

Transferencia de tecnología de sistemas alternativos de energía para la Guajira

Este artículo trata de la metodología empleada para realizar una investigación en molinos de viento para la Guajira, Colombia, en la que se hace énfasis en la transferencia de tecnología a la región y en la propuesta de solución integral a necesidades de la comunidad, dentro de una estrategia de desarrollo económico.

JULIO MARIO RODRIGUEZ DEVIS
Ingeniero Mecánico M.Sc.
Director del Instituto de Ensayos e Investigación,
Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional de Colombia.
Coordinador de Investigación en energía eólica.

INTRODUCCION

Los sistemas energéticos alternativos son una herramienta que, dentro de una estrategia de desarrollo comunitario, contribuyen a dar solución a necesidades concretas del sector social al que van dirigidos.

En el caso específico de la Guajira, las tres estrategias fundamentales que enmarcan el proyecto son: 1) Fortalecimiento de la comunidad técnica y científica de la región, centralizada en el Sena, Servicio Nacional de Aprendizaje, y la Universidad de la Guajira. 2) Integración con la comunidad a la que va dirigida el proyecto que en la media y alta Guajira es la comunidad wayuu. 3) Desarrollo del sector productivo que abarca al sector rural (agricultura y ganadería caprina y ovina) y el sector de la pequeña empresa (construcción de equipos y mantenimiento).

Las actividades se dividen en tres frentes: 1) Fortalecimiento de las relaciones institucionales 2) Desarrollo tecnológico y 3) Implementación.

RELACIONES INTERINSTITUCIONALES

Se parte de la certeza de que es necesario trabajar estrechamente con las entidades y sectores afectados, con el fin de crear núcleos suficientemente fuertes, para que continúen con el trabajo una vez concluido el proceso. (Figura 1). Esta concepción obliga a alargar los tiempos y a hacer énfasis en el contacto, la discusión y el trabajo conjunto, a diferencia de un trasplante tecnológico (caja negra), con capacitación únicamente en uso y mantenimiento.

Se está trabajando con el Sena, mediante un convenio firmado con la Universidad Nacional, en desarrollos tecnológicos, conjuntamente con divulgación y capacitación. Fundamentalmente, se han realizado acciones conjuntas con las regionales Bogotá y Guajira, utilizando la infraestructura existente. El Centro Industrial de Riohacha tiene un instructor, dedicado a desarrollo tecnológico, vinculado a la investigación.

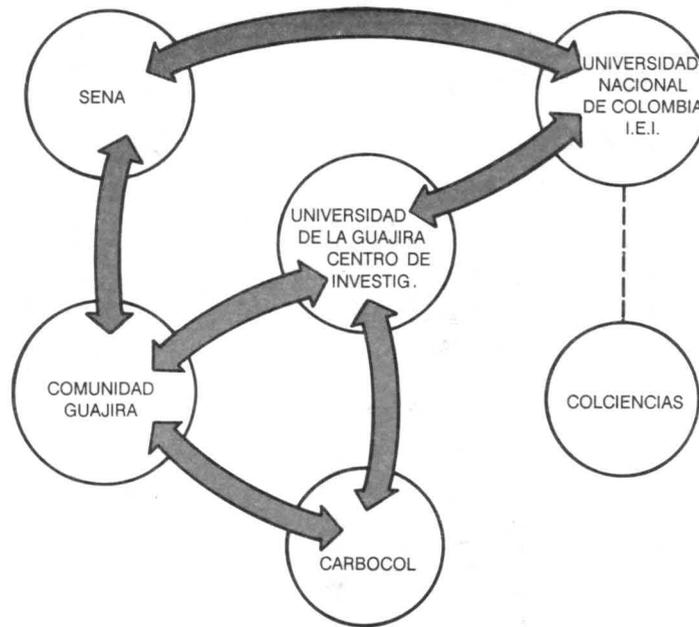


FIGURA 1. Relaciones Interinstitucionales-Investigación energía eólica

La Universidad de la Guajira cuenta con un grupo de investigadores nucleados en el Centro de Investigaciones y apoyados fundamentalmente por la Facultad de Ingeniería Industrial, en la que algunos profesores y estudiantes han intervenido en trabajos concretos. Como era de esperarse, la realización de este trabajo y de otras investigaciones, ha afectado el funcionamiento del centro y generado conflictos internos, debido a las nuevas exigencias. La Universidad de la Guajira tiene un convenio con la Universidad Nacional, tendiente a fortalecer el Centro de Investigaciones y a desarrollar acciones conjuntas; además, cuenta con un convenio con Carboacol, que por medio de la Dirección de Relaciones de Apoyo y Comunidad, financia las investigaciones.

