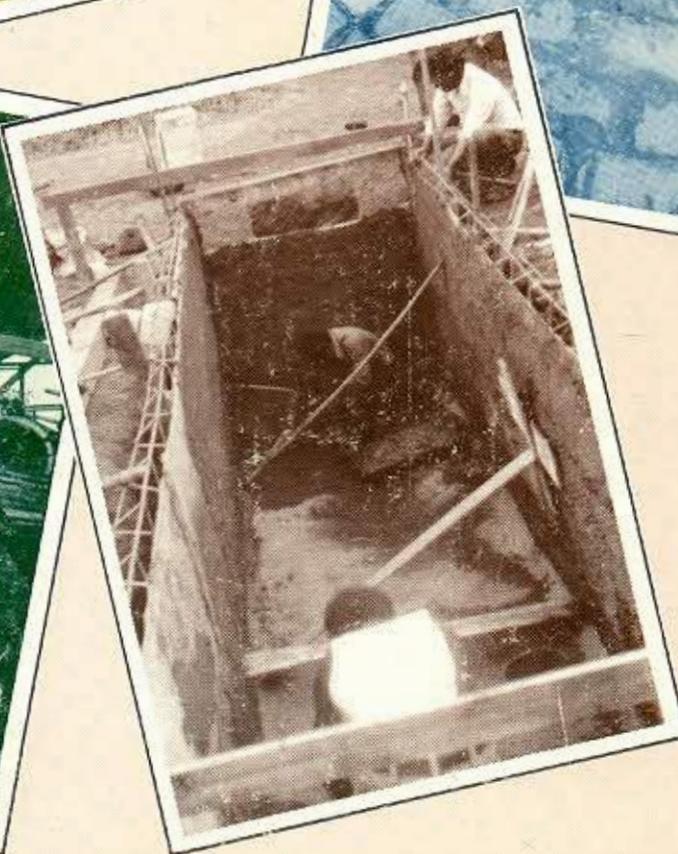
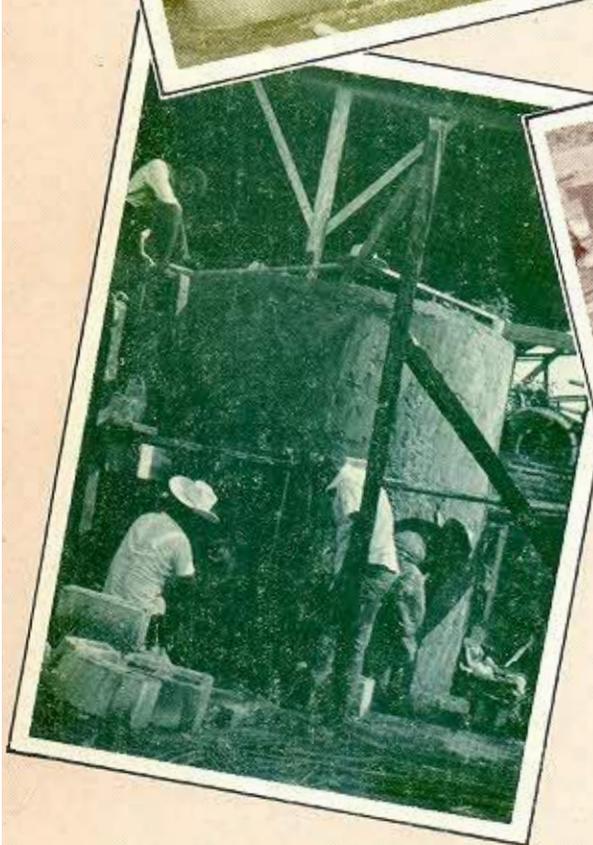
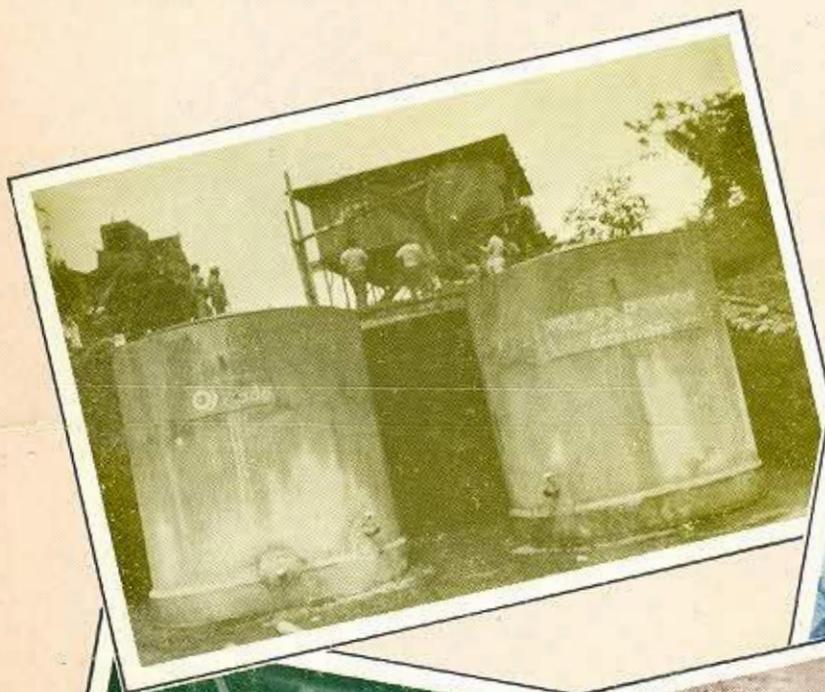


ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA

SECRETARIA PERMANENTE

BOLETIN ENERGETICO No. 14

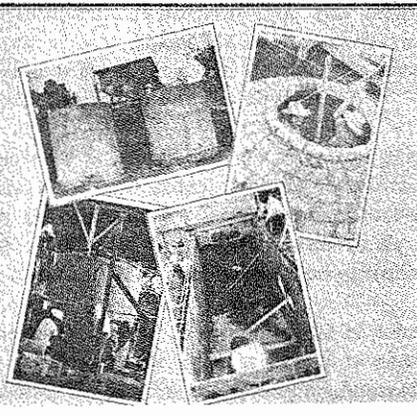
ENERO /MARZO 1980



**BOLETIN
ENERGETICO No. 14
ENERO/MARZO 1980
ORGANO DE DIVULGACION
TECNICA**

SECRETARIA PERMANENTE
GUSTAVO RODRIGUEZ ELIZARRARAS
SECRETARIO EJECUTIVO

EDICION Y REDACCION
MARUJA BAÑADOS CONTADOR
JEFE DE DIFUSION



PORTADA.
Plantas de biogas construídas por OLADE, tres en Guatemala, tipos OLADE-Guatemala, XOCHICALLI-México y Chino, respectivamente, y una tipo OLADE-Guatemala en Ecuador.

CONTENIDO

	Pág.
EDITORIAL: Programa Regional de Biogas de OLADE	3
ARGENTINA	
Calefacción Solar de un Digestor Anaeróbico	5
COLOMBIA	
Montaje de una Planta Piloto para la Producción de Gas Combustible por Fermentación Anaeróbica del Estiercol de Res	17
COSTA RICA	
Proyecto sobre la Producción de Biogas a partir de Desechos	23
GUATEMALA	
Gas Metano y Frio . . . Un Desafío	26
MEXICO	
Digestores de Desechos Orgánicos.	29
Degradación Anaerobia de Desechos Orgánicos: Prioridad Estratégica para el Ecodesarrollo	40
Xochicalli, Casa Ecológica Autosuficiente, Un Proyecto de Vivienda Productiva Real.	45
Degradación Anaerobia de Biomasa, la más Viable Opción Actual para el Uso Masivo de la Energía Solar.	50
PERU	
El Biogas como Alternativa Energética para Zonas Rurales.	57
DOCUMENTOS: Diseño Básico de una Planta de Biogas Tipo OLADE-Guatemala	95
Informativo Secretaría Permanente	111
PANAMA	
Logros y Metas del IRHE	132

Los artículos firmados son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no expresan, necesariamente, la posición oficial de la Secretaría Permanente.

N. de la R. Las colaboraciones deben dirigirse a: PUBLICACIONES OLADE

CASILLA 119-A
QUITO - ECUADOR

el programa regional de biogas de olade

La Organización Latinoamericana de Energía, (OLADE), tiene asignado dentro de sus puntos constitutivos, el asesorar a los Estados Miembros en los aspectos concernientes a la transferencia de tecnología en el campo de energéticos no convencionales (reiterado en la X Reunión de Ministros celebrada en Panamá, en Diciembre/79). En este sentido, uno de los programas que está promoviendo OLADE es la transferencia de tecnología en el campo del biogas destinado, principalmente, en esta fase inicial, a las áreas rurales marginadas y con dependencia de la leña para las necesidades domésticas y de abonos para la agricultura.

Este programa tiene como objetivo fundamental, además de participar en la solución parcial de problemas sanitarios y de contaminación ambiental (es parcial por el hecho de que si no es bien manejado el producto de este proceso, no hay completa reducción de estos problemas), producir energéticos y abonos para la agricultura mediante la utilización de desperdicios orgánicos. Estos pueden ser desechos vegetales (desperdicios que quedan en el campo después de la recolección de cosechas agrícolas), desechos animales (estiércoles), basuras domésticas de tipo orgánico y excretas humanas. El mecanismo principal consiste en la fermentación anaeróbica (con ausencia de oxígeno) de la materia orgánica con la que se desarrolla micro-organismos y bacterias que degradan los compuestos orgánicos en formas más simples, requiriéndose de temperaturas convenientes que permitan la vida de las bacterias, agua y otras condiciones. De este proceso de fermentación, se obtiene como producto, un gas complejo (biogas) formado de la mezcla de metano, anhídrido carbónico, ácido sulfhídrico y otros gases cuyo uso fundamental es el energético, con elevado poder calórico; y un desecho sólido y líquido, residuos ricos en micro-organismos y elementos minerales que al ser adicionados al suelo aumentan el contenido de humus en el mismo, lo que incide en una mayor producción de cosechas vegetales por aumentar los niveles nutritivos del suelo. Si la temperatura del medio de fermentación se ha mantenido entre el rango de los 30 a 35º centígrados, el tiempo que dura el ciclo de fermentación en el que se genera la mayor cantidad de gas, y la materia orgánica se degrada casi completamente, es de 35 a 40 días.

La tecnología de biogas se ha desarrollado desde los principios del presente siglo, en Alemania, principalmente para solucionar el problema de aguas negras en las ciudades, habiendo desarrollado métodos muy completos y complejos, fundamentalmente por tratarse de la degradación de materia orgánica diluida en elevados volúmenes de agua. Los chinos redujeron el desarrollo de esta tecnología, con el objeto de adecuarla al nivel rural de sus pobladores y poder reducir el alto índice de enfermedades infecto-contagiosas, producir abonos para sus cosechas familiares, resolver problemas de disposición de excretas domiciliarias y producir un energético utilizado para la cocción de sus alimentos y/o iluminación de sus hogares.

A partir de la década del 70, lograron perfeccionar su tecnología hasta el punto de producir plantas familiares de biogas de muy bajo costo, tecnología adecuada a la comunidad rural, materiales de construcción fácilmente disponibles en las regiones y completamente auto-dependientes. Hasta el momento, se tiene conocimiento que existe un total de 7'000.000 de plantas familiares de biogas en la China, y además están operando programas nacionales de difusión con todo el apoyo estatal para garantizar la multiplicación masiva en este campo.

En América Latina, Guatemala fue el primer país en iniciar el desarrollo de la tecnología de biogas, utilizando muy bajos volúmenes de agua y desechos vegetales y/o animales. Desde 1954 se reporta la construcción de las primeras plantas de biogas. El concepto desarrollado en Guatemala ha sido virtualmente diferente a los antes mencionados. Su tecnología fue implementada para ser utilizada a nivel intermedio e industrial y no con fines domésticos. Su difusión se ha desplegado en el sector de medianos y grandes agricultores y ganaderos, principalmente con el fin de producir abonos agrícolas. La tecnología básica es también simple y de fácil acceso a las áreas rurales latinoamericanas, pudiendo ser modificada incluso para su aplicación a escala familiar.

Posteriormente, México desarrolla también tecnología apropiada en este campo, construyendo plantas de biogas para uso doméstico de muy bajo costo y tecnología rudimentaria, que permite su fácil difusión.

En América Latina existen actualmente esfuerzos aislados en distintos países, con el objeto de investigar y utilizar este proceso. OLADE está promoviendo la nivelación del conocimiento existente, evitando que el punto de partida sea cero. Para ello, a partir del presente año desarrollará un programa combinado de capacitación y construcción de plantas de biogas de distinta tecnología (china, mexicana y guatemalteca), en diferentes países de la región, con el propósito de entrenar personal nacional que pueda continuar el desarrollo de un programa que liberaría un promedio del 20 o/o de la necesidad de energía de consumo directo (cocción de alimentos e iluminación) en el área rural latinoamericana. Además, un efecto de mucha importancia es el reducir la presión que la comunidad rural ejerce sobre la masa boscosa; dicha deforestación es realizada con fines de proporcionar el combustible básico (leña) para la cocción de alimentos, usado por la casi totalidad de habitantes rurales.

Cuantificar el beneficio que se obtiene con la generalización del uso del biogas principalmente en el área rural latinoamericana, es muy difícil, pues, su impacto se sentiría en distintos sectores:

- El productivo, al disponer de energía directa para el accionamiento de la pequeña industria agropecuaria rural (incluso la mediana y mayor industria).
- El doméstico, al disponer de energía para la cocción de alimentos, iluminación, refrigeración, bombeo de agua, etc.
- El agrícola, al producir un volumen considerable de abonos orgánicos que reducen la dependencia de abonos químicos (cuyo uso continuado empobrece o mata la capacidad nutritiva de los suelos), y mejora la capacidad agrícola de suelos improductivos.
- El ecológico, al permitir la permanencia de masa boscosa, principalmente en regiones aledañas a comunidades humanas, lo que mejora la capacidad de retención de agua superficial y subterránea, el equilibrio biótico, la contaminación ambiental, etc.
- El sanitario, al disponer de desechos que, unos en mayor grado, otros en menor grado, contaminan la salud y comodidad humana en forma directa; asimismo, los residuos usados como abonos, después de digeridos, no contienen propágulos (huevos y larvas de agentes dañinos a la agricultura).
- El de sobrevivencia, pues reduce, en combinación con las otras fuentes no convencionales de energía (sol, agua, biomasa, aire), la dependencia de los energéticos convencionales (petróleo, nucleares, carbón mineral).

OLADE ha iniciado su programa en América Latina. Aparte de haber efectuado un reconocimiento del estado actual del biogas en la región, poner en contacto a distintos técnicos de diferentes países, y dar a conocer sus objetivos en este campo, ha desarrollado dos cursos prácticos de construcción de plantas de biogas (2 plantas tipo OLADE-Guatemala, una planta tipo XOCHICALLI-México y una planta tipo Chino) en los cuales se han capacitado 25 participantes de 7 países con el objeto de que los participantes se integren al desarrollo del programa de biogas en sus respectivos gobiernos. El primer curso se desarrolló en el área rural nor-occidental del Ecuador con un clima cálido; y el segundo en el área occidental de Guatemala con un clima templado y frío.

Este programa de capacitación se continuará desarrollando en cuatro países más, así como también, se construirán aproximadamente 20 plantas de cada tipo mencionado, en 6 distintos países. Igualmente, se desarrollará un curso formal de especialización con el propósito de entrenar teórico-prácticamente a profesionales latinoamericanos, de manera integral en la tecnología de biogas.

La conciencia que tomen los gobiernos en relación a este programa, es decisivo para el desarrollo, adecuación y difusión de tecnologías locales, a partir de la acción desplegada por OLADE.

Ing. Alfredo Paniagua
Jefe del Programa Regional de Biogas
OLADE.

calefacción solar de un digestor anaeróbico

Resumen

Se propone un sistema de calefacción solar para digestores anaeróbicos de carga continua. Se analizan las distintas variables que intervienen en el diseño, y se sugieren algunas reglas generales para optimizar el sistema. Se dimensiona un sistema de calentamiento para un digestor experimental de 5 m³.

1.- INTRODUCCION

Los digestores anaeróbicos pueden utilizarse para la producción de gas (bio-gas) y abono orgánico a partir de desechos agrícolas o industriales. (1), (2).

La producción de gas de un digestor depende entre otros factores de la naturaleza de la carga, el tamaño de las partículas que la componen y de la temperatura de operación del digestor. De la referencia (1) se ha tomado las figuras 1 y 2 con el objeto de poder apreciar la variación de la producción de bio-gas y de su composición con la temperatura. De las dos figuras se concluye que existen dos temperaturas óptimas de funcionamiento, una alrededor de 35°C, cuando el proceso de digestión es realizado por bacterias mesofílicas, y 55°C, que es la temperatura óptima de trabajo para las bacterias termofílicas (1,2).

Para un digestor cuyo objetivo es la producción de bio-gas y abono orgánico, la temperatura óptima se encuentra alrededor de los 35°C (1,2)

En este trabajo nos hemos planteado la calefacción solar de los digestores con el objeto de mejorar su performance en zonas donde la temperatura ambiente media se halla muy lejos de la óptima de funcionamiento sin tener que recurrir al gas producido como elemento combustible.

Haremos notar aquí que existen formas posibles de operación del sistema, en las que se evitaría o por lo menos se podría reducir a un mínimo el uso de un sistema auxiliar de calefacción. Una posible, sería la de realizar la carga del digestor sólo si la temperatura del mismo supera cierto valor (32°C, p. ej.), acumulando las cargas sucesivas que no se puedan introducir debido a la baja temperatura. Estas cargas acumuladas se introducirían junto con las cargas diarias correspondientes cuando la radiación solar vuelva a elevar la temperatura del digestor. Procediendo de esta forma se podría lograr un abastecimiento de materia digerible que en promedio sería constante. Este tipo de operación del sistema podría realizarse siempre que no afecte la producción de bio-gas en el

Aldo Fabris* y Hugo Grossi Gallegos**
Centro Espacial San Miguel
Buenos Aires, Argentina

* Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales

** Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofísicos

Trabajo presentado a la 4ta. Reunión de Trabajo de Energía Solar - Asociación Argentina de Energía Solar - La Plata - Rep. Argentina - Julio/78.

corto plazo. El número de días que el digestor pueda funcionar sin una caída apreciable de su producción sería un dato de mucho valor en este caso, ya que nos indicaría cuando no tenemos otra alternativa que conectar la calefacción auxiliar.

El objetivo de este trabajo es la determinación de pautas de diseño para un sistema de calefacción solar para digestores anaeróbicos. La verificación experimental del modelo que aquí se plantea y el ensayo de las distintas formas posibles de operación del sistema se lo piensa realizar en un digestor que se construirá con este fin en el Depto. de Ingeniería Rural del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Castelar, al que se piensa dotar de un sistema de calefacción análogo al que aquí se describe.

2. DESCRIPCION DEL SISTEMA

En la figura 3 puede verse un esquema del sistema propuesto. Sus componentes principales son: los paneles solares, el intercambiador de calor, la bomba de circulación, un calentador auxiliar de agua alimentado con bio-gas, válvulas que habilitan el circuito solar o el auxiliar según corresponda, control de temperatura y cañerías de conexión.

El calentador auxiliar a gas que se incluye en el sistema, está destinado a mantener la temperatura del sustrato para casos de períodos largos sin radiación suficiente y para la rápida puesta en marcha del sistema.

El control se realiza con un termostato diferencial que toma la temperatura del fluido intercambiador a la salida del panel solar y la temperatura del sustrato del digestor que se encuentra en contacto con el intercambiador. Cuando la temperatura del sustrato es inferior, la bomba de circulación se prende, en caso contrario permanece desconectada. El mismo controlador tiene un límite superior que inhibe el funcionamiento de la bomba cuando la temperatura del digestor supera los 40°C. En caso de que exista peligro de congelamiento del fluido intercambiador se puede incluir un límite adicional que permita vaciar los colectores en caso de que la temperatura del panel se acerque peligrosamente a la temperatura de fusión del líquido intercambiador.

3.- MODELO DEL SISTEMA

La ecuación que describe al sistema es:

$$\frac{dT_D}{d\zeta} = \frac{A_C F_R^*}{M c_p} \left[q_a - U_L^* (T_D - T_A) \right] \quad (1)$$

donde, T_D (temperatura del sustrato dentro del digestor)

T_A (temperatura ambiente)

ζ (tiempo)

A_C (área del colector)

A_D (área del digestor)

c_p (calor específico del sustrato)

c_p^* (calor específico del fluido intercambiador).

M (masa de sustrato que aloja el digestor)

q_a (radiación absorbida por la placa colector por unidad de área y tiempo).

T_R (número de días que en promedio se retiene la carga dentro del diges.

$$U_L^* = b_0 U_L + \frac{U_D A_D}{A_C F_R^*} + \frac{b_1 M c_p}{A_C F_R^* T_R \Delta \zeta_c} \quad (2)$$

U_L (coef. de pérdidas térmicas del colector)

U_D (coef. de pérdidas térmicas del digestor)

b_0 (coef. que tiene en cuenta el funcionamiento del colector. Si el colector funciona $b_0=1$, en caso contrario vale cero)

b_1 (coef. que tiene en cuenta la recarga del digestor)

F_R (factor de remoción de calor del colector (4))

$$F_R^* = F_R \left[1 + \frac{F_R U_L}{c_p G} \left(e^{\frac{U_L A_R}{c_p G}} - 1 \right)^{-1} \right]^{-1} \quad (3)$$

G (flujo másico de fluido intercambiador por unidad de área de colector)

U_I (coef. de transferencia térmica total del intercambiador)

A_I (área del intercambiador)

$\Delta \zeta_c$ (tiempo empleado en la recarga del digestor)

$A_R - A_I / A_C$ (área relativa intercambiador/colector)

Las hipótesis bajo las cuales se obtuvo la ecuación 1 son las siguientes:

- Para el modelo del colector se utilizó la ecuación de Hottel-Whillier en estado estacionario (4).
- El digestor es isotérmico
- El intercambiador del digestor tiene un coef. global de transferencia de calor constante (U_I).
- Al ser introducida la carga se encuentra a temperatura ambiente.
- Se desprecian las pérdidas térmicas en las cañerías.

La ecuación 1 nos permite simular el comportamiento del sistema. Si la integramos durante un período de una hora, suponiendo constantes los valores de radiación, temperatura ambiente, etc., nos permite predecir el valor de la temperatura del digestor, luego de una hora, a condiciones de control constantes (no se prenden o apagan bombas durante este período), conociendo las condiciones en que se encontraba el sistema y el valor medio de los parámetros meteorológicos durante la hora en cuestión.

Se supuso que la recarga del digestor se realizaba al medio día solar y que duraba una hora.

Se integró utilizando el método de Euler-Cauchy. En la figura 4 puede verse el comportamiento de un digestor de 5 m³, diseñado siguiendo el método que se explica en el punto 5 del presente trabajo, aplicando como excitación la curva de radiación promedio y la temperatura ambiente promedio para el mes de Junio en la ciudad de Buenos Aires. En el gráfico puede verse que el tiempo que se tarda en alcanzar la temperatura de régimen es de aproximadamente un mes. Por otro lado, puede verse que bajo las condiciones promedio de radiación, la temperatura del digestor se mantiene en 35 ± 1°C. Por supuesto que esta condición es poco realista, pero una simulación más detallada requeriría contar con datos meteorológicos simultáneos de radiación, temperatura, etc. en base horaria.

4.- DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

Integrando la ecuación 1 durante un día completo.

$$\int_0^{24h} dT_D = \int_0^{24h} \frac{A_c F_R^*}{C_p M} \left[Q_a - U_L^* (T_D - T_A) \right] d\tau \quad (4)$$

y suponiendo que la temperatura es la misma a las 0 y 24 hs. ("estado estacionario")

$$\int_0^{24h} \left[Q_a - U_L^* (T_D - T_A) \right] d\tau = 0 \quad (5)$$

tomando el valor de U_L^* de la ecuación 2

$$\int_0^{24h} [Q_a - U_c (T_D - T_A)] d\tau - \frac{U_c A_c}{A_c F_R^*} \int_0^{24h} (T_D - T_A) d\tau - \frac{M C_p}{A_c F_R^*} \int_0^{24h} (T_D - T_A) d\tau = 0 \quad (6)$$

Integrando, el primer término es la ganancia de calor del colector a lo largo de todo el día, por unidad de área dividida por F_R^* .

$$\frac{Q_a}{F_R^*} - \frac{U_c A_c}{A_c F_R^*} (T_D - T_A) 24h - \frac{M C_p}{A_c F_R^*} (T_D - T_A)_{\text{media}} = 0 \quad (7)$$

Se puede suponer en primera aproximación que $(T_D - T_A)$ carga, diferencia media de temperatura entre digestor y el ambiente durante el proceso de carga es igual a $(T_D - T_A)$, que es la diferencia media de

temperatura entre el digestor y el ambiente durante todo el día. Resulta entonces,

$$\frac{Q_a}{F_R^*} - (U_c A_c 24h + \frac{M C_p}{F_R^*}) \frac{(T_D - T_A)}{A_c F_R^*} = 0 \quad (8)$$

si definimos n como

$$n = \frac{M C_p}{U_c A_c 24h} \quad (9) \quad \text{y} \quad \bar{Q}_a = \bar{Q}_a (F_R^*/F_R)^{-1} \quad (10)$$

y reemplazamos en la ecuación 8, obtenemos el área de colección

$$A_c = \frac{M C_p}{Q_a F_R} (T_D - T_A) (1 + 1/n) \frac{F_R^*}{F_R} \quad (11)$$

y recordando la ecuación 3,

$$A_c = \frac{M C_p}{F_R Q_a} (T_D - T_A) (1 + 1/n) \left[1 + \frac{F_R U_c}{C_p} \left(\frac{A_c}{F_R} - 1 \right) \right] \quad (12)$$

Esta es la expresión que nos da el área aproximada de colector en función de los restantes parámetros del sistema, para mantener el sistema en "estado estacionario" (igual temperatura a la 0 y 24 hs. bajo condiciones meteorológicas promedio).

5.- OPTIMIZACION

Se plantea aquí la optimización del sistema en términos económicos, utilizando como criterio el del menor costo inicial. La expresión que nos da el costo del sistema de calefacción, por unidad de volumen de digestor es:

$$\$D = \$D_0 \frac{A_c}{V_D} + \$I \frac{A_c}{V_D} + \$A \frac{V_D}{V_D} + \$F \quad (13)$$

- siendo $\$D$ (costo del sistema por unidad de volumen de digestor)
 $\$C$ (costo del colector por unidad de área)
 $\$I$ (costo del intercambiador por unidad de área)
 $\$A$ (costo de la aislación por unidad de volumen)
 $\$F$ (costos fijos)

El primer paso en la optimización consiste, suponiendo a priori que la forma más conveniente para el digestor es la cilíndrica, en adoptar aquel cilindro que nos da la menor área por unidad de volumen (cilindro cuadrado). El área por unidad de volumen de este cilindro es,

$$\frac{A_D}{V_D} = 5,536 V_D^{-1/3} \quad (14)$$

$$V_A = 5,536 V_D^{2/3}$$

el volumen de aislación es, donde e es el espesor.

Fijándose en la expresión 9 que define \underline{n} y teniendo en cuenta $U_D = k/e$, donde k es el coeficiente de conductividad térmica de la aislación, podemos escribir para e ,

$$e = \frac{n k T_R 24 h 5.536 V_0^{2/3}}{M C_P} \quad (15)$$

reemplazando en la ecuación 13, y utilizando el valor de A_C de la ec. 12, se obtiene finalmente,

$$\frac{\$D}{\$A} = \frac{\$C}{\$A} \frac{M C_P}{T_R V_0^{2/3}} (T_D - T_A) (1 + C_R A_R) \left[1 + \frac{F_R U_L}{C_P G} (e^{U_R A_R} - 1) \right] + \frac{\$A}{\$A} \frac{30.7 - T_A}{C_P V_0^{2/3}} + \frac{\$C}{V_0} \quad (16)$$

donde $C_R = \$I/\C y $U_R = U_I/U_L$.

Con el objeto de optimizar, derivamos esta expresión respecto de \underline{n} . El valor de \underline{n} óptimo viene dado por,

$$\hat{n}_{opt} = \frac{\rho_0 C_P V_0^{1/3}}{5.536 T_R} \left[\frac{\$C}{\$A} \frac{(T_D - T_A)}{k 24 h} F_x \right]^{1/2} \quad (17)$$

donde ρ_0 y C_P son la densidad y calor específico del sustrato del digestor. Reemplazando, obtenemos el valor del espesor óptimo.

$$e_{opt} = \left[\frac{\$C}{\$A} \frac{(T_D - T_A) k 24 h}{k 24 h} F_x \right]^{1/2} \quad (18)$$

donde

$$F_x = (1 + C_R A_R) \left[1 + \frac{F_R U_L}{C_P G} (e^{U_R A_R} - 1) \right]$$

En las figuras 5 y 6 pueden verse representaciones gráficas de F_I en función de A_R , tomando como parámetro el C_R para distintos valores de U_R . Para estos gráficos $F_B = 0,8$ y $C_P G/U_L = 18,2$. Estas curvas no se alteran significativamente para pequeñas variaciones de estos parámetros. En la figura 7 se muestra el porcentaje de área de intercambiador que optimiza F_I para valores determinados de C_R y U_R , curvas que también son poco sensibles a variaciones de los restantes parámetros.

Si observamos la ecuación 18 vemos que el espesor de aislación es independiente del volumen del digestor. Sólo depende de las características de los componentes empleados y de las condiciones meteorológicas del lugar.

6.- METODO DE DISEÑO

El método de diseño que se propone es el siguiente:

- Partiendo de los valores de C_R y U_R (de acuerdo con el intercambiador y colector elegido) se

halla el valor de A_R que optimiza.

- Se halla el valor de F_I
- Con los datos meteorológicos del lugar, precios de los componentes y sus características y utilizando la ecuación 18, se halla el valor del espesor de la aislación que debe instalarse.
- Se halla el valor de \underline{n} y con éste y la ecuación 12 se encuentra el valor del área de colector necesaria.

Para un sistema diseñado siguiendo el procedimiento anterior de acuerdo a los datos que pueden verse en la tabla I se obtuvieron los siguientes resultados: $A_C = 7,75 \text{ m}^2$, $e = 0,18 \text{ m}$ y $A_I = 1,35 \text{ m}^2$.

En la figura 8 puede verse cómo cambia el área de colección necesaria por unidad de volumen de digestor en función del volumen del digestor para un sistema que trabaje en la ciudad de Buenos Aires en el mes de junio.

El espesor de aislación, tal como se vé en la ecuación 16, no depende del volumen del digestor. Tampoco cambia con el volumen del digestor el área relativa intercambiador/colector.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Ing. Eugenio Gil Espinosa el aliento y colaboración que nos ha impulsado a la realización del presente trabajo.

REFERENCIAS

1. Ghosh, S. et al. "A COMPREHENSIVE GASIFICATION PROCESS FOR ENERGY RECOVERY FROM CELLULOSIC WASTES" Symposium on Bioconversion of Cellulosic Substances into Energy, Chemicals and Proteins - Nueva Delhi - INDIA - Febrero/77.
2. Nelson G.H.; Staka, R.H.; Levine, M. EFFECT OF TEMPERATURE OF DIGESTION, CHEMICAL COMPOSITION, AND SIZE OF PARTICLES ON PRODUCTION OF FUEL GAS FROM FARM WASTES" Journal of Agricultural Research - Vol. 58, No. 4, Febrero/1939.
3. Gil Espinosa, E. "PRODUCCION DE BIOGAS (METANO) Y ABONO ORGANICO" Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Estación Experimental Castelar - Depto. de Ingeniería Rural.
4. Duffie, J.H. y Beckman, W.A. "SOLAR ENERGY THERMAL PROCESSES" Wiley Interscience - John Wiley - 1974.

