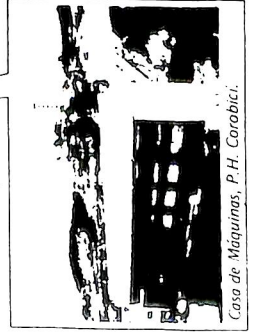
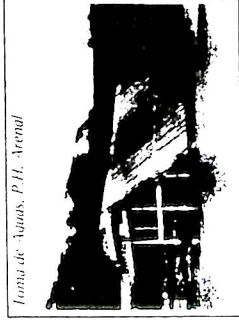
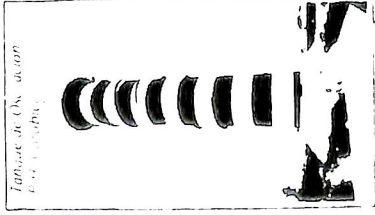
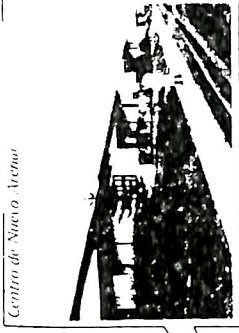
El proyecto se tornaba primordial, considerando que el Sistema Nacional Eléctrico Interconectado carecía de plantas con grandes embalses de retención. Además, se sabe que los ríos que alimentan las plantas hidroeléctricas del sistema disminuyen sus caudales en verano, ocasionando deficiencias en electricidad a escala nacional que obligan a la instalación y operación de plantas térmicas que funcionan con derivados del petróleo. Para garantizar autonomía a los sistemas eléctricos y de riego era necesario crear un embalse de regulación diario en el sitio denominado Sandillal. Esto daba flexibilidad en la distribución de los caudales utilizados en las turbinas por hora y en los requeridos por la irrigación. La generación eléctrica estaría a cargo del Instituto Costarricense de Electricidad mientras que el proyecto de riego sería responsabilidad del gobierno central y las instituciones afines.

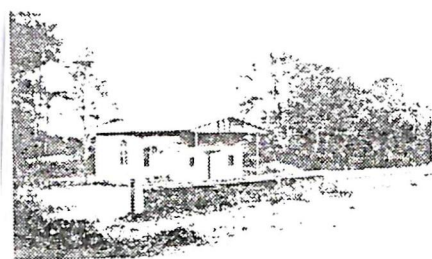
Para obtener un mayor aprovechamiento de las aguas con respecto a la generación eléctrica en beneficio de la economía del país, surgió la idea de utilizar la caída de agua existente entre el sitio del embalse Sandillal y la presa derivadora Miguel Pablo Dengo Benavides. De ese modo, en 1978 el consorcio BEL Ingeniería S.A. y Bookman Edmonston Engineering Inc. diseñó el primer esquema del Proyecto Hidroeléctrico Sandillal. En 1980 el Ing. Rodrigo Carranza rediseñó el segundo esquema como proyecto de graduación. En 1981 un estudio realizado por el ICE modificó el esquema anterior, en 1982 lo volvió a variar, y en 1983, con la elaboración del estudio de factibilidad, se configuró el esquema final del proyecto, convirtiéndose Sandillal en el tercer aprovechamiento del Complejo Hidroeléctrico Arenal.

La siguiente gráfica nos muestra las dimensiones del Lago Arenal y algunas de las principales obras de generación eléctrica. La Planta Sandillal (que no aparece) está ubicada entre la casa de máquinas de Corobicí y la Presa Miguel P. Dengo B.



COMPLEJO HIDROELECTRICO DEL ARENAL





ANÁLISIS REGIONAL Y DE POBLACIÓN

La población del Cantón de Tilarán se caracteriza por estar dividida en pequeños poblados y caseríos. Todas esas poblaciones tuvieron una formación relativamente reciente, por un proceso que se inició a finales del siglo XIX cuyas inmigraciones más fuertes se produjeron alrededor de 1927 y en la década de 1950-1960. La gente provenía principalmente de la provincia de Alajuela quienes se vieron obligados a emigrar a causa de la presión demográfica existente y del acaparamiento de tierras por grandes productores de café en la Meseta Central. El Cantón de Tilarán les ofrecía el atractivo de un clima semejante al de la Meseta y tierras fértiles. En consecuencia, los nuevos pobladores comenzaron a desarrollar la agricultura y la ganadería, tanto lechera como de engorde.

Guanacaste es una región que se caracteriza por contar con recursos que permiten el desarrollo de la agricultura, la ganadería y el turismo. Por ese motivo, los grandes atractivos del Complejo Hidroeléctrico contemplaban, además de las obras de generación

eléctrica, un Proyecto de Desarrollo de la Cuenca Baja del Río Tempisque para resolver el problema de las sequías durante la estación seca que han perjudicado las actividades agropecuarias. Por otro lado se beneficiaba el turismo con proyectos tales como el de Bahía Culebra, el proyecto para completar la red de transporte vial, y el Proyecto del Aeropuerto Internacional de Llano Grande. A la vez, el Proyecto Arenal sería un potencial turístico y recreativo que incrementaría aún más el desarrollo turístico de la región que ya posee atractivos como el Volcán Arenal, el Lago Cote, etc.

En definitiva, el Proyecto Hidroeléctrico Arenal vendría a modificar las condiciones de vida y las actividades económicas (pesca, turismo, agro-industria, incremento de la ganadería de leche y procesamiento de productos lácteos, actividades deportivas, etc.) que se unirían al proceso de transformación cultural de los habitantes de la región.



REUBICACIÓN DE POBLACIONES

Mucho antes de iniciar la construcción de la gran obra, el ICE tenía conciencia de que el embalse que debía construir inundaría las poblaciones de Arenal, Tronadora, Mata de Caño, Piedras, Naranjos Agrios (La Argentina), Caño Negro, Guadalajara y parte de San Luis. Eso significaba que cerca de 2.500 habitantes serían afectados, teniendo que abandonar sus tierras, sus trabajos y sus pueblos.

El Instituto debía decidir si se indemnizaba a los habitantes de la zona, si se acondicionaría y ampliaría el cuadrante de Tilarán para trasladar a la gente a esa localidad, o si se reubicarían esas poblaciones construyéndoles pueblos nuevos. Entonces realizó un estudio socio-económico y cultural, sobre todo, tomando en cuenta la opinión de la gente afectada, para escoger la mejor solución al problema. La decisión final fue que las poblaciones serían reubicadas por razones de peso obtenidas en el estudio, tomando en cuenta que:

- a) Los afectados querían mantenerse en la zona en forma independiente.
- b) La Institución comprendía la necesidad de reponer y mejorar los bienes materiales, individuales y comunales que esta gente debía abandonar.
- c) La reubicación daba la posibilidad de crear dos poblaciones rurales con los incentivos necesarios para que sus habitantes no emigraran a la ciudad en busca de mejores condiciones de vida: esto sería una experiencia muy valiosa para el país.

La reubicación de poblaciones era el problema de más difícil solución y acierto, porque en ella intervienen tantas variables que se torna imposible satisfacerlas

todas. No obstante, al aprobarse el proyecto de reubicación se quiso dar una respuesta que produjera un cambio positivo en los aspectos económicos, sociales y culturales de la población afectada. Por lo tanto, para lograr el objetivo final de que esa población alcanzara mejores condiciones de vida, se necesitaban dos cosas: primero, dotarlos de las obras físicas indispensables (estructura material), y segundo, que cada miembro de la población realizara un esfuerzo personal en pro de la cultura y del desarrollo de la comunidad.

Dentro del proceso de reubicación podemos distinguir diferentes etapas, las cuales analizaremos a continuación:

1-. Estudio humano

Esta etapa se inició en 1973, con un estudio para determinar qué pensaba y qué quería la población afectada. Se realizó un sondeo preliminar con una guía de preguntas sobre vivienda, propiedades, trabajo, tenencia de tierra, necesidades y planes futuros, y se establecieron las primeras consideraciones a nivel económico, social, cultural y físico que debían tomarse en cuenta. Del estudio se determinó lo siguiente:

En 1973 Tronadora contaba con 408 habitantes cuyas principales actividades económicas eran las agropecuarias. Muchos participaban en estas actividades como asalariados en grandes fincas, otros como propietarios de pequeñas parcelas de tierra, desde media hectárea hasta cuatro hectáreas promedio, que se dedicaban al cultivo del café, tomate, yuca y frijoles, combinado a veces con ganadería.

Tronadora era cabecera de distrito, y fue consenso general de la población el quedarse en su área distrital. No obstante, la poca importancia regional que tenía, influyó mucho en el desarrollo comercial de Arenal.

El lugar contaba con servicios de iglesia y escuela parcialmente destruidas por el sismo de 1973, una plaza para recreación y la Agencia de Guardia Rural. Existía una red de cañería que beneficiaba al 78% de las viviendas. El 100% usaba pozo negro y unos cuantos solucionaban el problema de electricidad por medio de pequeñas plantas. Las casas estaban dispersas por toda el área. Las calles eran de tierra, a excepción de la que atravesaba el pueblo y lo comunicaba con Arenal que era lastreada. Las viviendas eran todas muy parecidas por no existir diferencias considerables entre la población; la mayoría se encontraba en mal estado, y en ellas el material predominante era la madera.

Por su parte, el desarrollo de la población de Arenal se debió sobre todo a su ubicación geográfica que la convirtió en un punto estratégico de intercambio,

siendo el comercio una de sus principales actividades económicas.

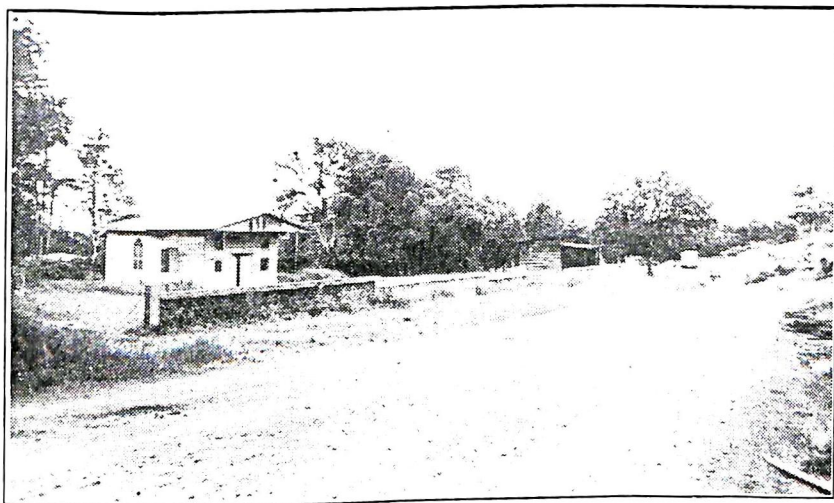
En 1973 Arenal contaba con 800 habitantes. Las principales fuentes de trabajo eran las actividades agropecuarias que absorbían a más del 60% de la población. En el comercio, la mayoría de mano de obra provenía de los mismos propietarios. Aquí la ganadería de leche y de engorde se desarrolló mucho. La agricultura se desarrolló en menor grado, con actividades como el cultivo del café, yuca, maíz y frijoles.

Arenal pertenecía al distrito de Tronadora, con categoría de caserío. El deseo de la población era independizarse y convertirse en distrito. En Arenal predominaba la propiedad mediana y grande, siendo los propietarios una minoría.