Ensayos e Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, ha formado un grupo de investigadores que cubre a las facultades de Economía, Artes (Diseño Industrial) e Ingeniería (Mecánica, Civil, Eléctrica, Sistemas y Agrícola). Están trabajando nueve docentes y se han realizado más de quince proyectos de grado, en los que han intervenido más de treinta estudiantes de pregrado de diversas carreras.

La dinámica de estas relaciones, ha hecho que aparte de los trabajos relacionados con este proyecto, haya otras fuentes de actividad (riego por goteo, cultivo hidropónico, conservación de frutas y hortalizas, engorde de cabras, horno de fundición, deshidratador solar de pescado, secador solar de sal, etc).

La Universidad Nacional por intermedio de el Instituto de

La comunicación con la comunidad se ha realizado por

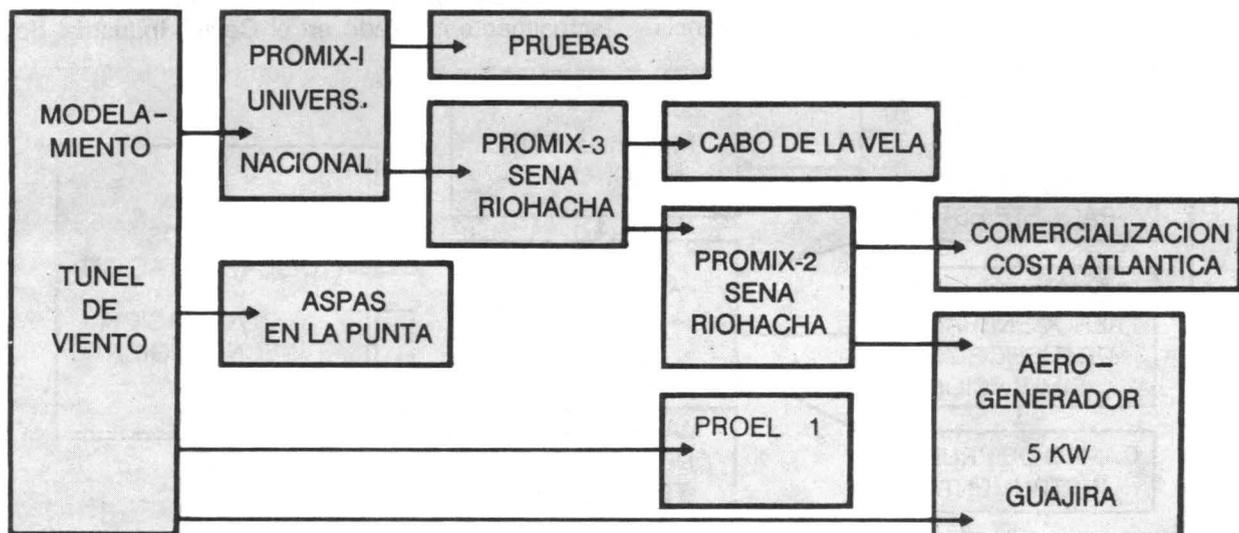


FIGURA 2. Secuencia desarrollo de prototipos

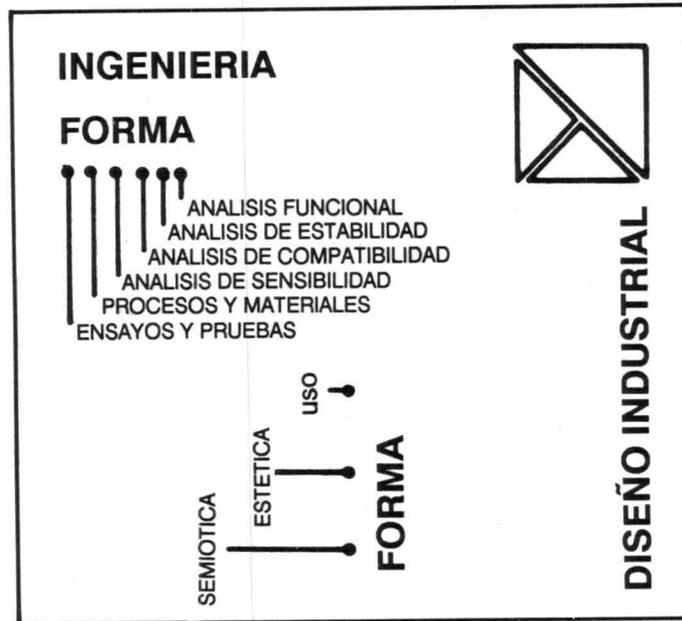


FIGURA 3. Diseño PROMIX-PROEL

medio del Sena, Universidad de la Guajira y Caribol, que cuentan con experiencia y líderes reconocidos. De esta forma, se fortalecen ante la comunidad dichas investigaciones y se recogen sus inquietudes y propuestas.

DESARROLLO TECNOLÓGICO

En el área de la energía eólica, la Facultad de Ingeniería ha estado trabajando desde 1982 (figura 2), haciendo su experiencia inicial con investigaciones en el túnel del viento, en la que se ensayaron modelos variando el número de aspas, la relación de velocidad en la punta y los perfiles aerodinámicos. Este trabajo sirvió para consolidar el bagaje teórico sobre turbinas eólicas.