TABLA I

CARACTERISTICAS DEL DIGESTOR

M 5000 Kg V 5m³ P_D 1,1 Kg/dm³ c_p 0,7 Kcal/Kg.°C

T_R 20(días) TD 35°C

CARACTERISTICAS DEL COLECTOR

F_R 0,80 U_L 13,8 KJOULE/m². h.°C (dos vidrios)

n 0,72 (Producto transmisión-absorción a incidencia normal)

G 60 Kg./h.m² c_p 4,18 KJ/Kg. °C

$c_p \cdot G/U_L$ 18,2 TA 11,6°C

Orientación del colector - Norte

Inclinación - Latitud 20°

Ubicación - Ciudad de Buenos Aires (34,55°)

$\$C$ 105 \$/m²

CARACTERISTICAS DEL INTERCAMBIADOR

U_I 10³ KJ/m². h. °C $\$I$ = 0,5.10³ \$/m²

CARACTERISTICAS DE LA AISLACION

k = 0,12 KJ/m h. °C $\$A$ = 0,5.10⁵ \$/m³

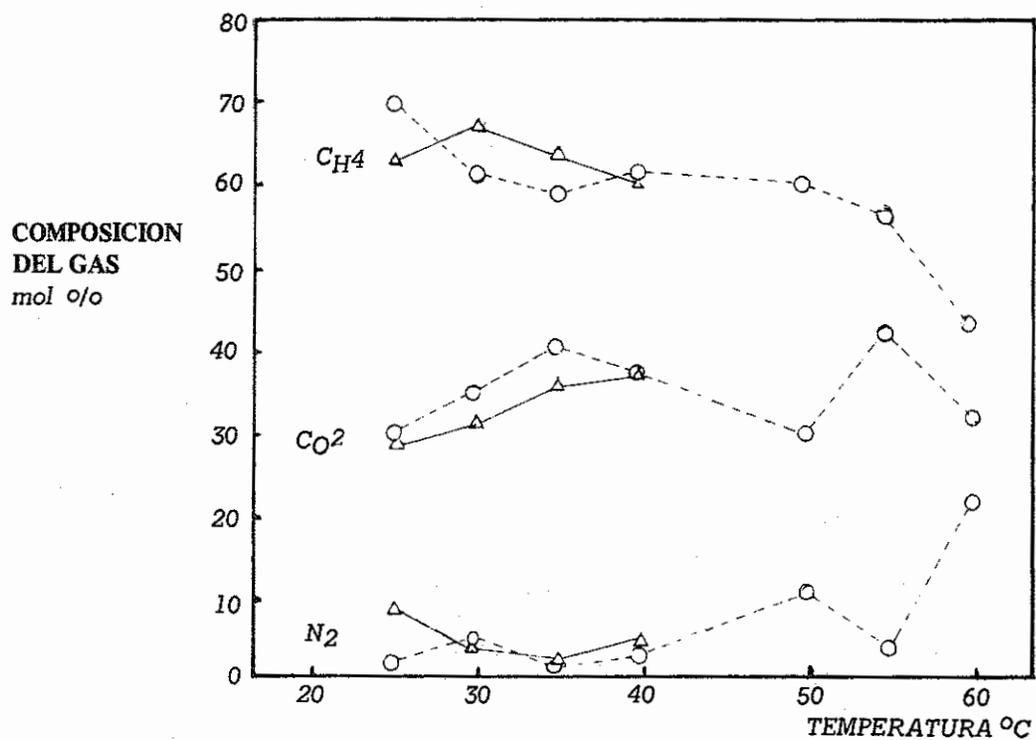


FIGURA 2 - Muestra la composición del gas (Bio-Gas) en función de la temperatura

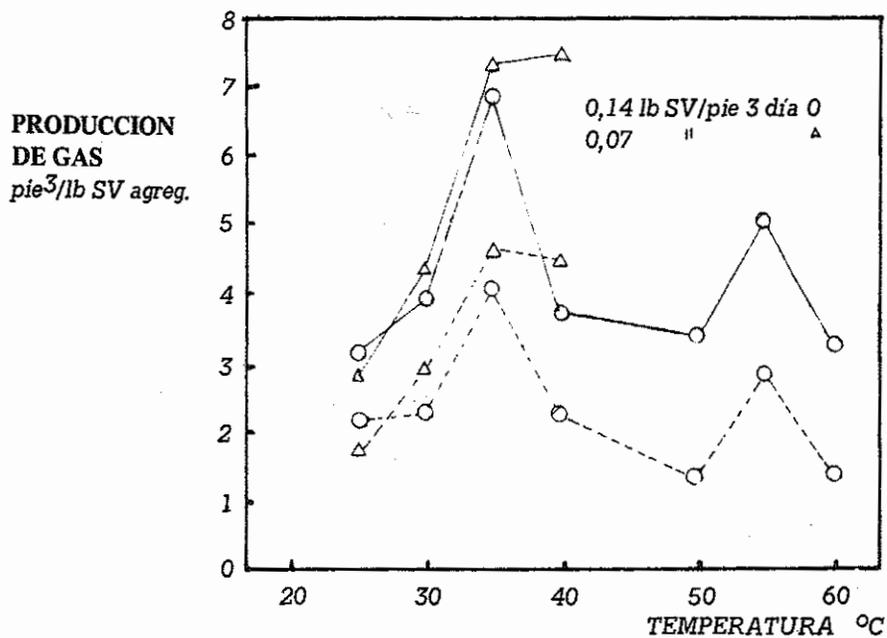


FIGURA 1 - Muestra la producción de gas (Bio-Gas) en función de la temp. Ref. (1)

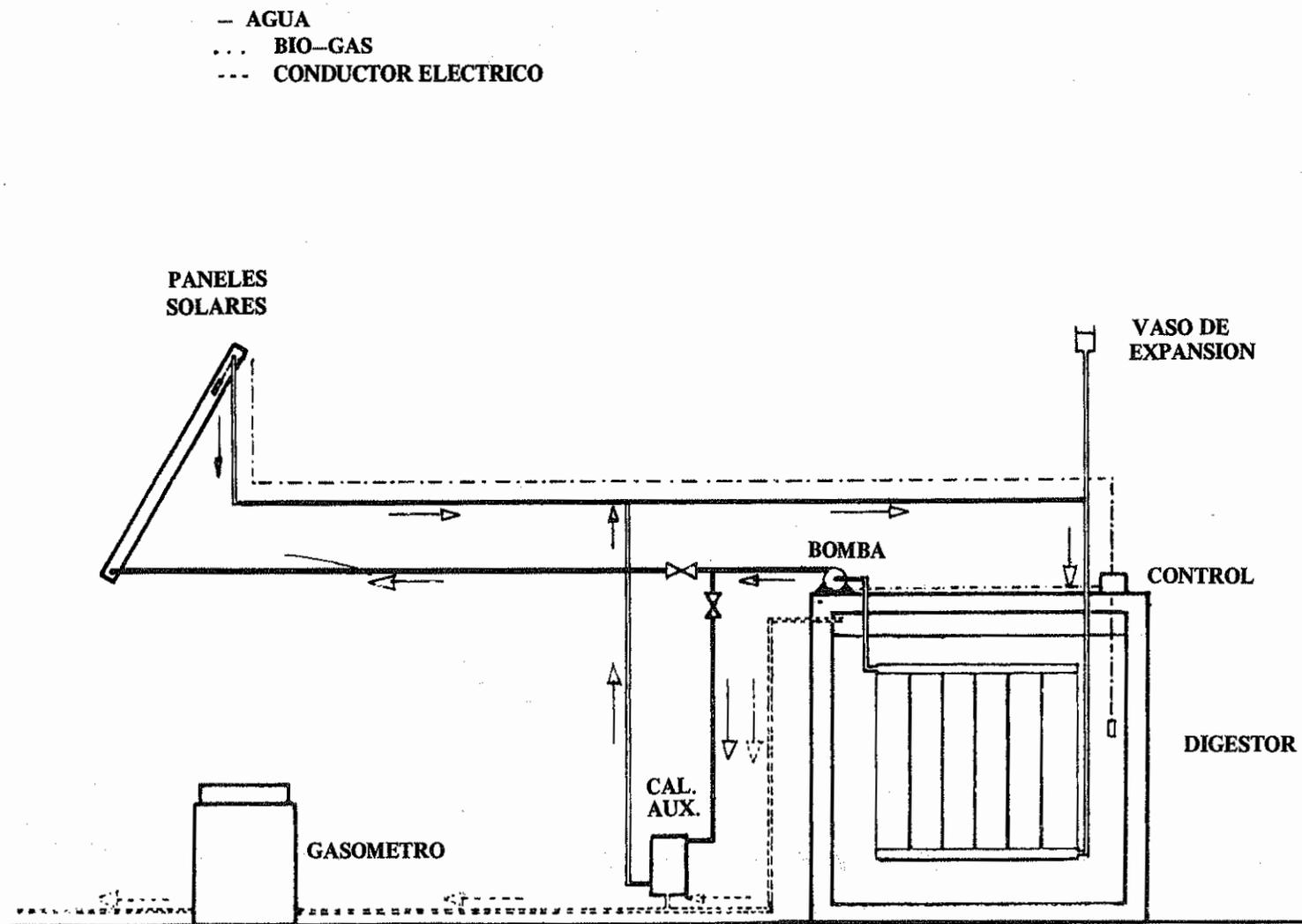
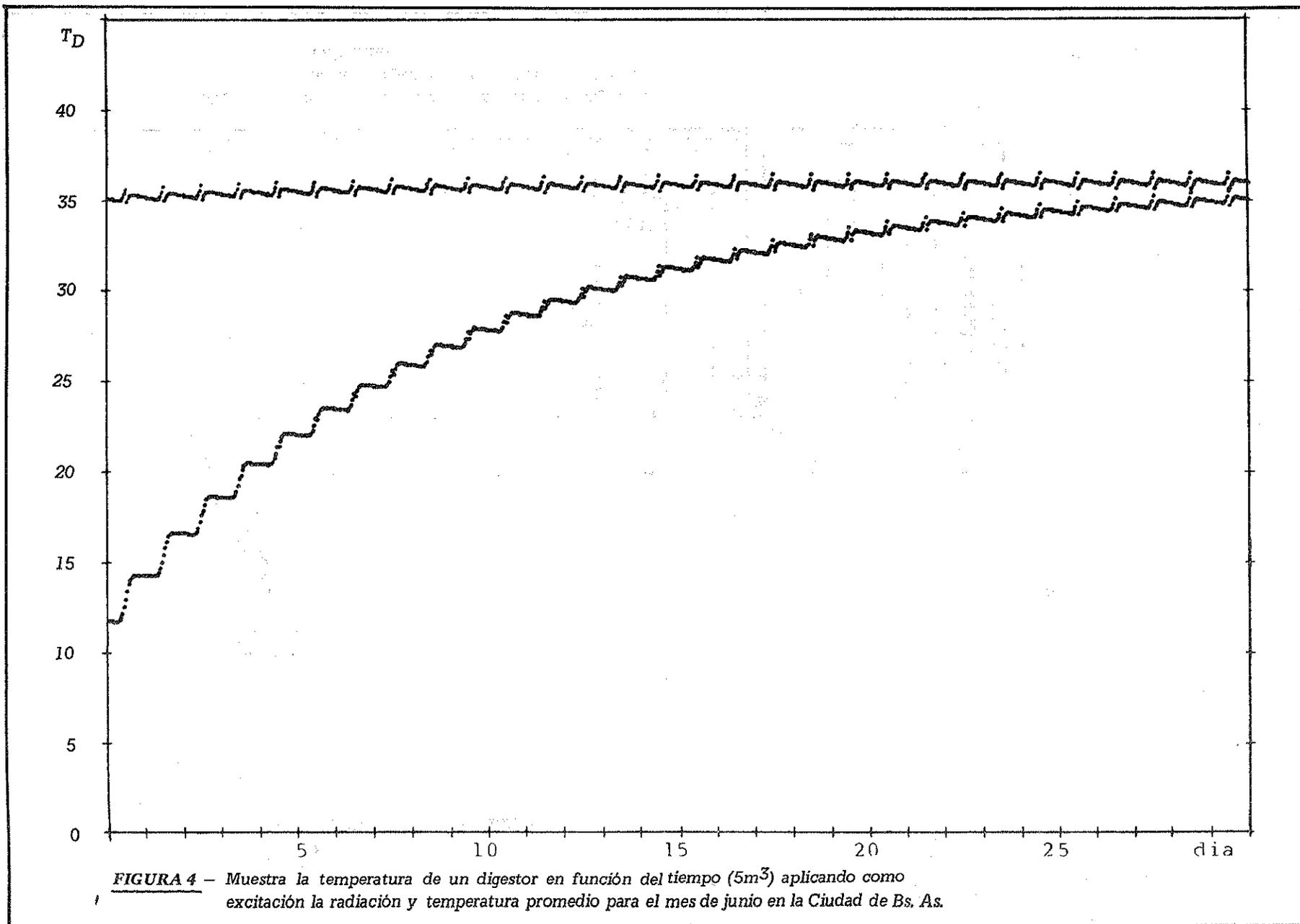


FIGURA 3 - Esquema de calefacción solar de un digester.
 (no se incluyen los conductos de alimentación de la biomasa)



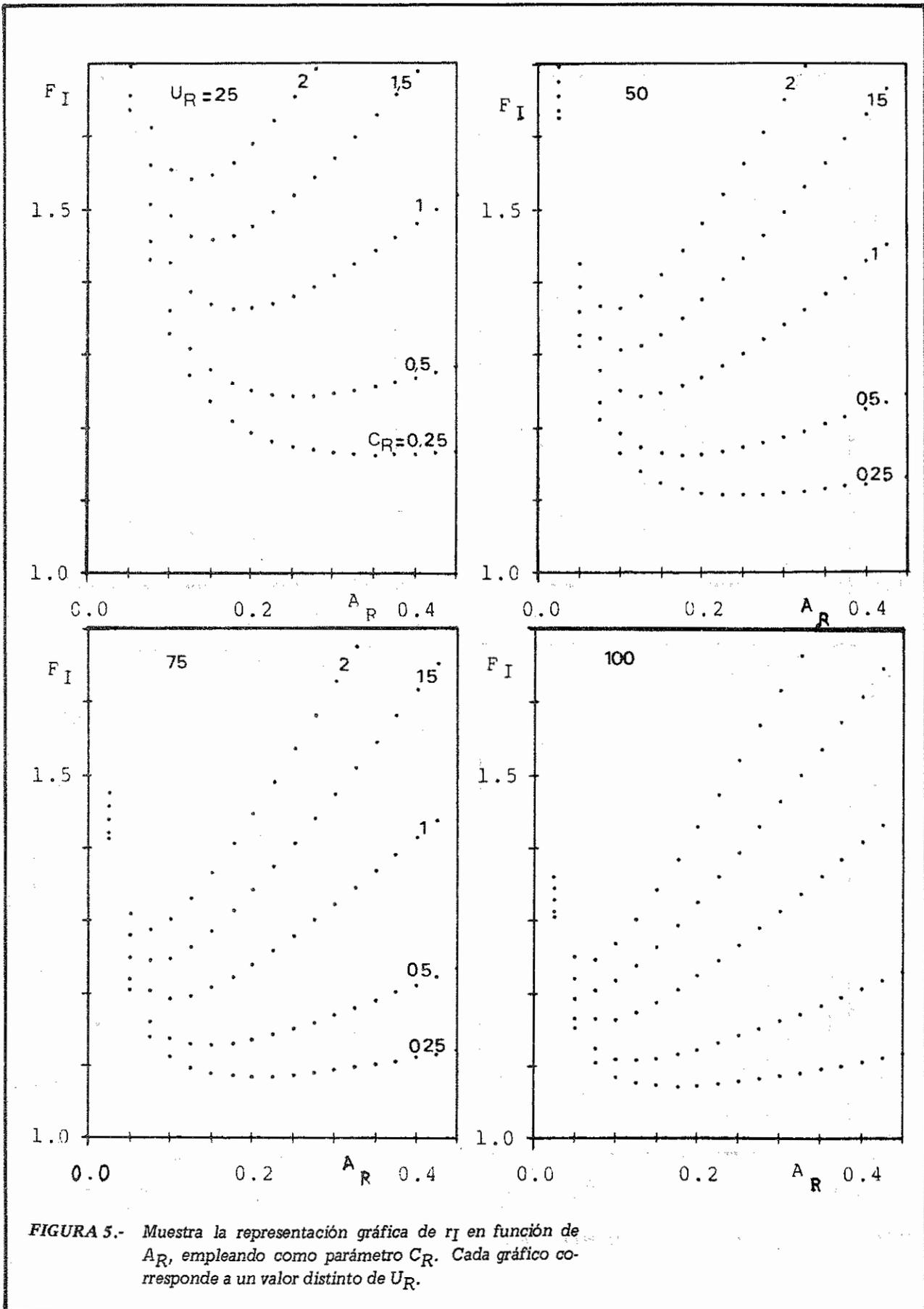
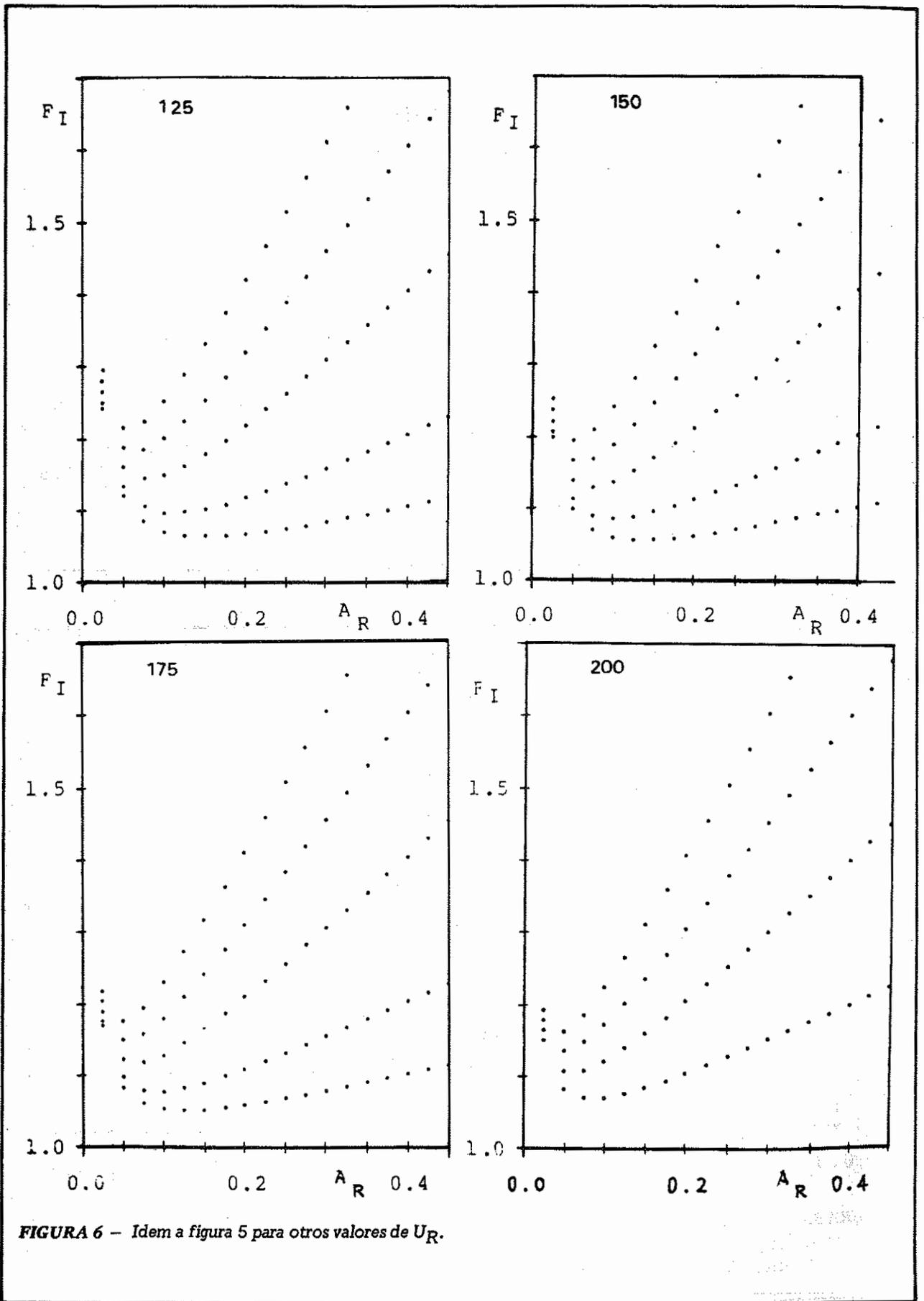


FIGURA 5.- Muestra la representación gráfica de r_I en función de A_R , empleando como parámetro C_R . Cada gráfico corresponde a un valor distinto de U_R .



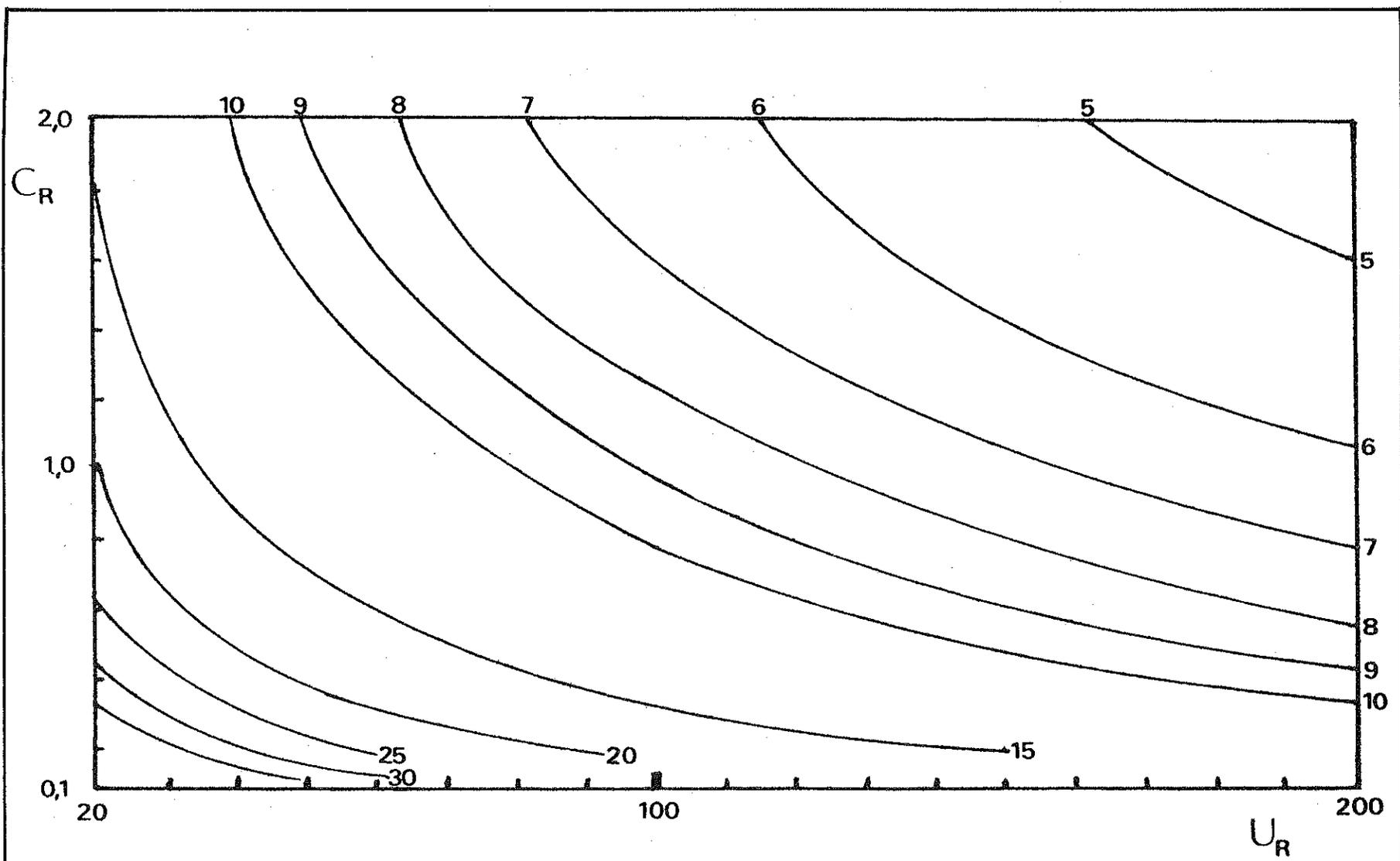


FIGURA 7 - Gráfico que nos dá A_R (o/o) en función de U_R y C_R para $F_R = 0,8$ y $c_p G/U_L = 18,2$.

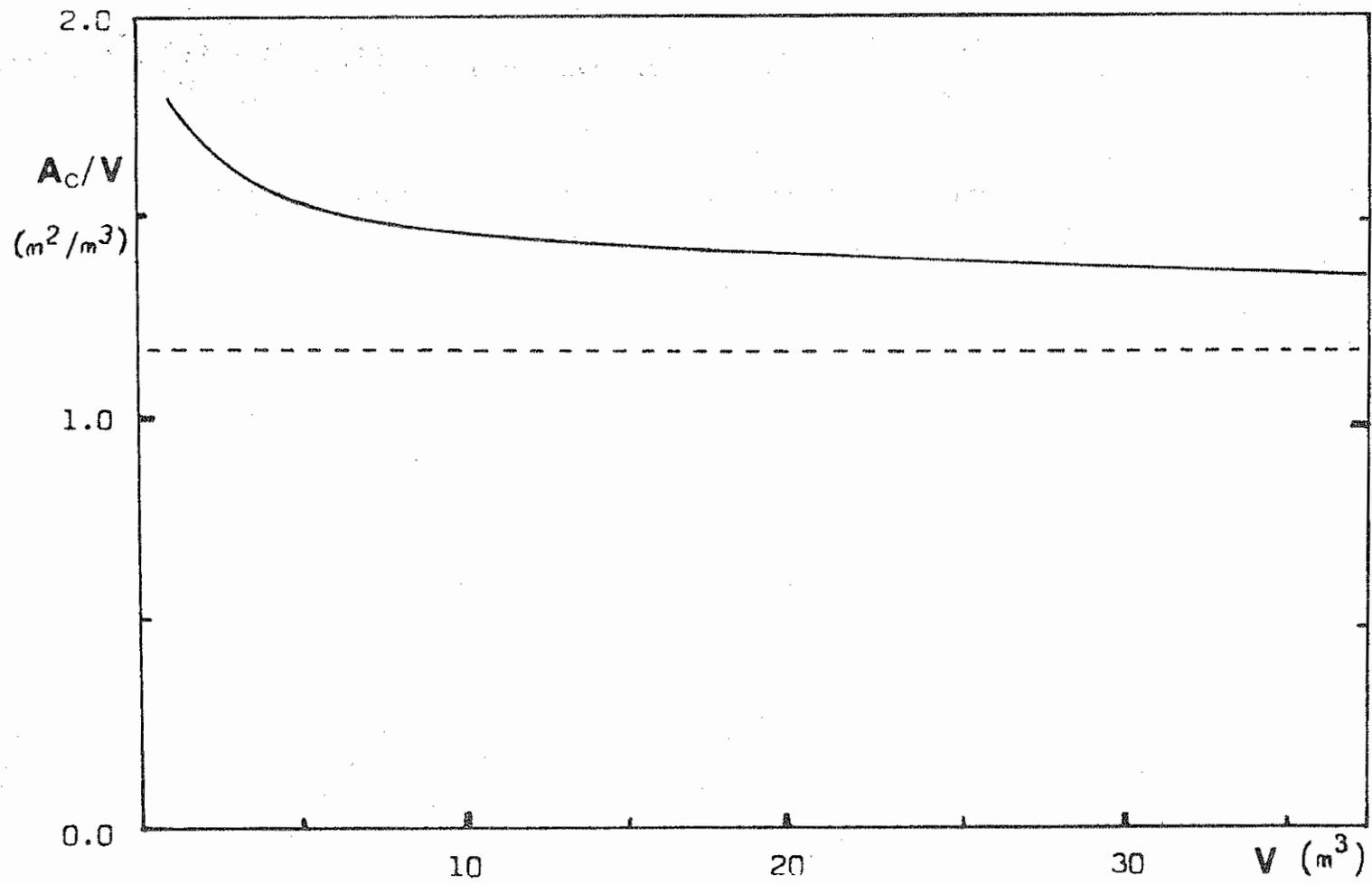


FIGURA 8 – Muestra la variación del área de colector por unidad de volumen de digestor para un digestor diseñado para funcionar en la ciudad de Buenos Aires según los parámetros del sistema dado en la tabla I.

montaje de una planta piloto para la producción de gas combustible por fermentación anaeróbica del estiércol de res

RESUMEN

En extensas regiones rurales del país donde las fuentes de energía para uso doméstico se limitan al consumo de leña para combustión, se puede disponer de gas combustible utilizable para la cocción de alimentos y alumbrado. Este gas, esencialmente metano, se genera a partir de una mezcla de estiércol-agua dejada fermentar en un pozo bajo condiciones anaeróbicas. El gas producido emerge a la superficie y se recoge en una campana metálica, de donde se distribuye a los sitios de consumo.

La producción de gas es continua si la mezcla estiércol-agua se alimenta diariamente al pozo de fermentación. El estiércol de unas cuatro reses adultas es suministro suficiente para producir el gas utilizado en cocina y alumbrado por una familia promedio de cinco personas.

La densidad de los sólidos disminuye a medida que fermentan, lo cual permite su recolección al rebosar por la parte superior del pozo. Se estudiaron las características de estos sólidos residuales como fertilizantes y se encontró que superan ampliamente a las propiedades del estiércol sin procesar cuando se usa como abono.

Dr. Carlos Martínez, Ph D.
Universidad Industrial de Santander

Trabajo presentado al IV Congreso Nacional de Ingeniería Química. Tesis de grado realizada por los ingenieros: Emilio Idárraga y William Gutiérrez, bajo la dirección del Dr. Carlos Martínez.

1.- INTRODUCCION

El uso continuado de la leña como combustible en muchas regiones del país ocasiona el empobrecimiento de tierras, contribuye al agotamiento de recursos naturales, y al deterioro de los potenciales hidroeléctricos del país. Según datos estadísticos del INDERENA (1), el consumo de leña en regiones de sólo 22 municipios de los Santanderes se aproxima al medio millón de metros cúbicos anualmente.

El estiércol de animales domésticos se usa generalmente como abono, o como combustible, después de seco. En algunos países se ha intentado la producción de gas a partir de estiércol, para movilizar vehículos o trabajar motores, pero por lo general esto se ha hecho solamente en vía de curiosidad. Tal vez sea la India el único país que hoy en día usa el gas de fermentación de estiércol en forma extensiva como combustible y medio de alumbrado en sus zonas rurales.

Siendo Colombia un país con grandes extensiones de tierras dedicadas a la ganadería, en donde por lo general la disponibilidad de energía es precaria, la implantación de este sistema de producción de gas combustible utilizable eficientemente en el consumo doméstico, podría generalizarse para evitar el uso irracional de bosques y rastrojos en la obtención de leña, al tiempo que mejoraría el bienestar del campesino. Para este estudio se construyó un pozo piloto de fermentación en donde se estudiaron y determinaron las condiciones de fermentación que maximizan la producción de gas. Además se desarrolló un estudio comparativo de fertilidad de los sólidos residuales del proceso.

2. EL PROCESO DE FERMENTACION

El estiércol fresco diluido con agua en proporción 1:1 fermenta en ausencia de aire, por acción de bacterias metanógenas las cuales se encuentran en la mayoría de los desechos orgánicos.

En un período aproximado de 30 días de fermentación se genera la mayoría del potencial de gas. El pozo de fermentación debe por lo tanto ser capaz de contener por lo menos 30 veces el volumen de mezcla estiércol-agua que se desee alimentar diariamente.

Para iniciar una fermentación vigorosa en la planta, es conveniente el uso de materiales que contengan concentraciones altas de metanobacterias, lo cual puede conseguirse agregando inicialmente estiércol de cerdo y aguas negras.

3. CONDICIONES DE FERMENTACION

3.1 Temperatura

Siendo un fenómeno biológico, la fermentación es decididamente influenciada por la temperatura. En la acción metanógena se caracterizan tres zonas de actividad:

Zona termofílica por encima de 42°C; Zona intermedia o mesofílica, entre 23 y 42 °C; Zona baja, de 10 a 28 °C.

La zona de mayor actividad es la mesofílica; sin embargo, desde el punto de vista práctico la producción de gas es aceptable en sitios con temperatura promedios desde los 22°C, B.R. Saubolle (2) reporta los siguientes datos de producción V.S. temperatura.

Temperatura promedio durante el mes °C.	Producción de gas C.ft/lb. estiércol.
28	1.5
23	1.0
17	0.8
12	0.5

3.2 pH

El proceso de formación de metano por fermentación de residuos orgánicos tiene dos etapas. En la primera se presenta la formación de ácidos orgánicos sobre la cual actúa posteriormente la metanobacteria para producir el gas. Debido a este mecanismo el medio tiende a acidularse a medida que fermenta, disminuyendo gradualmente la formación de metano. En diferentes trabajos de metanofermentación se reportan rangos óptimos de pH entre 6.8 y 7.2 (3). En este estudio se mantuvo este rango dosificando pequeñas cantidades de cal comercial.

3.3. Presión

La velocidad de producción de gas varía ampliamente con la presión mantenida sobre la masa en proceso de fermentación.

Teniendo como base una presión de 1 at. se encontró que una sobrepresión de 5 cms. de agua reduce la producción de gas en un 10 o/o, mientras que una presión subatmosférica de 6 cms. de agua incrementa la producción en 20 o/o.

Debido a esta sensibilidad de la generación de gas con respecto a la presión es aconsejable que durante los períodos de acumulación de gas en la campana recolectora (cuando no hay consumo), ésta se mantenga contrabalaceada ojalá manteniendo un pequeño vacío..

4. PLANTA EN PRODUCCION

En base a experimentación a nivel de laboratorio sobre producción de gas y tiempos de residencia (tiempos de fermentación), y a datos de consumo diario de este gas (15 C.ft. diarios por persona) reportados por Sauballe (2); se dimensionó y construyó una planta de producción de gas a partir de estiércol como se representa esquemáticamente en la figura 1.

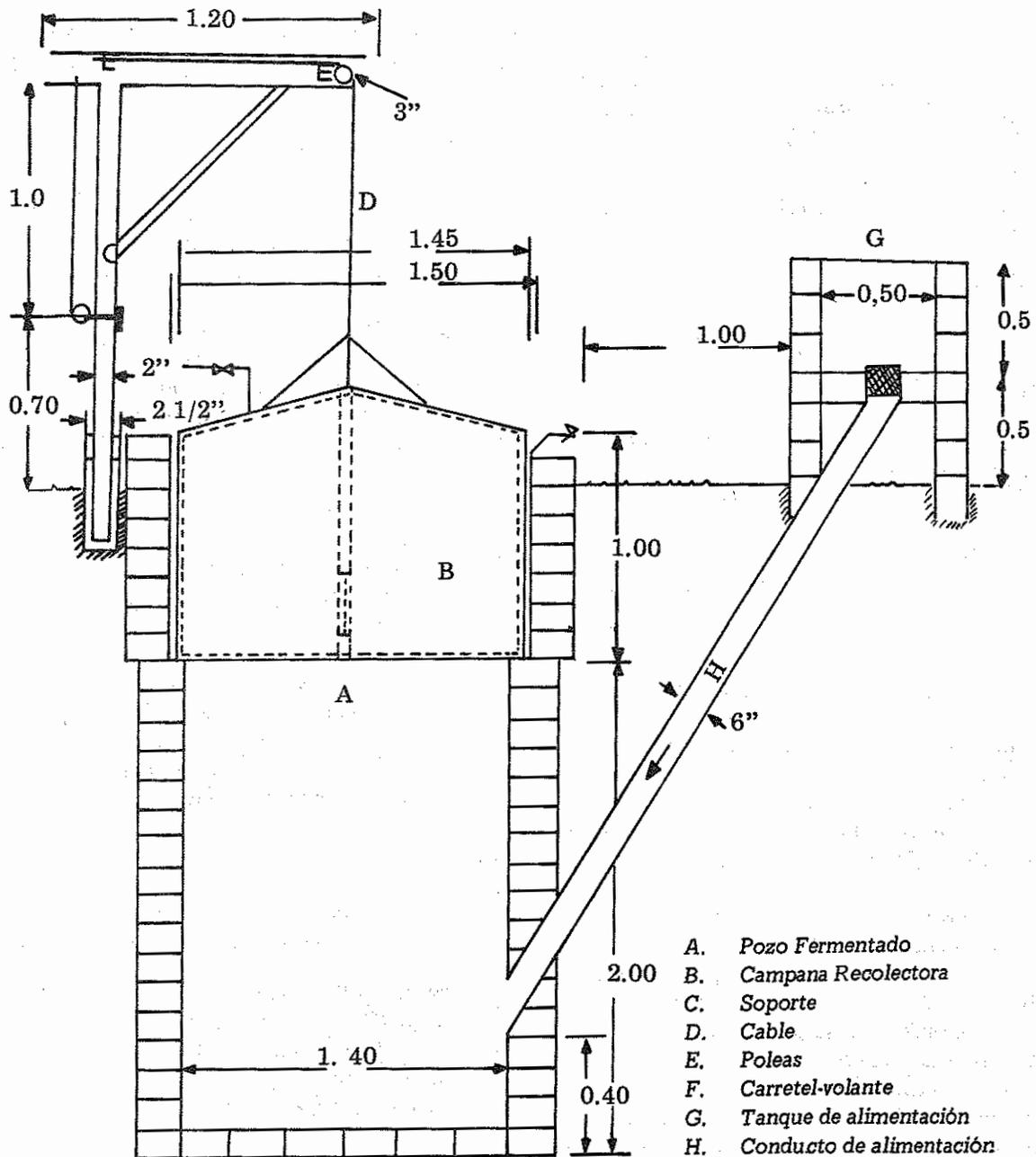
El pozo de fermentación, cosntruído en ladrillo, tiene un volumen de 4.8 m³. (170 ft³). En la parte inferior del pozo y hasta una altura de 2 metros a partir del fondo el diámetro es 1,4 metros, en la parte superior éste es de 1,5 metros, formándose así un reborde sobre el cual puede apoyarse la campana recolectora de gas (B). En la primera línea superior de ladrillos se deja un vertedero por el cual se evacuan diariamente los sólidos ya fermentados que ascienden dentro del pozo por pérdida de densidad. La mezcla estiércol-agua que se alimenta diariamente se prepara en la unidad alimentación (G), constituida por un



tanque cúbico igualmente construido en ladrillos. La mezcla una vez homogeneizada en G se envía al fondo del pozo por la tubería de conducción (H).