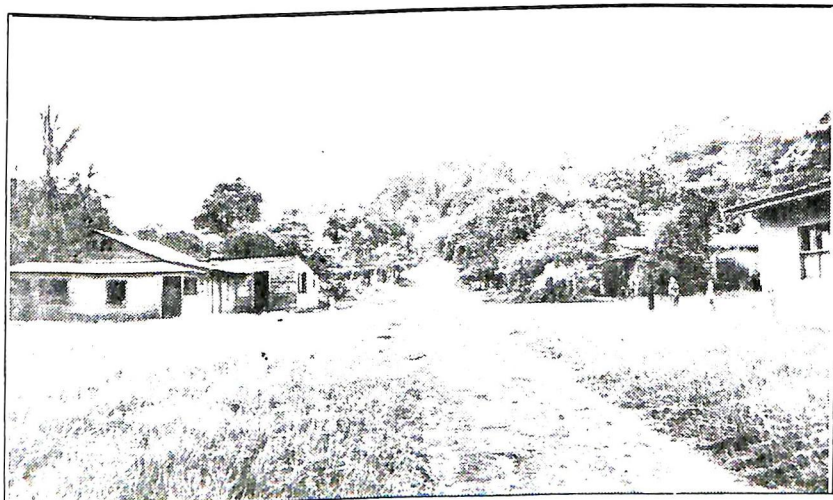
En cuanto a servicios, Arenal contaba con una red de cañería construida con aporte municipal y comunal. El 60% de las casas tenía pozo negro y el 40% restante usaba tanque séptico, ambos unían el desagüe de los residuos a una quebrada vecina. Algunas personas resolvían el problema de la electricidad con plantas particulares. Arenal le seguía a Tilarán en cuanto a servicios; contaba con Escuela, Iglesia, Templo Evangélico, Unidad Sanitaria Móvil, Agencia de Guardia Rural, Agencia Bancaria y Junta Rural de Crédito.

Había diferentes tipos de vivienda que mostraban una marcada estratificación social, desde casas muy buenas hasta viviendas en condiciones de tugurio: de 126 viviendas que había en el centro, 51 estaban en buen estado, 51 en condiciones regulares y 24 se encontraban en mal estado.

De esta visión general de los dos pueblos, se concluyó que Tronadora y Arenal eran poblaciones con una línea de desarrollo y características muy diferentes, por lo que no era recomendable reubicar las poblaciones en un solo pueblo.



Aspecto de la antigua Tronadora



Viviendas y caminos de la antigua Tronadora

2-. Contacto con las familias

A mediados de 1973, una encuesta sobre "El Desarrollo Humano en la Zona de la Laguna de Arenal" demostró que los habitantes no sabían casi nada acerca del ICE y del Proyecto. La gente comenzó a enterarse del asunto por la difusión de noticias en la radio y la prensa. Entonces se elaboró y distribuyó un folleto entre todos los afectados con la información necesaria del proyecto.

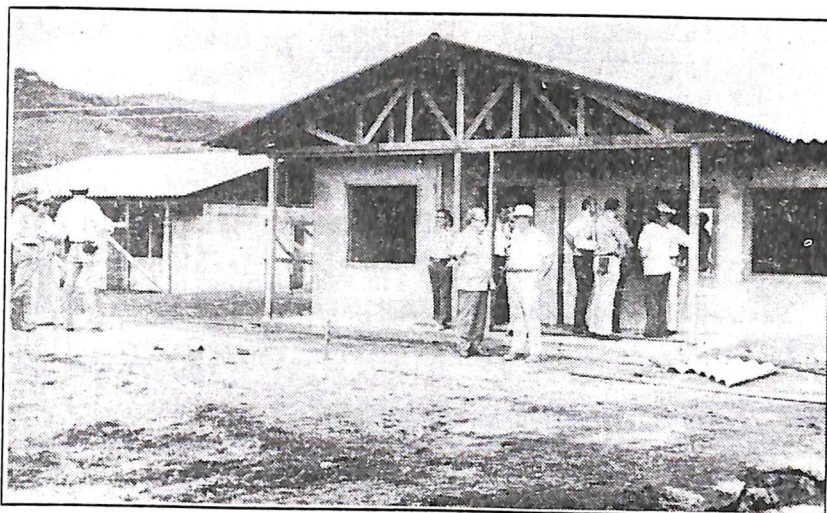
En 1974 empezó una movilización mayor de maquinaria y trabajadores y se armaron los campamentos. La reacción de la gente fue de temor y de duda acerca de su situación futura. A pesar de que efectuaron reuniones con funcionarios del ICE donde se les explicó lo que se estaba haciendo y la situación en que quedarían una vez reubicados, su reacción fue de desconfianza ante los ofrecimientos y entonces surgieron dos tendencias:

1. Los que pensaron en organizarse con el fin de parar el proyecto, creyendo que así no se llevaría a cabo (se habló de manifestaciones, huelgas, bloqueo de caminos, etc.).
2. Los que vieron la necesidad de organizarse para sacar el máximo provecho de la situación.

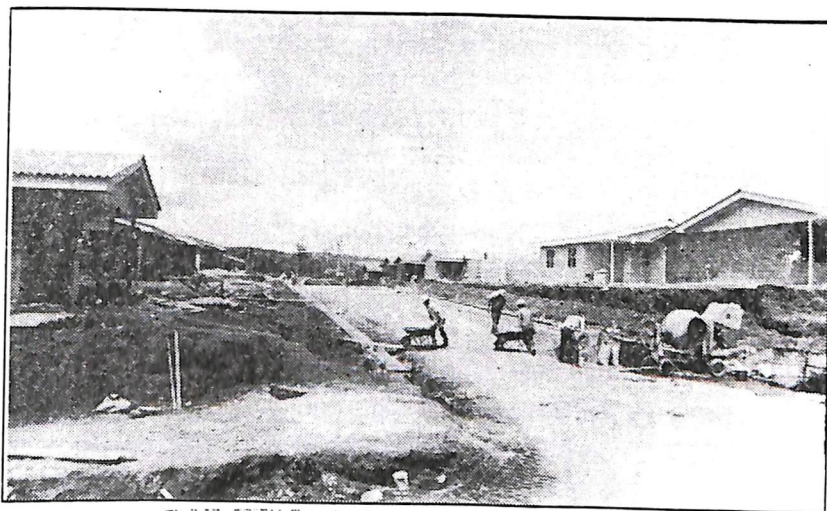
Entonces el ICE decidió solucionar el problema integrando un trabajador social y tres promotores comunales al grupo encargado de la reubicación, quienes tendrían la función de:

Informar a la gente de todo lo que iba ocurriendo y ocurriría para evitar malentendidos que llevaran a situaciones de desconfianza y conflicto.

Llevar a cabo un contacto directo con cada familia para conocer su situación socio-económica y así poder atender las necesidades de cada caso.



El expresidente de la República, Lic. Daniel Oduber Q. (+) y el exgerente del ICE, don Alex Murray (+) de visita durante la construcción de Nuevo Tronadora



Avances de la construcción de Nuevo Arenal

- Dar incentivos y ofrecer asistencia para que se organizara y llevara a cabo el desarrollo comunal.

El contacto con la gente se llevó a cabo individualmente, en grupo y comunitariamente, según las necesidades y disposición de la gente.

El primer estudio se hizo familia por familia y puso énfasis en los siguiente aspectos:

- Número de miembros de cada familia, edades, sexo y escolaridad.
- Ocupación, ingresos, tenencia de tierra y posibilidades futuras.

- Materiales de cada vivienda, calidad, funcionamiento, tradiciones, relación espacio interior-exterior.

- También se detectó la situación deseada por cada familia en los pueblos nuevos.

El inicio de la construcción de Tronadora hizo que los pobladores vencieran la desconfianza en el ICE y comenzaran a creer en las obras que se iban levantando, pues pudieron ver como serían sus futuros pueblos.

3-. Localización del terreno para instalar los nuevos pueblos

Había llegado el momento de empezar a buscar alternativas de localización para los nuevos pueblos. Para ello se partió del deseo de las poblaciones afectadas: por un lado, Tronadora quería mantenerse en su área distrital en el sector sur de la Laguna. Arenal, por su lado, quería mantenerse en su posición estratégica como centro de abastecimiento de la zona norte de la Laguna.

Con base en lo anterior, se escogieron los posibles lugares según la topografía que presentaban. Luego se inspeccionó cada lugar para determinar las condiciones de acceso permitidas y se hizo un reconocimiento de la zona en helicóptero. Seguidamente se procedió a analizar las ventajas y desventajas que presentaba cada lugar, de acuerdo con variables como distancia a centros principales, caminos existentes y en proyecto, área disponible para el nuevo poblado, área disponible para expansión, ubicación administrativa, distancia al futuro lago, distancia al Volcán Arenal, facilidades de establecimiento, facilidades para servicios básicos.

Acto seguido se le entregó a cada pueblo el análisis correspondiente acompañado de un esquema urbanístico preliminar para cada alternativa. Finalmente siguieron varios días de discusión entre los habitantes de cada pueblo que culminaron con una votación popular para elegir el sitio definitivo y el tipo de pueblo deseado, escogido entre tres alternativas diferentes de diseño de pueblo. Como puede apreciarse, en todo el proceso de escogencia del sitio y del tipo de pueblo, las personas afectadas tuvieron una participación directa (y muy acertada).

4-. Compra de propiedades

La compra de los terrenos se hizo mediante el siguiente proceso:

- Se hacía el levantamiento del terreno.
- Se le presentaba el plano al propietario para su aprobación.
- Se entregaba el plano al Departamento Legal del ICE para que éste lo mandará Tributación Directa. Tributación Directa mandaba un perito evaluador que definía el precio.
- Según su valor, la resolución de pago la tomaba la Institución (hasta 100 mil colones) o un Tribunal Fiscal Administrativo.
- Se le presentaba el avalúo al propietario y se le pagaba. En caso de desacuerdo quedaba el recurso de expropiación, tanto por parte del propietario como por parte del ICE.

En la etapa de compra de propiedades se agudizaron las tensiones ICE-gente de la zona, sobre todo en Arenal, por la incertidumbre que ellos sentían y el aparente descontento con los avalúos. En esta crisis se formaron dos grupos que lucharon contra la Institución por razones diferentes: aquellos para los cuales sus propiedades y el pueblo tenían un valor no sólo material sino también espiritual, y aquellos que poseían grandes extensiones de tierra y querían sacar el máximo provecho de la situación. Ante esto, el ICE suprimió las comunicaciones a través del comité existente y se dedicó a trabajar directamente con la gente, aclarando dudas.

5-. Planeamiento urbanístico y arquitectónico

Los nuevos pueblos estarían formados por un centro urbano rodeado de parcelas. El centro urbano contaría con áreas definidas de vivienda, servicios y comercio. Las parcelas tendrían distintos tamaños, siendo las pequeñas las más inmediatas al centro

urbano, hasta llegar a las más grandes en las afueras del pueblo.

El tamaño de los lotes urbanos debía ser lo suficientemente grande como para tener gallinas, huertas caseras, jardines, etc., con el fin de mantener el carácter rural y evitar el amontonamiento de casas.

El tamaño de las parcelas sería de 2, 3 y 5 hectáreas en Tronadora y de 2, 3, 5 y 10 hectáreas en Arenal. La diferencia se debe a que en Nuevo Arenal existía la ganadería en mayor escala, en cambio, en Nuevo Tronadora, las parcelas estarían dedicadas básicamente a la agricultura y en pocos casos se tiene ganado.