Posteriormente se diseñó y construyó el Promix-1, molino de viento mixto (bombeo y/o generación de electricidad), para condiciones de viento suave (potencia

eléctrica máxima, 100 vatios, 8 aspas en aluminio, cuerda variable, diámetro de 4.8 m, velocidad de viento de 4 m/s, autoorientable), localizado actualmente en los predios de la Universidad Nacional y con el que se sigue experimentando.

Con la iniciación del trabajo en la Guajira, se realizó conjuntamente con el Sena, Regional Guajira, el diseño y construcción del Promix-2, tecnológicamente similar al Promix-1, pero adaptado a las condiciones difíciles de la zona (potencia eléctrica de salida de 200 vatios, 8 aspas de aluminio, cuerda constante, diámetro de 3m, relación de velocidad en la punta de 2, autoorientable, bomba de desplazamiento positivo).

Con la experiencia adquirida en la construcción de estos dos prototipos y con la integración de diseño industrial (figura 3), se diseñó y construyó el Promix-3, actualmente instalado en el Centro Industrial del Sena

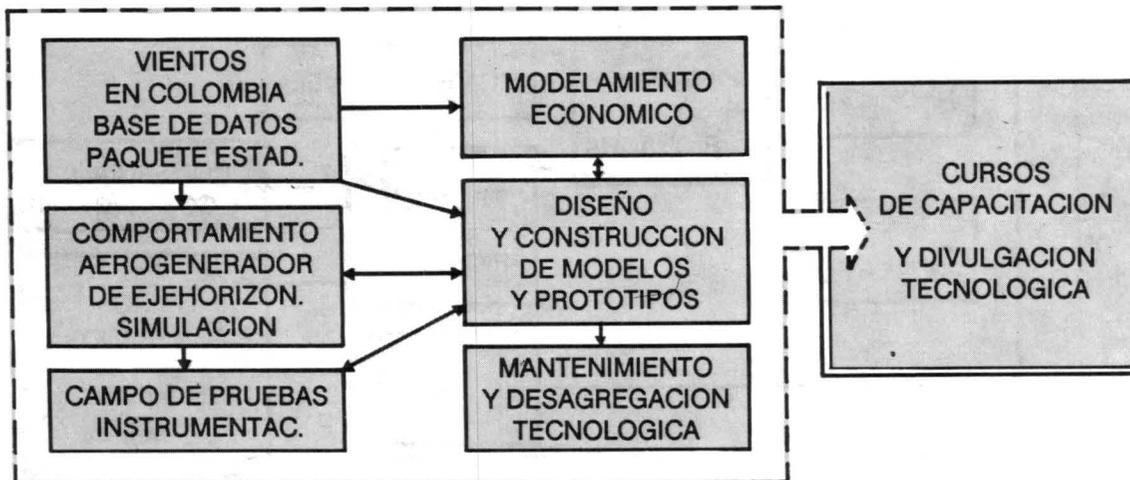


FIGURA 4. Areas de especialización e interrelaciones

en Riohacha (potencia eléctrica máxima de 500 vatios, cuatro aspas en fibra de vidrio, cuerda constante, velocidad de viento de 8 m/s, lambda de 5, relación de amplificación de 1:10 y de reducción de 3.2 a 1, bomba de desplazamiento positivo por bombeo a 60 metros de profundidad).