Para el volumen estipulado del pozo la alimentación diaria de mezcla estiercol-agua en proporción 1:1 fue de 320 libras (aproximadamente 160 litros).

FIGURA No. 1



PLANTA PARA PRODUCCION DE GAS COMBUSTIBLE A PARTIR DEL ESTIERCOL

La campana recolectora de gas (B) fué construída en lámina galvanizada calibre 20 y reforzada con armadura de platina de 1/4 por 1 1/2 pulgadas. El volumen de la campana es de 1.76 m³(62 ft³). En la parte superior de la campana se instalaron las válvulas de salida de gas, a las cuales se conectan las líneas de conducción requeridas, (es recomendable la instalación de tranpas de humedad en las líneas de conducción).

Con el fin de permitir la elevación de la campana para regular la presión del gas dentro de la misma, se instaló un sistema de elevación como se muestra en la figura No. 1 (partes E,C,D,F,)

El costo total aproximado de la planta fue de \$ 5.000.00 pesos.

5. PRODUCCION Y CONSUMO DE GAS

En la planta instalada y bajo las siguientes condiciones más recomendadas de operación:

- a. Dilución de la mezcla estiércol-agua para alimentación 1:1.
- b. pH de la mezcla en fermentación entre 6.8 y 7.2
- c. Contrabalanceo de la campana durante el tiempo de llevado para generar unos 5 centímetros de agua de vacío.
- d. Temperatura ambiente promedio 28°C.

la producción promedio de gas fue de 120 ft³. en 12 horas (equivalente al volumen de dos campanas recolectadas), con un tiempo promedio de llenado de la campana de cuatro horas y media. Esta producción corresponde al 1.5 ft³ de gas por libra de estiércol.

El análisis Orzat de los gases producidos presentó una composición de 68 o/o de CH₄, 23 o/o de CO₂, y 1.5 o/o CO; equivalente a un poder calorífico de 690 BTU/ft³, st. El contenido de gas de una campana descendiendo bajo su propio peso (equivalente a una presión manométrica de 3 centímetros de agua) alimenta una cocineta de gas con sus dos quemadores al más alto nivel de consumo durante un período de cuatro horas y media, lo cual es suficiente para la cocción diaria de alimentos de una familia promedio. Las características de combustión de este gas son muy favorables: arde con llama casi invisible a la luz del día, no desprende humos, es inodora y no tóxica.

El consumo de gas para alumbrado parece ser menor que el de los quemadores de cocina pero se requiere mayor presión para alcanzar una luminosidad

satisfactoria. El uso adecuado de este gas en alumbrado no se ha estudiado detalladamente, es posible que sea necesario el diseño de lámparas que puedan operar con este gas a baja presión.

6. SOLIDOS RESIDUALES COMO FERTILIZANTES

Los sólidos residuales del proceso de fermentación fueron utilizados en un estudio comparativo de fertilización de suelos en un cultivo de tomate marglobe.

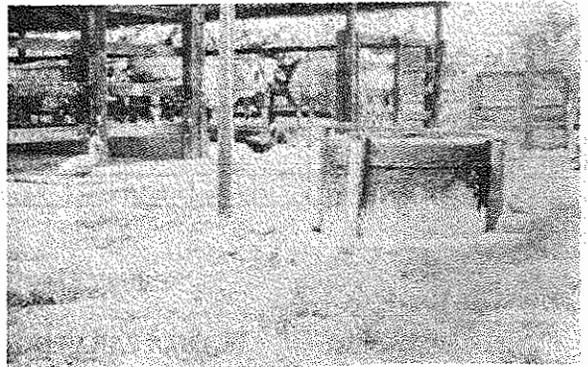
6.1 Generalidades

No existe un concepto comunmente aceptado del término fertilidad aplicado a suelos. Se considera sinembargo que un suelo fértil tiene que suministrar en cantidades razonables y en equilibrio adecuado los principios nutritivos que una planta toma de las fracciones minerales y orgánicas del suelo. Parte de la materia orgánica de los suelos comprende una fracción coloidal conocida por HUMUS y considerada la de mayor importancia en el desarrollo de los cultivos.

Los estiércoles son una fuente muy eficaz para lograr aumentar el contenido de HUMUS de los suelos debido a su contenido relativamente alto de nitrógeno y también porque poseen ya cantidad considerable de humus que ha sido producido por degradación en el tubo digestivo de los animales (5). El proceso de fermentación sufrido por el estiércol, causa una mayor degradación de la materia orgánica, lo cual conlleva a que posiblemente el estiércol fermentado sea un mejor productor de humus y consecuentemente un mejor fertilizante.

6.2 Ensayo de Fertilización

El tomate marglobe fue utilizado como planta de estudio. Se efectuó el rastreo del desarrollo de las



plantas (crecimiento, frondosidad, y florecimiento) en macetas conteniendo tierra procedente del mismo terreno, alguna de ésta tratada con sólidos residuales de la fermentación y otra con estiércol seco sin procesar. Las tablas 1 y 2 presentan el análisis de la tierra utilizada y de los sólidos residuales de la fermentación.

TABLA No. 1

Análisis de dos muestras de tierra

Muestra		Ca	Mg	Na	K
No.	pH.	o/oC	o/oN	P(ppm)	Meg/100gr. suelo
1	6.8	3.12	0.30	0.47	27.4 9.1 0.44 1.48
2	6.8	3.18	0.36	0.47	26.8 9.2 0.40 1.53

TABLA No. 2

Análisis de dos muestras de sólidos residuales del proceso de fermentación

Muestra		Ca	Mg	Na	K
No.	pH.	o/oC	o/oN	P(ppm)	Meg/100 gr suelo
1	8.2	26.4	1.7	28.0	38.0 12.5 3.6 7.5
2	8.2	2.62	1.7	36.0	36.0 12.0 3.8 8.2

6.3 Procedimiento

A cuatro macetas, con 1.500 gr. de tierra cada una, se agregaron sólidos residuales del proceso, secados previamente al sol, en proporciones del 10 o/o, 20 o/o, 30 o/o y 50 o/o en peso. Además, por recomendación del laboratorio de suelos del Departamento de Santander se dosificó la tierra con 3 gramos de "Calphos" para suplir la deficiencia en fósforo de la tierra.

En cada maceta se sembró una planta de tomate de aproximadamente 11 centímetros de altura, procedente del mismo almacigo.

Igual procedimiento se siguió para otras cuatro macetas, en las cuales se cambiaron los sólidos residuales por estiércol fresco seco.

Finalmente, en otras cuatro macetas se suprimió el fertilizante orgánico y se agregó solamente calphos; las plantas cultivadas en esta forma sirvieron de base de comparación.

6.4 Resultados

Los resultados de crecimiento y desarrollo de las plantas se muestran en la figura 2, para mezclas con 30 o/o de abono orgánico (este porcentaje resultó ser el más apropiado).

Los resultados mostraron claramente el amplio margen de beneficio logrado con el uso de estiércol fermentado. La frondosidad y florecimiento de las plantas fue proporcional a su crecimiento.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de producción de gas obtenidos en este estudio, son altamente satisfactorios para que se pueda recomendar la instalación de estos sistemas en las áreas rurales de los climas templados o cálidos en los cuales la disponibilidad de energía sea precaria.

El gobierno, en sus niveles seccionales y nacional, interesado en el bienestar de la clase campesina, podría incluir estos sistemas de producción económica de energía dentro de los programas de desarrollo rural que se adelantan o planean en el país. Instituciones como el Inderena, la Caja Agraria, y otros, podrían ser los promotores para la instalación de estos pozos de fermentación en los sitios de mayor conveniencia.

Desde el punto de vista técnico se hace necesario estudiar sistemas eficaces de alumbrado utilizando el gas producido.

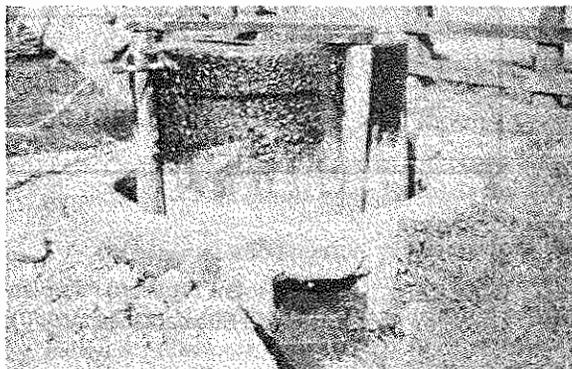
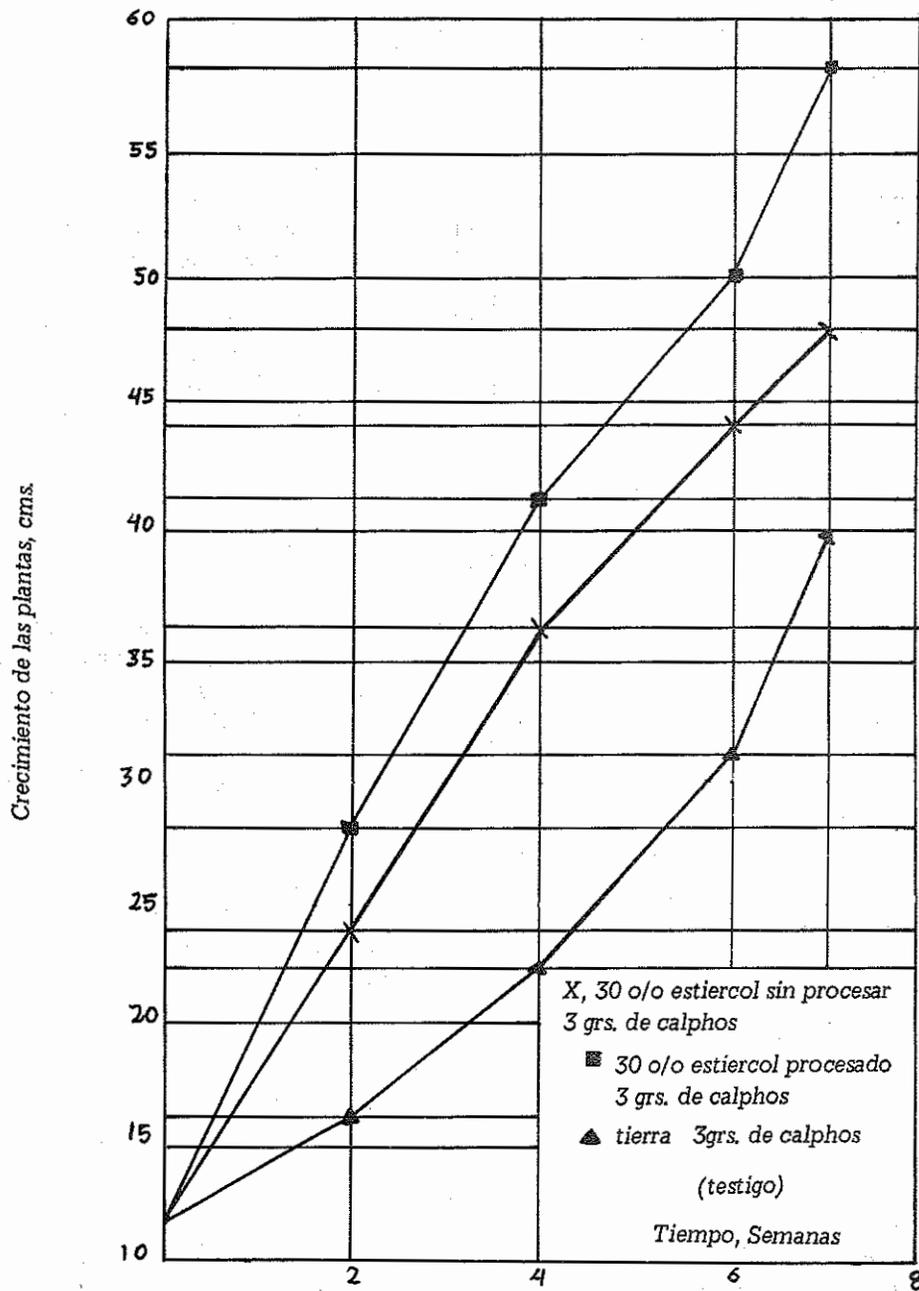


FIGURA No. 2



COMPARACION DEL CRECIMIENTO DE TOMATE MARGLOBE SEGUN EL FERTILIZANTE AGREGADO

BIBLIOGRAFIA

- 1.- INDERENA, Informe sobre Proyecto "Implantación de Estufas a Gas"; Bucaramanga, (1970).
- 2.- B.R. Zaubolle, "Fuel Gas from Cowdung" Indian Agricultural Research Inst., New Delhi, (1963).
- 3.- Martínez C.A., "A proposal for Research on a Fermentation Process of Livestock Manure Wich Salebles byproducts"; University of Kansas, Lawrence-Kansas, (1972).
- 4.- Microbiology, Pg. 107; John Wiley, N.Y. (1964)

proyecto sobre la producción de biogas a partir de desechos

Desde hace dos años la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica (U.C.R.) se dedicó al estudio de la producción de gas metano a partir de desechos, a escala doméstica, con el fin de poder conocer y adaptar los procesos desarrollados en otras partes del mundo. Todo esto con el propósito de buscar nuevas alternativas para la producción de energía, en especial los microproblemas, es decir, granjas pequeñas y medianas, industria agropecuaria y de alimentos. El proyecto se tornó más interesante para las áreas económicas mencionadas pues un sistema como el necesario para producir biogás, sirve a su vez como tratamiento de los efluentes en instalaciones agropecuarias e industriales.

Entonces los objetivos propuestos por este Proyecto son:

- Buscar otras fuentes de energía que satisfagan parcial o totalmente las necesidades de granjas, industrias agropecuarias y alimentarias a diferentes niveles.
- Solventar el problema de contaminación de las aguas, producidas por los desechos de las instalaciones mencionadas.
- Buscar alternativas que permitan a nuestros campesinos sustituir la leña, que utilizan, en zonas en las que ya no se puede deforestar.
- Analizar las perspectivas para utilizar este sistema en mayor escala.
- Ubicar el lodo residual dentro de las necesidades de abono, fertilizante y sustituto de la capa de tierra erosionada, que tienen las diferentes zonas del país.

Como una primera etapa se comprobó los datos reportados en la literatura en unidades de 5 y 200 l.

Durante el año anterior, y coincidiendo con la segunda etapa del proyecto en la Universidad de Costa Rica, el Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), mediante un contrato con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), inició su investigación sobre "Producción de Combustibles a partir de desechos agrícolas", para el

Informe presentado a OLADE,
por: Gerardo Chacón Valle,
Escuela de Ingeniería Química
Universidad de Costa Rica

área centroamericana. El ICAITI decidió realizar el estudio de modelos piloto en conjunto con la Universidad de Costa Rica.

Unidades Prototipo:

El diseño de los prototipos se hizo orientando los objetivos a la producción en unidades agropecuarias de tamaño pequeño y medio (6-12 vacunos semiestabulados, 20-30 cerdos en encierro).

Los digestores piloto tienen cinco metros cúbicos de volumen para la cámara de digestión y tres como depósito de gas. Dichas unidades se esquematizan en las figuras adjuntas.

Las dimensiones, la forma y otros criterios de diseño se hicieron después de un análisis de los modelos reportados en la literatura. Su construcción es de concreto reforzado y block de cemento.

Un prototipo está ubicado en la Estación Experimental "Ing. Alfredo Volio Mata", de la Universidad de Costa Rica, en Ochomogo, Cartago, dedicada a la investigación en ganado de leche y se encuentra a 1600 m. con una temperatura promedio anual de 22°C; se utilizará estiércol de bovina para su tratamiento. El otro digestor se halla en la Estación Experimental "Los Diamantes" del M.A.G., en Guápiles, Limón, con 200 m. y una temperatura de 20°C; se utilizará desechos de porcinos.

Experimentación:

Durante el presente año se realizará el estudio del modelo y del proceso en su comportamiento real.

Se medirá y comprobará:

1.- pH.

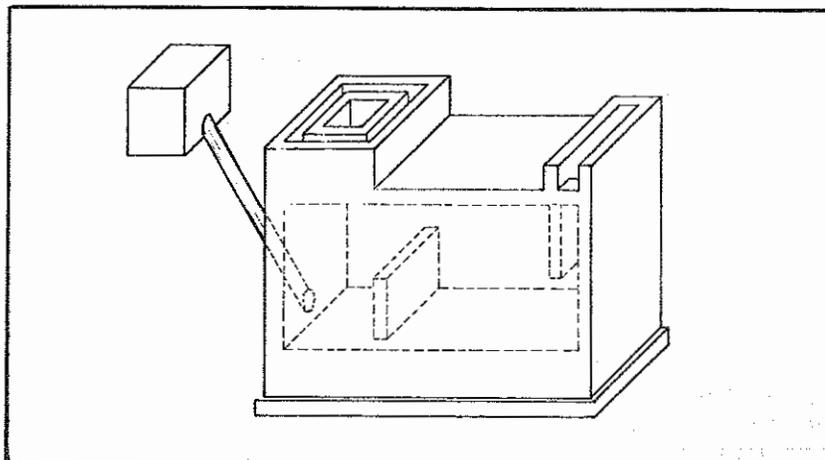
- 2.- Temperatura en el digestor
- 3.- Temperatura en la tierra y el aire
- 4.- Producción y composición del gas
- 5.- Composición de lodos en la entrada y la salida
- 6.- Criterios de diseño
- 7.- Interés del medio por el sistema
- 8.- Costos

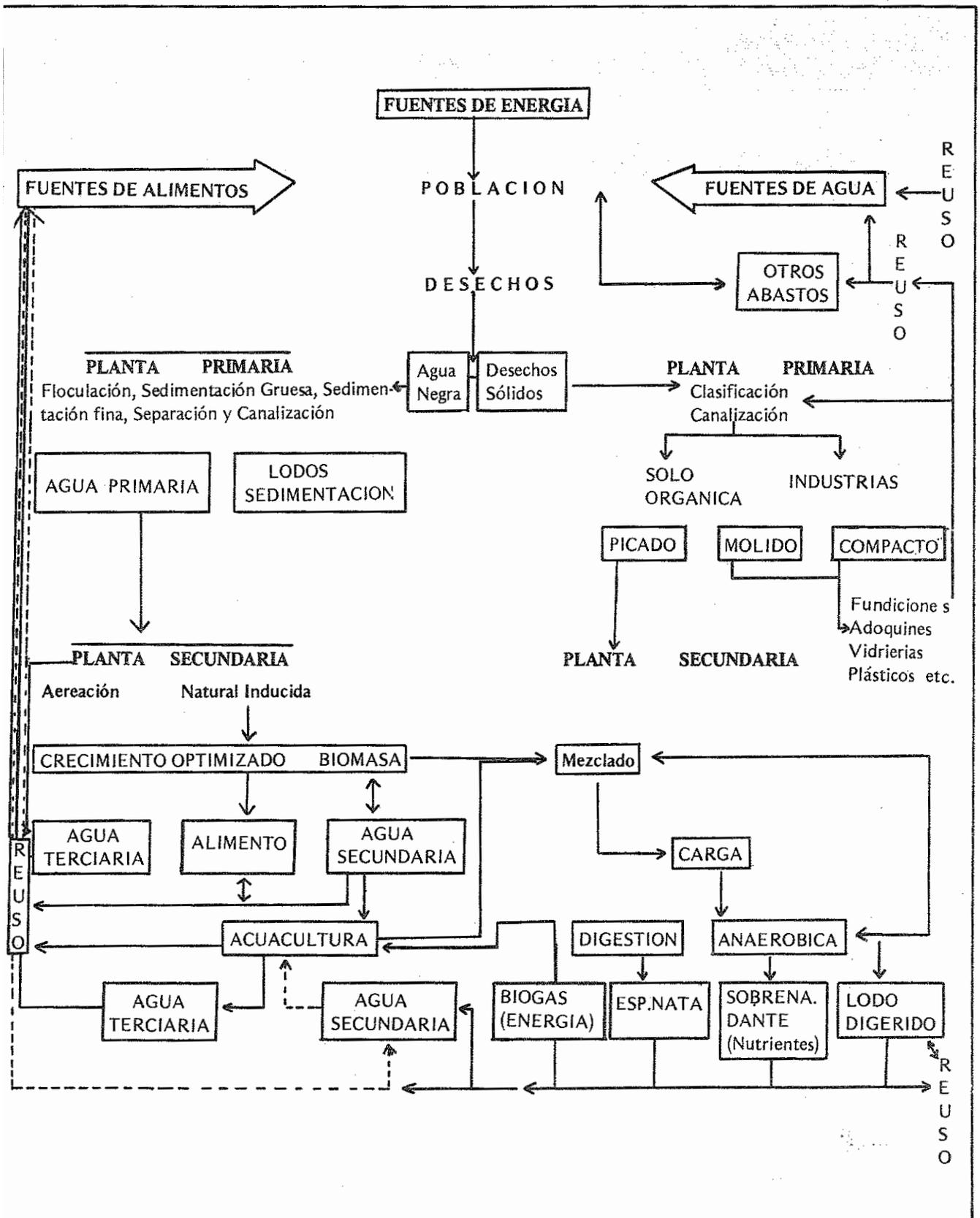
Junto con esta investigación se comenzará el estudio de factibilidad técnica y económica del proceso en cuestión a diferentes niveles, la adecuación y montaje de equipo para la utilización del biogás y la aceptabilización del proceso por el productor agropecuario.

Proyecciones:

Una labor de las personas dedicadas al proyecto es la de ir formando un equipo de investigadores, técnicos y promotores del sistema y se pretende durante este año iniciar labores en los siguientes campos:

- 1.- Utilización de la pulpa de café, con la Oficina del Café (OFICAFE) y CICAFFE.
- 2.- Uso del lodo residual como abono con la Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica.
- 3.- Uso del lodo residual en piscicultura con el M.A.G.
- 4.- Microbiología de la anaerobiosis con la Escuela de Microbiología, Universidad de Costa Rica.
- 5.- Factibilidad técnica y económica en escalas grandes con la Escuela de Ingeniería Química.
- 6.- Tecnología del motor de combustión interna, con la Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad de Costa Rica.





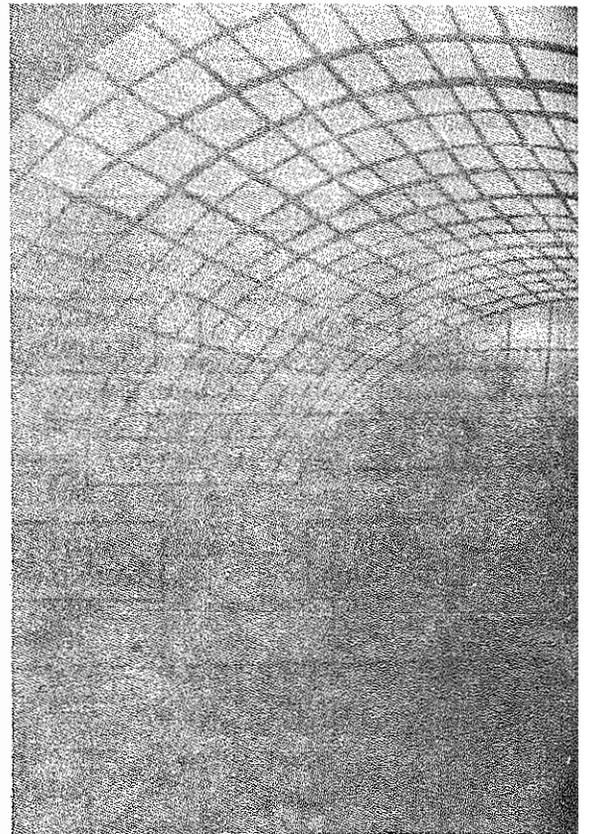
gas melano y frío... un desafío*

(Parte I)

En los últimos tiempos, con la problemática que ha motivado el desaparecimiento de los combustibles del mercado internacional, ha cobrado vida la tecnología del Bio-Gas. Mucho se ha escrito, investigado y realizado, sin embargo, todo parece indicar que la barrera de las bajas temperaturas son un obstáculo que dará mucho que pensar y hacer.

Dentro del Proyecto REDE-BIO (Guatemala) se contempló la realización de investigaciones y la complementación de algunos datos iniciales ya obtenidos para conocer más de cerca el fenómeno.

El grupo de trabajo que realiza sus investigaciones en el altiplano de Guatemala ha tenido serias difi-



Aspecto interior de un invernadero, construido sobre un digestor de biogas para aumentar la temperatura ambiente temperaturas frías del Altiplano Guatemalteco.

Manuel Tay - ICADA

* Artículo publicado por RED, revista del Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropiada (CEMAT).

cultades con los rigores del clima y esto ha dificultado en gran medida el desarrollo de esta tecnología. En la bibliografía también se menciona esta variable como una determinante en el rendimiento y la eficiencia de los digestores.

Inicialmente se hicieron varias series de pruebas con prototipos pequeños, tanto por razones de experiencia como de recursos. Paulatinamente el volumen ha ido aumentándose al extremo que en la actualidad se está evaluando un prototipo de 12 m³. En todos ellos y en diferente proporción se ha logrado determinar en forma evidente el efecto que la temperatura y los cambios de ésta tiene sobre el proceso metanogénico.

Los datos que se han recogido en las diferentes corridas experimentales han permitido concluir lo siguiente:

1. La velocidad de producción de gas depende en forma directa de un rango de temperatura.
2. — A temperaturas menores de 8°C el proceso metanogénico es apenas perceptible.

3. Las oscilaciones de temperatura determinan la irregularidad en la velocidad de producción de gas.
4. A temperatura constante el proceso guarda una eficiencia uniforme mayor que a temperaturas más altas oscilantes.
5. Es posible utilizar la energía radiante del sol para elevar la temperatura de digestores adecuados para este propósito.

Las pruebas se han realizado durante épocas en las que la temperatura ambiente ha sufrido variaciones que van desde 4°C hasta 29°C.

El hecho de utilizar la energía radiante del sol para calentar algunos prototipos se traduce en una economía para el proceso. Sin embargo, el hecho de depender de una fuente energética no permanente ni constante conlleva toda una gama de problemas. Estos se incrementan por cuánto los datos indican que las oscilaciones de temperatura inciden negativamente sobre la eficiencia de la digestión. Cuando se ensayó

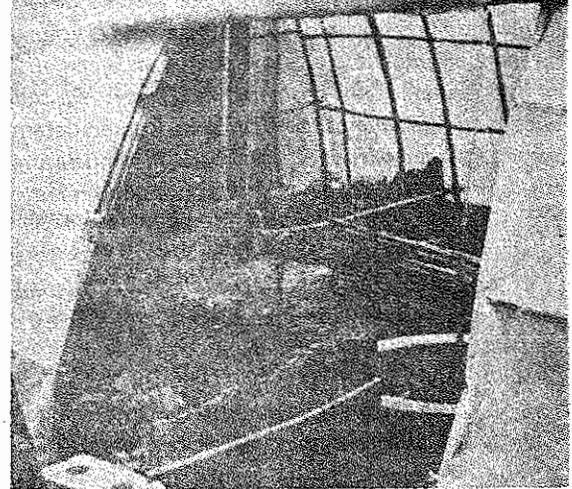
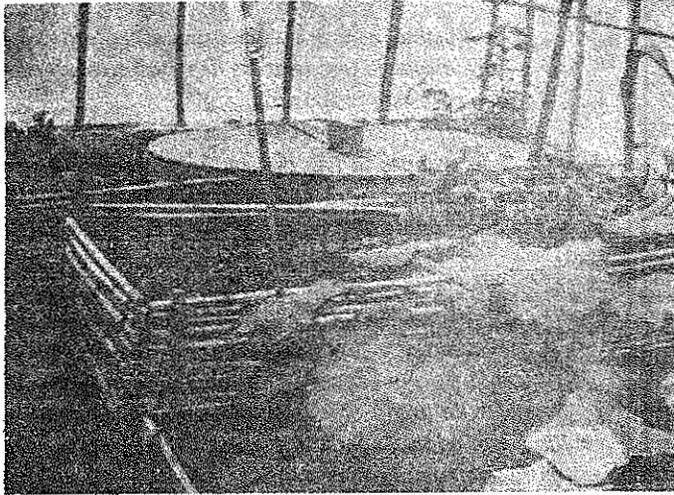


A pesar de que el frío puede inhibir el proceso metanogénico, hemos logrado obtener abundante producción de biogas aún a alturas mayores de 1,700 m. sobre el nivel del mar. En esta foto se observa un quemador de barro para biogas que hierve agua en esta jarrilla en 10 minutos.

el proceso a una temperatura constante fue necesario contar con aditamentos eléctricos especiales.

La investigación se ha iniciado ya y continuará para evaluar aspectos críticos además de la temperatura. Por ejemplo:

- Implicaciones culturales de la tecnología del metano en la población del altiplano.
- LEÑA, PETROLEO, BIOGAS. Un camino crítico.
- Prototipos de bajo costo.
- Problemas de transferencia de tecnología.



Con el fin de aumentar la temperatura de los digestores, hemos empezado a experimentar con invernaderos baratos que aumentan la temperatura ambiente en aproximadamente 10°C. En estas dos fotografías se observan pequeñas hortalizas de cultivo intensivo que podrían aprovechar las condiciones especiales de estos invernaderos.



digestores de desechos orgánicos

Los primeros experimentos sobre digestión anaeróbica de desechos orgánicos que se llevaron a cabo en el IIE, fueron estudios a escala laboratorio, 0.2 m^3 , en régimen estacionario, y permitieron obtener datos sobre algunos de los parámetros que gobiernan el proceso de digestión. Una vez terminados estos estudios, se propuso el diseño y operación de un digester que cubriera las necesidades energéticas para el uso doméstico de alumbrado y cocción de alimentos de una familia de 5 a 6 miembros. Partiendo de esta base, se construyó un digester con capacidad de 10 m^3 de mezcla (1) que se operó a régimen continuo cargándose diariamente con estiércol de bovino. La operación de este digester durante un período de 80 semanas, permitió obtener datos sobre el comportamiento del digester haciendo variaciones en el tiempo de residencia y la agitación y el efecto de estas variables sobre la producción de gas; la purificación, comprensión y almacenamiento del gas; la adaptación de quipos (motores, estufas, lámpara, refrigerador) para que trabajen con biogas; el poder fertilizante de los lodos digeridos.

El paso siguiente fue la construcción y operación de una unidad de 40 m^3 , enfocada hacia la instalación de estos sistemas en comunidades rurales aisladas (2).

GENERALIDADES SOBRE EL PROCESO

La producción de biogas es un proceso biológico que se lleva a cabo por la degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno; es un proceso que se efectúa en tres etapas y en cada una de ellas actúa un diferente grupo de bacterias.

La primera etapa consiste en la conversión de grasas, proteínas y carbohidratos a compuestos solubles. Posteriormente, en una segunda etapa, estos compuestos se degradan formando ácidos orgánicos simples, como el ácido acético, el propiónico, etc. las bacterias formadoras de ácidos que actúan en estas fases son de fácil reproducción y no son muy sensibles a cambios bruscos de las condiciones de digestión.

La tercera etapa del proceso, se refiere a la transformación de los ácidos simples a metano y bióxido de carbono, actuando en esta fase las bacterias metanogénicas, mismas que son difíciles de producir y muy sensibles a cambios del medio ambiente y a la presencia de oxígeno en el medio. Ambos tipos de bacterias trabajan simultáneamente en el proceso de digestión anaeróbica.

Si dentro del digestor no existe presencia de oxígeno y las condiciones de temperatura y carga son controladas, se establece un balance entre ambas familias, de otra manera la reproducción de las formadoras de metano sería inhibida y en algunos casos podría pararse totalmente el proceso de digestión.

FACTORES QUE GOBIERNAN EL PROCESO

a) Composición de la materia prima

La composición del desecho que se utilice en el digestor es el primer factor que se toma en cuenta, ya que el carbono y el nitrógeno deberán estar presentes en la dieta bacteriana en proporción adecuada; si hay muy poco nitrógeno, la bacteria no será capaz de usar todo el carbono presente y el proceso será ineficiente. Si por lo contrario, hay demasiado nitrógeno, usualmente en forma amoniacal, este puede inhibir el crecimiento bacteriano, especialmente de las bacterias formadoras de metano. La experiencia ha demostrado que la relación de carbono a nitrógeno (C:N) óptima es de 30:1

Con objeto de evaluar el comportamiento de diversas materias primas, se efectuó una serie de experimentos a nivel laboratorio (0.02m³), trabajando con estiércol de bovino que tiene una relación C:N del orden de 25:1, y con mezclas de éste con rastrojos de maíz, sorgo, arroz y cáscara de cacahuate (que tienen una relación de carbono a nitrógeno muy alta), hasta obtener una relación C:N de 30:1 (3). Los rastrojos se adicionaron tanto en forma picada como molida, y los experimentos se realizaron a temperatura ambiente.

En las figuras 1 y 2 se presenta la producción de biogas durante el tiempo que duró el experimento en litros de gas por kilogramo de material seco inicial, para un testigo de estiércol solo y para las mezclas de estiércol con rastrojos.

Los principales resultados obtenidos de esta experimentación fueron los siguientes:

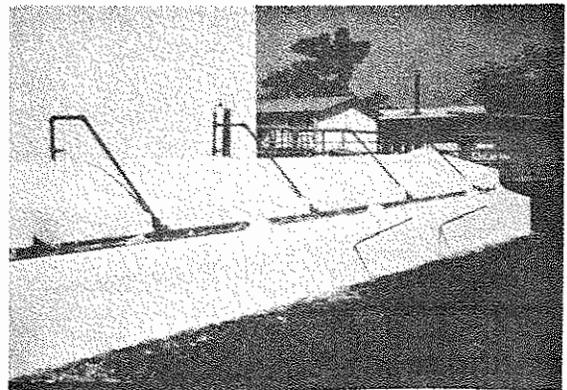
- La adición de rastrojos de sorgo y maíz al estiércol de bovino para conseguir una relación de

carbono a nitrógeno de 30, mejora notablemente la producción de gas.

- El empleo del material en forma molida produce mejores resultados que en forma picada, tanto en volumen de gas producido como en su contenido de metano.
- Una desventaja del uso de rastrojos molidos es que el inicio de la producción de gas combustible requiere de un tiempo más largo que cuando se emplean rastrojos picados, y su producción no es uniforme.
- El comportamiento anterior no se observa al emplear rastrojo de maíz molido, el que empieza a producir gas combustible en un tiempo corto, produciendo un volumen total de gas mayor que el estiércol de bovino solo, pero con un contenido menor de metano.
- La agitación es un factor determinante en la producción de gas a partir de mezclas con vegetales, ya que el material fibroso tiende a formar una nata gruesa en la superficie, que impide la salida del gas. La agitación debe efectuarse 2 ó 3 veces por día con objeto de romper esta nata.

Se realizó además una recopilación bibliográfica sobre digestión anaeróbica de estiércol porcino (4), ya que tiene características favorables por su alto contenido de nitrógeno, y por la disponibilidad de este residuo en la mayoría de las comunidades rurales.