Con respecto a las viviendas, se seleccionaron 18 modelos diferentes con base en un análisis de las familias y sus necesidades. Los materiales a usar serían bloque de concreto para paredes externas, madera "playwood" para divisiones internas, concreto lujado o pulido para pisos, cuadros de "playwood" para cielos rasos y asbesto cemento para los techos (en la encuesta familiar la población había expresado su preferencia por el concreto como material predominante para las viviendas. Todos los modelos de vivienda contarían con sala, comedor, cocina, área de pilas, baño, dormitorios (de 2 a 5) y cochera (opcional). Aunque los 18 modelos son distintos, guardan cierta semejanza para lograr homogeneidad y economía en su ejecución.

Entre las características de Nuevo Tronadora se destaca la construcción de 130 viviendas, 105 parcelas, 54 lotes urbanos. El pueblo tiene su red de cañería, tanques sépticos, electrificación, calles lastreadas, recolección de aguas pluviales y teléfono público. Se

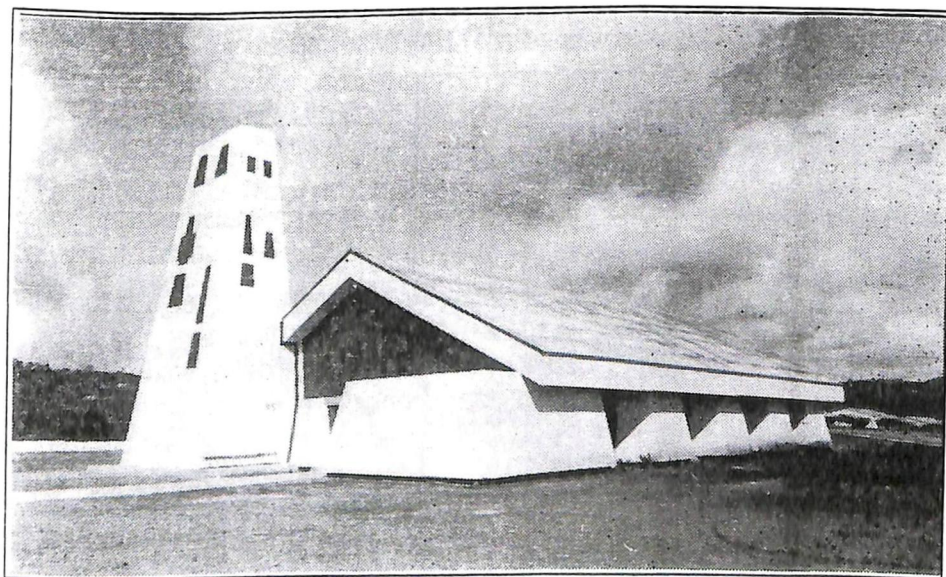
construyó un edificio que alberga los servicios públicos: salón comunal, Guardia Rural, Correos y Telégrafos, Unidad Sanitaria, Representación Distrital, Biblioteca Pública y Salón de Recuerdo. Además se trasladó el cementerio pues el viejo se inundó. Quedaron algunas parcelas previstas para cine, bomba de gasolina, actividades semi-industriales y otras de reserva.

Nuevo Arenal contaría con servicios semejantes: 325 viviendas, 149 parcelas, 199 lotes urbanos; servicios públicos, recreativos, educativos, religiosos; Agencia del Banco Nacional; parcelas para comercio y para actividades semi-industriales.

6-. Restitución de propiedades

Dado el interés por mejorar el nivel de vida de las poblaciones afectadas, se hizo un análisis ocupacional, de ingresos y del tamaño de las tierras en ese momento. Luego se midió la situación deseada por cada familia, y con estos datos se llegó a recomendar una nueva situación familiar, según capacidad empresarial, vocación, valor de las propiedades con relación a las deseadas, necesidad económica para enfrentar la nueva situación y la estimación de la familia por edades para conocer la capacidad de trabajo.

A continuación se hizo un reglamento de la venta de casas y otros inmuebles en las poblaciones de Arenal y Tronadora que contemplaba puntos como los siguientes:



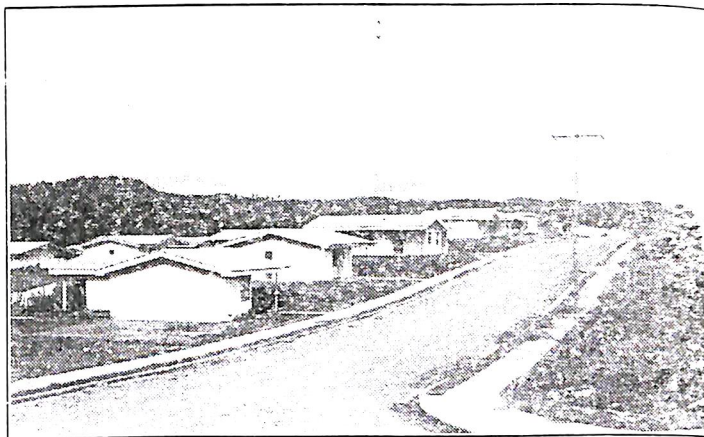
Iglesia de
Nuevo Arenal

A las familias que tenían su situación de vivienda resuelta en los pueblos viejos, ésta se les debía reponer en los pueblos nuevos. En Tronadora tenían derecho a canje aquellas personas cuyo avalúo fuera igual o inferior a 39 mil colones. En Arenal gozarían de este mismo derecho aquellos cuyo avalúo fuera igual o inferior a 47 mil colones. En ambos casos las sumas corresponden al valor de una casa de 3 dormitorios. Además se abrió crédito para adquirir propiedades a las personas cuyo avalúo llegara a los 100 mil colones, o en segundo caso, que estuviera entre los 100 mil y los 200 mil colones. A aquellas personas que no poseían casas ni propiedades se les dio la oportunidad de adquirirlas en los nuevos pueblos con crédito total, a pagar en un plazo de 20 años con intereses del 8% anual. Aquellas personas cuyo avalúo era mayor a 200 mil colones debían adquirir sus propiedades al contado. Las familias que formarían los nuevos pueblos debían ser todas propietarias de sus inmuebles.

Después de establecido el reglamento y de ser aceptado por la población, se procedió a reubicar las familias en sus respectivas parcelas o lotes urbanos de acuerdo con las recomendaciones obtenidas en los estudios previos. El 80% de la población aceptó sus nuevas viviendas sin alteraciones y el 20% restante solicitó algunas modificaciones.

7-. Construcción

La construcción de los pueblos se hizo por administración de la Institución, lo cual trajo ventajas, tanto para el desarrollo del proyecto como para la reubicación de las poblaciones. La construcción de



Vista de Nuevo Arenal

Nueva Tronadora de inició el 8 de junio de 1975 y la de Nuevo Arenal el 20 de noviembre del mismo año.

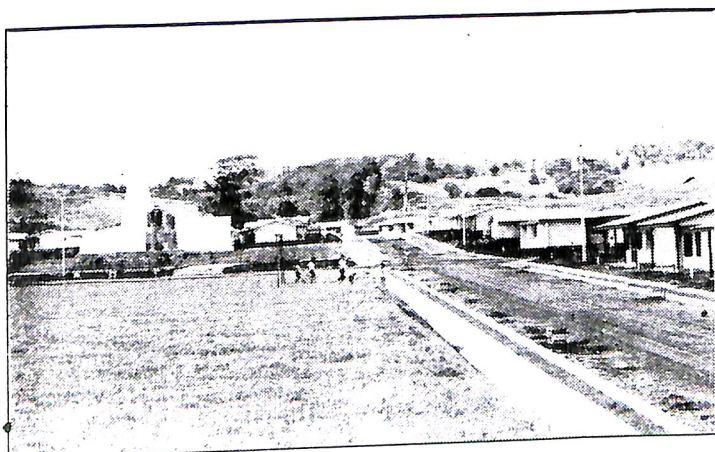
En Nueva Tronadora se formaron tres cuadrillas con su respectivo maestro de obras, y a cada una se le asignó un número determinado de casas, para hacerlas de principio a fin. El pueblo se terminó en diciembre de 1976.

En Arenal la construcción de casas se hizo en serie y se formaron cuadrillas para distribuirse las labores por actividades; cada actividad duraba un promedio de dos días. Se organizó el trabajo de tal manera que cada 2 días se terminaba una casa, tiempo que se redujo a 1 día conforme avanzó el trabajo. El total de días para construir una casa era de 28 al principio, luego pasó a 21 días. El pueblo fue terminado en diciembre de 1977.

Al inicio de esta etapa se impartió un curso de construcción civil para los habitantes de Arenal y Tronadora, en convenio con el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). Con el método "Aprendiendo haciendo", sesenta muchachos ayudaron a construir su propio pueblo y al mismo tiempo se capacitaron.

8-. Desarrollo Comunal

El objetivo básico planteado desde el inicio era desarrollar un proyecto integral, en donde a la par de las obras físicas se proporcionarían las bases para el desarrollo económico y social de las comunidades. Por ese motivo se organizaron una serie de actividades que buscaban abrir nuevos horizontes para las personas, por medio de mejores oportunidades para su formación, con el apoyo de los trabajadores sociales quienes debían incentivar e impulsar a la población hacia su



Centro de Nueva Tronadora

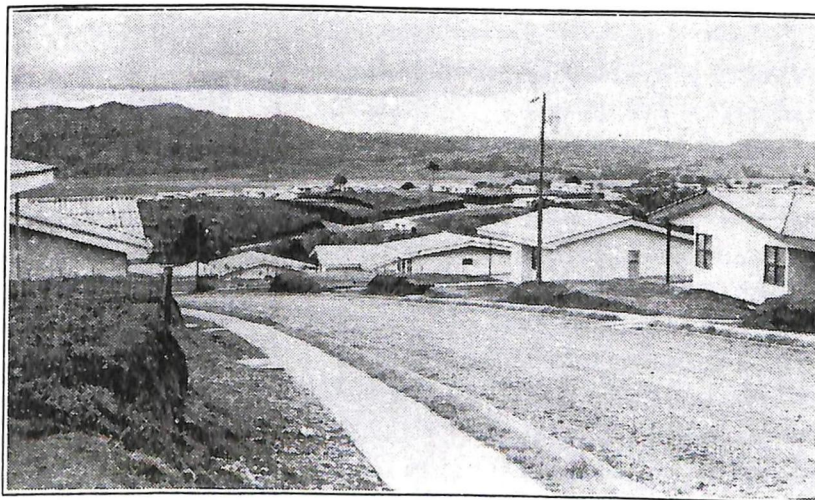
organización y futuro desarrollo. Fue así como se organizaron reuniones de la comunidad, lecciones escolares, diversas actividades como cursos de construcción impartidos conjuntamente con el INA, cursos impartidos por trabajadores sociales sobre desarrollo comunal, mejoramiento del hogar, formación familiar, psicología del niño, ¿qué es un líder?, trabajos manuales, corte y confección, repostería, etc. Este proceso culminó cuando la gente decidió por voluntad propia que la misa dominical se celebrara en los nuevos pueblos mucho antes de vivir allí, porque comenzaron a sentir que aquello que se construía era de ellos. En seguida se organizaron diversos grupos que se encargaron de desarrollar actividades escolares, religiosas, deportivas, agrícolas, mantenimiento y ornato. Finalmente se formó la Asociación de Desarrollo Comunal y una Cooperativa.

9-. Desarrollo Agropecuario

Impulsar el desarrollo agropecuario era fundamental, de acuerdo con la vocación de los pobladores. Para lograrlo se contó con un ingeniero agrónomo y dos técnicos en ese campo, quienes estimularon a la gente y les dieron la asistencia técnica necesaria para obtener una mejor producción.