A partir de 1989 se trabaja en un aerogenerador portátil (Proel- 1), cuya característica especial es una torre fácilmente transportable y armable, de seis metros de altura, con un aerogenerador también escualizable y el fácil ensamble de tres aspas de cuerda variable que producen 100 vatios, lo que permite mover al aerogenerador a los sitios que sean necesarios en la Guajira. Se espera se construya totalmente en la Costa Atlántica.

Además, se ha empezado el planteamiento para el diseño y construcción de un aerogenerador de 5 kilovatios, para las condiciones de la Guajira, con el fin de dar una solución completa a poblaciones pequeñas y aisladas.

Para la ejecución de los proyectos, se han constituido grupos especializados (figura 4) de trabajo en : 1) Evaluación del recurso eólico. Se trabaja conjuntamente con el Himat y se cuenta con los registros de viento de Colombia. 2) Modelamiento económico. Se ha diseñado un modelo económico para evaluar las alternativas eólicas, solar, diesel. 3) Modelo de comportamiento de molinos de viento de eje horizontal. Dadas las características de un prototipo, ya sea propuesto o en existencia, se deducirá su comportamiento. 4) Campo de pruebas. La necesidad de conocer las características técnicas de los molinos de viento producidos en el país, llevó a la construcción de un campo de pruebas en la Universidad Nacional, en donde se han recogido, a lo largo de varios años, datos muy útiles del estado y comportamiento de los mismos. Se espera probar el sistema con bomba implementar un campo de pruebas en el Sena de Riohacha, con el fin de conocer con mayor profundidad el comportamiento de los mismos en regímenes externos. 5) Diseño de molinos. Se ha desarro-

llado, a partir de una metodología propuesta por la OIade, un proceso de diseño lógico, que tiene en cuenta los planteamientos del diseño industrial. 6) Mantenimiento. La gran experiencia del Sena y la Universidad Nacional, ha permitido que se empiece un proceso para desarrollar una metodología de mantenimiento de los molinos de viento existentes. Se espera divulgar ampliamente dicha metodología e impulsar la formación de empresas dedicadas al mantenimiento. Por primera vez, y conjuntamente con la Universidad de la Guajira, se ha hecho una evaluación parcial del estado de los molinos y se espera continuar un estudio más detallado, con el fin de apropiarse la tecnología.

Finalmente, se han realizado varios seminarios y cursos en la Guajira, a los que han asistido entidades como la Universidad de la Guajira, el Sena, Carbocol, Secretaría de Agricultura, Corpoguajira, Proaguas, Organización Yanama, y se han discutido los aspectos técnicos y operativos del proyecto. los cursos técnicos han sido: 1) Evaluación del recurso eólico en la Guajira. 2) Mantenimiento de molinos de viento. 3) Diseño de molinos de viento e instrumentación.

Para 1989 se planea integrar a docentes de la Universidad de la Guajira y a instructores del Sena, en grupos de trabajo en la Universidad Nacional, con estudiantes y docentes que estén desarrollando los proyectos. Esto contribuirá a fortalecer los núcleos de investigación de la Guajira.

IMPLEMENTACION

Para la implementación de ha empleado una metodología (figura 5), que tiene como centro las necesidades y aspiraciones de la comunidad; se ha realizado el diagnóstico de los recursos energéticos, agronómicos, de suelos, hidrogeológicos y socioeconómicos de la región, dentro de los planes de desarrollo del gobierno departamental y de una evaluación de la capacidad industrial de la zona (tabla 1).