En la figura 3 se muestra la producción de biogas en mililitros de gas por gramo destruido por día de sólidos volátiles, (los cuales son la fracción orgánica de los sólidos totales), para cargas diarias de 2.4 3.2 y 4 kg. de sólidos volátiles por metro cúbico de digestor y tiempos de residencia de 10 y 15 días. Los



experimentos fueron realizados a temperaturas de 32 a 52°C.

b) Temperatura

La descomposición anaeróbica puede llevarse a cabo en un intervalo de temperaturas que van desde 15 hasta 60°C. Las bacterias cuyo ciclo biológico se lleva a cabo entre 15 y 35°C son llamadas mesofílicas, proliferando en forma óptima a 35°C, y aquellas que cumplen su ciclo en temperaturas que van de 35°C hasta 60°C son llamadas termofílicas, encontrándose su temperatura óptima en 55°C.

En el caso que nos ocupa, donde los sistemas deben ser de construcción y operación sencilla, es más conveniente trabajar con bacterias mesofílicas y es preciso hacer hincapié en que son sumamente sensibles a cambios bruscos de temperatura. Deberá procurarse una temperatura de operación de 30 a 35 °C para lograr una buena eficiencia del proceso, ya que la producción total de gas aumenta al acercarse a la temperatura óptima, además de que la velocidad de producción de biogas aumenta considerablemente.

Con objeto de evaluar el efecto de la temperatura en la digestión anaeróbica de estiércol de bovino, se estudiaron tres parejas de digestores con dos concentraciones diferentes de sólidos totales cada una, operando una pareja con calefacción a base de serpentín acoplado a un calentador solar de agua, otra dentro de un invernadero y la tercera a temperatura ambiente (5). En el sistema con calefacción se obtuvo una mayor producción de gas combustible por kilogramo seco de materia orgánica alimentado inicialmente, y su velocidad de producción fue mayor que en los otros dos sistemas, entre los cuales no se encontró una diferencia significativa ni en su producción ni en la velocidad de la misma.

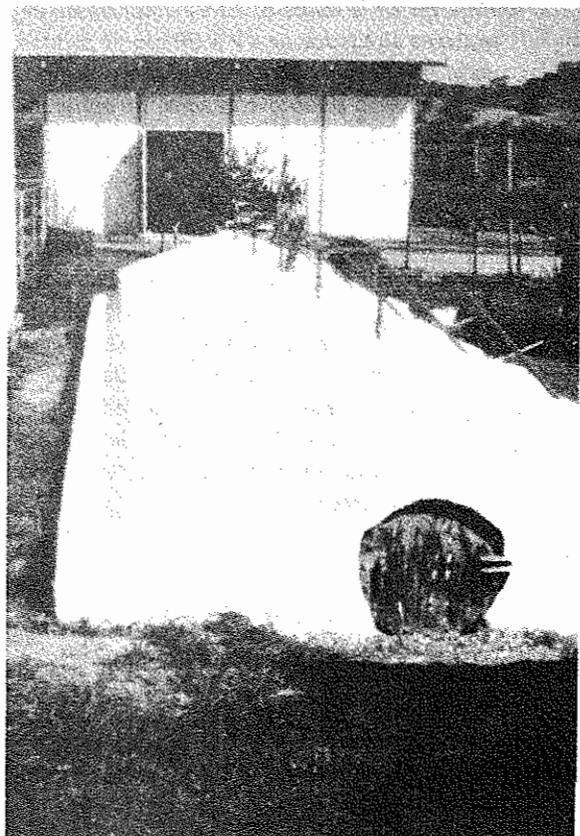
c) Tiempo de residencia

El tiempo que permanecen los sólidos volátiles en un digestor es una parte fundamental del proceso y representa el tiempo promedio que la materia orgánica es atacada por los microorganismos. Este tiempo determina la fracción de gas que se obtenga, de la producción máxima que es posible obtener a tiempos de residencia muy largos. De aquí que es necesario llegar a un compromiso entre el volumen de gas que se va a producir y el tiempo de retención a que se obtiene. El efecto del tiempo de residencia sobre la producción de gas se estudió en el Digestor Familiar de 10 m³ de volumen, donde se estudiaron cinco tiempos diferentes: 10, 15, 30, 42 y 45 días (6), a régimen continuo (carga diaria), con estiércol de bovino como materia prima y agua caliente proveniente de calenta-

dores solares para obtener un porcentaje de sólidos totales del 8 o/o.

Las principales conclusiones fueron las siguientes:

- La operación del digestor cargándolo con agua caliente y el hecho de encontrarse enterrado, dieron como resultado fluctuaciones mínimas de la temperatura en la masa interna del digestor, se mantuvo entre 27 y 30°C durante las 80 semanas de operación.
- Para digestores de carga continua (una vez al día), la reducción del tiempo de residencia hasta valores tan bajos como 10 días incrementa la producción de gas para un mismo volumen de digestor.
- La cantidad de gas que es posible obtener a partir de una masa dada aumenta al aumentar el tiempo de residencia.
- La selección del tiempo óptimo de residencia estará en función de las necesidades energéticas locales, y de la disponibilidad de materia prima y mano de obra. Para un volumen dado de digestor, la operación a un tiempo de residencia



corto, que produce una mayor cantidad de gas que la operación a un tiempo largo, implicará un aumento sustancial de la materia prima que deberá cargarse diariamente, lo que trae consigo un aumento de las horas-hombre requeridas.

En la tabla 1 se presentan los valores promedio de la producción diaria de biogas en este digester para los diferentes tiempos de retención estudiados, y en la figura 4 se muestran los litros de gas producidos por semana durante todo el tiempo de operación.

El tiempo de retención de la materia orgánica en un digester, está fuertemente ligado a la temperatura de operación, ya que al trabajar a temperaturas cada vez más cercanas a la óptima de 35°C, los tiempos de retención se hacen cada vez menores (al conseguirse mayores velocidades de producción), aprovechándose mejor el volumen del digester y obteniéndose además una mayor cantidad de gas por kilogramo de materia orgánica procesada.

d) Porcentaje de sólidos

Los sólidos totales contenidos en un digester son también un factor importante a considerar para asegurar que el proceso se lleve a cabo en forma satisfactoria (7). El rango de valores de sólidos totales en que se obtuvieron buenos resultados va del 4 al 7 o/o, como se muestra en la figura 5. El estiércol fresco de bovinos contiene alrededor de 17 a 20 o/o de sólidos totales, razón por la cual para llegar al rango de operaciones, es necesario diluirlo con agua, de preferencia con agua caliente.

e) pH

En digestores que operan con estiércol de bovino, se han obtenido niveles de pH en el intervalo de 6.7 a 7.5. El pH se mantiene en este rango si el digester está operando correctamente. Si se pierde el equilibrio en un digester y éste se torna demasiado ácido, esto inhibe a las bacterias formadoras de metano, dando como resultado un incremento en la proporción de bióxido de carbono en el gas.

Las causas por las cuales ese descenso del pH puede ocurrir son entre otras un aumento brusco de la carga, cambios súbitos de temperatura, o presencia de elementos tóxicos.

En algunos casos el pH bajo puede corregirse con adiciones de sustancias alcalinas como carbonato de sodio.

f) Agitación

La agitación de la mezcla en el digester ayuda a establecer un mejor contacto de las bacterias y el sustrato proporcionando además una temperatura interna más uniforme. Esta agitación puede hacerse por medios mecánicos, por recirculación de la mezcla o bien recirculando el biogas a través de difusores en el fondo del digester.

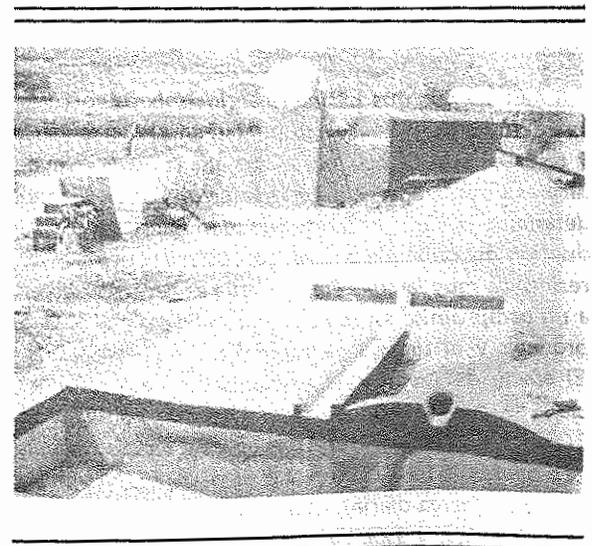
En digestores que operen con bacterias mesofílicas, la agitación requerida es muy leve. En el Digester Familiar la agitación excesiva condujo a una reducción en la producción de gas, debido posiblemente a que una fracción de la descarga del digester estaba formada por materia que no había llegado a degradarse. En este tipo de digester (1) la agitación que produce la entrada de la carga diaria parece ser suficiente para lograr un buen contacto de las bacterias con el sustrato, lo que propicia la formación de gas (6).

En la superficie de la mezcla se tiende a formar una "nata" debido al material fibroso no digerible, la cual se debe romper por medios mecánicos para que el gas salga libremente del seno de la mezcla. En el Digester Familiar se encontró una nata de 30 cms. de espesor después de casi dos años de operación, lo que parece indicar que este tipo de digester se debe abrir por lo menos una vez el año con objeto de darle mantenimiento.

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

Se enumeran a continuación las características que deben ser tomadas en cuenta para construir un digester.

- Para asegurar que el proceso de fermentación anaeróbica se lleve a cabo, es necesario que el recipiente del digester sea hermético.



- Tomando en cuenta que los cambios bruscos de temperatura inhiben el proceso, es conveniente construir el digestor utilizando materiales de baja conductividad térmica y si es posible enterrado.
- Debe preverse un sistema de carga y descarga que facilite el régimen de operación continua.
- La formación de natas es un problema típico que afecta la producción de gas y la digestión total del material orgánico, por lo que es conveniente dotar al sistema de un medio de extraerlas o romperlas y reducir así el problema.
- Una instalación de este tipo debe localizarse en sitios que permitan el fácil acceso de materia prima, tomando en cuenta además aspectos de utilización y almacenamiento de biogas y lodos residuales.
- Para el diseño de un digestor en particular, habrá que tomar en cuenta la disponibilidad de materia prima y las necesidades energéticas por cubrir a base de biogas. La metodología para calcular un digestor que cubra las necesidades de una familia de 5 a 6 miembros para cocinar y alumbrarse, se presenta en (1) y (6); para un digestor comunal, en (2).

CARACTERISTICAS Y UTILIZACION DEL BIOGAS

El biogas es una mezcla de gases cuyos principales componentes son metano (CH_4), en proporción del 55 al 60 o/o, y bióxido de carbono (CO_2), en un 40-45 o/o, con un poder calorífico de alrededor de 5400 kcal/m³. Su utilización en equipos comerciales requiere de adaptaciones sencillas para quemarlo eficientemente.

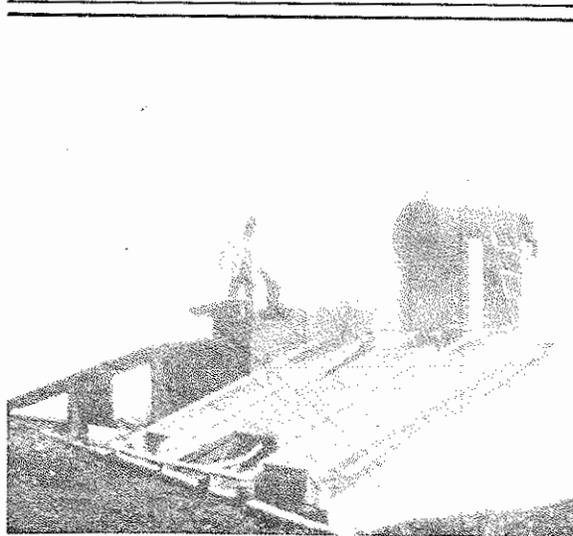
La utilización del biogas se estudió en estufas domésticas sencillas, lámparas de gas tipo capuchón, un refrigerador de absorción y una planta de generación eléctrica de 16 kW accionada por un motor industrial (8). Se estudiaron las adaptaciones que es necesario realizar a estos equipos para utilizar biogas, y se hicieron pruebas de operación comparando este combustible con los convencionales. En la tabla II se presentan las eficiencias de operación encontradas para los diferentes equipos. De estos datos se puede ver que la eficiencia de operación de los equipos con biogas no difiere grandemente de la que se obtiene con los combustibles convencionales, excepto en el caso de la lámpara de capuchón. Aun cuando la intensidad luminosa del biogas es mucho menor que la del gas LP, su nivel de iluminación es aceptable.

Al producirse el biogas y salir del digestor, acarrea vapor de agua que es necesario eliminar para lograr su utilización eficiente. Esto se logra en forma sencilla haciendo pasar la corriente de gas por un tambor que se coloca en un sitio fresco, donde el agua se condensa y se separa del gas, el cual sale del condensador con su humedad de saturación.

En el gas aparece ácido sulfhídrico (H_2S) en concentraciones del orden del 0.2 o/o en volumen. Para utilizar el gas en motores de combustión interna, es necesario separar esta impureza, lo cual se logra haciéndolo pasar por una trampa de limaduras de fierro que retienen el H_2S . En las pruebas realizadas (8), se logró purificar 800 m³ de biogas usando 10 kg. de limaduras de fierro, las cuales, una vez que se habían saturado, se regeneraron exponiéndolas al aire durante 4 días y se volvieron a utilizar.

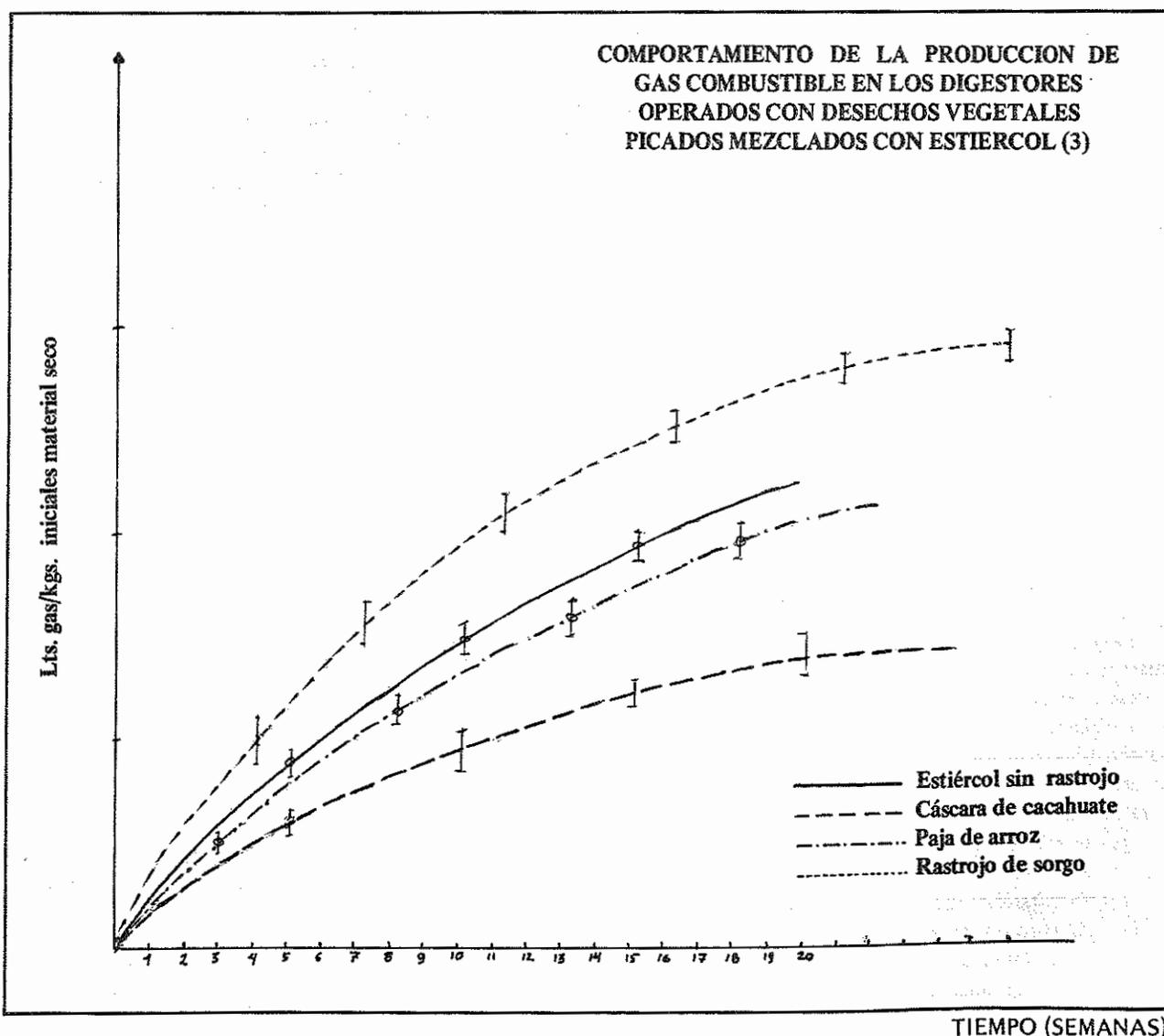
RESIDUO DEL PROCESO

Una vez que la materia orgánica ha permanecido dentro del digestor durante el tiempo de residencia fijado, sale del mismo en forma de lodos residuales. Estos lodos se evaluaron para determinar su poder fertilizante, comparándolos con fertilizante químico y con estiércol fresco (9). Los resultados preliminares mostraron que el efecto de estos lodos se compara favorablemente con los otros fertilizantes.



BIBLIOGRAFIA

- (1) *Diseño, Construcción y Costos del Digestor Familiar de Desechos Orgánicos.* IIE/FE-A2/5. Diciembre, 1977
- (2) *Diseño, Construcción y Operación del Digestor Comunal de Desechos Orgánicos.* IIE/FE -A2/ 13. Agosto, 1979
- (3) *Evaluación de Mezclas de Estiércol de Bovino y Esquilmos Vegetales para Obtención de Biogas por Fermentación Anaeróbica.* IIE/FE-A2/12. Junio, 1979
- (4) *Comportamiento del Estiércol Porcino en la Obtención de Biogas por Fermentación Anaeróbica.* IIE/FE-A2/8. Noviembre, 1978
- (5) *Evaluación de la Influencia de la Temperatura en la Digestión de Desechos Orgánicos.* IIE/FE-A2/10. Mayo 1979
- (6) *Informe Final sobre Operación del Digestor Familiar.* IIE/FE-A2/11. Abril, 1979
- (7) *Determinación del Porcentaje Optimo de Sólidos para Digestores de Desechos Orgánicos.* IIE/ FE-A2/4. Diciembre, 1977
- (8) *Estudios, Adaptación y Pruebas de Equipos Comerciales para la Utilización del Biogas.* IIE/ FE-A2/14. Mayo, 1979.
- (9) *Experimentación con Lodos Residuales de los Digestores de Desechos Orgánicos.* Informe Interno. IIE. Octubre, 1978
- (10) *Methane Production from High Rate Anaerobic Digestion of Hog and Dairy Cattle Manure.* Wang Y.Fong. Tesis de Maestría. University of Manitoba. Canada, 1973



COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCION DE
GAS COMBUSTIBLE EN LOS DIGESTORES
OPERADOS CON DESECHOS VEGETALES
MOLIDOS MEZCLADOS CON ESTIERCOL (3)

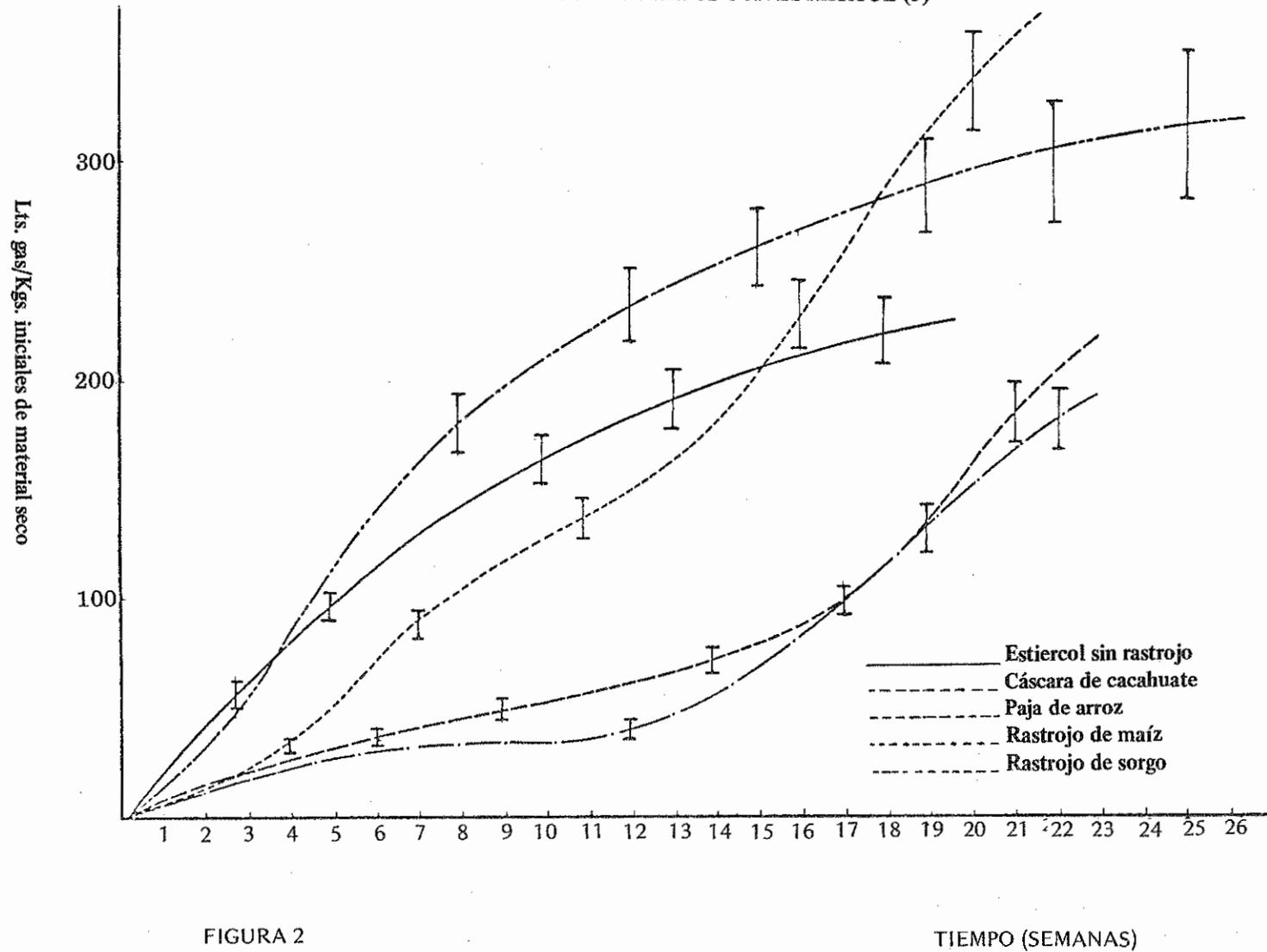
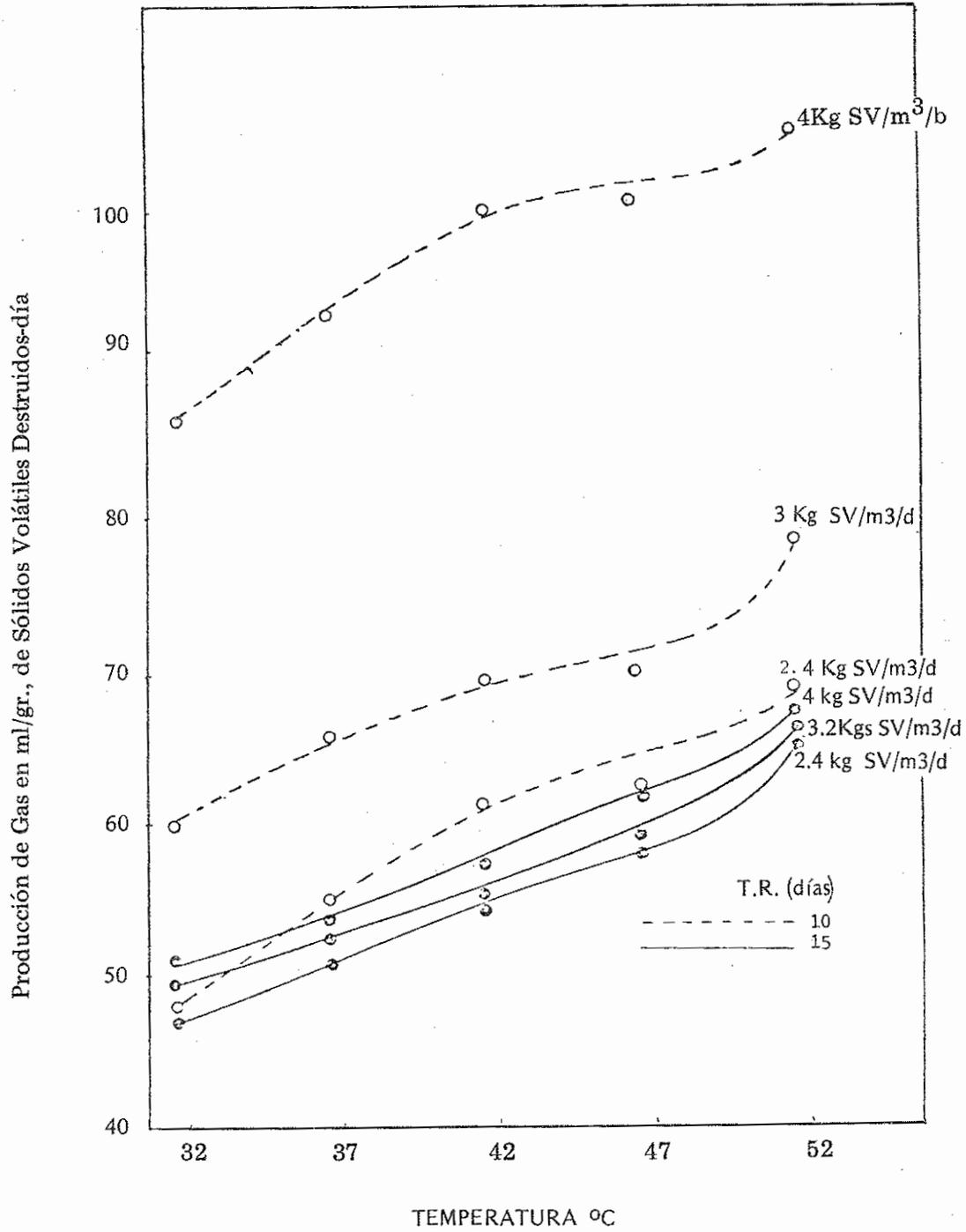


FIGURA 2

TIEMPO (SEMANAS)

FIGURA 3



PRODUCCION DE GAS EN FUNCION DE LA TEMPERATURA (10)

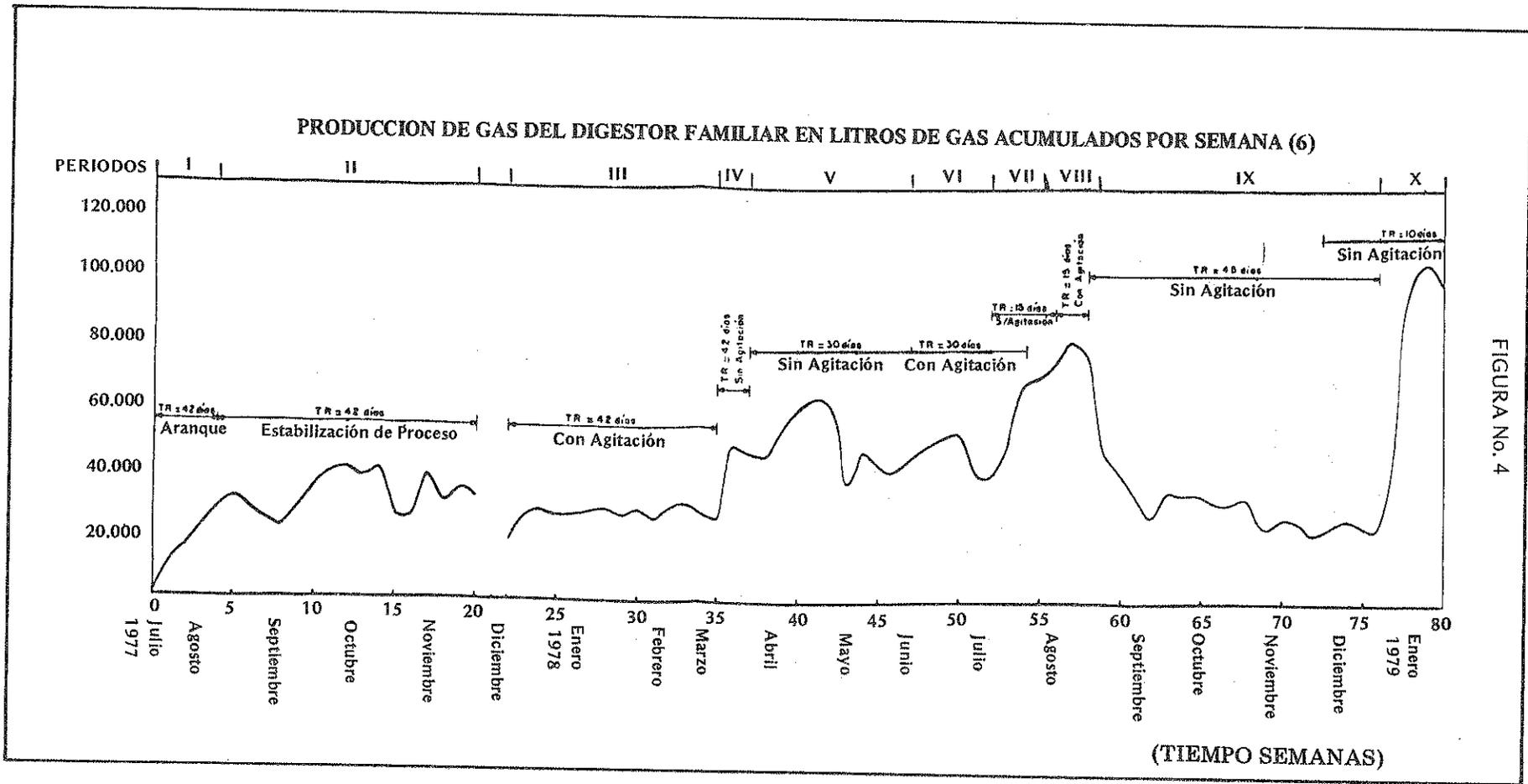


FIGURA No. 4

FIGURA 5

PRODUCCION DE GAS
VS.
o/o SOLIDOS TOTALES (7)

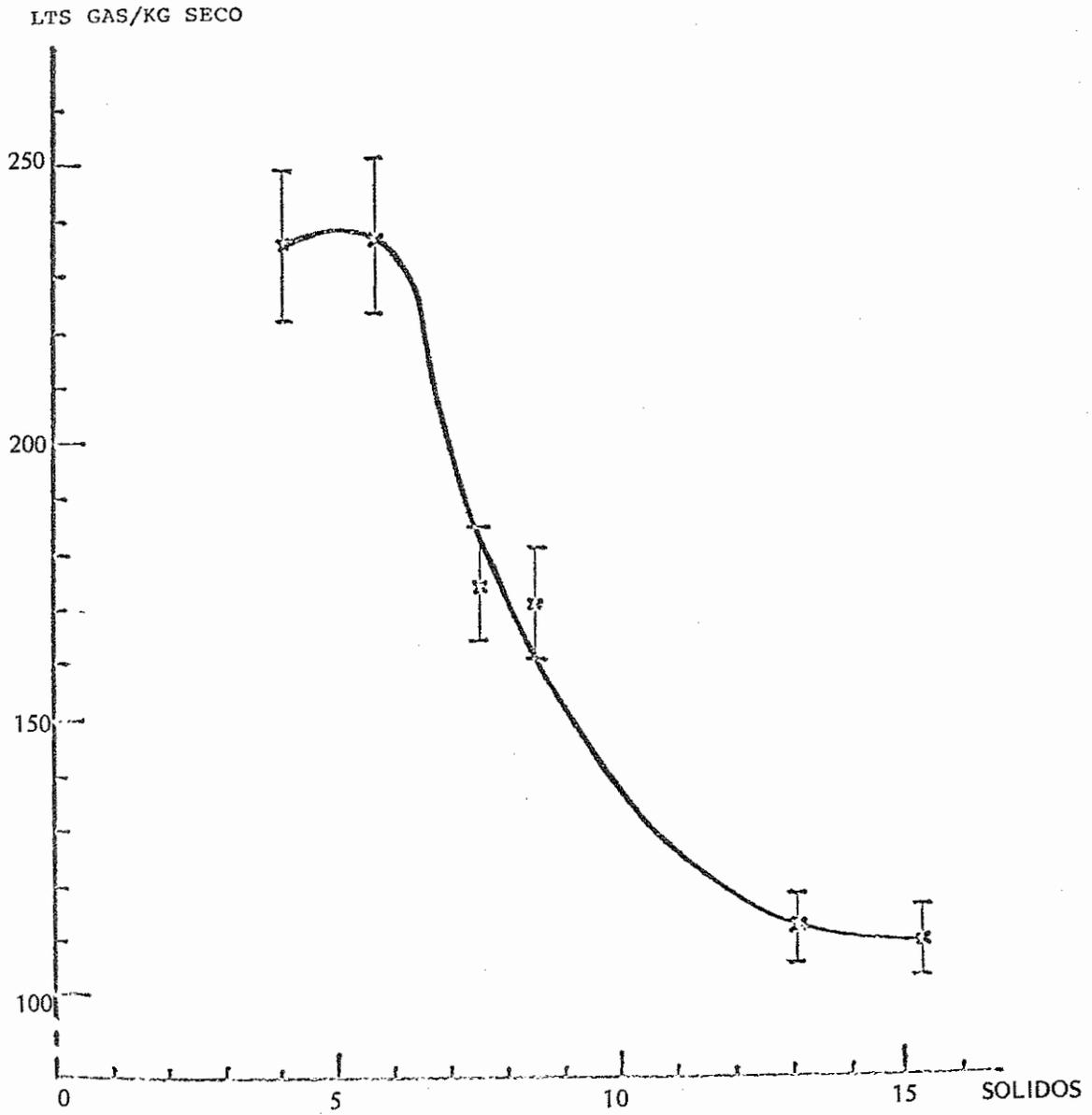


TABLA I

EFFECTO DE LA AGITACION Y EL TIEMPO DE RESIDENCIA SOBRE LA PRODUCCION DE GAS EN EL DIGESTOR FAMILIAR (6), DE 10 m³ DE VOLUMEN

Período	Tiempo de Residencia (Días)	Agitación	Valor promedio y desviación estándar de la producción diaria (lts.gas)
III	42	SI	3807.1±775.4
IV	42	NO	6.886.1±1072.4
V	30	NO	7256.3±1689.8
VI	30	SI	6709.5±1252.5
VII	15	NO	9450.1±1511.4
VIII	15	SI	11477.2±517.0
IX	45	NO	4295.2±1583.1
X	10	NO	14069.5±1941.3

TABLA II

EFICIENCIAS DE OPERACION DE DIFERENTES EQUIPOS ADAPTADOS PARA QUEMAR BIOGAS (8)

	Biogas	Gas L.P.	Gasolina
Estuda doméstica	26.9 o/o	28.6 o/o	—
Lámpara de gas	0.3 (lux /w)	1.31 (lux/w)	—
Refrigerador*	914 (Wh)	973 (Wh)	
Generador de 16kW			
50 o/o de carga	16.5 o/o	13.9 o/o	11.1 o/o
		(39 o/o de carga)	(39 o/o de carga)
75 o/o de carga	17.0 o/o	15.2 o/o	17.1 o/o
100 o/o de carga	18.7 o/o	19.3 o/o	19.5 o/o

* Energía consumida para enfriar 300 ml. de agua de 20°C a 0°C.

degradación anaerobia de desechos orgánicos prioridad estratégica para el ecodesarrollo

RESUMEN

La materia orgánica de la biósfera, al dejar de ser viva, se descompone con las acciones del medio físico y otros organismos.