Entonces se estableció una parcela experimental en cada uno de los pueblos nuevos con el fin de experimentar e introducir nuevas variedades de cultivos y nuevas técnicas de siembra. Entre los cultivos nuevos figuran la papa, ajo, cebolla, piña, chiles, repollo, lechuga y otros. En las escuelas de Nuevo Tronadora y Nuevo Arenal se comenzaron a impartir cursos de agricultura con el fin de que los alumnos adquirieran una formación en ese campo, paralelamente a su plan de estudios. Los productos cosechados en esta parcela son aprovechados en el comedor escolar.

Aspecto general de Nuevo Arenal

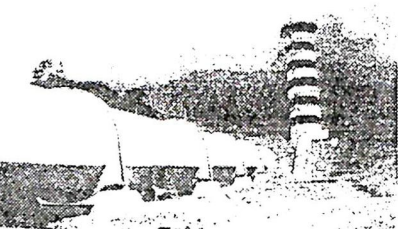


Otras actividades que se han desarrollado en esas poblaciones han sido: charlas técnicas en horticultura y fruticultura entre otras; trabajos coordinados con agricultores en demostración de métodos y técnicas de cultivo; estudios y contratos de mercadeo; funcionamiento de un vivero forestal con árboles de pino, ciprés, cedro, amargo, caoba, laurel, espavel, guayabón o surá, roble de sabana, llama del bosque, malinche, guanacaste, cenízaro, pochote, ceibo, etc., y árboles frutales.

10-. Seguimiento del proyecto

Una vez reubicadas e instaladas las personas en sus pueblos nuevos se hizo un análisis para evaluar el comportamiento de la población de acuerdo con su nueva condición económica social y de vivienda. Porque las dos poblaciones nacieron con fuentes de trabajo incorporado, con los servicios básicos, con buenas condiciones de vivienda, etc., y la labor del ICE terminaría sólo cuando dichas bases estuvieran sólidamente cimentadas. En 1990 la Institución dejó de darle seguimiento continuo al desarrollo social de los pueblos tras comprobarse los éxitos alcanzados y el auge de esas dos comunidades.

Las poblaciones de Nuevo Tronadora y Nuevo Arenal constituyen una experiencia única en Costa Rica de pueblos que nacieron en forma coordinada y planificada, y se espera que en el futuro logren el mejor desarrollo de la zona, bajo su propia supervisión, de manera responsable, individual y comunalmente.

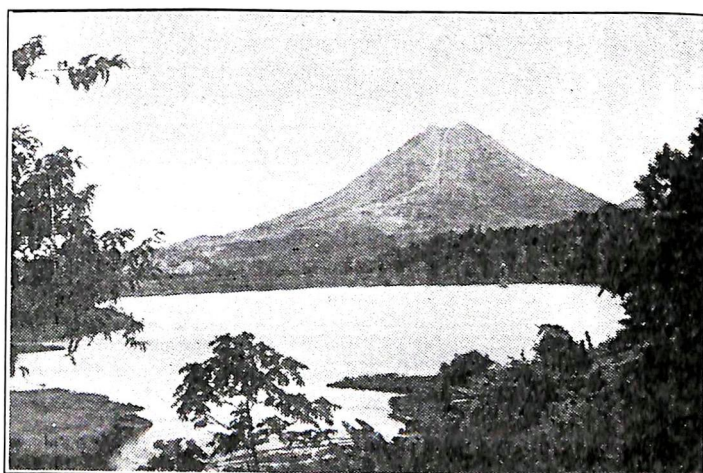


DESARROLLO DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO

Planta Hidroeléctrica ARENAL

Después de reubicadas las poblaciones en Nuevo Arenal y Nuevo Tronadora se procedió a la construcción de las obras del Complejo Hidroeléctrico. La planta Arenal constituye el primer aprovechamiento de la laguna y su costo fue de 1.550 millones de colones. El valor de esta planta, en diciembre de 1996, era de 3.635 millones de colones aproximadamente. La casa de máquinas está ubicada a 3,3 kilómetros al oeste de la ciudad de Tilarán, Guanacaste.

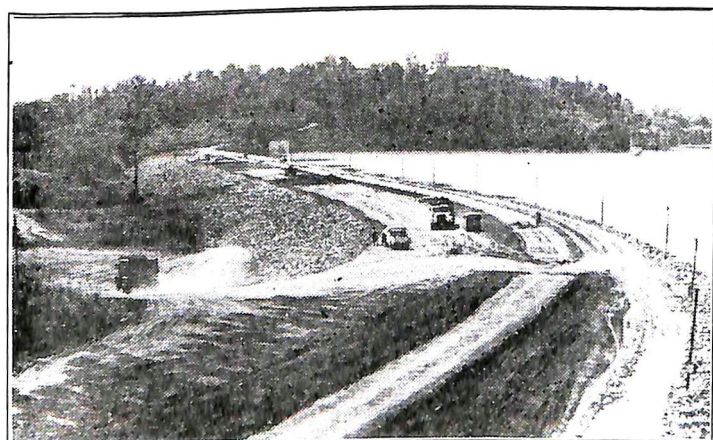
Para formar el embalse se construyó la Presa Sangregado, de tipo enrocamiento, de 1.012 metros de longitud, con un espesor máximo en la base de 553 metros y un espesor de cresta de 8 metros. Su altura es de 65 metros. En la construcción de la presa se



Panorámica que muestra el Embalse Arenal, la presa, la torre de compuertas, el vertedor y al fondo el Volcán Arenal

utilizaron 4,66 millones de metros cúbicos de material de construcción.

Concluida la presa, comenzó a inundarse el área del Embalse de Arenal el 19 de setiembre de 1978 que concluyó el 4 de diciembre de 1979, alcanzando el nivel de 538 m.s.n.m. y que luego sería aumentado. Actualmente el lago Arenal tiene un área de 87,8 Km², almacena 2.416 millones de metros cúbicos de agua y alcanza 546 m.s.n.m. de altura máxima. Éste es abastecido por los ríos Arenal, Aguas Gatas, Caño Negro, Chiquito y otros menores como San Luis, Sábalo, Piedra, Aguacate, Dos Bocas, Mata de Caña y los caudales de los ríos Fortuna y Cote. La longitud máxima del lago es de 30 kilómetros y el ancho máximo es de 4 kilómetros. En el lago se generan olas de hasta un metro de altura a causa de los fuertes vientos de la región.



Ampliación de la Presa Sangregado

El lago Arenal es la obra más importante del Complejo Hidroeléctrico, pues además de su gran capacidad de generación eléctrica y su belleza escénica, permite la regulación y derivación de las aguas hacia la vertiente del Pacífico. El embalse se convirtió en el lago artificial más grande de Centro América. La presa posee un sistema de regulación de aguas manteniendo un nivel máximo de almacenamiento para que no se derrame el líquido por encima de la presa. El sistema consiste en un pozo vertedor cuya función es descargar en un embalse el caudal excedente aportado por el río; mide 10 metros de diámetro en la cresta y tiene una profundidad de 39,72 metros. Su máxima capacidad de descarga es de 3,175 metros cúbicos por segundo en la compuerta de fondo. El pozo se empalma con un túnel vertedor de 380 metros de largo y 6,30 metros de diámetro que termina en el cauce del río.

Conducción de Aguas

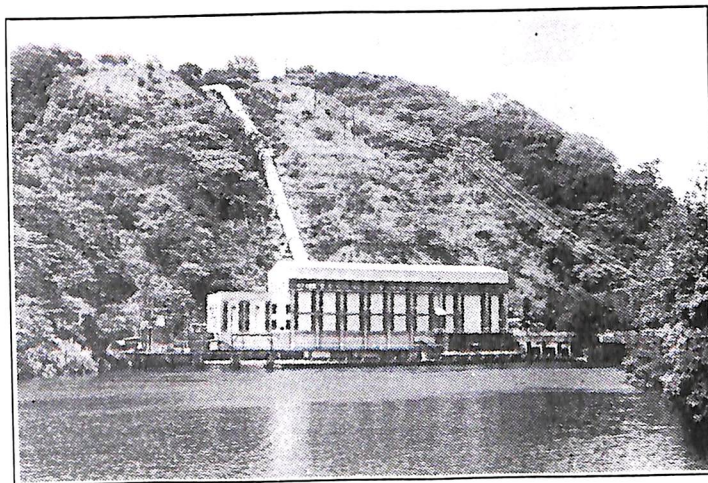
La conducción se inicia en el interior del embalse mediante la toma de aguas que está ubicada hacia el extremo este del embalse, a 5,5 kilómetros al norte de Tilarán. En realidad consta de dos tomas gemelas de agua: la primera tiene acceso directo a la planta Arenal. La segunda se construyó para una posible ampliación futura. Tienen 6 metros de diámetro. El agua entra a una velocidad de 1 m/seg.

Las obras de conducción incluyen dos túneles que miden 6.497 metros en total; el primero tiene 4.396,77 metros de longitud y 5,20 metros de diámetro; el segundo túnel mide 2.100 metros de largo por 5,20 metros de diámetro. Los últimos 1.152 metros del túnel 2 están blindados con lámina de acero y su diámetro es de 4,60 metros. Por allí circulan 97,5 m³/seg. de agua a una velocidad de 5 m/seg.

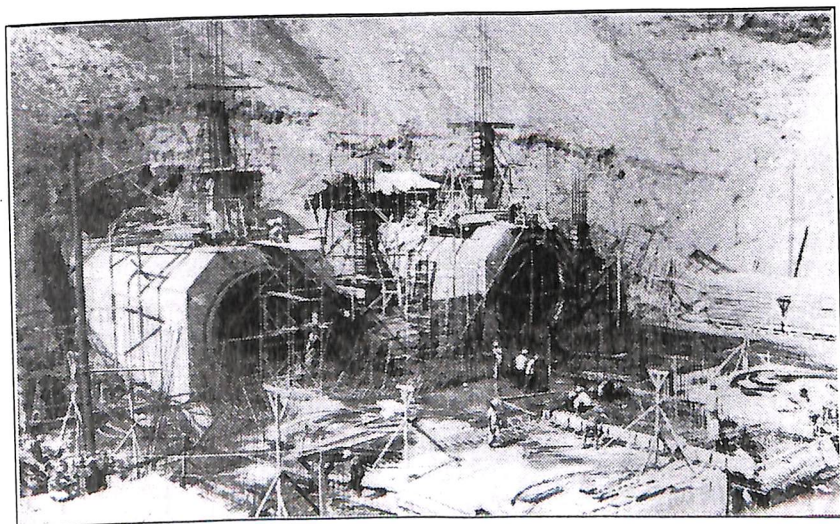
Las obras de conducción también contemplan una Tubería de Presión cuya longitud es de 641,38 metros y la variación del diámetro interior va de 4,60 a 2 metros. La velocidad del agua aquí es de 7.8 m/seg.

Otra obra importante es el Tanque de Oscilación, el cual se encuentra semi-enterrado; la sección enclavada mide 54,5 metros y la expuesta 57 metros, para una longitud total de 111,5 metros. Su diámetro es de 12,5 metros. La función del tanque de oscilación consiste en amortiguar los golpes de agua que se originan al cerrarse violentamente las válvulas de entrada a las turbinas en casos de necesidad o emergencia.