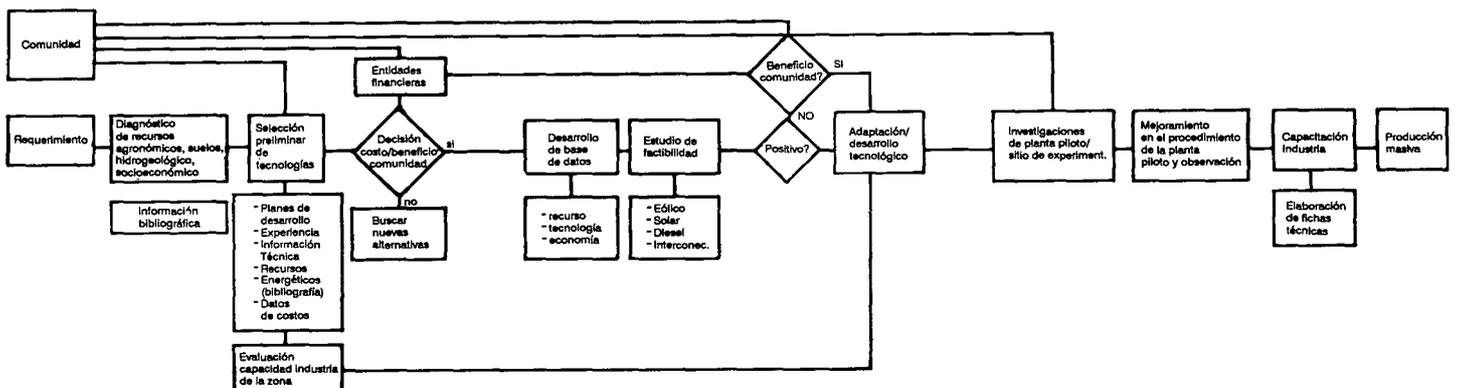
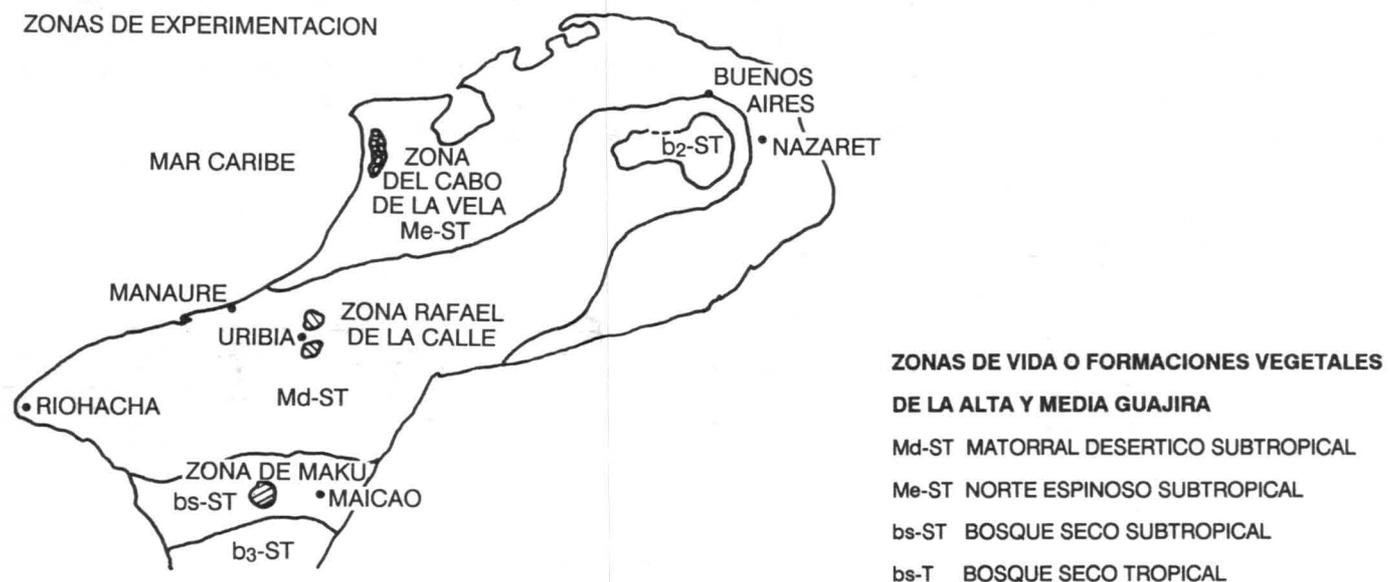