De las dos formas más generalizadas de degradación, aerobia y anaerobia, la primera que es la más común en la actualidad por las prácticas humanas que la propician, es una amenaza de contaminación y "desperdicia", en forma de una lenta combustión, energía acumulada en la materia orgánica, potencialmente aprovechable como fertilizantes, nutrientes y energía; que así (en la forma aerobia), sólo produce CO₂, calor y contaminación. Por el contrario, la degradación anaerobia en digestores de tecnología intermedia, adecuada, logra aprovechar plenamente esos recursos al grado de que constituye en sí misma una prioridad para el eco-desarrollo.

Esta tesis queda probada al evaluar las características de estos procesos, sus productos y su parámetro técnico-económicos. La tecnología propuesta básicamente puede aplicarse en dos formas principales:

- a) Digestores para estiércoles y sobrantes agropecuarios y forestales para el medio rural, y,
- b) Plantas mixtas de tratamiento anerobico de aguas de desecho y basuras para el medio urbano.

Naturalmente, la región del Golfo de California podría utilizar las posibilidades enormes de esta tecnología ampliamente probada en varios lugares del mundo y que en México se ha desarrollado como una tecnología propia, ya que la colocan en posición de vanguardia desde ahora.

Jesús Arias Chávez, Físico
Coordinador y Director
General del Proyecto
XOCHICALLI, México.

I. INTRODUCCION

Es bien conocido en nuestra época que las tres posiblemente mayores crisis de nuestro mundo son la escasez de alimentos, la de la energía y la de la abundancia de la contaminación.

No sólo han marcado el futuro, sino cada vez más y en todas partes, condicionan el presente.

La tecnología de la digestión anaeróbica de los desechos orgánicos, es la única que sabemos, que logra combinar de tal manera estos tres factores conflictivos, para convertirlos en graves problemas mundiales, a una importantísima solución, también susceptible de aplicarse a escala planetaria.

II. DEGRADACION DE LA MATERIA ORGANICA

Digestión aerobia vs. Digestión anaerobia:

Es sabido que la materia orgánica, proveniente de la vida, es una forma compleja de moléculas que en ello lleva su riqueza y sus peligros. También es conocido que al dejar de ser viva, se descompone o degrada hacia formas más simples en su estructura bioquímica, lo que les permite ser nuevamente asimiladas por los seres vivos que de este modo se nutren.

Para que esta degradación ocurra, se requiere la acción de los elementos como agua, calor, aire, etc., y la de diversos microorganismos y sus enzimas, que completan este trabajo.

Ahora bien, existen dos clases de degradación: la aerobia y la anaerobia; según si los microorganismos que la hacen son afines al oxígeno del aire, o por el contrario, no pueden actuar o vivir en su presencia.

Básicamente, la aerobia ocurre en la atmósfera, alcanza temperaturas altas de hasta más de 70°C y desprende bióxido de carbono y otros gases. Por ello, puede considerársele una combustión, pues usa oxígeno del aire para combinarse con virtuales "combusti-

bles" que aporta la materia orgánica en esta descomposición. La anaerobia, por lo contrario, al ocurrir sin oxígeno, no lo consume, ocurre a una temperatura muy inferior (35°C) y casi no produce CO₂, pero en cambio si CH₄, es decir metano (igual al gas natural, combustible, también llamado bio-gas).

Por ello se considera que esta segunda reacción química, no gasta casi la energía química que la materia orgánica almacena. Ello lo prueba el que el principal gas que genera si es combustible, es decir un energético directo, y el que las sustancias líquidas y semisólidas que produce, tienen un potencial mucho mayor como fertilizantes y nutrientes para plantas y animales, que el de los residuos bio-degradados en forma aerobia.

En ello reside la clave de las ventajas del proceso anaerobio y lo que ciertamente lo hace "rentable", es decir, que disponiéndolo así, el hombre puede interceptar y usar en su provecho, la energía acumulada en la materia orgánica por el sol y la vida. Digamos por último, que ninguna forma de degradación aerobia compite con la anaerobia, por lo que no se justifican las plantas de basura para hacer composta, ni la pudrición tradicional del estiércol, etc., por más que es lógica su divulgación amplia, pues es la que ocurre espontáneamente en la atmósfera y estamos acostumbrados a ella.

III. COMPOSICION QUIMICA DE LOS EFLUENTES DE DIGESTORES DE ESTIERCOL Y SOBRESANTES AGRICOLAS, como caso típico

Contiene no sólo los llamados "nutrientes mayores" (N,P,K), sino los menores, amén de vitaminas y hormonas para el crecimiento vegetal y animal. No solamente los contiene, sino que están en, o muy cerca de la dieta óptima que en un sitio dado requiere el suelo para el crecimiento de las plantas. Lo cual ningún fertilizante químico proporciona, por completo y caro que sea. (ver cuadro 1)

IV. BIO-GAS COMO COMBUSTIBLE

Como ya dijimos, es prácticamente el gas natural, (como el que vamos a exportar por el gasoducto), o sea como el que ya se usa como combustible en la industria y algunas unidades habitacionales, es decir, un combustible comercial, más limpio que el petróleo, gasolina, carbón o diesel.

Puede por tanto, ser usado como combustible directo para cocinar, calentar agua, calderas, turbinas de gas; o puede alimentar un motor de combustión interna con ligeras modificaciones. Puede usarse en

la siderurgia, pues además, es reductor para el óxido de fierro, y también podría comprimirse en los tanques convencionales de gas L-P, para usarse en vehículos o mejor, hacer metanol con él, con lo que se puede llenar el tanque de gasolina de un auto.

V. COMPARACION DE RENDIMIENTOS DE PLANTAS INDUSTRIALES DE FERTILIZANTES QUIMICOS CON UN SISTEMA DESCENTRALIZADO DE PLANTAS DE FERTILIZANTES ORGANICOS Y BIO-GAS.

En la India (algún provecho habían de sacar a sus animales sagrados), se han evaluado estas dos alternativas para resolver la dotación de fertilizantes como problema principal, con las obvias y enormes ventajas de nuestro sistema (ver cuadro 2)

VI. COMPARACION ENTRE LA PRODUCCION PECUARIA CONVENCIONAL DEL GANADO VACUNO EN MEXICO, CONTRA SU POTENCIAL PRODUCTOR DE FERTILIZANTES Y ENERGIA.

Según estadísticas oficiales, el rendimiento promedio diario de todas las vacas de vientre en el país, es de apenas alrededor de un litro de leche por animal. Si además se considera que en su término de vida útil se le sacrifique como carne, el promedio del rendimiento anual por vaca es de unos \$ 2,000.00 o menos. (Es cierto que la mayoría de éste no es ganado fino y está en condiciones precarias, pero eso no invalida nuestro promedio)

¿Qué les parece si ahora les informamos que mediante el proceso de degradación anaerobia de sus desechos, cada vaca de estas puede fertilizar bien 4 ó 5 veces la superficie de tierra que podría darle de comer o qué tal si se vé que el promedio estimado de bio-gas que puede teóricamente generar, equivale a la energía de más de dos litros diarios de gasolina.



"En la naturaleza nada se pierde, todo se transforma. . ."

Y que estos resultados ya han sido evaluados en la práctica de nuestro país y que los rendimientos por concepto de fertilizantes y bio-gas producido, superan los \$ 6.00.00/año, contra los \$ 2,000.00 mencionados antes?

VII. UTILIDAD DEL GANADO MAYOR EN UNION DE LA TECNOLOGIA DEL DIGESTOR ANAEROBIO.

Mucho se ha dicho acerca de que el ganado mayor (casi exclusivamente rumiantes), no es tan rentable económicamente como las especies pequeñas (aves, conejos, peces), en el sentido de que se requiere proporcionarles más alimentos y tardan más tiempo en rendir sus productos.

Ello, al ser solo parcialmente cierto, es falaz: Se deja de lado el que solo esos grandes animales son los únicos que pueden.

Hay 8.000 digestores anaerobios de aldea en operación. Triturar y asimilar enormes cantidades de BIOMASA vegetal de la más abundante en la naturaleza: celulosa, gracias a su sistema digestivo. Por cierto que de no "procederla" ellos, estas materias orgánicas constituirían un problema de desecho.

Así que la combinación de rumiantes-digestor es ideal para nuestros fines y de paso, eleva la rentabilidad de animales que de todos modos son necesarios y útiles como complemento de los ciclos ecológicos naturales.

VIII PLANTAS MIXTAS AGUAS NEGRAS-BASURA, EN EL MEDIO URBANO.

Por todas las razones mencionadas, otro caso particularmente útil de la aplicación de la degradación anaerobia vía digestores, es la "simbiosis" de basura y aguas negras con el digestor anaerobico.

De esta manera convierten un problema grave de contaminación ambiental, salud pública y deterioro ecológico, y una fuente de recursos energéticos, nutrientes y fertilizantes y por ende, económicos.

Estas plantas mixtas aguas negras/basura, no solamente no requieren las cuantiosas y permanentes erogaciones que para su instalación, operación y mantenimiento, requieren otras de tecnología (ficción) convencional, que realmente solo transfieren la contaminación, aumentándola, de un lado a otro, empleando grandes insumos de energía y capital, sino además, nuestras alternativas, más baratas y simples, rápidamente se amortizan en la inversión inicial (alrededor de un año), sino que empiezan a ser fuente de recur-

sos, de empleo y limpieza; descentralizadas, autofinanciables, autosuficientes. Su rentabilidad es del orden del 100 o/o anual.

IX CONCLUSION

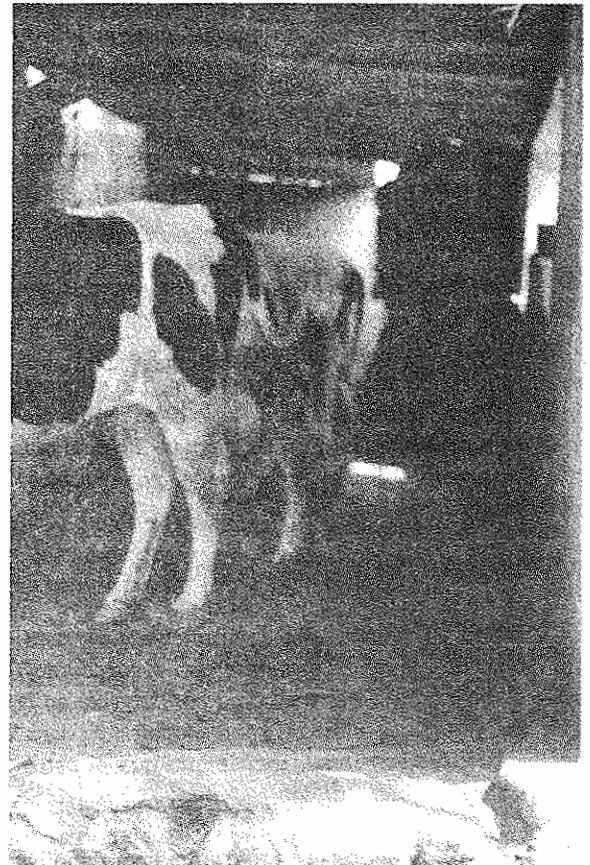
El sistema y tecnologías propuestas, son así una **PRIORIDAD ESTRATEGICA PARA EL ECODesarrollo.**

Resumamos aquí las ventajas, separando sus dos ámbitos de acción: El medio rural y el urbano.

a) MEDIO RURAL

Es un sistema asequible para los campesinos en autoconstrucción y con tecnología intermedia, adecuada, como lodo, malla y ferrocemento, tierra compactada, etc. Por ser su rentabilidad aquí más del 100 o/o anual, corresponde al ciclo campesino de una temporada a otra, y pueden afrontarlo bien.

- Constituye una alternativa de manejo para el estiércol y otros sobrantes agropecuarios que resulta más fácil en su manejo que lo normalmente usual.
- Contribuye al ahorro y reciclaje del agua.



El estiércol de una vaca adulta es capaz de generar el equivalente a tres cuartos litros de gasolina y un volumen similar de bioabono.

- Proporciona excelentes fertilizantes, mejores que los artificiales por ser más completos, fácilmente asimilables y no deteriorantes del suelo, antes bien, mejoradores y conservadores de la humedad.
- La aplicación de estos fertilizantes significa un riesgo fertilizado de auxilio, que aún para regiones temporales, permite aumentar una cosecha más por una siembra adelantada y un crecimiento óptimo de las plantas cuando ya llegan las lluvias.
- El biogas combustible libera a los árboles de la presión directa para hacerlos leña, ahorrando trabajo a los campesinos en su consecución.
- Preserva al bosque por lo anterior y porque una mayor productividad por buena fertilización de la tierra, hace innecesaria la agricultura extensiva y nómada, ya que al promover la estabulación del ganado, impide el sobrepastoreo y la mejor utilización del forraje disponible.
- Libera a la población campesina del desembolso para fertilizantes y combustible, dándole autosuficiencia.
- Descentraliza la producción de fertilizantes y energía.
- Distribuye empleos, ingresos y beneficios donde más se necesitan.
- Libera recursos de energía, de divisas por costos de tecnología importada ya no necesaria, y permite su uso en otros renglones o su exportación.
- Por último, contribuye a la sanidad rural, humana y animal. Como se verá el medio rural es idóneo para esta tecnología.

b) MEDIO URBANO

Las plantas mixtas aguas negras-basuras, son lo mejor opción para cualquier ciudad, pues:

- Resuelven realmente, no transfieren, la contaminación por desechos orgánicos.
- Lo hacen no sólo con pocos recursos sino que a diferencia de otras, obteniendo recursos a cortísimo plazo.
- Excelentes fertilizantes para un mercado que jamás se satura, en el campo cercano a la ciudad y que la provee de sus alimentos.
- Proporciona toda la energía que la planta consume y le permiten "exportar" bio-gas combustible a otros usos cercanos como calderas, pequeñas o medias industriales, unidades habitacionales, etc.
- Hace autofinanciable la "pequeña", añadiéndole venta y reciclaje de otros desechos industriales. Ahorran y reusan el agua de desechos, una vez tratada.

X. APENDICE

Queda probada la tesis de que la digestión anaerobia de desechos orgánicos es una prioridad estratégica para el ecodesarrollo.

Por su muy alta rentabilidad, gran utilidad y amplitud de rango de aplicación, esta sola tecnología contribuiría muy significativamente al mejor uso de los recursos sin detrimento y hasta con la mejoría del medio ambiente, constituyendo de este modo una infraestructura base, sobre la que se puede fincar sólidamente posteriores pasos de ecodesarrollo, logrando esto en forma autofinanciable, autosuficiente y hasta por ello, creciente por sí misma.

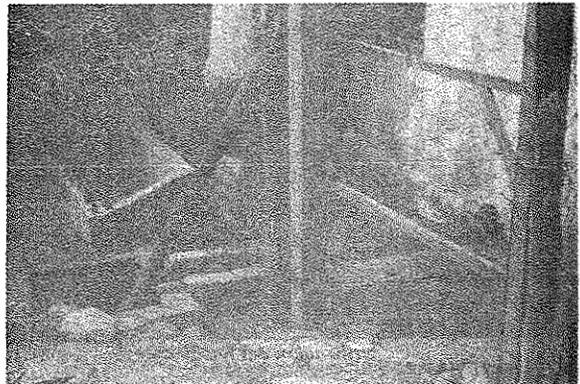
Sólo deseamos mencionar, que con su gran territorio y mar patrimonial y la gran insolación que cae sobre él, México tienen una gran producción anual de bio-masa de toda clase, que así tratada, constituye quizás nuestro recurso más valioso, pues aparte de todo, es renovable para siempre.

En nuestro país, además se ha logrado avanzar en estas tecnologías de manera muy significativa, y creemos estar en una posición de avanzada en primera línea en el mundo.

Como muestra, dos botones:

El primer digestor de carga y descarga continua, por medios simples y naturales del continente americano, desde 1972-73. Y ahora, el digestor de carga y descarga continua por medios simples y naturales, más grandes del mundo. Entró en operación inicial en noviembre de 1977. Ambos por el PROYECTO XOCHICALLI, Casa Ecológica Autosuficiente.

NOTA: Contra lo que más impresiona de los digestores, que es el gas metano combustible, diremos que a los costos subsidiados y ficticios actuales para el gas natural, pero también, con mucho para los fertilizantes, el principal valor económico de los productos del



Entrada de la materia orgánica al digestor

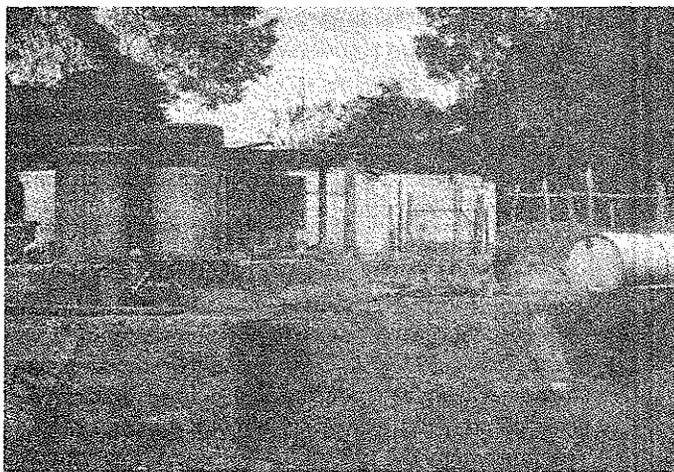
digestor, con el 75 o/o aproximadamente, es el de los efluentes nutrientes y fertilizantes, dejando el biogas como sub-producto con el 25 o/o. Aunque esto habría que juzgarse en cada caso con valores y requerimientos locales y sus cambios en el futuro.

Recientes investigaciones muestran que el creciente nivel del CO_2 en la atmósfera, que es una grave y potencial amenaza al clima y a través de él, a la agricultura del planeta; dichas evaluaciones muestran que contra lo que se creía, la degradación aerobia de los restos de biomasa provenientes de las basuras urbanas y de las intensivas prácticas de la agricultura y la silvicultura modernas con las principales responsables en grado levemente mayor que la quema de combustible en la atmósfera. Lo anterior da a la degradación

anaerobia propuesta el enorme potencial de ser la única solución viable al tal problema del planeta.

BIBLIOGRAFIA

- 1) THE CARBON DIOXIDE QUESTION, Scientific American, Jan. 78
- 2) ENERGY FLOW IN A FOREST, Scientific ibic. SPRING 1978
- 3) ESCOGER UN FUTURO, Anulaya Kumar N. Reddy PNUMA, Revista Supervivencia. Agosto 1977
- 4) LA OTRA CRISIS DE LA ENERGIA, Erik P. Eckholm (misma anterior)
- 5) EL OASIS CRECIENTE. José Arias Chávez. CONSULTEA, S.C. Sept./1977



Gasómetro de almacenamiento.



Utilización del fertilizante



Mejora de cultivos con el empleo del bioabono.

Xochicalli, casa ecológica autosuficiente, un proyecto de vivienda productiva real

Una casa se ha visto usualmente como un sitio para protegerse las inclemencias en relación a ciertas actividades consideradas como domésticas.

Sin embargo las tendencias actuales nos indican que el tiempo que dediquen los familiares a tener labores dentro y en su entorno, aumentará. Eso se debe tanto a factores económicos como a socio-culturales de pendientes también en buena parte de lo económico, ecológico, salud mental, etc., presiones que van en aumento sobre todo en áreas urbanas pero también en rurales.

El concepto de vivienda productiva, si no es integral no cristaliza pues tiene inherentes varias contradicciones. Por otro lado, el problema de participación en las soluciones (autoconstrucción) y el proceso de financiamiento es tanto más difícil cuanto complejo resulte, siguiendo las técnicas actuales.

La Casa Ecológica Autosuficiente pretende ser una respuesta total ya que, como Xochicalli fue concebida, la autosuficiencia debe manifestarse no sólo en los insumos para habitarla - operarla, sino también en la factibilidad de implementación. Ver Anexo de metas de autosuficiencia.

Ecológica, porque debe integrarse como en todo natural, debe ser parte del ecosistema habilitado (más bien posibilitado de que se genere). Así, cumplirá junto con su entorno, las más de las funciones biológicas dentro de ella. Es decir, podrá captar recursos: energía, agua, nutrientes (directos y reciclados) materiales, etc., será habitat complejo y estará en equilibrio con su entorno.

Esto definirá también las condiciones de autosuficiencia, ya que en la medida de alcanzar ese equilibrio, en esa misma forma avanzará en el grado de autoabastecimiento, reciclaje, etc.

Para lograr esto, es necesario considerar una ruta crítica de capitalización de recursos que ahora se tiran (y además contaminan), que permitan usar ma-

Jesús Arias Chávez, Físico
XOCHICALLI, México

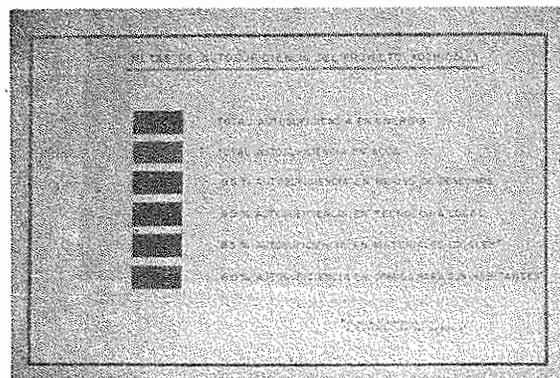
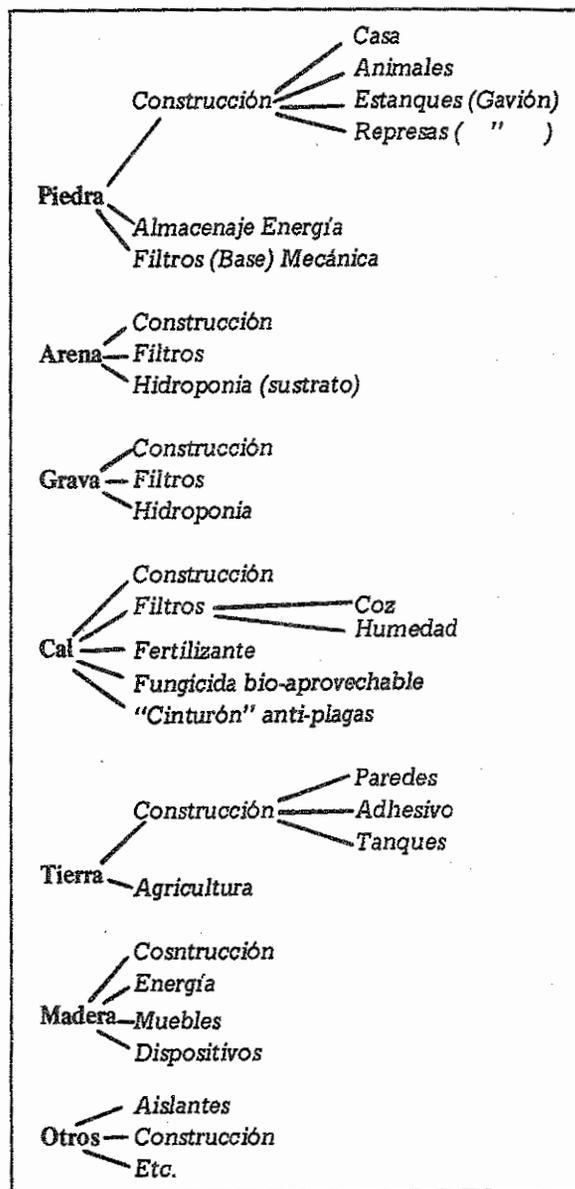
sivamente nuestro gran potencial de mano de obra no especializada y semiociosa.

De esta manera no habrá que inventar recursos y sólo proveer de la asistencia técnica, apoyos materiales no industriales y cierta infraestructura para que se manifieste un real interés en hacerlo. Una forma será a través de zonas de demostración de las llamadas ecotécnicas. Estas funcionan a base de autoconvenimiento, autofinanciación parcial y autoconstrucción, con apoyo externo de asesoría técnica. Esta incluye documentación escrita y algo de visitas aclaratorias. Otra opción es la de proveer cursillos sobre las ecotécnicas a gente dispuesta a hacerlas y a promoverlas en sus áreas de influencia. En el rubro de autofinanciación parcial, se refiere a que los usuarios proporcionen los materiales a su alcance: tierra, arena, piedra, grava, tezontle, fibras naturales, madera, etc... Por otro lado, debe contarse también con apoyo económico del sector gubernamental, dado que muchas de las soluciones que la gente haga en sus predios, liberará recursos que a escala pública tendría que hacer para (alcantarillado, obras hidráulicas, prevención de la contaminación, etc.

En el Anexo (I) se muestran los materiales prioritariamente utilizables.

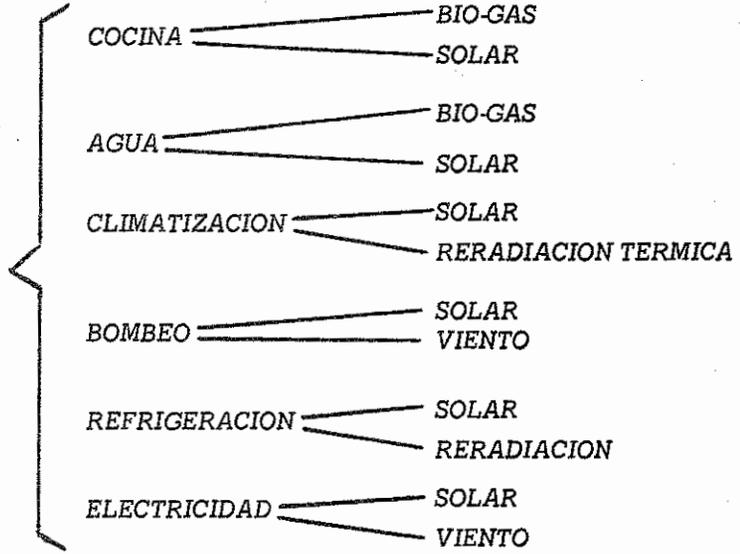
Conviene aclarar que tal tipo de vivienda no podrá ser generalizada como un modelo único, sino que tendrá que adecuarse a las condiciones locales: meteorológicas, edafológicas, otros recursos materiales, biológicas; además, de la idiosincracia, ese factor tan soslayado generalmente. Ciertamente existen algunas soluciones universales dentro de las ecotécnicas las que, dentro de tal generalidad aún tendrán que tornar varias modalidades locales y/o regionales. Tal es el caso del sistema de tratamiento y reuso del agua y nutrientes que usualmente solo requiere de unas cuantas excavaciones. Para Yucatán hubo de diseñarse una especie de gran caja con el material filtrante dentro, casi toda elevada del nivel del piso, en razón de que el costo del m³. de excavación se calcula en \$ 1.800.00 un promedio de \$ 50.00 en la mayor parte del país.

Experiencias interesantísimas se están efectuando con nuestras ecotécnicas en todo el país, a través de múltiples instituciones gubernamentales y privadas, así como por gestión directa nuestra y por autogestión, todo lo cual nos está sirviendo cada vez más para afinar lo que para nosotros representa el actual Xochicalli: un modelo de evaluación de la viabilidad práctica y económica de una serie de dispositivos, métodos y sistemas que permitan llegar a los citados niveles de autosuficiencia, sin que se agreda al ambiente.

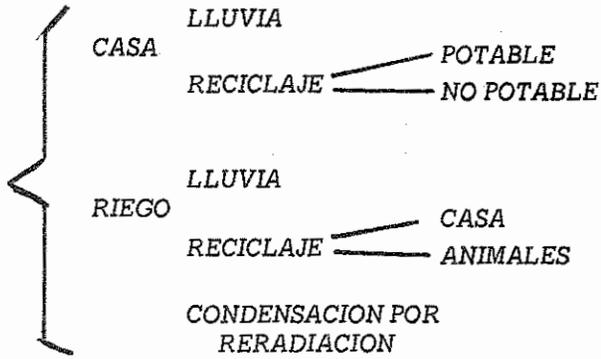


METAS DE AUTOSUFICIENCIA

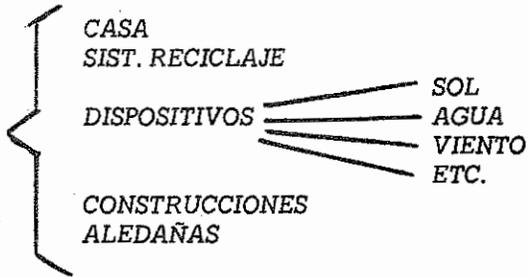
100 o/o EN ENERGIA
(EN 2,000 m²)



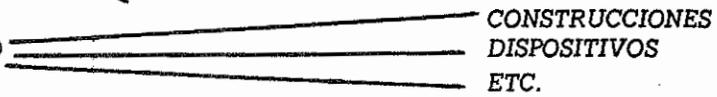
100 o/o AGUA
(EN 2,000 M²)

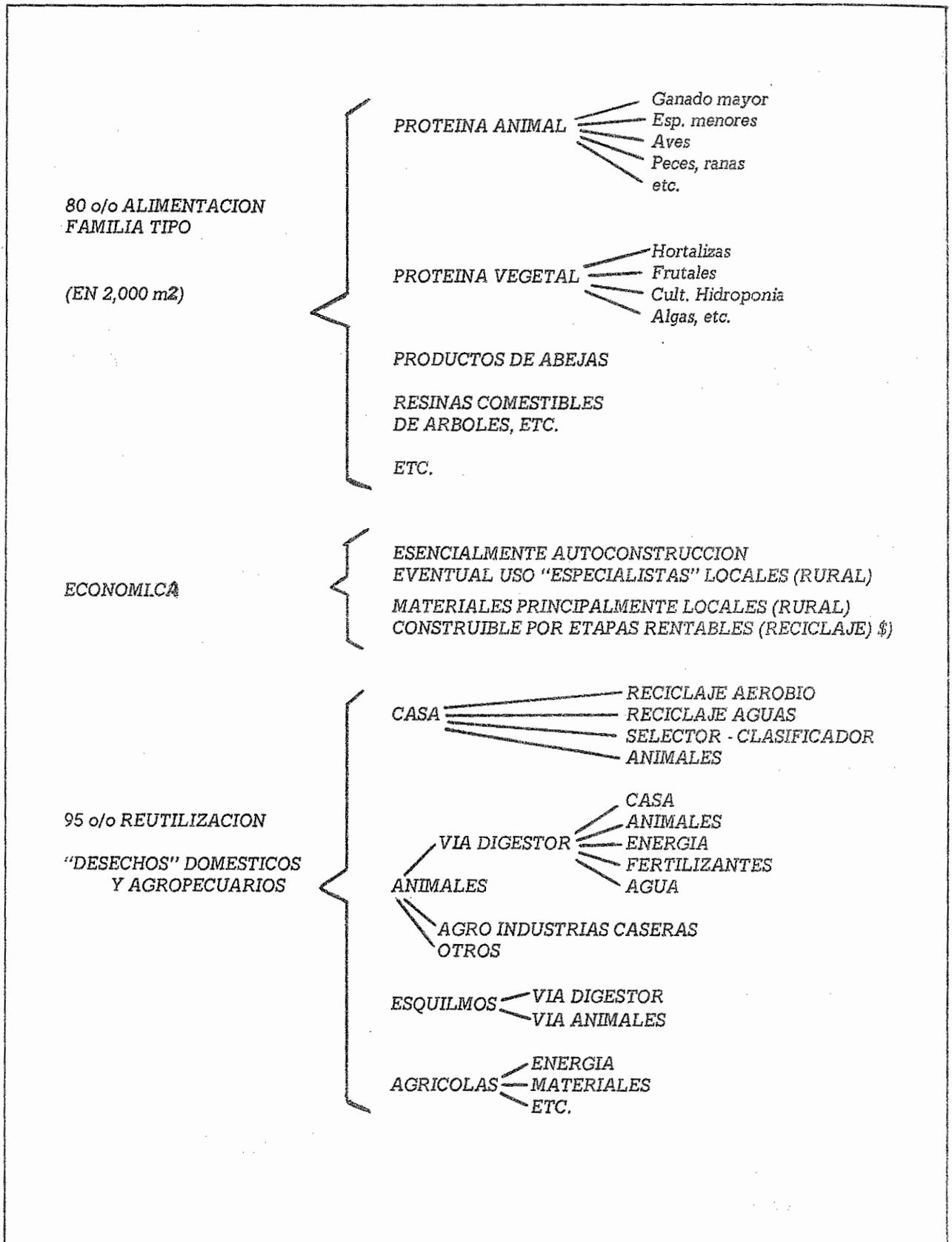


85 o/o MATERIALES
(EN 2,000 m²)

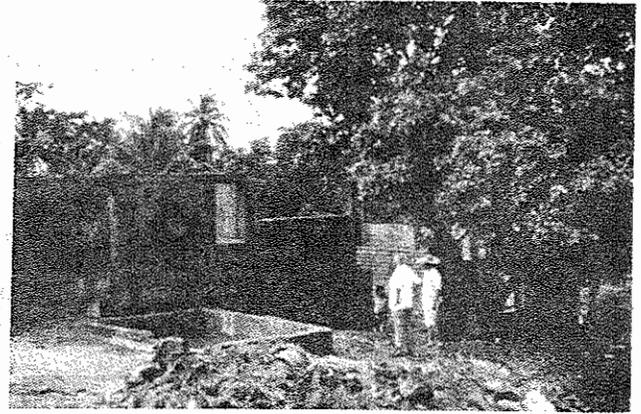
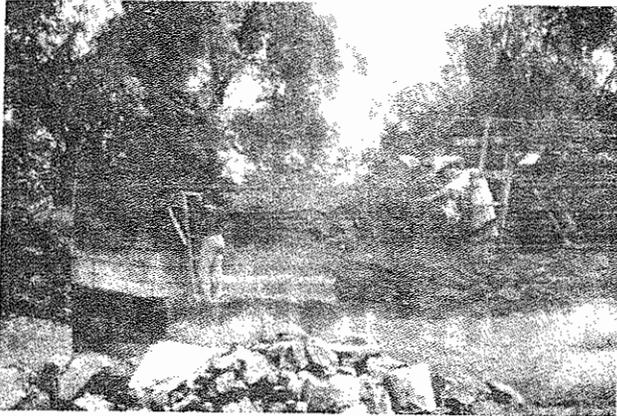


90 o/o NIVEL TECNOLOGICO
LOCAL
(COMUNIDAD TIPO)

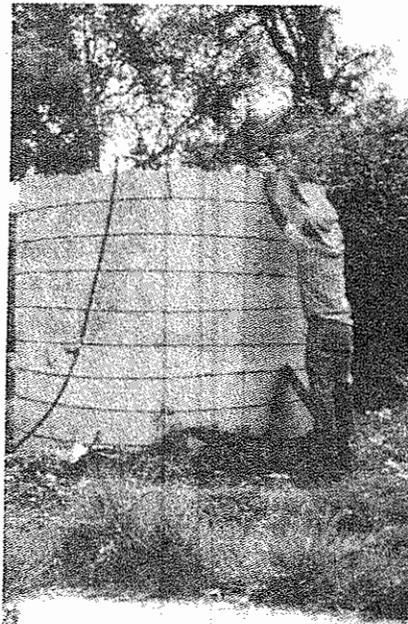




(*) Nota.- De hecho habrá excedentes en algunos renglones, permitiendo ventas, etc.