Finalmente encontramos la Casa de Máquinas que tiene las siguientes dimensiones: 21 metros de ancho, 54,5 metros de largo y 31,40 metros de alto; la superficie es de 1.145 m². En casa de máquinas se encuentran las unidades turbogeneradoras, la sala de control, los tableros y pupitres de mando, sala de



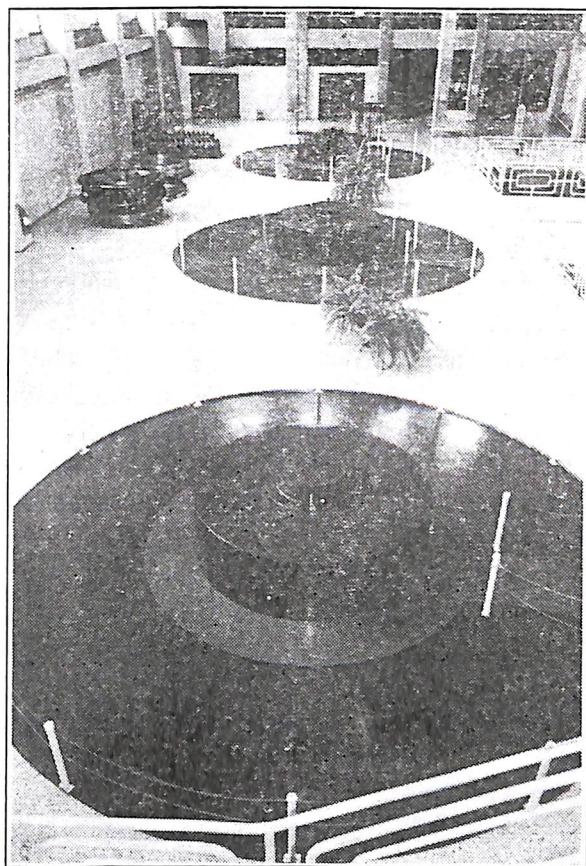
Casa de máquinas de Arenal, tubería de presión y Presa Santa Rosa



Construcción de tomas de agua de Planta Arenal



auxiliares, los transformadores de potencia y la antecámara de restitución. Esta planta tiene tres turbinas tipo Francis que giran a 360 r.p.m., impulsadas por una caída de agua bruta de 210 metros. Los generadores están acoplados a sus respectivas turbinas mediante un eje vertical y cada uno genera 52.466,25 KW para una potencia nominal total de 157.398 KW. La unidad 3 entró en operación comercial el 9 de diciembre de 1979; la unidad 2 lo hizo el 20 de diciembre del mismo año y la No.1, el 10 de abril de 1980.



Generadores de Arenal

Planta Hidroeléctrica COROBICÍ

Esta planta representa el segundo aprovechamiento del complejo hidroeléctrico y está localizada 4,5 kilómetros al norte de la ciudad de Cañas, Guanacaste. Su construcción costó dos mil millones de colones de los cuales el 30% fue financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y el ICE con fondos propios y otras fuentes de financiamiento asumió el 70% restante. En diciembre de 1996 su costo había ascendido a poco más de 7.265 millones de colones.

Esta planta es abastecida por el embalse Santa Rosa, contiguo a la planta Arenal; su volumen es de 143.670 metros cúbicos, lo cual permite la operación coordinada de las plantas Arenal y Corobicí, evitando derrames y garantizando la operación de Corobicí en caso de interrupciones en la planta Arenal.

La Presa Santa Rosa se localiza sobre el río del mismo nombre, 200 metros aguas abajo de la casa de

máquinas Arenal. Tiene una longitud de 124,75 metros, es de concreto, tipo gravedad vertedora. La altura total es de 19 metros y el nivel vertedero está a 17 metros; el espesor en la base es de 20 metros y el volumen de 26.971 m³.

Obras de Conducción

La Toma de Aguas está localizada en la antecámara de restitución de Arenal. Está formada por dos tomas gemelas de 7,38 metros de ancho por 6,86 metros de alto cada una. La número 2 da acceso al túnel de conducción, mientras que la número 1 es una prevista para realizar una eventual ampliación futura.

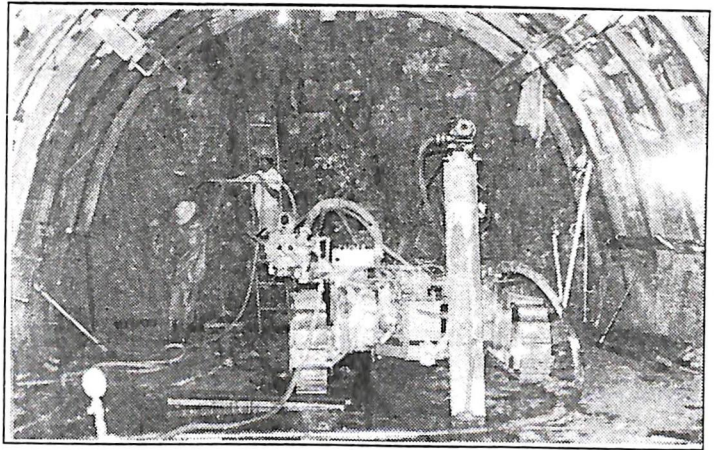
El Túnel es de sección circular, tiene 4.795 metros de longitud y 5,2 metros de diámetro. Su caudal corre a 4,6 metros por segundo.

La Tubería de Trinchera de baja presión está hecha de acero, mide 3.362 metros de longitud por 4.7 metros de diámetro. En su interior el caudal fluye a 5,6 metros por segundo.

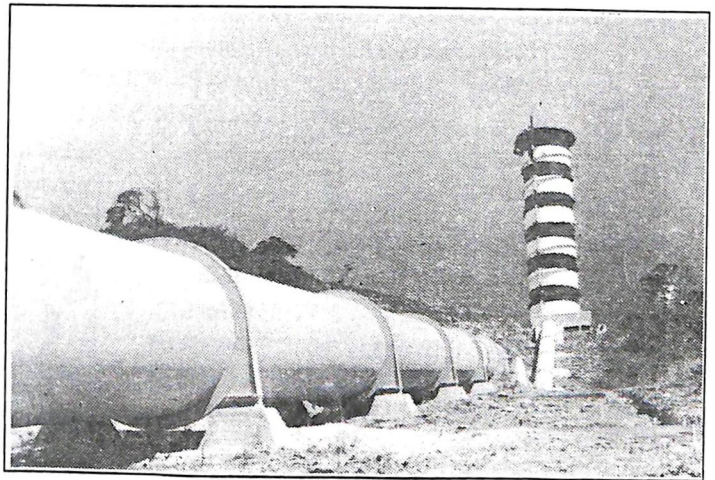
La Tubería de Presión tiene 803 metros de longitud y está hecha con láminas de acero. El diámetro interior disminuye de 4,4 a 2 metros. El agua fluye a 6,7 metros por segundo.

El Tanque de Oscilación se construyó al inicio de la tubería de presión, también fue hecho con láminas de acero y está completamente expuesto. Mide 101 metros de alto por 18 metros de diámetro.

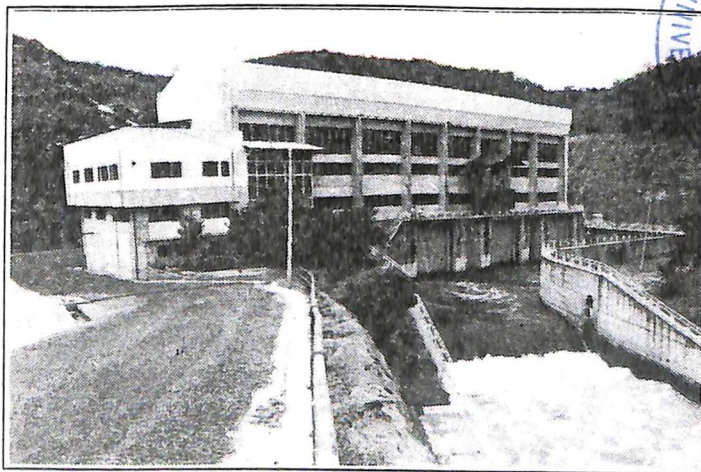
La Casa de Máquinas se encuentra a 4,5 km al norte de Cañas. Mide 22,25 metros de ancho, 70 metros de largo y 37,35 de alto, y su superficie es de 1.557,5 m². Incluye las tres unidades turbogeneradoras, los sistemas de control, medición y protección, la sala de auxiliares y los transformadores de potencia. Las turbinas son de tipo Francis, giran a 360 r.p.m. y aprovechan una caída bruta de 234 metros. Al igual que en Arenal, los generadores están acoplados por un eje vertical a las respectivas turbinas. La capacidad de generación de cada una es de 58.004 KW para una potencia nominal total de 174.012 KW. Sendas turbinas descargan sus aguas en una Cámara de Restitución de 50 metros de longitud, 15 m de ancho y 13,5 metros de profundidad máxima. Aguas abajo se construyó un vertedor para regular el nivel del agua en la antecámara. El agua pasa luego a un canal de restitución de 113 metros de longitud, el cual traslada las aguas hasta el embalse Sandillal. Esta planta entró en operación el 20 de marzo de 1982 con la unidad No.1, y el 28 de julio lo hicieron las unidades 2 y 3.



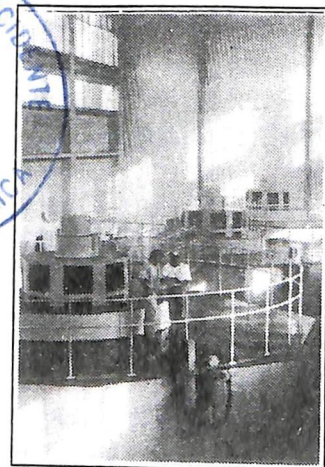
Construcción de tunel, Planta Corobicí



Tubería de presión y tanque de oscilación



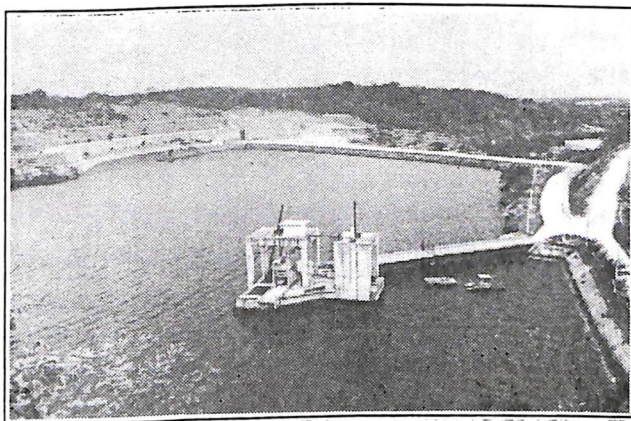
Casa de máquinas Corobicí



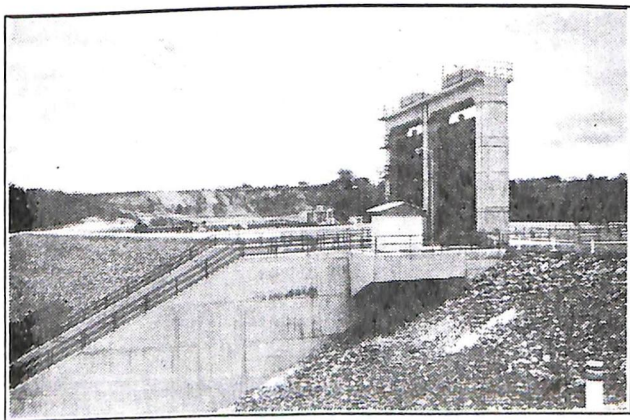
Generadores de Planta Corobicí

Planta Hidroeléctrica SANDILLAL

Esta planta constituye el tercer y último aprovechamiento en cascada de las aguas del Lago Arenal. Está ubicada 4 Km al norte de Cañas, en la provincia de Guanacaste. Se abastece del río Santa Rosa y del Embalse Sandillal que abarca un espacio de 71 hectáreas y un volumen de 6,26 hm³. Su elevación máxima es de 93 m.s.n.m. y el nivel mínimo de operación es de 80 m.s.n.m. La construcción de esta planta costó 62 millones de dólares (que en ese momento eran aproximadamente 3.500 millones de colones) de los cuales el (BID) financió el 60% y el ICE aportó el 40% restante. En diciembre de 1996, Sandillal tenía un costo cercano a los 9.975 millones de colones.