FIGURA 5. Metodología de implementación

Tabla 1
Recursos Guajira - Resumen

- 1. Agricultura** La media y alta Guajira están cubiertas por arbustos pequeños y cactus, el suelo está dominado por sales cálcicas y sódicas. El contenido de materia orgánica es escaso. Cultivos de fríjol, maíz, patilla, sorgo, tomate, yuca, plátano, ñame.
Area cultivada: alta Guajira, 103 Ha; media Guajira, 7.000 Ha.
- 2. Ganadería** Bovina, caprina, ovina, y porcina
- 3. Pesca** Sierra, langosta, pargo, róbalo, bagre, corvina, mojarra, borito, calamar, jurel.
- 4. Hidrogeológico**
Agua subterránea Media Guajira: aguas dulces o poco dulces (menos de 600 PPM), excepto zonas de Maicao, Riohacha y Manaure.
Alta Guajira: aguas salobres (más de 600 PPM), excepto zonas de Uribia y Nazareth.
- 5. Precipitación** Período más seco, en los meses de enero y febrero; en algunas zonas se prolonga hasta agosto.
La precipitación promedio anual varía entre 30 mm y 100 mm; disminuye a medida que se llega al extremo de la alta Guajira, con excepción en la Serranía de Macuira.
- 6. Vientos (promedio anual)**

| Estación media (m/s) | Velocidad | % Calmas | Energía Kwh/m | Weibull | | Dirección predominante |
|--------------------------|-----------|----------|------------------|---------|------|---------------------------|
| | | | | K | C | |
| Matitas | 4.482 | 4.2 | 2.481.5 | 1.08 | 4.62 | Norte (32.3) |
| Aerop. Almirante Padilla | 4.85 | 8.4 | 707.3 | 1.77 | 5.45 | Este (39.7) |
| Camp. Interior Maicao | 2.65 | 0.0 | 181.1 | 2.10 | 2.99 | Este (52.1) |
| Aerop. Maicao | 4.23 | 10.1 | 442.4 | 1.82 | 4.76 | Este (47.7) |
| Nazareth (Uribia) | 4.76 | 0.0 | 477.8 | 2.83 | 5.35 | Este (62.0) |
| Cabo de la Vela | 7.28 | 0.0 | 1735.6 | 2.58 | 7.27 | - |