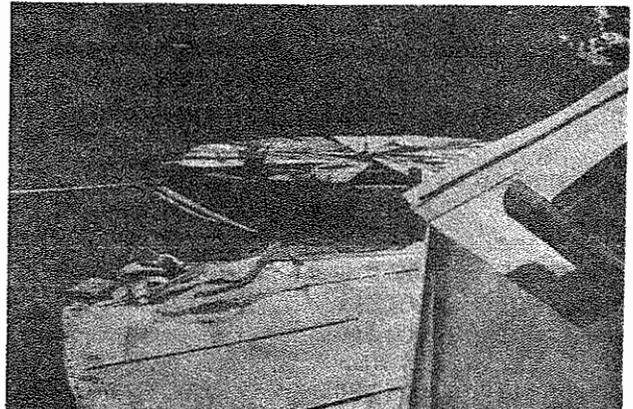
Utilización de técnicas de construcción para viviendas baratas.



Tanques de captación de agua - lluvia con técnica de construcción de ferro-cemento.



Invernadero alimentado con efluentes de digestores.



Cimientos de una casa ecológica

degradación anaerobia de biomasa, la mas viable opción actual para uso masivo de la energía solar

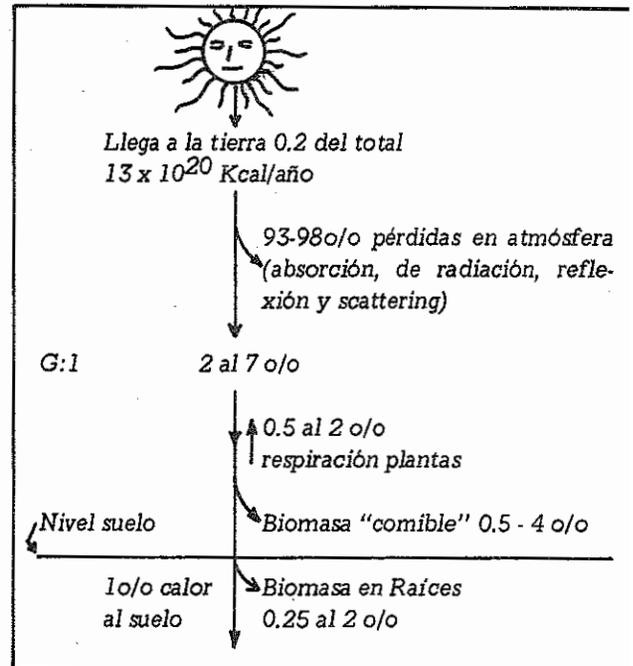
RESUMEN

Se dan algunas cifras respecto a la producción de biomasa en la tierra datos de eficiencia en la conversión de varios ecosistemas energía solar a energía bioquímica, comparando y discutiendo algunos de ellos. Se analizan varios de los procesos en que existen "desechos" orgánicos; se asocian a lo habitualmente hecho en diversas prácticas: municipales, industriales, agrícolas, pecuarias, acuícolas, etc. Se proporcionan diversos datos del proceso de degradación anaerobia, desde un punto de vista de optimización real, no parcial y/o circunstancial, enfatizándose en ejemplos de operación que nos indican la redituabilidad del proceso.

INTRODUCCION

En términos globales promedio, se considera que la radiación que llega al suelo es de unas. 500 cal/cm²/día.

Para obtenerse esto, es necesario considerar lo que sucede, visible en la Fig. 1



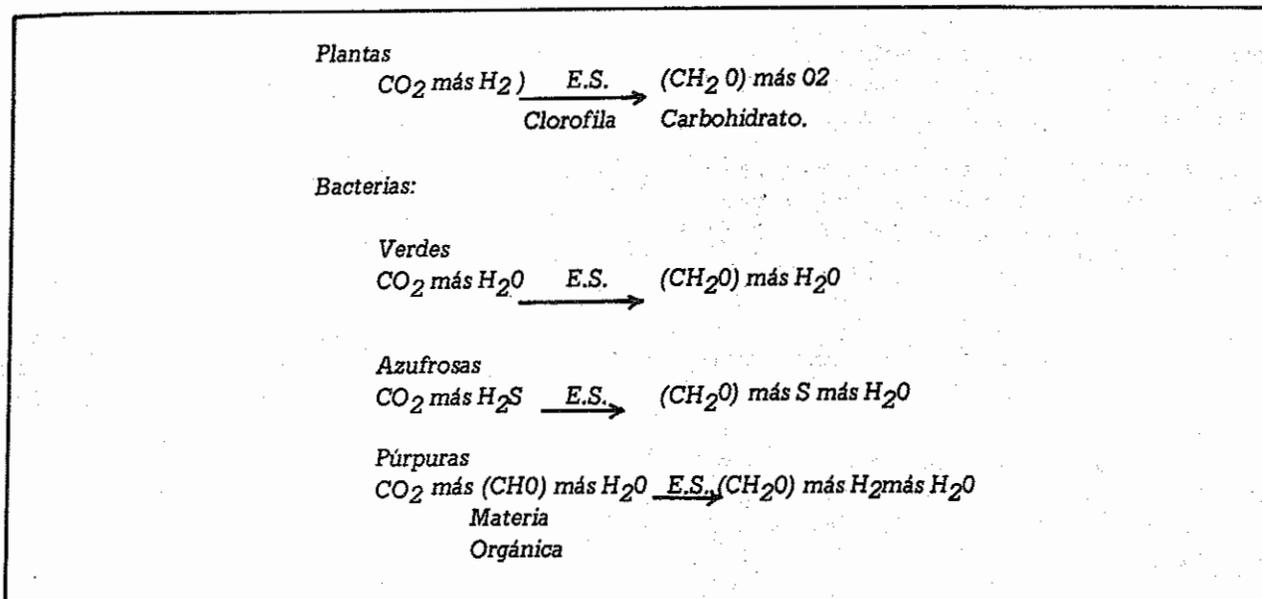
De ella se deduce que a nivel del suelo es factible aprovechar solo entre un 2 y un 7 o/o de lo total.

La Naturaleza nos ha dotado de mecanismos para fijar tal energía y poderla aprovechar. Desde siempre ellos han sido los ecosistemas. De hecho sólo existen las siguientes formas naturales de fijación:

A) Fototropos (Plantas inferiores, superiores y algunas bacterias).

Estos organismos, en muy diversos arreglos "toman" la energía solar y la convierten a bioquímica. Las reacciones que se producen son las siguientes.

Jesús Arias Chávez, Físico
XOCHICALLI, México



B) Energía en forma de calor

Esta energía se fija en diversos ecosistemas sirviendo a múltiples procesos naturales. Por simplicidad destaquemos 3 por su forma de liberación energética.

- I) Calor (cedido para ambientación)
- II) Energía Eólica
- III) Energía Hidráulica.

En los casos (II) y (III) también intervienen otros componentes de tipo gravitacional y topográficos, los cuales condicionan las formas y cantidades de liberación en cada sitio.

Así el hombre (y todos los seres vivos) han dependido de tales medios para su subsistencia: alimentación O_2 , agua donde se regenere, temperaturas adecuadas, transportación, (Pólen, insectos, hormonas, de productos minerales deslavados y/o erosionados, etc.) generación de energía, etc.

De hecho los combustibles fósiles, que ahora depredamos, son una fantástica forma de acumulación energética del sol a través de la biomasa, la cual se almacenó durante milenios para que la consumamos en un instante

Por ejemplo en nuestro país inciden entre unos 4 a 8×10^9 kcal/ha/año. Consideremos el valor más bajo y recordemos que alrededor del 1 o/o se convierte en energía de tipo bioquímico. Este parámetro es válido para praderas. No toda esta energía está disponible puesto que cerca del 25 o/o se "va" en la respiración quedando sólo algo así como 0.3×10^9 Kcal/ha/año, o sea

300 G cal/ha/año - PPN

G cal - 10^9 cal.

que representaría la productividad primaria neta. Considerando factores climáticos adversos la anterior productividad, promedio nacional bajo, podríamos reducir a la cuarta parte en las tierras de labor, 8 o/o del territorio. Es decir,

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{PPN} \\ \text{real} \end{array} \right\} = 75 \text{ G cal/ha/año (Tierra)}$$

Para el caso del ecosistema costero, la eficiencia es mayor pues se han medido de hasta un 86 o/o real en las 200 millas, en promedio. Sin embargo consideramos un conservador.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{PPN} \\ \text{real} \end{array} \right\} = 350 \text{ G cal/ha/año (Mar patrimonial)}$$

En cuanto a los demás ecosistemas, no de labor, se han medido productividades equivalentes o aún mayores a las tierras cultivadas. Como tenemos una gran faja desértica consideramos que la productividad promedio alcance tan solo 60 G cal/ha/año.

Simple cálculos nos llevan a las siguientes cantidades para nuestro país:

Áreas Cultivadas	1,200 x	10^6 G cal
Mar Patrimonial	122.500 x	10^6 G cal
No cultivado	15.000 x	10^6 G cal
TOTAL	138,700 x	10^6 G cal

Según datos de la comisión de Energéticos, nuestro país consumió en 1972.

$4,000 \times 10^6$ G cal

es decir 1/35 de lo que aún en promedio bajo se obtiene como biomasa (energía bioquímica disponible); lo que nos "comemos", que de ningún modo llega a 1×10^6 G cal, vemos que realmente no cuenta.

De lo anterior deducimos que la biomasa bastaría y sobraría para proveer de toda la energía que necesitamos, de poder transformarla de energía bioquímica a las utilizables.

Para éste y otros propósitos estudiemos la tabla 1.

Se observa de ella que, desde el punto de vista biológico, la conversión de biomasa es de los más eficientes, pudiendo llegar hasta el 70 o/o con un promedio de 55 o/o.

Por cuanto a la utilización de la energía del biogas para usos caloríficos mecánicos, y/o eléctricos, vemos según las mismas tablas que la eficiencia total desde biomasa a cada "producto" es:

Biomasa → Calor	41.25
Biomasa → Energía mecánica	22.75
Biomasa → Energía eléctrica	18.2

Tomando los valores promedios; los cuales pueden mejorarse.

Por el lado del concentrador solar de alta temperatura, para convertir desde sol hasta energía mecánica y eléctrica.

Sol → Vapor	40 - 60
Vapor → Energía mecánica	40 - 46
Sol → Energía mecánica	21.5
Sol → Energía eléctrica	17.2

De nuevo tomando promedios, mejorables menos que antes.

Vía fotoceldas, los límites prácticos actuales, según la bibliografía, son de un máximo de un 12 o/o en conversión sol → electricidad.

En cuanto a generación eólica, vemos que puede lograrse hasta un 35 o/o de eficiencia en conversión a electricidad y en 44 o/o en conversión a energía mecánica.

Para analizar comparativamente los diferentes tipos de conversión comencemos de atrás hacia adelante.

Energía eólica:

Esta aparece con las más altas eficiencias. Seguramente por ello se ha usado históricamente y volverá a llegar a un uso adecuado al revalorizarse y modernizarse. Conviene aclarar varias cosas al respecto. La eficiencia de los procesos puede ser muy alta pero antes es básico contar con viento. Puede sonar obvio pero esto no ocurre ni tan frecuente ni tan intensamente como uno quisiera, menos en nuestro país que en otros (USA, Argentina, Australia, etc.). Así resulta un factor limitante en buena parte del interior del país, para usos de generación eléctrica ¿porqué separamos?

Resulta que para alcanzar las altas eficiencias citadas, es necesario equipo sofisticado, a efecto de lograr alta velocidad rotacional y así poder transmitir con el mínimo de pérdidas a generadores eléctricos, normalmente de altas RPM. (Nota.- Ponencia del Sr. José Arias Chávez, en relación al uso de veleros de cabotaje).

Aunque así también se obtendría gran eficiencia a conversión mecánica, tal solución no proporciona adecuada inercia para bombas o molinos. Además dados los perfiles aerodinámicos de alta eficiencia, que presentan poca área frontal al estar parados, requieren de un alto umbral, es decir de baja a media velocidad se desperdician.

Obviamente la sofisticación aumenta los costos. En una experiencia de más de un año con la SCT y Xochicalli, se bajó el costo de generación a \$ 2.61/kwh en 1975, medidos en la base aerogenerador a 8m. del generador eléctrico, en un lugar de buena intensidad y constancia de viento, valor promedio durante la experiencia. El problema comienza en la transmisión de un bajo voltaje (12-16-v), de C.C. y, paralelamente en la acumulación. Líneas de transmisión de más de unos 50 m. tienen costo prohibitivo. Tener que acumular 1 kwh es similarmente carísimo si no se tiene suficiente constancia.

Si no se usa de modo más o menos similar a la presencia del viento adecuado, tener baja capacidad de almacenaje redundará en pérdidas perennes de energía.

Para generar sólo energía mecánica se pueden efficientizar veleros, aerobombas y molinos de viento.

En el caso de estos dos últimos, para susos estacionarios, baja grandemente la eficiencia práctica al tener que usar aspas de gran área y baja eficiencia aerodinámica inherente. Además la transmisión intro-

duce su factor, pues no hay que olvidar que se requiere gran torque. Esto ayuda al margen de utilización de los equipos en cuanto a intensidad del viento. Sin embargo, la eficiencia baja alrededor del 15 o/o. Énfasis especial habrá de hacerse en bajar los costos de construcción y facilidad y costo de operación - mantenimiento.

Además no deja de ocurrir el que no se pueda trabajar por falta de viento al no tener acumulación. En este sentido deberá buscarse una combinación eólico-hidráulica, donde sea factible, para acumular energía potencial a buen costo y disponible cuando se requiera, dentro de los márgenes económicos adecuados. Por otro lado, esto exigirá la introducción adicional de una turbina para operar al abrir válvulas y generar electricidad o energía mecánica, según sea el diseño. Obviamente la complejidad y costo aumentan, bajando la eficiencia notablemente. Otra opción en estos sistemas será un híbrido que pueda generar energía mecánica y/o eléctrica en detrimento de la eficiencia de cada sistema separado, por lo ya dicho; la utilidad real lo hará mucho más factible.

Foto-conversión

Solo veremos el uso de fotoceldas. Es bien conocido el limitante económico para un uso masivo, que provea una cantidad apreciable de energía, aunque no se objeta su uso en condiciones muy específicas, donde es insustituible (satélites, estaciones, remotas, boyas, servo-mecanismos, etc.). A escala práctica su contribución para obtener cantidades adecuadas de energía, se ve limitada por dos factores:

- Económico Directo.
- Acumulación, que es limitante económico-eficiente-práctico.

Tendrá que seguirse investigando arduamente en el tema a efecto de ir minimizando costos. Una opción interesante es la de concentración de hacer solares en foto-celdas y enfriar, éstas con fluidos que nos provean de calor para otros usos, es decir, híbridos foto-generación-termo-generación. De cualquier modo las eficiencias de conversión aún no son adecuadas, existe problema de líneas de transmisión, el del costo (entre \$15 y \$25 U.S dólares en nuestro país) y el de la acumulación imponen barreras actualmente insuperables a su difusión y contribución notable.

Termo - conversión

Para alcanzar las eficiencias señaladas resulta evidente que se trata de vapor sobrecalentado. Esto implica una gran complejidad tecnológica y alto costo y dificultad operativa y de manutención asociados.

Otros factores imponen nuevas restricciones fuertes:

La calidad de concentración requiere de haces de luz solar directa, no difusa, de modo que en casi cualquier nublado no opera el sistema.

Se requiere de mecanismos complejos para orientación, es decir, para seguir automáticamente y de cerca la trayectoria del sol.

Son necesarias turbinas de vapor asociadas al sistema, para alcanzar la citada eficiencia, complejidad y costo extra.

Solo funcionan en días soleados, sólo durante algunas horas del día.

Se requiere usar la energía al generarse pues de otro modo se agregará la acumulación, con sus costos y problemas, etc.

Nuevamente se encuentran muchos obstáculos a la utilización masiva y en todo caso mucho habrá de trabajarse nuevamente en híbridos integrales con fotoceldas, como ya se dijo, y con generación de calor para otros fines.

Entrando al tema de biomasa, aparte de encontrarnos con eficiencias muy adecuadas para diferentes transferencias, podemos apuntar otros factores favorables.:

- Simplicidad en la adaptación de los sistemas de combustión actual al uso de biogás, aún a baja presión real.
- Factibilidad práctico-económico de (auto) construcción de digestores anaerobios para su generación de cualquier tamaño, desde para drenaje y basura domiciliaria (casa por casa), hasta enormes sistemas para establos colectivos, ciudades, etc.
- Generación descentralizada de energía y, como valiosísimos productos, nutrientes, fertilizantes y agua de riego o para acuicultura o nuevo crecimiento de biomasa, fertilizada.
- Altísima redituabilidad.
- Proporcionan descontaminación real, no circunstancial, entre otros beneficios sanitarios, etc.

Capítulo aparte, quiero remarcar que la biomasa que se produce, representa de acuerdo con lo anotado, un fantástico acumulador, de este modo pu-

diendo ocupar muchísimo más fácil, la energía transformada en el momento que se requiera, a costos bajísimos.

Por otro lado, como actuales subproductos, mal llamados desechos se obtienen enormes cantidades de biomasa, mucha ya inoculada para poder digerirse anaeróbicamente.

O sea que del 50 o/o que es aprovechable finalmente por el vacuno (en mantenimiento y producción 25 o/o - y en estiércol - 25 o/o), la mayor parte de energía se pasa a estiércol. Al mal manejarlo estamos tirando lo más por lo menos.

El enfoque de reusar lo que ahora tiramos no sólo servirá para descontaminar, sino que nos paga grandes dividendos.

Nuestro grupo ha trabajado en la optimización integral, práctica y económica del proceso de digestión (degradación) anaerobia, llegando a obtener sistemas de bajo costo y sencillez, alta eficiencia termodinámica y fácil (de hecho más fácil que tirar basura o

manejar estiércol ahora) manejo, en simbiosis constructiva, operativa; tal es el caso de lo que llamamos sistema unitario de tratamiento y reuso de agua y nutrientes (en cada casa o módulos, se tratan y reusan aguas desechadas y basura orgánica), los digestores para estiércoles y desechos agrícolas, acuícolas, forestales, las plantas dual de tratamiento y reuso para ciudades (fábricas autofinanciales a partir de drenajes y basuras), el oasis creciente, etc.

Más datos de los procesos, de su importancia, etc., pueden tomarse de la ponencia del Ing. José Arias Chávez, "Degradación anaerobia de desechos orgánicos, prioridad estratégica para el ecodesarrollo" que se presenta en este mismo seminario.

Concluimos que, con sistemas simples, de pequeños a enormes, podemos aprovechar no sólo la energía sino también los nutrientes acumulados en la biomasa, en el lugar y en el momento programado, a bajo costo, descentralizadamente, etc., todo lo cual nos lleva al título dado a este trabajo: "Degradación Anaerobia, de biomasa, la más viable opción actual para el uso masivo de la energía solar".

TABLA 1

o/o EFICIENCIA DE CONVERSION EN ENERGIA SOLAR COMPARADAS CON OTRAS			
TIPO CONV.	DEL PROCESO	CONV. A CALOR	CONVA ELEC-TRICIDAD
Baja temp. en sol → agua caliente		20	
Alta temp. colector solar		50 - 80	
Sol → vapor		40 - 60	
Foto celda:			5
CdS			12
Si			
viento → mec.	44		
viento → elec.			35
en sol → en. bio-química en plantas	0.3 - 3		
en. plantas → en herbívoro	5 - 10		
en herb. → en carnívoro	5 - 15		
en sol → en un bosque (madera)	0.5 - 3		
en madera → calor (vapor)		60 - 80	
biomasa → biogas	40 - 70		
biogas → calor		75	
bio → calor → mec.	25 - 40		
en mec. → en elect.			80
Desp. org. → elect. (vía biogas)			0.02-0.5
biomasa → metanol	55		
en calor → en. mecánica			
gasolina	67		
diesel	64		
(óptimos)			

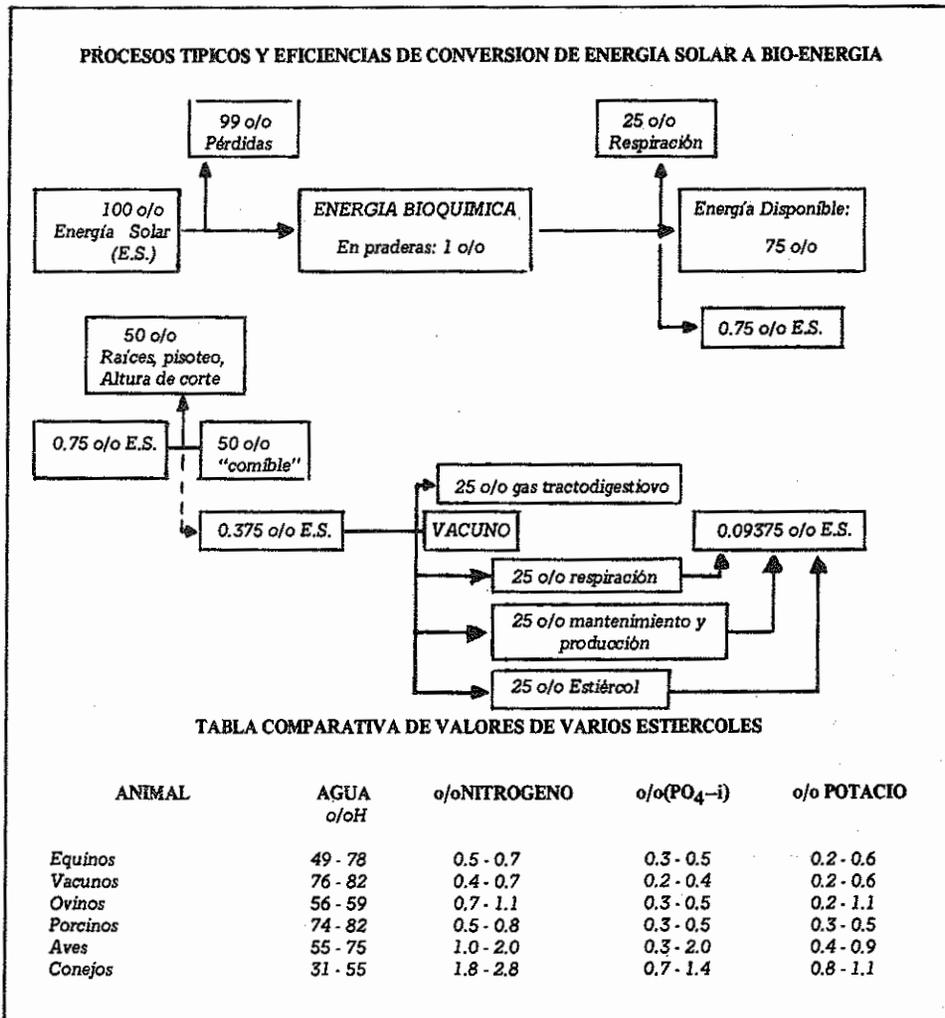
Nota.- En procesos bajo control extremo (laboratorio), ciertas algas pueden llegar a una eficiencia del 30 o/o.

Tomado del ENERGY, ED. PORTOLA INST.

- Tal es el caso de:
1. Desechos Agrícolas
 2. Desechos Pecuarios
 3. Desechos Acuícolas
 4. Desechos Agroindustriales
 5. Desechos Municipales
 - a) Basuras "sólidas"
 - b) Lodos de drenaje
 - c) De rastros
 - d) etc.
 6. Desechos de tipo orgánico de industrias.
 - a) Silvícolas
 - b) Papel
 - c) Alimentos
 - d) Caña
 - e) Etc.
 7. Desechos Domésticos
 8. Desechos Rurales
 9. Etc.

Casualmente (?) todos ellos son hoy contaminantes, absurda paradoja pues representan enormes cantidades de recursos, entre otros, energéticos. Un breve ejemplo se observa en la siguiente tabla.

TABLA II



POSIBILIDAD DEL USO DEL JACINTO ("LIRIO") ACUATICO

Dentro del Proyecto Xochicalli se comenzó a evaluar, por ello no se propone aún su adopción masiva, el tratamiento de aguas negras a base de jacinto acuático (*EICHHORVIA CRASSIPES*), dadas las increíbles propiedades de éste para tal efecto en nuestro país, aunado a su altísima reproducción. Obviamente que se deberá hacer en forma controlada para evitar aún más su proliferación en donde no convenga o se desee su existencia.

Se puede usar directamente al efluente de fosas -digestores y trampas de grasas para bajar la DBO, SST, diversos minerales, grasas, etc., para finalmente pescarse en una secuencia predeterminada (evitando el asemillado u otra forma reproductiva incontrolada, carga excesiva, etc.) y disponerse directa y/o indirectamente. En el primer caso se anexan las características nutrientes promedio con objeto de usarse como alimento de ganado; en el segundo caso se cargará a

digestores de metano pues se reporta que puede obtenerse gran cantidad de biomasa como lo es unos 25 Kg./m² (estanque)/día que pueden producir unos 140 lt. de gas metano y 0.5 Kg. de abono. Otra alternativa sería su directa disposición a tierra (temporal) a la que se le aplique un barbecho posterior, como mejorador (humus), fertilizante bajo, y como punta de riego debido a la gran cantidad de agua que almacena. Debe citarse que su disposición como alimento de ganado debe evaluarse pues al ser vehículo el caracol acuático y éste portador de la fasciola hepática, análisis de procesos para eliminarla se necesitarán.

De cualquier modo lo que sí es evidente es que debía promoverse una campaña masiva de recolección controlada para usarse en digestores y así tenga un uso rentable todo el que existe y representa un grave problema al país. Es decir, transformar lo que actualmente es considerado una plaga en una fuente de aprovisionamiento de energía (metano y fertilizantes) en prácticamente cualquier parte del país. O su "riesgo" e introducción a los suelos.

COMPOSICION DEL ALIMENTO DEL JACINTO DE AGUA

COMPOSICION GENERAL		COMPOSICION POR ELEMENTOS					
Proteína Cruda	17.22o/o	Fósforo	0.7-1.0o/o	Magnesio	0.20-0.30o/o	Carbono	32.0-34.5o/o
Fibra cruda	15.18o/o	Potasio	2.0-3.5o/o	Manganeso	0.005-0.008o/o	Hidrogeno	5.4- 5.8o/o
Contenido de Cen-	16.18o/o	Sodio	1.5-2.5o/o	Hierro	0.025-0.050o/o	Nitrógeno	2.72-3.52o/o
		Calcio	0.6-1.25o/o	Zinc	0.05-0.05o/o	Azufre	0.30-0.42o/o

CUANDO LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES O INDUSTRIALES NO CONTIENEN MATERIALES TOXICOS NI VENENOSOS, LOS JACINTOS DE AGUA COSECHADOS PUEDEN SER SECADOS Y CORTADOS PARA OBTENER UN PIENSO ADICIONAL DE ALTA PROTEINA

COMPOSICION DE PROTEINAS Y AMINOACIDOS

Item	Harina de semilla de algodón	Harina de soja	Jacinto de agua
Análisis químico, o/o	39.1	44.5	17.5
Proteína cruda	13.7	6.2	15.5
Fibra cruda	1.18	0.70	1.40
Calcio	0.22	0.45	0.36
Fósforo			
Análisis de aminoácidos	5.40	6.49	4.19
Lisina	2.16	2.63	2.94
Histidina*	5.17	6.98	11.52
Arginina	19.22	12.18	10.24
Aspártico	4.86	4.26	3.77
Treonina*	4.94	5.51	4.94
Serina	13.66	19.36	22.80
Prolina	5.56	4.48	4.84
Glicina	6.33	4.58	4.32
Alanina	5.48	4.80	4.89
Valina*	1.31	1.37	1.59
Metionina*	4.40	4.90	3.69
Isoleucina*	7.80	7.98	6.58
Leucina*	3.55	3.94	3.51
Tirosina	5.10	5.37	6.01
Fenilalanina			

a Gramos de aminoácido por 100g de proteína: *Aminoácidos esenciales

Aunque la proporción de proteína y aminoácidos de la harina de jacinto es considerablemente menos que la de harina de semilla de algodón y de soja, la harina de jacinto es un producto derivado económico del tratamiento de aguas residuales.

el biogas como alternativa energética para zonas rurales

La crisis energética en el mundo actual debida fundamentalmente a una secular explotación indiscriminada de combustibles fósiles no renovables (petróleo, gas natural, hulla), que la naturaleza ha tardado milenios en formar, se manifiesta en: una continua elevación de precios y en una desigual distribución de estos y sus derivados lo cual ha ocasionado una aguda escasez de los mismos, particularmente en los países en desarrollo como el nuestro con grave repercusión en la economía nacional.

Particularmente en el Perú, la escasez de combustibles y sus altos costos, sumado a la deficiente infraestructura de transporte y el reducido poder adquisitivo de la población campesina, está limitando cada vez más el uso de combustibles derivados de petróleo en las zonas rurales, predominantes en el país reduciendo la calidad de vida en el agro.

Este hecho ha motivado que en dichas zonas (sobre todo en nuestra serranía) aumente la práctica tradicional, de quemar leña y desperdicios agrícolas (como el estiércol) para satisfacer sus necesidades energéticas. Sin embargo, esta forma de obtener energía no es una solución adecuada porque conduce a la deforestación y al deterioro de los suelos de cultivo al quemarse los desperdicios agrícolas no restituyendo los nutrientes que estos contienen.

Este problema plantea la necesidad de encontrar fuentes de energía alternativa, basada en la mejor utilización de recursos locales que aseguren el suministro de combustible barato y accesible y que a su vez sirva para devolver al suelo los nutrientes que este necesita.

Asimismo, plantea la necesidad de una tecnología apropiada que utilizando recursos locales disponibles, como son los desperdicios, sirvan para: generar energía, incrementar la producción agrícola y preservar el medio ambiente, reforzando la independencia de los agricultores y del mundo rural.

El estudio de tecnologías alternativas que permitan disponer combustibles de carácter renovable o

avier Verástegui Lazo
Magda Mateo Bruno.
Dirección de Tecnología
FINTEC

Trabajo presentado al I Simposio Nacional sobre "La Energía y sus Perspectivas" 5 - 28 de junio, 1979. Lima - Perú.

un costo económico constituye un problema mundial. Dichos combustibles pueden ser obtenidos mediante una utilización racional e integral de los recursos biológicos (Biomasa) según los siguientes procesos, entre otros:

1. Fermentación alcohólica de carbohidratos y azúcares. Etanol.
2. Pirólisis y gasificación de compuestos leñosos y celulósicos: carbón vegetal, gas de madera, metanol, metano, hidrógeno y monóxido de carbono.
3. Combustión directa de madera y desechos: bagazo, pellets de basura, etc.
4. Fermentación anaeróbica de Biomasa y Desechos. Biogas (mezcla de metano y dióxido de carbono).

En países atrasados la investigación y desarrollo del proceso de Obtención de Biogas ha logrado avances espectaculares debido a que constituye una de las alternativas más adecuadas para solucionar los problemas anteriormente planteados. En efecto, el Proceso de Fermentación Anaeróbica (en ausencia de aire) convierte la materia orgánica compleja en un gas combustible con alto contenido de metano (Biogas) dejando un residuo de un alto poder fertilizante sin riesgos de contaminación.

Este proceso se puede realizar en Plantas de Biogas de fácil construcción y manejo, utilizando desperdicios disponibles y agua. Así, se puede utilizar:

- Desechos Agrícolas (Rastrojos, etc).
- Desechos Animales (estiércol, etc)
- Desechos Orgánicos Urbanos (basura, desechos)
- Desechos Orgánicos Industriales (de fáb. de alimentos, etc).

Los digestores deben ser adecuados para cada tipo de desecho y para escala familiar, comunal o industrial. Sin embargo, en nuestro país esta tecnología es más apropiada para áreas rurales porque no requiere de mucha inversión ni trabajo altamente especializado y puede ser aplicado con materiales y mano de obra locales.

RESEÑA HISTORICA

La utilización del gas de los pantanos, metano o biogas como combustible no constituye una novedad tecnológica, pues ya a comienzos del presente siglo se

iluminaba ciudades con el biogas proveniente de plantas de tratamiento de desechos municipales. Exeter (1896), Birminaham (1927), Berlin (1929), Baltimore (1936), etc. (1, 2, 3).

Durante y después de la Segunda Guerra Mundial se despertó en Europa un redoblado interés por el metano, a partir de los desechos orgánicos como sustituto de la gasolina debido a la escasez de éste último este gas se empleó para el funcionamiento de automóviles en Alemania, Francia y Argelia. Así, en 1952 había en Francia 1000 plantas de biogas en funcionamiento (2, 4). Posteriormente a partir de la década del 60 y con el regreso a fuentes de energía baratas (petróleo), la mayoría de estas plantas fueron abandonadas.

A diferencia de los países desarrollados, la producción de biogas ha sido cada vez más creciente en los países en desarrollo, siendo India y China los que están a la vanguardia en las aplicaciones a escala familiar y comunal, para el medio rural. En India existían más de 10000 plantas operando en 1976 (5). El desarrollo más espectacular se ha producido en la China, pues en 1972 sólo existían unas 400 plantas de biogas a escala familiar en 1975 ya eran 1000.000 mientras que en diciembre de 1978 operaban cerca de 7.000.000 de digestores anaeróbicos (6, 7).

Además de India y China, se han construido numerosas plantas a escala familiar en Corea, Taiwan, Hawaii, etc. (4). En América Latina no se han desarrollado hasta la fecha programas estatales de difusión de esta tecnología, aunque se viene experimentando en México, Guatemala, Colombia y Ecuador (8, 9, 10). Sin embargo, organismos internacionales como OLADE, PNUMA y JUNAC, han realizado estudios tendientes a incentivar programas de difusión masivos (11).

En los Estados Unidos, existen numerosas plantas de biogas utilizadas por granjeros; sin embargo, a raíz de la crisis energética, en los últimos años se ha despertado enorme interés en la construcción de grandes plantas industriales de Biogas, como la de Guyton, Oklahoma, que trata el estiércol de 100 000 vacunos y abastece con 1.6 millones de pies cúbicos de metano diarios a una parte de la red de gas de Chicago, mediante gasoducto (12).

DESCRIPCION DEL PROCESO

La materia orgánica puede fermentarse aeróbica (con oxígeno) y anaeróbicamente (sin oxígeno) produciendo, principalmente, dióxido de carbono (CO₂) y amoniaco (NH₃) en el primer caso y dióxido de carbono y metano (CH₄) en el segundo caso.

La fermentación anaeróbica de materia orgánica se realiza en forma natural en los intestinos de animales y debajo de las aguas estancadas o pantanos. Este proceso puede realizarse artificialmente en depósitos cerrados herméticamente llamados digestores.