Hacia el centro del Embalse Sandillal se aprecia parte de la estructura de la toma de aguas de esa planta y al fondo, la presa con el vertedero en el extremo izquierdo



Obras de excelencia de Sandillal

Puede decirse que Sandillal tiene dos funciones:

- Generar electricidad.
- Regular las aguas provenientes de Arenal y Corobicí, por medio de un embalse, para adecuarlas a los requerimientos de riego.

El embalse se forma por medio de una presa tipo enrocamiento con núcleo impermeable vertical que tiene 45 metros de altura y una longitud y ancho de cresta de 270 por 10 metros. Tiene una elevación de 96 m.s.n.m. y un volumen de 620.000 m³.

Las Obras de Excedencias, que permiten la descarga del caudal excedente al sitio de presa o al embalse, fueron construidas para prever avenidas máximas del río Santa Rosa más el caudal máximo futuro de las plantas Arenal y Corobicí. Está compuesta por un Vertedero Principal y otro Auxiliar. El principal está localizado en la margen izquierda de la presa. Posee dos compuertas radiales de 6 metros de ancho, 9,7 metros de altura y 12 metros de radio. La elevación de la cresta vertedora es de 84 m.s.n.m.

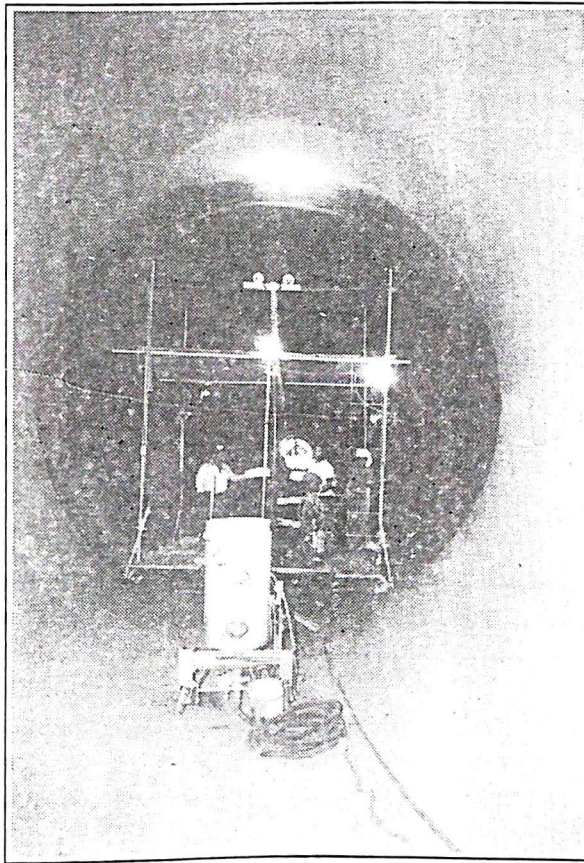
Obras de Conducción

La Toma de Aguas es la estructura de entrada al sistema hidráulico y se ubica en la margen derecha del embalse, 200 metros aguas arriba del eje de la presa.

La conducción utiliza un Túnel blindado que mide 298 metros de longitud y 6,5 metros de diámetro. Permite un caudal máximo de 200 m³/s. y su pendiente es muy baja (2,3%).

La Tubería de Presión tiene una longitud de 155 metros y un diámetro de 6,5 metros. En la parte final tiene dos ramales de 56 metros de longitud y 3,6 metros de diámetro.

La Casa de Máquinas está ubicada 4 Km al norte de Cañas, junto al río Santa Rosa. Comprende un área de construcción de 4.000 m² distribuida en tres plantas donde aloja dos turbinas tipo Kaplan de 16 MW cada una. La caída aprovechable es de 36,13 metros y sus dos generadores producen 32.000 KW de potencia. La



Tunel blindado en construcción

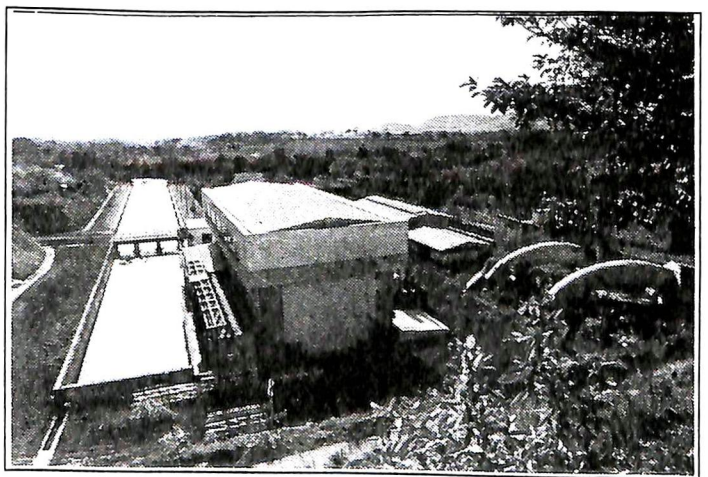
planta cuenta con un sistema de control propio y un sistema a control remoto ubicado en la casa de máquinas de la planta Arenal. Esta obra, además de producir energía eléctrica, sirve como reguladora del Sistema de Riego Arenal-Tempisque. La construcción de Sandillal se inició en diciembre de 1987 y concluyó en 1992; el 10 de noviembre entró en operación la primera unidad y el 8 de diciembre, la segunda.

De ese modo, había concluido la construcción del complejo hidroeléctrico de mayor envergadura del país, con lo cual se aumentaba la cobertura de la electrificación nacional que vendría a satisfacer la demanda de servicios eléctricos de los costarricenses. Las tres plantas en cascada se pueden apreciar, a grandes rasgos, en el esquema que aparece en la página siguiente.

Rememorando algunos pasajes en torno al Complejo Arenal, el ingeniero Carlos Corrales Villalobos, quién fuera jefe de la construcción del proyecto, relató que el Ing. Civil Francisco Malavassi (q.d.D.g.) fue el primero en visualizar a Arenal como un

posible proyecto hidroeléctrico: "Él se dio cuenta de la importancia que tenía la depresión del Lago Arenal para desarrollar un proyecto, aprovechando la capacidad de embalse que tenía. También pensó en un aprovechamiento escalonado hasta llegar al nivel del mar, al comprobar que las mejores caídas se encontraban en dirección al Pacífico y no hacia la zona norte (río San Carlos) como estaba en forma natural. "Con el tiempo se pensó en asociar el proyecto al riego y de ahí nació Sandillal..., luego se pensó en dividir el proyecto hidroeléctrico en dos etapas: Arenal y Corobicí..."

Hoy podemos constatar que el ICE logró construir el complejo hidroeléctrico más grande del país, gracias a que en ese momento contó con el apoyo del Presidente de la República, de la Asamblea Legislativa (sin partidismo político, aunque suene muy extraño) y el apoyo total del Consejo Directivo; es decir, que contó con apoyo externo (político) e interno de la Institución, según manifiesta el ingeniero Corrales. Y agrega: "Por eso fue relativamente fácil cumplir con nuestra tarea... pero si hoy intentáramos hacer el Complejo Arenal no sería posible porque todo es prohibido para las empresas del Estado, las cuales no tienen poder para hacer nada; las leyes se han convertido en un tremendo estorbo...; solo la reubicación de poblaciones haría imposible, hoy, la construcción de un proyecto semejante..."



Puede observarse la casa de máquinas de Sandillal, la entrada de las tuberías conductoras de agua y la salida de las aguas por el canal de desfogue

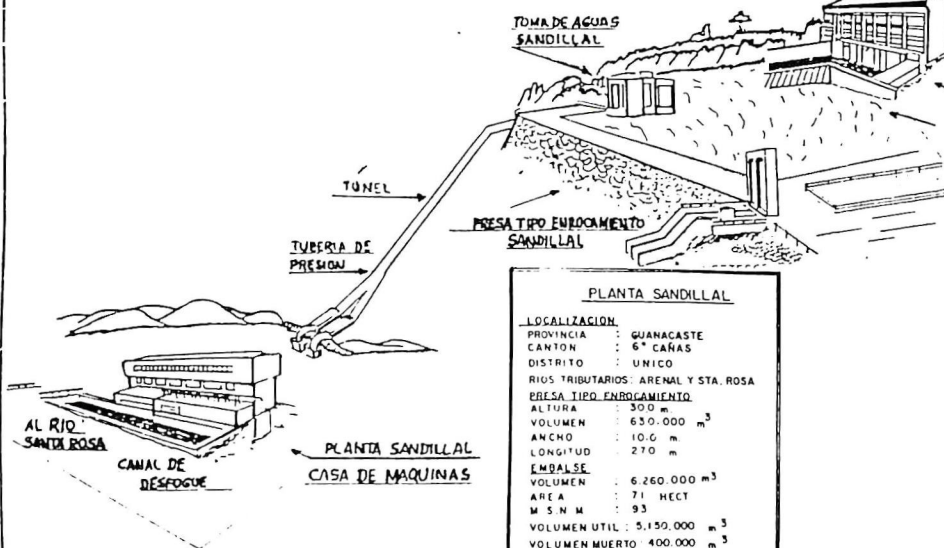


GUANACASTE
ZONA DE RIEGO
60,000
HECTÁREAS

LOCALIZACION DE LAS PLANTAS



I. C. E. COMPLEJO HIDROELECTRICO ARENAL COROBICI Y SANDILLAL

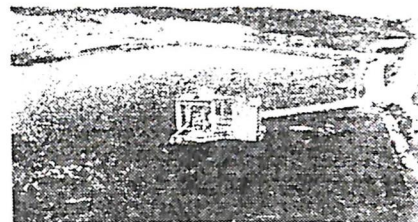


PLANTA SANDILLAL	
LOCALIZACION	
PROVINCIA	GUANACASTE
CANTON	6° CAÑAS
DISTRITO	UNICO
RIOS TRIBUTARIOS	ARENAL Y STA. ROSA
PRESA TIPO ENDOCAMIENTO	
ALTURA	300 m
VOLUMEN	630.000 m ³
ANCHO	10.0 m
LONGITUD	270 m
EMBALSE	
VOLUMEN	6.260.000 m ³
AREA	71 HECT
M S N M	93
VOLUMEN UTIL	5.150.000 m ³
VOLUMEN MUERTO	400.000 m ³
TOMA DE AGUAS	
ALTURA	30.0 m
ANCHO	24.0 m
LARGO	34.0 m
CONDUCCION	
TUNEL LONGITUD	298.0 m
DIAMETRO	6.50 Y 3.60 m
PENDIENTE	2.3 %
TUBERIA DE PRESION	
LONGITUD	155.0 m
DIAMETRO	6.50 m
2 RANALES	56.0 m
DIAMETRO	360 m C/U
CASA DE MAQUINAS	
2 UNIDADES	16.000 KW C/U
TOTAL PLANTA	32.000 KW
2 TURBINAS TIPO KAPLAN	
REVOLUCIONES POR MINUTO	300
CAIDA APROVECHABLE	36.13 m