FUENTE: ICAC: ESTUDIO GENERAL DE SUELOS. VOL. XIV. No. 1 BOGOTA, D.E. 1978

FIGURA 6. Mapa II-I

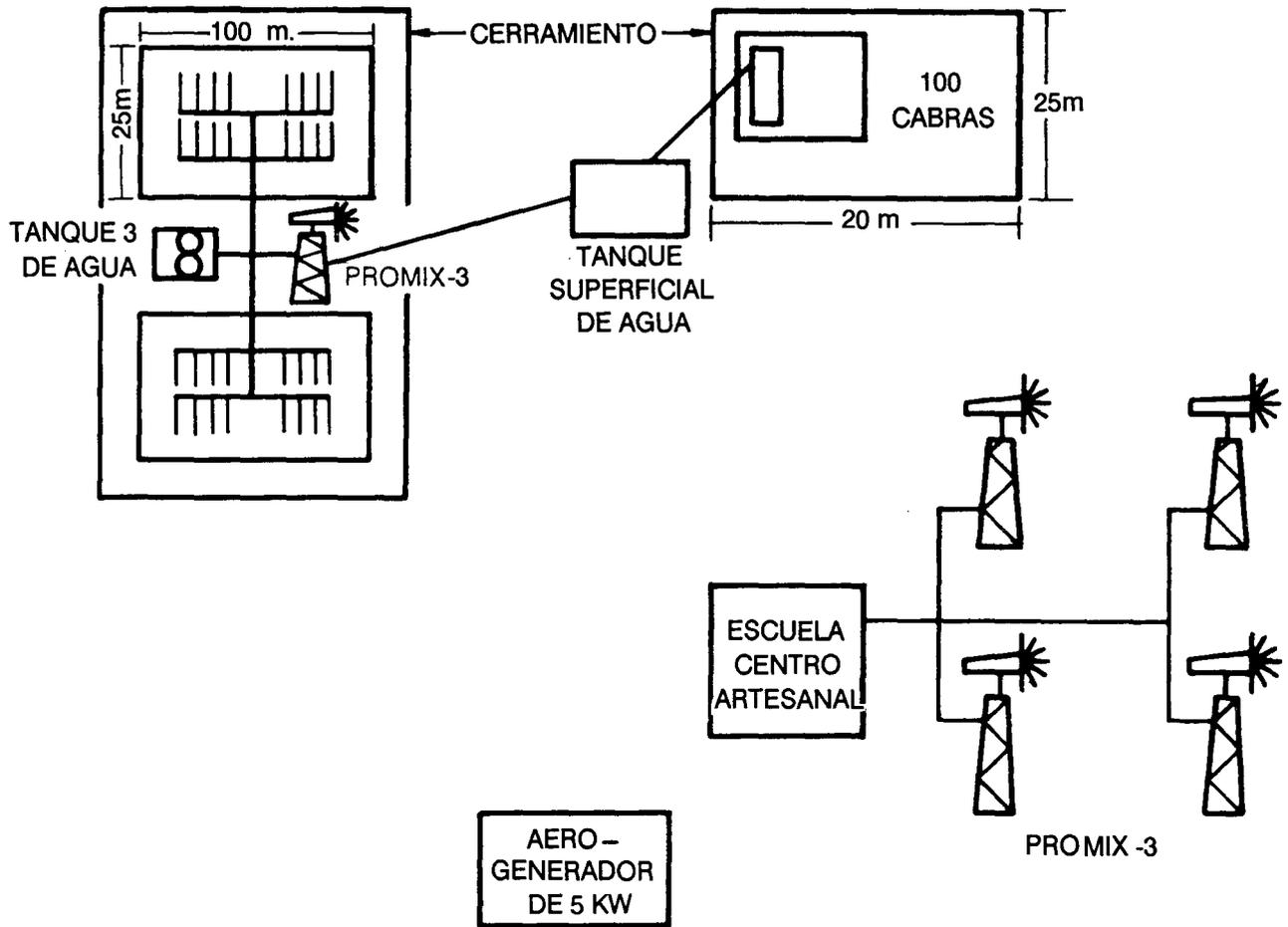


FIGURA 7-Maku

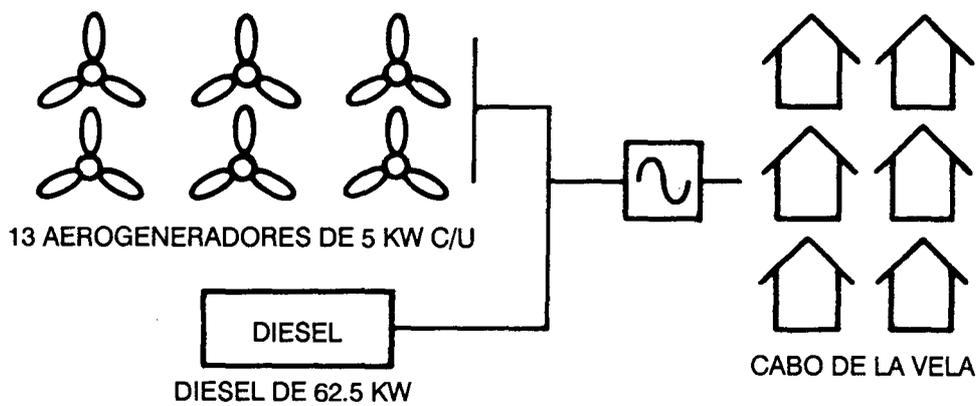


FIGURA 8. Zona del Cabo de la Vela

Se escogieron tres sitios (figura 6) para colocar granjas experimentales, cuyos recursos son diferentes, en zonas indígenas.

Se hace énfasis en la experimentación, pues los prototipos y metodologías empleadas, únicamente pueden ser certificadas luego de varios meses de pruebas. Es un error hacer que la comunidad tenga expectativas falsas en cuanto a las posibilidades reales de los sistemas, por lo que se determinó someter los prototipos a pruebas rigurosas antes de implementarlos masivamente.

Los sitios escogidos son:

Maku. Se implementará un sistema de riego por goteo (cinco mil metros cuadrados y producción caprina (100 cabras). Además, se dotará de energía eléctrica a un centro artesanal, colocando cuatro Promix-3. La producción de agua será con otro Promix-3.

Conjuntamente con Diseño Industrial, se trabajará en las técnicas de recolección y procesamiento del trupi-

llo, leguminosa usada para alimentación del ganado (figura 7).

Rafael de la Calle. Se implementará el sistema de riego por goteo y la producción caprina con la aerobomba existente. Hay la posibilidad de instalar un Promix-3 para generar electricidad.

Zona del Cabo de la Vela. Será el sitio de experimentación del molino de 5 kilovatios. Con el fin de interconectar varios prototipos en red (Windfarm), para generar mayor potencia. Debe hacerse con soporte de diesel (figura 8).

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido posible gracias al apoyo conceptual y financiero de Colciencias y al apoyo institucional decidido del Sena.

Así mismo, al trabajo desinteresado e inteligente de los estudiantes de la Universidad Nacional.