El método consiste en alimentar el digestor con materiales orgánicos y agua, dejándose un período de semanas o meses, a lo largo de los cuales en condiciones ambientales y químicas favorables, el proceso bioquímico y la acción bacteriana se desarrollan simultánea y gradualmente, descomponiendo la materia orgánica hasta producir grandes burbujas que fuerzan su salida a la superficie donde el gas se acumula.

Al interior del digestor en un proceso de digestión lenta, los materiales se van estratificando en las siguientes capas, comenzando del fondo (Ver figura 2.1).

- Materiales inorgánicos y arena en el fondo
- Lodo, suspensión de sólidos digeridos. El sólido digerido y seco representa el 30 - 40 o/o del material crudo original con un alto contenido fertilizante.
- Sobrenadante, son líquidos digeridos que aún tienen sólidos disueltos, los cuales una vez secos tienen menor poder fertilizante que el lodo.
- Nata, es una espuma consistente en una mezcla de material fibroso grueso, gas y líquido. La acumulación de estos en la superficie es

un problema porque pueden detener la digestión.

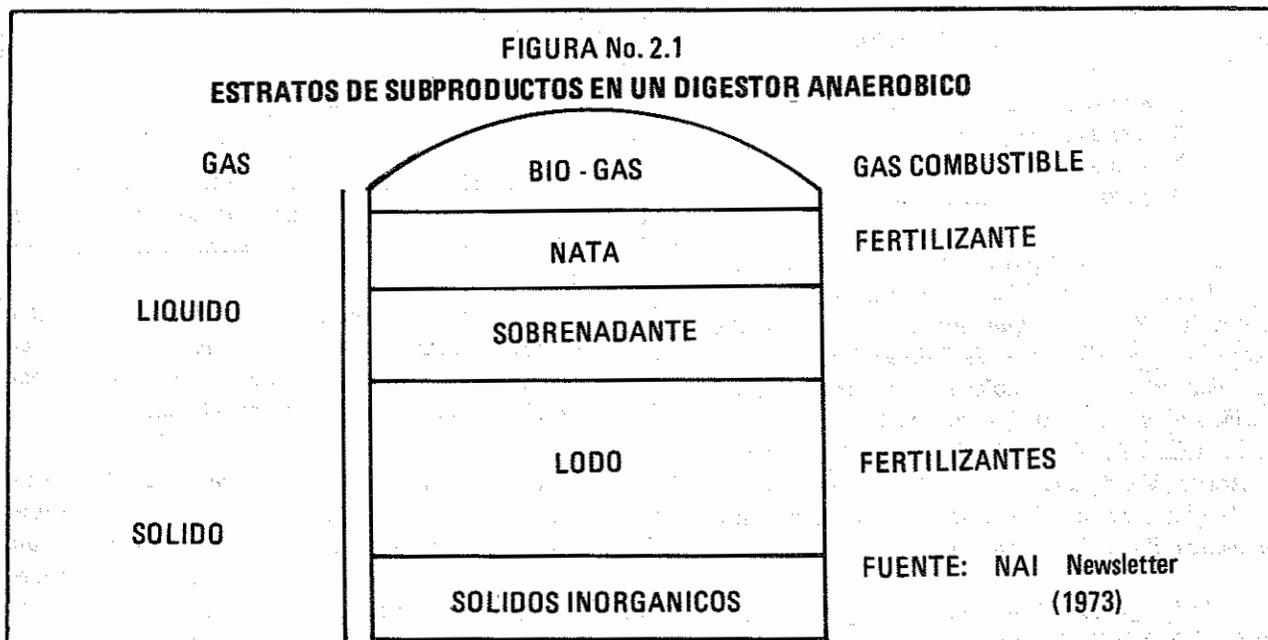
- Biogas, es el gas producto de la digestión, contiene más o menos, 60 o/o de metano, 40 o/o de CO₂ y pequeñas cantidades de N₂, H₂, SH₂. El CH₄ es un combustible directo.

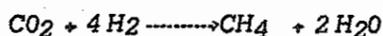
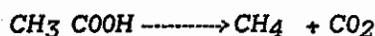
La digestión anaeróbica de la materia orgánica es un proceso bioquímico complejo que se desenvuelve en tres etapas, utilizando en cada una, un grupo específico de microorganismos.

En la primera etapa de "Solubilización", la materia orgánica cruda formada por polímeros (proteínas complejas, grasas y carbohidratos, principalmente) es hidrolizada por la acción de enzimas, descomponiéndose en compuestos simples y solubles.

En la segunda etapa, de "Acidogénesis", los compuestos simples solubles, de la primera etapa, siguen un proceso de fermentación que los convierte por óxido-reducción, en ácidos simples de cadena corta mediante la acción, de bacterias formadoras de ácidos que son anaeróbicos facultativas (viven tanto en presencia como ausencia de aire).

En la tercera etapa, de "Metanogénesis", los ácidos orgánicos simples, producidos en la segunda etapa devienen en substractos para la descomposición, estabilización y producción de metano, mediante la acción de bacterias: metanogénicas, estrictamente anaeróbicas, las cuales producen CH₄ por 2 vías: fermentación de ácido acético y reducción de CO₂ (principalmente), metanol y ácido fórmico por hidrógeno naciente:





El proceso global se muestra en la figura 2.2

Estas bacterias son muy sensibles a los cambios de pH cuyo rango óptimo está entre 7 y 7.2. Asimismo, la descomposición anaeróbica es óptima en dos rangos de temperatura: el rango mesofílico (28° - 38°C) y el rango termofílico (50° - 60°C); por debajo de 20°C la actividad microbiana disminuye hasta casi cesar por completo a menos de 10°C. Sin embargo, como el proceso es exotérmico, se alcanza al interior del digestor temperaturas del rango mesofílico aún cuando la temperatura ambiente es de 20°C (Ver figuras 2.4 y 2.5).

La composición del biogas es variable dependiendo de las materias primas y las condiciones del proceso aunque generalmente tienen la siguiente composición:

	o/o Volumen
Metano (CH ₄)	55 - 65
Dióxido de carbono (CO ₂)	34 - 45
Nitrógeno (N ₂)	0 - 3
Hidrógeno (H ₂)	0 - 1
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	0 - 1

El metano es el constituyente principal del biogas y a la vez el componente energético útil; del contenido de éste depende el valor combustible del biogas (poder calorífico: 5 000 Kcal/m³, aproximadamente).

Los digestores anaeróbicos pueden ser clasificados según el flujo hidráulico en (Ver figura 2.6):

- Digestores Batch.
- Digestores de Flujo "tapón"
- Digestores de Flujo arbitrario
- Digestores de Mezclado complejo.

Los primeros sólo tienen interés experimental y los últimos sólo se justifican para grandes plantas industriales. Para los requerimientos energéticos del medio rural, los digestores de flujo arbitrario son los más adecuados por su simplicidad, economía de construcción y escaso control; entre estos el modelo hindú de Acharya y el modelo chino son los más representativos (Ver figuras 2.8 y 2.10) En ambos modelos, la alimentación y la descarga de lodos se realiza de manera discontinua, diariamente.

En la figura 2.12 se aprecia un esquema de una Planta Industrial de Biogas de mezclado Completo

POTENCIAL NACIONAL DE BIOGAS (13)

En el Perú los principales desechos orgánicos disponibles para esta tecnología son los siguientes:

Desechos Rurales.- Considerando que el estiércol de animales, los desperdicios de cereales, y la excreta humana, son los principales desechos del agro peruano, se ha calculado la cantidad de estos a partir de las estadísticas del Ministerio de Agricultura (OSEI) de 1976 resultando un total de 59 106 TM/año, que se especifica en el cuadro 2.11 multiplicando la cantidad de estos desechos con los datos de su rendimiento de biogas (en otros lugares) se ha estimado el Potencial Nacional de Biogas en 4.9 x 10⁹ m³/año, que corresponde a un valor energético de 23 x 10¹² Kcal/año, como puede apreciarse detalladamente y por zonas del país en el Anexo No. 1 "Potencial del Biogas en el Perú"

Principales Desechos Rurales en el Perú

Desechos	10 ⁶ TM/año
Estiércol de vacunos	25.131
Estiércol de equinos	6.632
Estiércol de porcinos	6.425
Estiércol de ovinos	12.235
Estiércol de caprinos	1.617
Estiércol de aves	0.924
Desperdicios de cultivo de arroz	0.450
Desperdicios de cultivo de trigo	0.450
Desperdicios de cultivo de cebada	0.549
Desperdicios de maíz	5.850
Excreta humana	1.369
Total de Desechos:	59.200

FUENTE: Anexo 1

De los datos del Anexo 1, se ve que los desechos de más rendimiento son el estiércol de ovinos, el estiércol de vacunos y los desperdicios de cultivos de maíz que se encuentran en su mayor parte en la sierra del Perú.

Además tenemos el estiércol de auquénidos, desechos de cultivos de menestras, tallos y hojas de tubérculos, entre otros que también representan un potencial de Biogas que estaría por calcularse.

Desechos Urbanos.- El desagüe de Lima y las principales ciudades del Perú, producen diariamente una gran cantidad de desechos que representan un gran potencial de Biogas que debe evaluarse para considerar su próxima utilización por los organismos competentes.

La basura de cada municipio es una buena fuente diaria de desechos. Lima Metropolitana produce diariamente 3.427 TM. de basura con un promedio de 0.840 kg/habitante (Ministerio de Salud), lo cual representa un potencial máximo diario de 1.060.000 m³ de Biogas.

Desechos Industriales.- Los diferentes tipos de desechos industriales susceptibles de ser utilizados para producir biogás, aún queda por investigar.

De las experiencias de India, China y México, lo más recomendable para iniciar la difusión de plantas de biogas de tipo familiar es el estiércol de vacunos por las siguientes razones: material preparado y fácil de digerir, material mejor balanceado en celulosas y nutrientes: disponibilidad inmediata y diaria, recolección fácil y rápida y existe en mayor cantidad. Sin embargo, es mejor complementar con excreta humana, estiércol de aves, ovinos y/o porcinos, que tienen buen rendimiento de biogas, en proporciones que se precisarán más adelante.

A partir de los datos del Anexo 1, se puede deducir que el estiércol de ganado ovino representa el mayor potencial energético como biogas, tanto en rendimiento por animal como debido a la gran población existente, representa el 38 o/o del total de biogas estimado (8.87 10¹² kcal/año). Los departamentos con mayor potencial en ovinos son Puno y Junín.

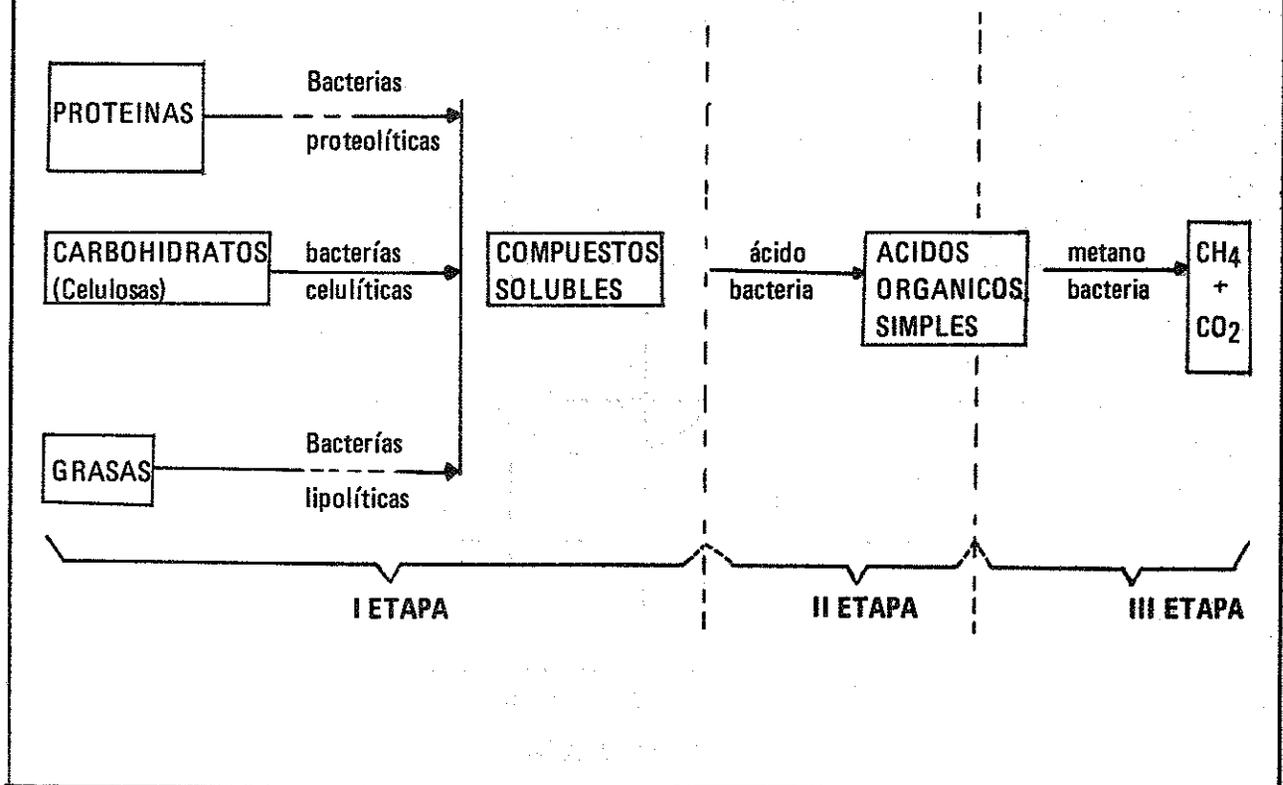
El potencial nacional de biogas a partir de estiércol de vacunos ocupa el segundo lugar con 4.46 x 10¹² kcal/año, siendo Cajamarca y Puno los departamentos con mayor potencial.

En tercer lugar aparecen los desechos de maíz (chala, tallos, corontas) con un total de 3.49 x 10¹² kcal/año (como biogas), siendo Cajamarca y Ancash los departamentos con mayor potencial.

El potencial nacional de biogas obtenible a partir de otros tipos de ganado (equino, porcino y caprino) representan en conjunto unos 4.5 x 10¹² kcal

FIGURA No. 2.2.

ETAPAS DE LA DIGESTION ANAEROBICA



/año, con una distribución geográfica centrada en los departamentos centroandinos y Lima.

Las pajas de cereales considerados en este estudio (arroz, trigo y cebada), solo representan un potencial de biogas equivalente a 1.3×10^{12} kcal/año distribuidos principalmente en los departamentos de la costa Norte, Ancash y Junín.

El potencial de biogas a partir de excremento aviar es pequeño (0.4×10^{12} kcal/año) y está fuertemente centralizado en Lima.

El excremento humano representa un potencial mínimo (0.27×10^{12} kcal/año).

Si consideramos el consumo energético doméstico (en 1976), observamos que los requerimientos para cocinar en medio rural alcanzaron 42.0×10^{12} kcal/año mientras que los requerimientos para alumbrado en el mismo medio llegaron a 2.4×10^{12} kcal/año; energía obtenida principalmente de la leña y del estiércol. Podemos entonces deducir que el potencial

nacional de biogas obtenible a partir de los desechos considerados en el Anexo 1 (23×10^{12} kcal/año) podrían llegar a satisfacer más del 50 o/o de la demanda para cocina rural, así como la demanda total para alumbrado rural.

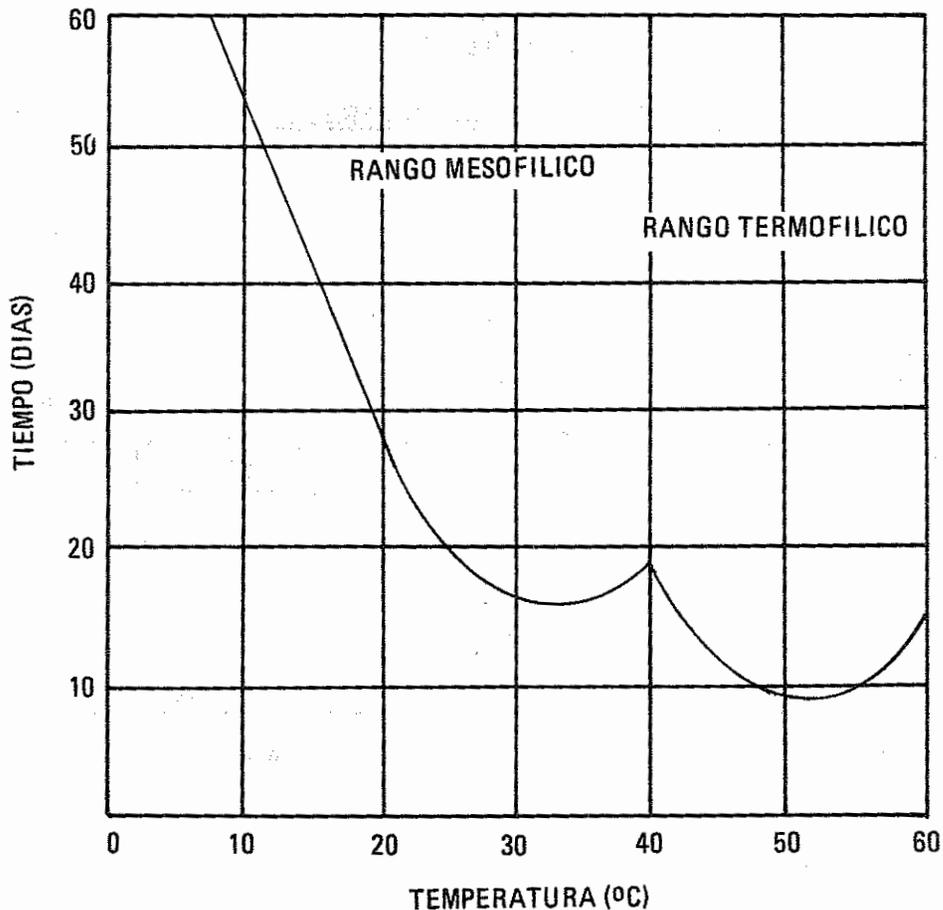
CONCLUSIONES

La difusión de la tecnología de producción del biogas en el Perú es importante, necesaria y urgente pues el país cuenta con los recursos necesarios, existe demanda insatisfecha de energía y la construcción y operación de las plantas de biogas es sencilla y no demanda recursos económicos importantes.

Es conveniente iniciar dicha difusión en el medio rural, utilizando principalmente los desechos animales, particularmente vacuno y ovino, centralizando un programa piloto en los departamentos de Puno y Cajamarca. De esta manera, contando con un combustible barato y un fertilizante natural de alta calidad se logrará incentivar la producción agrícola y mejorar el nivel de vida rural.

FIGURA No. 2.4

TIEMPO DE RETENCION EN FUNCION DE TEMPERATURA DE OPERACION

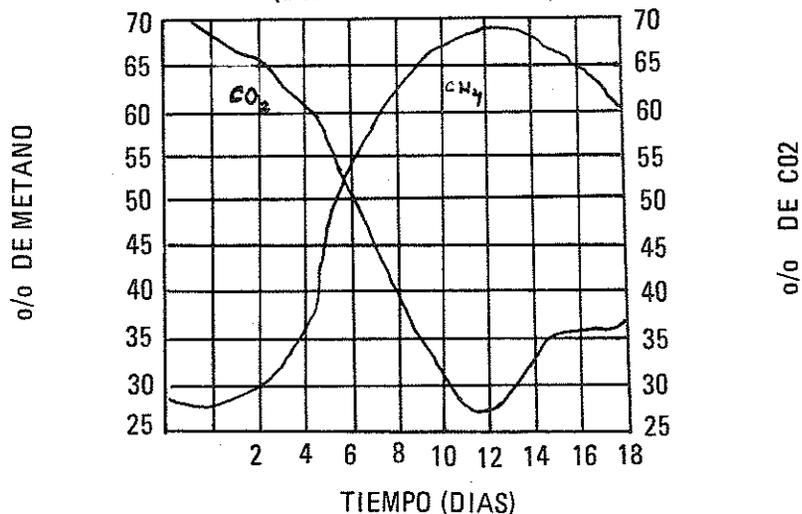


RELACION BIBLIOGRAFICA

- (1) Tai Mei Fien
Usar y Popularizar el Metano en el Campo de nuestro país, China Reconstruye - Mayo 1977
- (2) Ken Smith
Methane: Methane Systems: principles and practice (12 P.) p. 136 -207 "Energy Primer: Solar Water, Wind and Biofuels Edited by Richard Merrill and Thomas Gage (CIT)
- (3) Philip Steadman
Descomposición controlada, tratamiento de residuos y gas metano como combustible. p 229 - 268 de Energía y Medio Ambiente y Edificación.
- (4) National Academy of Sciences "Methane Generation from human, animal, and agricultural wastes" - Washington D.C. 1977, 132 pp.(CIT).
- (5) Mohan Parick
"Caso de estudio No. 6 "Planta de Bio-gas en pequeña escala - India" Bardali, Gujarat. India 19 pp.
- (6) Vacía v Smild
"Energy Solution in China"
Environment, Vol. 19 No. 17.4 pp.
- (7) Chou Chin
"Gas Metano. Fuente de Energía inagotable Pekin Informa No. 50,20 de diciembre de 1978, 4pp.
- (8) Alfonso Félix Almada
(Instituto de Investigaciones Eléctricas, División de Fuentes de Energía) México. "Experimentación con digestores de desechos orgánicos en el I.I.E. Febrero 1978. 15 pp.
- (9) Joris J.C. Voorhoeve
"Tesoros en la basura, una utilización correcta de los desperdicios puede estimular la producción agrícola, crear energías, preservar el medio ambiente y economizar divisas". Ceres Marzo - Abril 1976. 3 pp. (CIT).
- (10) Pat Doherty, Stan Huncilman, Max Kroschel, Paul Warpeha (Peace corps volunteers).
"The Araque Methane gas and fertilizer plant" Project Report No. 1 Ecuador - Mayo 1976
- (11) OLADE, Secretaría Permanente. "Bio-Gas" VII Junta de Expertos, 29 - 31 de mayo de 1978, Quito - Ecuador 1976
- (12) G.W. Meckert, Jr.
"Commercial SNG Production from feedlot wastes". Symposium papers: Energy from Biomass and Wastes, Washington D.C., August 14- 18, 1978. 15pp.
- (13) J. Velástegui Lazo, y M. Mateco Bruno
Proyecto de investigación tecnológica industrial "Producción de biogas a partir de desechos orgánicos. Parte 1: Planta piloto familiar". Dirección de Tecnología - ITINTEC, junio 1979, Lima, Perú.

FIGURA No. 2.5

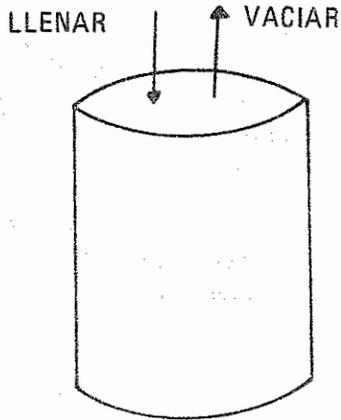
COMPOSICION DEL BIO-GAS EN FUNCION DEL TIEMPO DE RETENCION
(a condiciones mesofílicas)



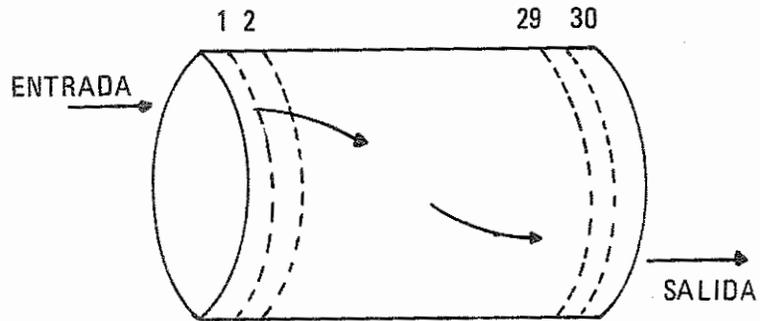
Fuente: IIE (México) - 1978

FIGURA No. 2.6

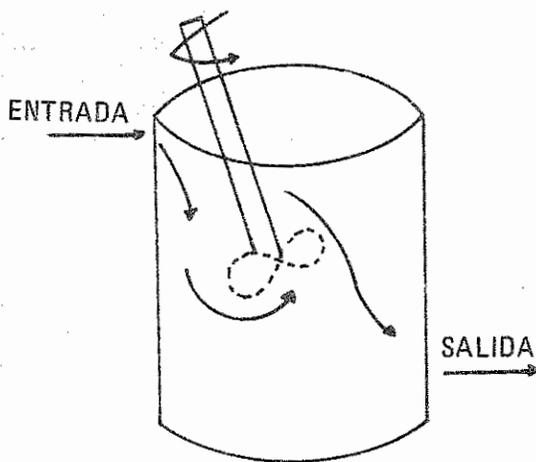
DIGESTORES CLASIFICADOS POR CARACTERISTICAS DE FLUJO HIDRAULICO
(Tipos)



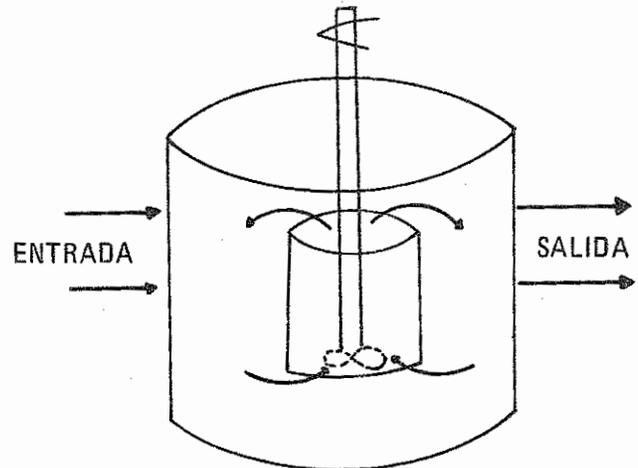
A) DE CARGA POR LOTES (BATCH)



B) DE FLUJO "TAPON"



C) DE FLUJO ARBITRARIO



D) DE MEZCLADO COMPLETO

Fuente: Anaerobic Digester Feasability
Study, Ecotope Group

FIGURA No. 2.8

PLANTA DE BIOGAS DISEÑADO POR ACHARIA (Instituto de Investigación Agrícola India)

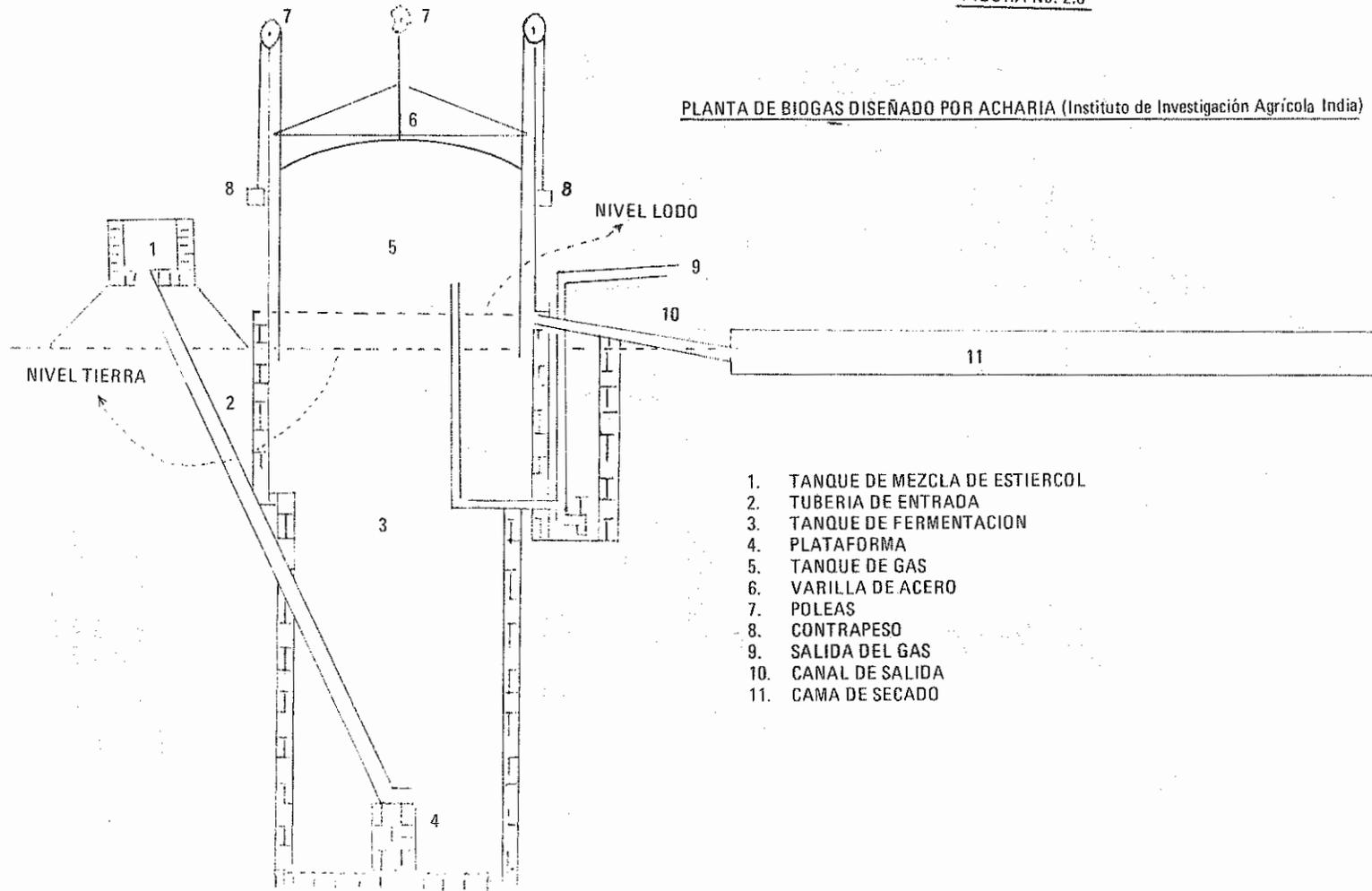
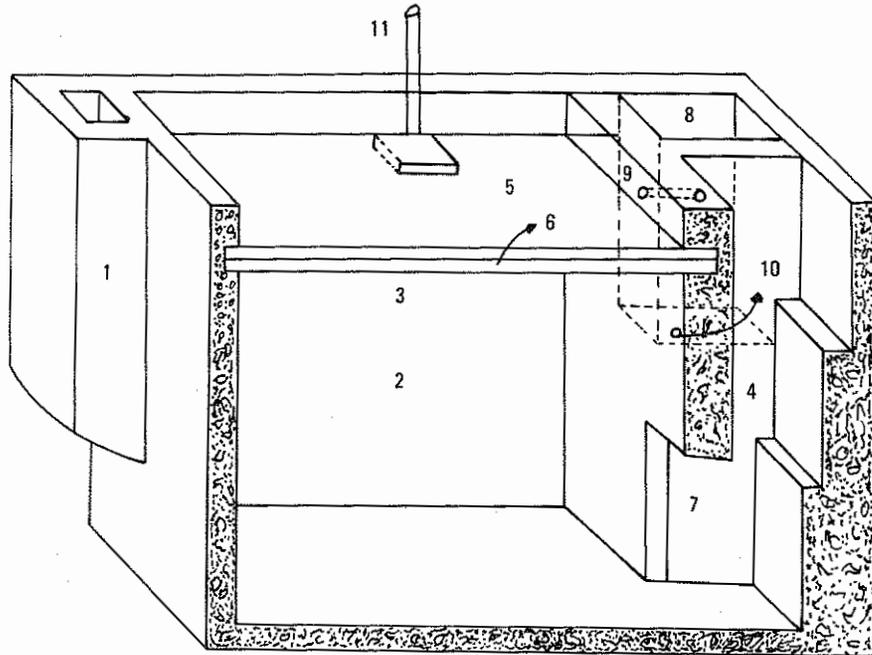
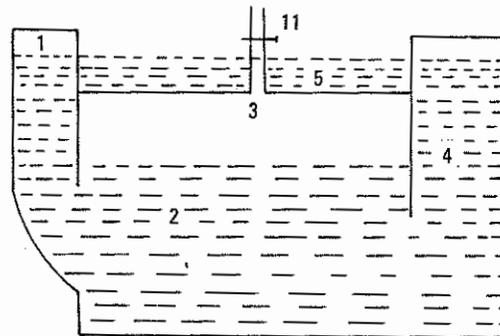


FIGURA No. 2.10

PLANTA DE BIOGAS DE TIPO FAMILIAR USADA EN LA R.D. CHINA (10 m³.)