PLANTA COROBICI	
LOCALIZACION	
PROVINCIA	GUANACASTE
CANTON	6° CAÑAS
DISTRITO	UNICO
RIOS TRIBUTARIOS	ARENAL Y STA. ROSA
PRESA SANTA ROSA	
TIPO	CONCRETO
ALTURA	19.0 m
LONGITUD	124.75 m
EMBALSE SANTA ROSA	
VOLUMEN TOTAL	143.670 m ³
VOLUMEN UTIL	111.000 m ³
TOMA DE AGUAS GEMELAS	
ALTO	6.86 m
ANCHO	7.38 m
CONDUCCION	
TUNEL LONGITUD	4.795 m
DIAMETRO	5.20 m
TRINCHERA LONGIT	3.362 m
DIAMETRO	4.70 m
TANQUE DE OSCILACION	
ALTURA	101.0 m
DIAMETRO	18.0 m
TUBERIA ALTA PRESION	
LONGITUD	803 m
DIAMETRO	4.40 m A 2.0 m
CASA DE MAQUINAS	
3 UNIDADES	58.004 KW C/U
TOTAL PLANTA	174.012 KW
2 TURBINAS T. REACCION FRANCIS	
MARCA	MITSUBISHI
REVOLUCIONES POR MINUTO	360
CAUDAL POR UND.	32.9 m ³ /s
CAIDA APROVECHABLE	234 m

PLANTA ARENAL	
LOCALIZACION	
PROVINCIA	GUANACASTE
CANTON	0° TILARAM
DISTRITO	4° STA. ROSA
RIOS TRIBUTARIOS	ARENAL, LAGO COTE Y 50 RIOS MAS
PRESA SANGREGADO	
ELEVACION	551 m s.n.m
ALTURA MAX	56 m
LONGITUD CRESTA	1.012 m
EMBALSE	
NIVEL MINIMO DE OPERACION	522 m s.n.m
NIVEL MAXIMO DE OPERACION	546 m s.n.m
AREA NIVEL MAX DE OPERAC.	078 KM ²
VOLUMEN UTIL	1090 Millones m ³
VERIFICADOR (MORNING GLORY)	
NIVEL SALIDA	546 m s.n.m
CAPACIDAD	160 m ³ /s
DIAMETRO DEL POZO	6.3 m
TOMA DE AGUAS GEMELAS	
UBICACION	5.5 KM AL NORTE TILARAM
ALTURA	18 m
ANCHO	16.25 m
TUNEL LONGITUD TOTAL A+B	6.497.55 m
A - CONCRETO LONGITUD	5.345.55 m
DIAMETRO	5.2 m
B - BLINDADO LONGITUD	1.152.0 m
DIAMETRO	4.6 m
TANQUE DE OSCILACION	
ALTURA	111.5 m
DIAMETRO	12.5 m
PARTE EXTERNA	57.0 m
BAJO SUELO	54.0 m
TUBERIA ALTA PRESION	
LONGITUD	641.38 m
DIAMETRO	4.6 m A 2.0 m
CASA DE MAQUINAS	
3 UNIDADES	52.466 KW C/U
TOTAL PLANTA	157.398 KW
3 TURBINAS TIPO REACCION FRANCIS	
MARCA	FUJI ELECTRIC
REVOLUCIONES POR MINUTO	360
CAUDAL POR UND.	32.5 m ³ /s
CAIDA APROVECHABLE	210 m

DIRECCION OPERACION DE ENERGIA
SUB DIRECCION OPERACION PLANTAS Y SUBESTACIONES
Dibujó: Carlos Araya Zúñiga
Junio 1995



CONDICIONES AMBIENTALES EN LA CUENCA DEL ARENAL

Los estudios realizados por el ICE sobre la caracterización ambiental del proyecto Arenal en 1973 y el "Estudio Ecológico Integral de las Zonas de Afectación del Proyecto Arenal" conducido por el Centro Científico Tropical en 1980, avalaron la construcción del Complejo Hidroeléctrico Arenal, a la vez que hicieron una serie de recomendaciones para proteger, mejorar y desarrollar el sistema ecológico de toda esa vasta región. De esa manera se recomendó al ICE, al Gobierno y a varias instituciones involucradas (SNAA, MOPT, INVU, IMAS, Bancos, etc.) proteger, recuperar y darle mantenimiento a los recursos naturales y velar por los acontecimientos humanos que podrían afectar el desarrollo integral del área de influencia del proyecto. Entre las recomendaciones que conciernen al ICE están las siguientes:

- Se recomienda el establecimiento de una autoridad técnica y administrativa en la región afectada por el proyecto que se encargue de planificar el desarrollo integral de la zona y sus pobladores. Como vimos en la parte de reubicación de poblaciones, este punto fue atendido en toda su amplitud y se cumplió con los objetivos propuestos.
- También se recomendó establecer un parque nacional en la Cordillera de Tilarán eliminando a la vez las reservas forestales que ocupaban partes del área total. El establecimiento del parque nacional era de alta prioridad tanto para la protección del embalse como para resolver el conflicto que existía entre el Gobierno y los habitantes de esas tierras que reclamaban su indemnización a raíz del congelamiento de las mismas.

En este caso, el proceso que se siguió fue el siguiente. Primero se creó la Zona de Emergencia del Volcán Arenal que abarcaba los alrededores del volcán, dañados por las erupciones. Luego se forjó el Bosque Nuboso de Monte Verde de índole privado, y en otros sitios se crearon nuevas áreas protegidas, hasta que en 1969 se creó la Reserva Forestal de Arenal que integraba todo ese territorio. Después se crearon dos reservas forestales más; una en el Volcán Tenorio y otra en el Volcán Miravalles. Luego se creó lo que se llamó el Área de Conservación que incluyó las tres reservas forestales mas las zonas de amortiguamiento, es decir, las tres reservas forestales de los volcanes junto con las zonas existentes entre ellas. Hace aproximadamente dos años integraron la Zona de Emergencia del Volcán Arenal con la Reserva Forestal de Arenal y la llamaron "Parque Nacional Arenal". El ICE por su parte, el año pasado cedió al MINAE para que ellos administraran, alrededor de 300 hectáreas de terreno al pie del Volcán Arenal para integrarlos al Parque Nacional. Anteriormente el ICE había financiado al Gobierno con 500 millones de colones para que cancelara a los dueños la compra de unos terrenos ubicados dentro de la Reserva Forestal, de ese modo pasaron a ser propiedad del Estado.

- Atendiendo a otra recomendación del Centro Tropical se estableció un programa de conservación de suelos con distintas alternativas que detallan la capacidad de usos que tienen los suelos, así como cuales áreas deben dedicarse a cada una de las diversas actividades. De ahí se deriva el plan de



manejo del uso del suelo y el plan de manejo de la cuenca.

- Otro aspecto muy importante de las recomendaciones tiene que ver con la reforestación del área afectada. Debemos reconocer que desde que el ICE entró a la zona de Arenal sólo encontró fincas y potreros con pastizales para la ganadería y algunas áreas para la agricultura.

En el pasado había ocurrido una gran deforestación que había disminuido mucho la cantidad de bosques, ahora el ICE se proyectaría a recuperar aquello que se había perdido. Desde inicios del proyecto se vio la necesidad de crear un vivero forestal cuya función principal sería destinar el producto a la reforestación de la cuenca del embalse. Además, se destinarían árboles para reforestar las parcelas de las nuevas poblaciones, para ornato de los pueblos y para hacer "tapavientos".

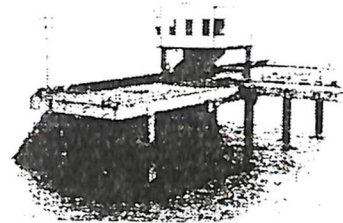
Los árboles forestales utilizados fueron: pino, ciprés, cedro amargo, caoba, laurel, espavel, guayabón o surá, roble de sabana, llama del bosque, malinche, guanacaste, cenízaro, pochote, jacaranda, orgullo de la india, caña fístula, teca, ceibo, plomillo, corteza amarillo, corteza morado y uruca. Para crear el vivero se escogió un terreno en Nuevo Tronadora. En junio de 1976 el vivero contaba con 500.000 árboles y ya se habían trasplantado 60.000 unidades. Entre los años 1979, 1980 y 1981, el ICE, en colaboración con las comunidades, asociaciones, escuelas, finqueros, etc., sembró 130.000 árboles en los alrededores del embalse, básicamente de caoba, corteza amarilla, espavel, guayabón, cedro amargo, laurel y cocobolo. Después de esto vino un tiempo de recesión, y no fue sino hasta finales de 1994 cuando se reactivó la reforestación, dándole un nuevo impulso a la plantación de árboles a gran escala. De ese modo, en 1995 se

plantaron 6.350 árboles en la franja que rodea la zona del Río Chiquito y lugares aledaños. En 1996 se plantaron 77.650 árboles y se espera que este año se siembren 100 mil árboles más.

Actualmente se cuenta con el vivero forestal de Tronadora que está a cargo del ICE y con el vivero frutal-forestal de la Cooperativa de Caficultores en un terreno que el ICE les prestó para que atendieran sus parcelas. La reforestación se ha concentrado en la zona del Río Chiquito debido a que es el sector más inestable desde el punto de vista de suelos y de erosión; es la franja de tierra prioritaria para la Institución porque el Río Chiquito es uno de los ríos más caudalosos que llegan al embalse, generándole la mayor cantidad de sedimentos. El ICE seguirá trabajando en esta zona durante este y el próximo año, y una vez cubierto el sector se entraría a reforestar otras áreas marginales menos críticas.

Durante la construcción de las plantas Corobicí y Sandillal se trabajó en la reforestación de esas zonas; en Corobicí se trabajó reforestando algunas áreas pequeñas a la par de las tuberías y del canal, por cuanto sus obras son casi solo continuación de las tuberías que vienen de Arenal. En el sector de Sandillal se sembraron alrededor de 50 o 60 hectáreas de bosques para proteger su embalse, en vista de que existía una zona marginal del embalse que carecía de bosque natural, y desde ese momento se le ha venido dando mantenimiento a los árboles sembrados en Sandillal que hoy están muy grandes y bonitos.

El ICE ha cooperado mucho con las comunidades de la zona baja de esta región; en los años de 1995 y 1996 se aportaron muchos miles de árboles a las comunidades de Cañas, Liberia y la parte baja del río Tempizque, que se hicieron en trabajos conjuntos con el Ministerio del Ambiente y con organizaciones comunales de la parte baja de la zona de riego.



DESARROLLO DE LA CUENCA DEL ARENAL

El desarrollo de la Cuenca del Arenal está siendo impulsado por el Gobierno de Costa Rica, a partir de un estudio de cooperación interinstitucional en torno el Área de Conservación Arenal (ACA). La Cuenca, además de proveer suficiente agua para generar electricidad y riego, también deberá abastecer de agua potable para usos domésticos y agroindustriales a las diferentes poblaciones asentadas en ella, a través de la operación de más de quince acueductos comunales y privados. Dentro de la Cuenca las principales actividades socioproductivas quedarán ligadas a la ganadería, al turismo, a la agricultura y a la minería, que le confieren en la actualidad una zonificación de usos muy bien definida.

La Cuenca de la Laguna de Arenal tiene una extensión total de 50.050 hectáreas, lo cual representa el 24,5 % del Área de Conservación Arenal (ACA). Incluye una porción terrestre de 41.733 hectáreas (el 83 % del territorio) y una zona de aguas (el embalse) que cubre 8.317 hectáreas (el 16,62 % de la Cuenca).

La Cuenca abarca 11.400 hectáreas de la provincia de Alajuela equivalentes al 22,78% del área, y 38.650 hectáreas de la provincia de Guanacaste que corresponden al 77,22% de la superficie. Dentro de ese territorio se localizan cuatro cantones que son: Tilarán y Abangares que pertenecen a Guanacaste, y San Ramón y San Carlos de la provincia de Alajuela. Los centros principales de población son los distritos de Nuevo Tronadora con 1.895 habitantes y Nuevo Arenal con 2.225 habitantes.

El Gobierno, convencido de la importancia y urgencia del Proyecto de Riego, en 1978 instó al ICE para que comenzara los trabajos. La Institución decidió entonces, ayudar con su experiencia y conocimientos al éxito en la ejecución de las obras, a la vez que contribuyó con el Servicio Nacional de Electricidad y la Comisión de Riego, encargada en ese entonces del riego y avenamiento.

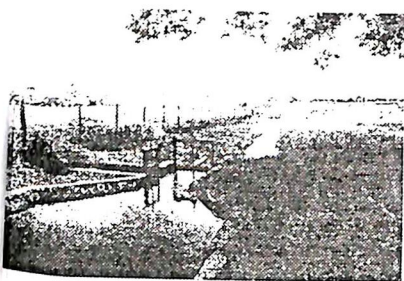
El ICE inició los trabajos de obras básicas en enero de 1979, y para diciembre de 1980 (en su primera etapa) estuvieron concluidas las siguientes obras: Presa Miguel Pablo Dengo Benavides, Presa La Cueva y Canal del Sur.

Entre 1978 y 1979, el SNE puso bajo riego las primeras áreas, y en 1981 concluyó dos canales en Paso Hondo, con una longitud de 10 kilómetros y una cobertura de riego cercana a las 400 hectáreas.

La **Presa Miguel Dengo** es considerada el corazón del Complejo de Riego. Tiene una altura de 20 metros, 17 de sección vertedora y 24 de ancho. Está situada en la confluencia de los ríos Santa Rosa y Magdalena, a tres kilómetros al norte de Cañas. La presa está diseñada para soportar un caudal de 2.570 metros cúbicos de agua por segundo.

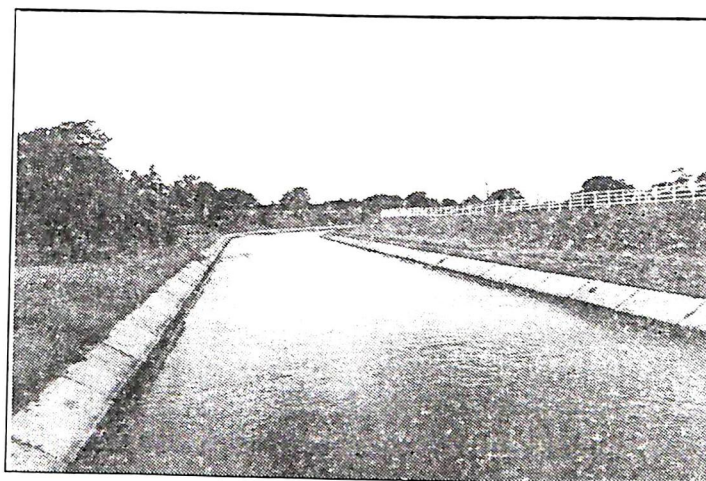
La **Presa la Cueva** es una obra de vital importancia ya que complementa todo el mecanismo de irrigación de la Cuenca Baja del Tempisque. Esta presa aprovecha las aguas del Tempisque para proveer de agua al Canal de la Cueva, de 40 kilómetros de longitud.



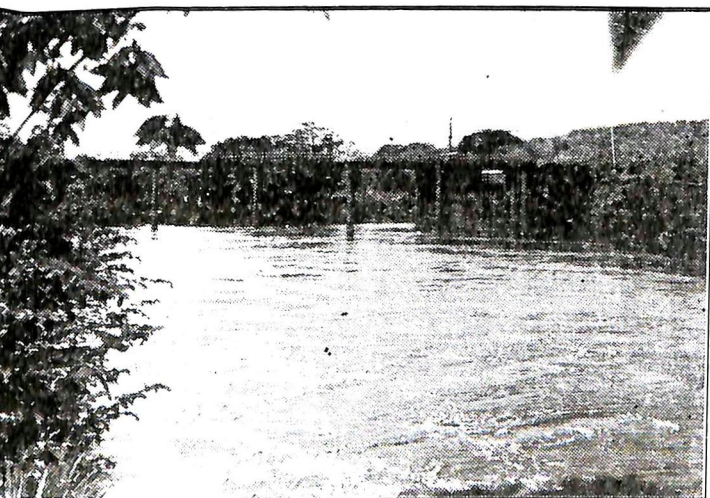


SISTEMA DE RIEGO ARENAL-TEMPISQUE

Después de generar electricidad en las tres plantas del Complejo Hidroeléctrico Arenal, las aguas salen por el canal de desfogue de la planta Sandillal hasta toparse con la represa Miguel Pablo Dengo Benavides, 500 metros aguas abajo. La presa se encuentra a tres kilómetros al norte de Cañas y es considerada el corazón del complejo de riego; tiene 20 metros de altura, 24 de ancho y una sección vertedora de 17 metros. La presa está capacitada para conducir un caudal de 2.570 metros cúbicos de agua por segundo. De ella se derivan dos canales: uno hacia el sur y otro hacia el oeste, para irrigar una amplia zona agrícola y ganadera de Guanacaste. Este sistema es conocido como Proyecto de Riego Arenal-Tempisque (PRAT) y está diseñado para cubrir alrededor de 60.000 hectáreas de tierras fértiles.



Canal del Sur. SENARA



Embalse y presa Miguel Pablo Dengo Benavides

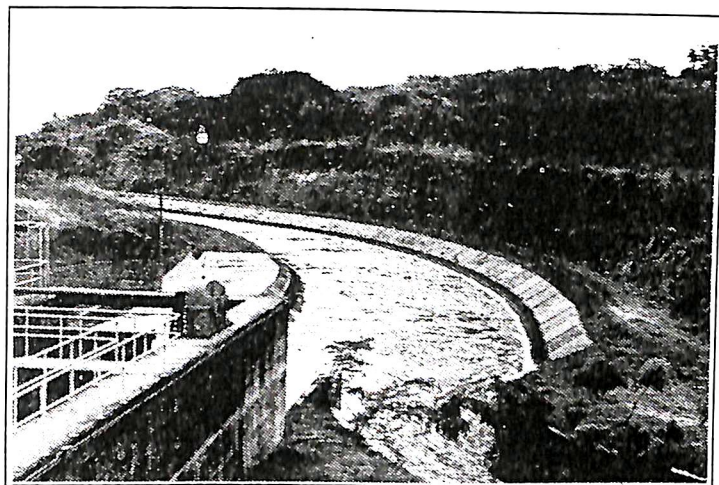
El Proyecto de Riego Arenal-Tempisque está a cargo del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), entidad pública semiautónoma, creada en 1983 y encargada de centralizar las acciones que realizaban diversas instituciones en el campo del riego, drenaje y de aguas subterráneas desde 1973.

El Proyecto de Riego comprende el desarrollo de tres etapas. La primera de ellas se encuentra en operación y fue inaugurada en 1986. La zona irrigada abarca 6.006 hectáreas de terreno y es abastecida por el canal del sur que se extiende hasta el río Cañas. Este canal mide 8,5 kilómetros de longitud y tiene una capacidad máxima de 30 metros cúbicos de agua por segundo. El canal, en forma de trapecio, mide 5 metros en la base, 3,50 metros de profundidad y la pendiente de los taludes es de 1,50 por 1 metro formando un ángulo

de 33 grados, lo que nos da una distancia de 15,50 metros de ancho en la superficie. En el área de irrigación, el canal tiene una derivación de 7 tomas de agua o canales secundarios de distintos tamaños. Esta etapa fue financiada con recursos del BID y su costo fue de \$19,7 millones. Los cultivos principales de la zona son arroz, caña de azúcar, pasto y piscicultura, y desde la incorporación del sistema de riego a esas áreas, la producción ha ido en aumento año tras año.

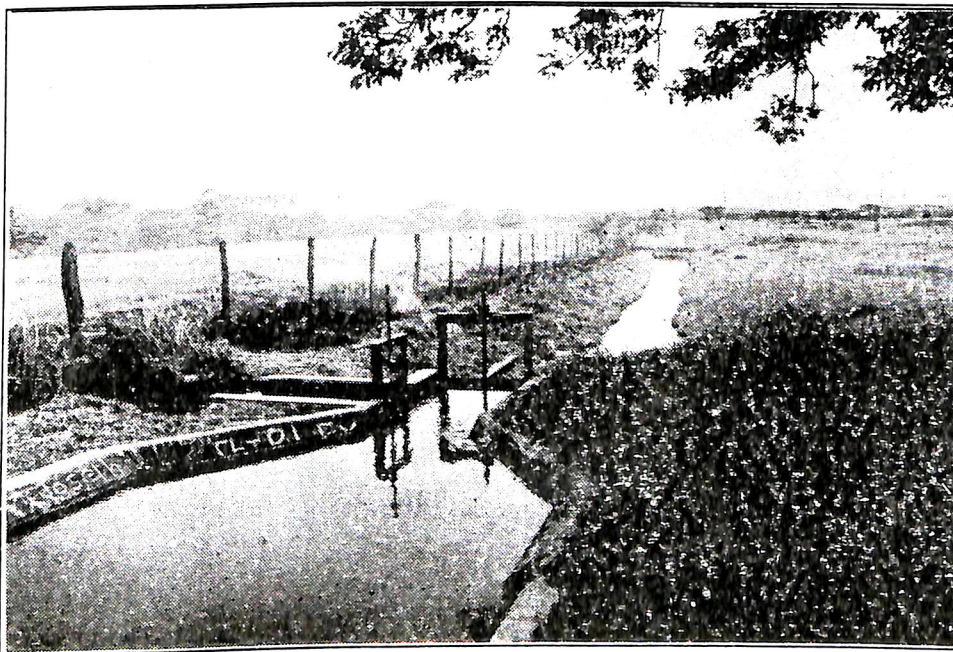
La segunda etapa se encuentra en operación desde mediados de 1997, e irriga un terreno de 12.170 hectáreas. El canal del oeste es el encargado de conducir las aguas de este sector hasta el río Piedras; su longitud total es de 21,9 Km y tiene una capacidad máxima de 55 metros cúbicos de agua por segundo. También tiene forma de trapecio, mide 7 metros en la base, 4,20 metros de profundidad y la pendiente de los taludes es de 1,50 por 1 metro lo que nos da un ancho de 19,60 metros en la parte superior. El canal se ramifica en 5 tomas o canales secundarios. Con este canal se benefician 797 familias que se dedican a la siembra de arroz, sandía y pastos principalmente. Esta etapa fue financiada mediante préstamos del BID y su costo total fue de \$44,5 millones.

La tercera etapa está visualizada como una prolongación de ambos canales: por un lado, al canal



Vista del canal del oeste saliendo de la presa

del sur se le piensa agregar un tramo de 20 kilómetros de extensión; y por el otro, al canal del oeste se le agregarían dos tramos: el tramo 2 con 17 kilómetros de longitud y el tramo 3 con 38 kilómetros. Esta etapa se encuentra en estudio, aún no se han comenzado acciones directas para su construcción. Se ha planificado para que abarque una extensión de 42.850 hectáreas y su realización depende del financiamiento que puedan brindar el Estado, la empresa privada y entidades financieras extranjeras.



Diversas compuertas dan paso al agua en varias direcciones (canales secundarios) para el cultivo de extensos arrozales