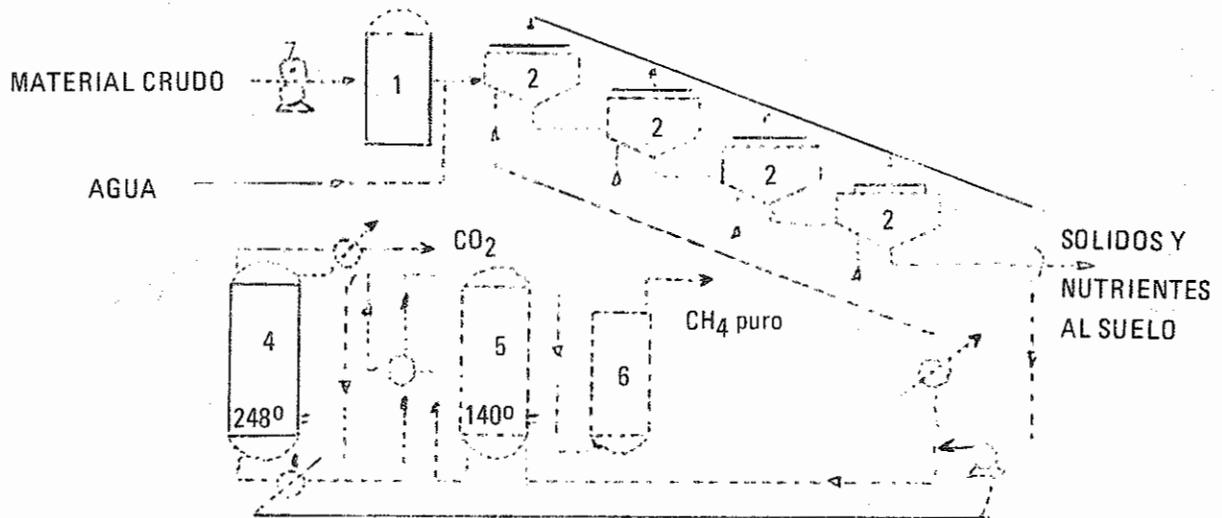
- | | |
|------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. CAMARA DE ENTRADA | 7. PUERTA DEL TANQUE DE FERMENTACION |
| 2. TANQUE DE FERMENTACION | 8. TANQUE ADAPTADO DE LODO DIGERIDO |
| 3. TANQUE DE GAS | 9. CONEXION ABIERTA |
| 4. CAMARA DE SALIDA | 10. HOYO PARA DESBORDE DE LODO FERTILIZANTE |
| 5. TANQUE DE PRESION DE AGUA | 11. TUBERIA DE SALIDA DE GAS |
| 6. CUBIERTA DEL TANQUE | |



- | |
|------------------------------|
| 1. CAMARA DE ENTRADA |
| 2. TANQUE DE FERMENTACION |
| 3. TANQUE DE GAS |
| 4. CAMARA DE SALIDA |
| 5. TANQUE DE PRESION DE AGUA |
| 11. TUBERIA DE SALIDA DE GAS |

FIGURA No. 2.12

PLANTA INDUSTRIAL DE BIO-GAS (*)
(Con recirculación de gases para agitación y calentamiento)



1. Depósito de materia prima
2. Digestores a 95° F y a 10 o/o de sólidos
3. Compresor
4. Stripper de Monoetanolamina
5. Absorbedores de CO₂ y H₂O con monoetanolamina
6. Secador con glicol
7. Molino

(*) Diseño de Claussen, Sitton y Park

CUADRO I

PRODUCCION DE BIOGAS Y ENERGIA, POR UNIDAD (*) Y POR AÑO (a temperatura ambiente 20oC)

RECURSO BIOLÓGICO	DESECHO (a) Kg / unidad AÑO	BIOGAS m3 / unidad AÑO	PODER CALORIFICO (b) Kcal / Unidad AÑO
Vacuno	6000	223,2	1 063 994
Equino	5000	286,5	1 365 745
Porcino	3000	156	743 651
Ovino	800	121,6	579.667
Caprino	800	121,6	579 667
Aves de corral	25	2,28	10.868
HOMBRE	250	12	57.204
Maíz	9 988.45	1 897,7	9 046 838
Arroz	3 379.26	642,06	3 060 697
Trigo	3 360.08	638,41	3 043 352
Cebada	3 382.74	642.72	3 063 849

(a) Estiércol fresco

(b) Poder calorífico del BIOGAS: 4767 Kcal/m3, Fuente: OLADE

(*) Animales - Estiércol/cabeza

Vegetales - Desecho/hectárea

CUADRO 2

ESTIMADO DEL POTENCIAL NACIONAL DE BIOGAS EN LA ZONA RURAL DEL PERU

MATERIA PRIMA	POBLACION ó Ha. CULTIVADA.	DESECHO (a) TM / año	BIOGAS 10³ m³ / año	ENERGIA 10⁶ Kcal / año	o/o
ESTIERCOL DE ANIMALES	62 653 950	52 966 450	3 848 877	18 299 884	78
Vacuno	4 188 600	25 131 600	944 895	4 456 644	19
Equino	1 326 550	6 632 700	380 053	1 811 716	8
Porcino	2 141 900	6 425 700	334 136	1 592 778	7
Ovino	15 294 200	12 235 300	1 859 720	8 865 285	38
Caprino	2 021 400	1 617 120	245 802	1 171 739	5
Aves	37 681 300	924 030	84 271	401 722	2
DESPERDICIOS DE CULTIVOS	815 125	5 299 867	1 006 974	4 800 256	21
Maíz	385 445	3 850 000	731 500	3 487 070	15
Arroz	133 165	450 000	85 500	407 578	2
Trigo	133.925	449 988	85 497	407 567	2
Cebada	162 590	549 879	104 477	498 041	2
EXCRETA HUMANA	5 479 000	1 369 920	57 262	272 967	1
TOTAL NACIONAL	-----	59 636 237	4 913 113	23 373 107	100

(a) fresco.

CUADRO 3

ZONAS DE OPTIMO POTENCIAL DE BIOGAS POR CADA TIPO DE DESECHOS

TIPO DESECHO	ZONAS	POBLACION ó Ha. CULTIV.	DESECHOS TM.	BIOGAS 10³ m³ / año	ENERGIA 10⁶ Kcal / año	o/o
Estiércol (a) de Vacunos	NACIONAL	4 188 600	25 131 600	934 895	4 456 644	100
	Cajamarca	500 000	3 000 000	111 600	531 997	12
	Puno	430 500	2 583 000	96 087	438 949	10
Estiercol (a) de Equinos	NACIONAL	1 326 550	6 632 750	380 053	1 811 716	100
	Ayacucho	193 000	965 000	55 294	263 586	15
	Apurímac	175 000	875 000	50 137	239 005	13
Estiércol (a) de Porcinos	NACIONAL	2 141 900	6 425 700	334 136	1 592 776	100
	Lima	325 000	975 000	50 700	241 686	15
	Cajamarca	195 100	585 300	30 435	145 066	9
Estiércol (a) de Ovinos	NACIONAL	15 294 200	12 235 360	1 859 720	8 865 285	100
	Puno	4 970 000	3 976 000	604 443	2 881 380	32.5
	Junín	1 756 500	1 405 200	213 590	1 018 135	11.5
Estiércol (a) de Caprinos	NACIONAL	2 021 400	1 617 120	245 802	1 171 739	100
	Piura	438 000	350 400	53 260	253 834	22
	Ayacucho	291 000	232 800	35 385	168 630	14
Estiércol (a) Aves de Corral	NACIONAL	37 681 300	942 030	84 271	401 722	100
	Lima	19 725 000	493 120	44 972	214 384	52
	Ica	2 675 800	66 890	6 100	29 080	7
Desechos de Maíz	NACIONAL	385 445	3 850 000	731 500	3 487 060	100
	Cajamarca	61 300	612 264	116 330	554 547	16
	Ancash	39 001	389 532	74 011	352 810	10
Desechos de Arroz	NACIONAL	133 165	450 000	85 500	407 578	100
	Lambayeque	32 255	119 126	22 634	107 895	26.5
	La Libertad	22 570	79 264	15 060	71 791	18
Desechos de Trigo	NACIONAL	133 925	449 988	85 497	407 567	100
	Ancash	31 665	106 394	20 214	96 364	24
	La Libertad	24 905	83 650	15 893	75 764	19
Desechos de Cebada	NACIONAL	162 590	549 879	104 477	498 041	100
	Ancash	28 115	95 084	18 065	86 120	17
	Junín	20 700	69 800	13 262	63 219	13

(a) Fresco

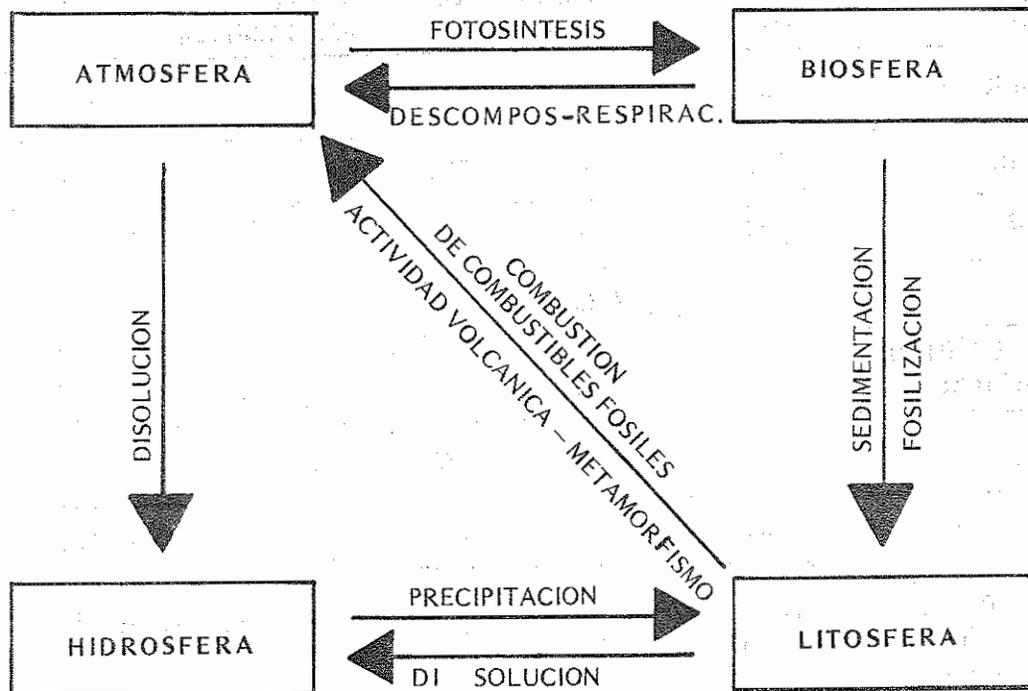
CUADRO No. 4

CONSUMO ENERGETICO DOMESTICO EN 1976 (10¹² kcal)

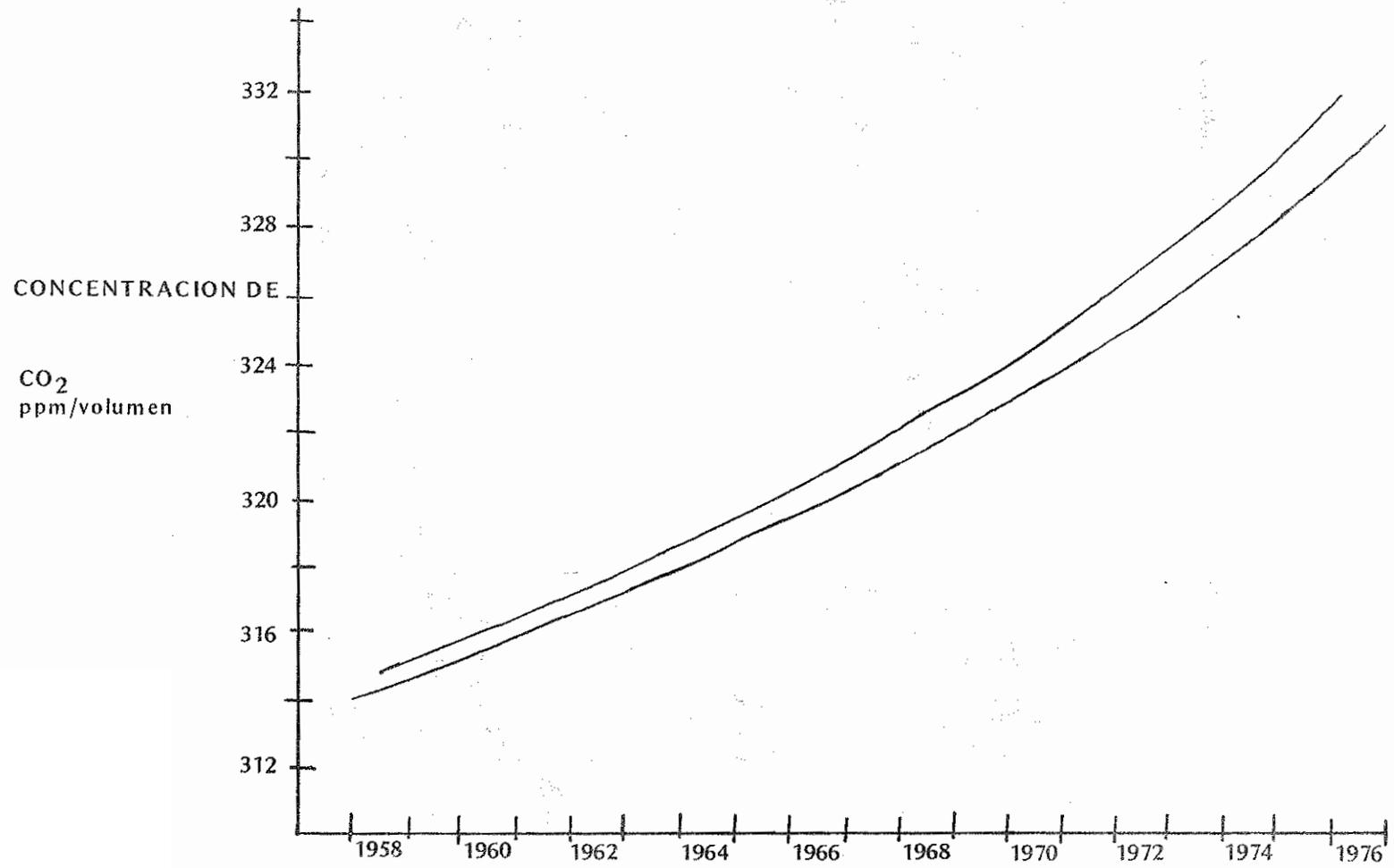
TIPO DE ENERGIA	COCINA URBANO	COCINA RURAL	LUZ	OTRAS APLICACIONES	TOTAL	o/o
ELECTRICIDAD	0.167	—	1.027	0.430	1.625	3.2
KEROSENE	3.919	1.506	1.338	—	6.764	13.5
PROPANO	0.129	—	—	—	1.290	2.6
LEÑA	—	34.656	—	—	34.656	69.0
ESTIERCOL Y OTROS COMBUSTIBLES	—	5.977	—	—	5.977	11.9
TOTALES	5.345	42.065	2.366	0.430	50.191	100.0
o/o	10.6	83.8	4.7	0.8	100.0	

FUENTE: Robert Ellgas; Michael Lesser (META SYTEMS INC. CAMBRIGDE, MASSACHUTTECS, USA)
"Tradicional energy and rural development issnes and recommendations for Perú" 29 september, 1979.

MOVIMIENTO DEL CARBONO EN LA TIERRA

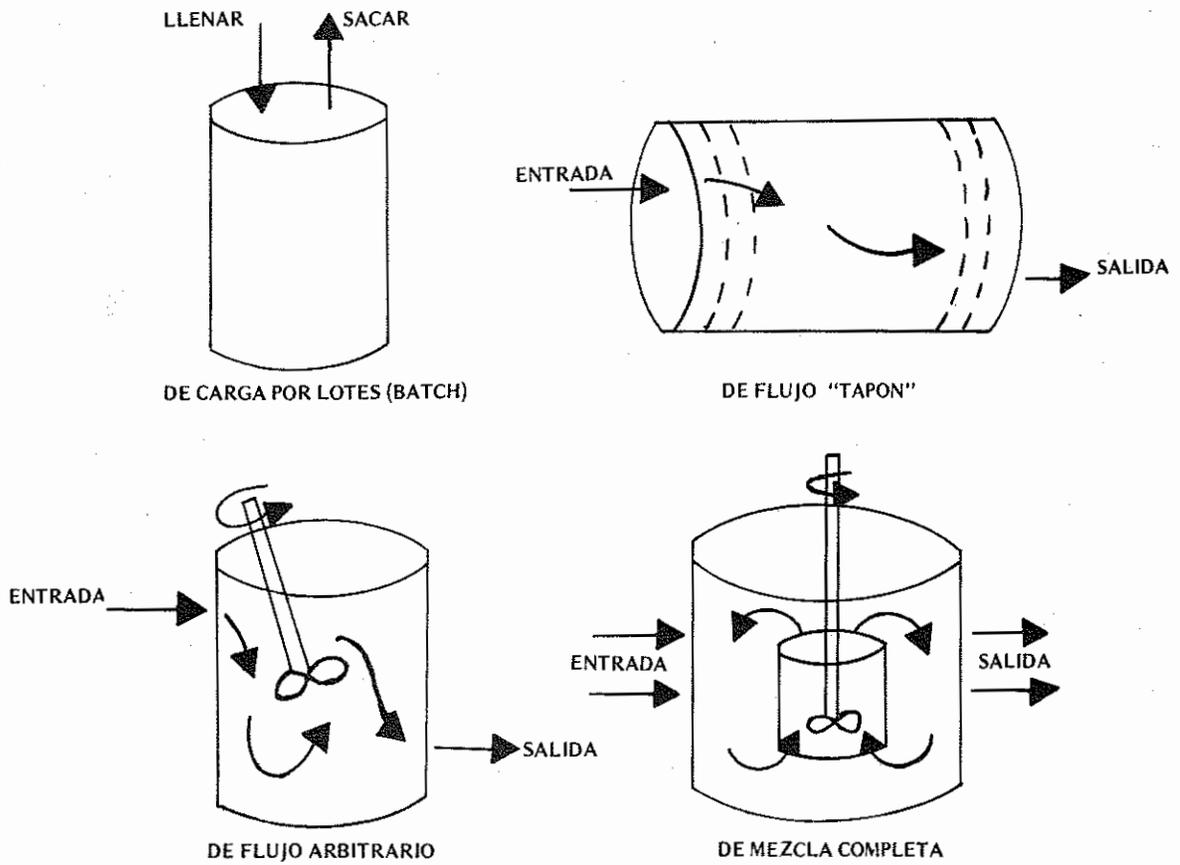


CONCENTRACION DE BIOXIDO DE CARBONO (CO₂) EN LA ATMOSFERA



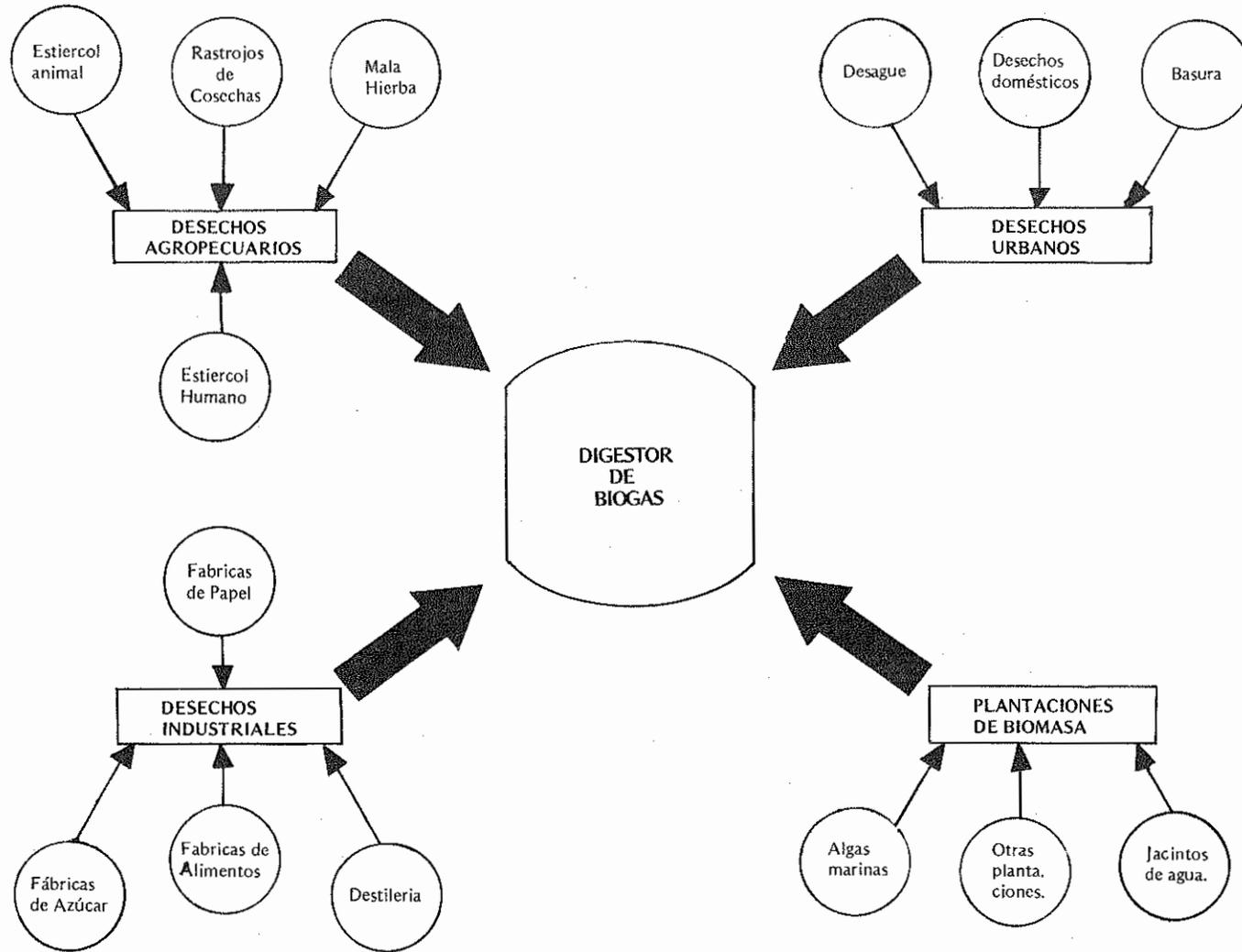
* Datos tomados por el observatorio MAUNA LOA en HAWAII y el POLO SUR

DIGESTORES CLASIFICADOS SEGUN CARACTERISTICAS DE FLUJO HIDRAULICO

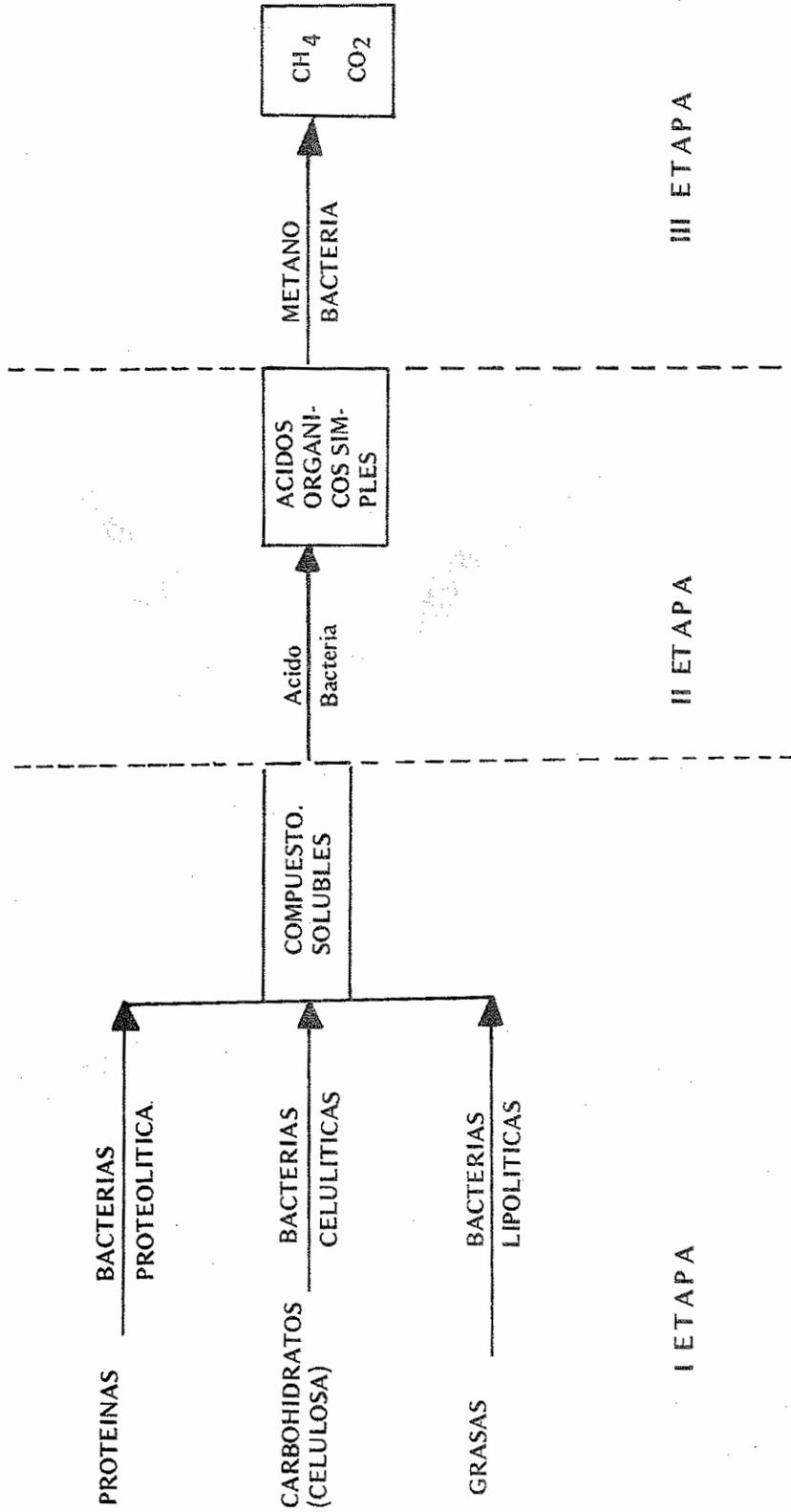


Fuente: Anaerobic digester feasibility study, Ecotope Group

MATERIAL ORGANICO PARA LA DIGESTION



ETAPAS DE LA DIGESTION ANAEROBICA



BIOQUIMICA DE LA FERMENTACION ANAEROBICA

ETAPA I: SOLUBILIZACION

MATERIA CRUDA + POLIMEROS COMPLE- JOS CARBOHIDRATOS PROTEINAS, GRASAS	MICROORGANISMOS "S" → BACTERIAS ENZIMATICAS (FACULTATIVAS)	COMPUESTOS SOLUBLES + MONOMEROS DE: AZUCARES AMINOACIDOS GLICERIDOS Y LIPIDOS	MICROORGANISMOS "S" Y OTROS PRODUCTOS INTER MEDIOS
--------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------

ETAPA II: FORMACION DE ACIDO

COMPUESTOS SOLUBLES + MONOMEROS DE: AZU CARES, AMINOACIDOS GLICERIDOS Y LIPIDOS	MICROORGANISMOS "A" → BACTERIAS FORMADORAS DE ACIDO (Facultativas)	ACIDOS ORGANICOS AC. ACETICO, AC. PROPIONICO, AC. LACTICO, OTROS AL- COHOLES SINPLES CO ₂ , N ₂ , H ₂	MICROORGANISMOS "A" Y OTROS PRODUCTOS INTERMEDIOS
------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

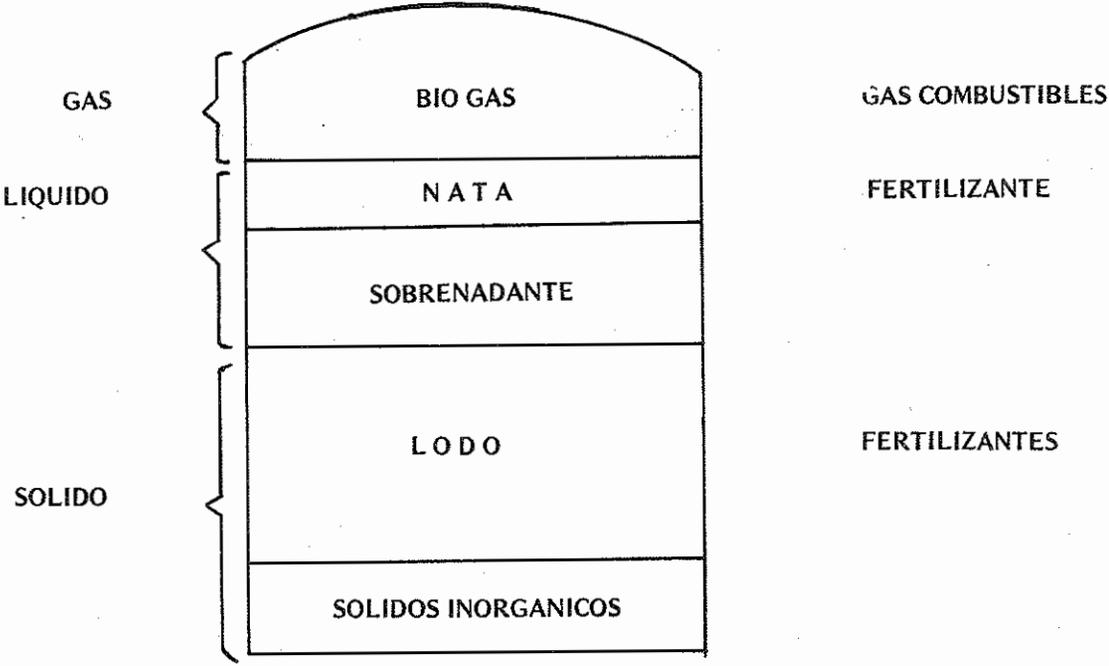
ET A P A III: FORMACION DE METANO

ACIDOS ORGANICOS + AC. ACETICO, AC. PRO- PIONICO, AC. LACTICO Y OTROS ALCOHOLES SIMPLES CO, N ₂ , H ₂	MICROORGANISMOS "M" → BACTERIAS FORMADORAS DE METANO (ANAEROBIAS OBLIGADAS)	BIO - GAS + METANO DIOXIDO DE CARBONO NITRO- GENO, SULFURO DE HIDROGENO	MICROORGANISMOS "M" Y OTROS PRODUCTOS FINALES
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------

RELACION CARBONO - NITROGENO DE ALGUNOS DESECHOS

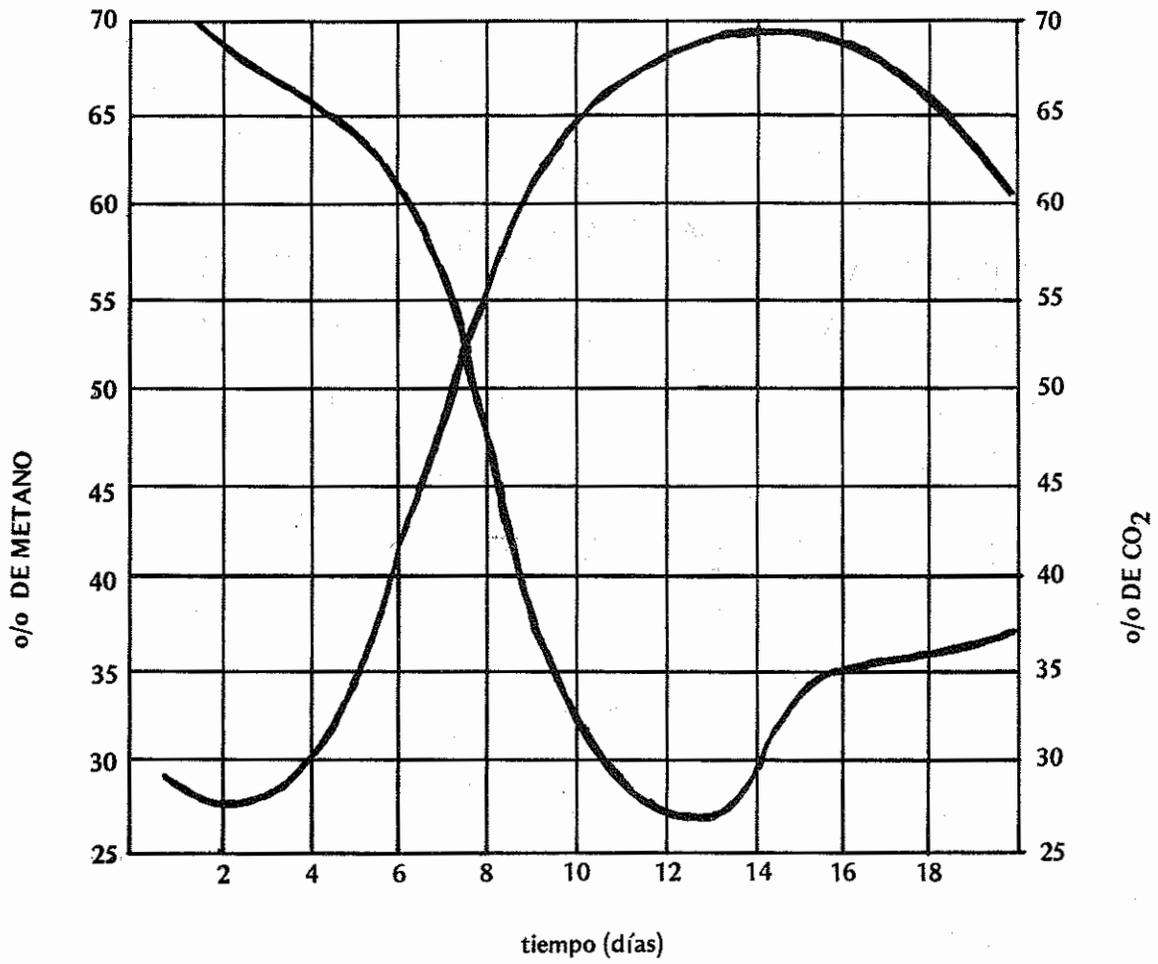
MATERIA PRIMA	C o/o Peso Seco	N o/oPeso Seco	Proporcion C/N
DESECHOS AGRICOLAS			
PAJA DE TRIGO	46	0.53	87
PAJA DE ARROZ	42	0.63	67
TALLOS DE MAIZ	40	0.75	53
HOJARASCA	41	1.00	41
TALLOS DE SOYA	41	1.30	32
MALAS HIERBAS	14	0.54	27
TALLOS Y HOJAS DE MANI	11	0.59	19
HENO DE ALFALFA	—	2.80	17
ESTIERCOL FRESCO			
OVINO	16.0	0.55	29
BOVINO	7.3	0.29	25
EQUINO	10.0	0.42	24
PORCINO	7.8	0.65	13
AVES (Pollos)	—	6.3	15
HUMANO	2.5	0.85	2.9

ESTRATIFICACION DE PRODUCTOS EN UN DIGESTOR ANAEROBICO



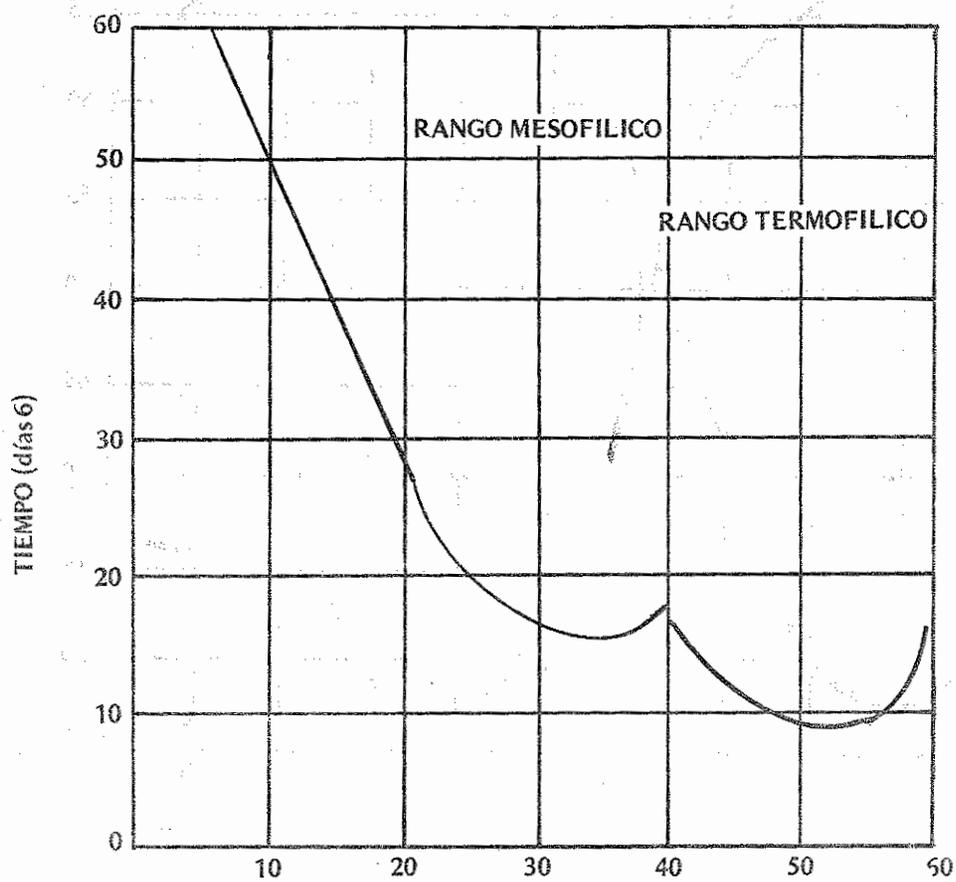
FUENTE: NAI Newsletter No. 3 (1973)

COMPOSICION DE BIOGAS
(a condiciones mesoflicas)



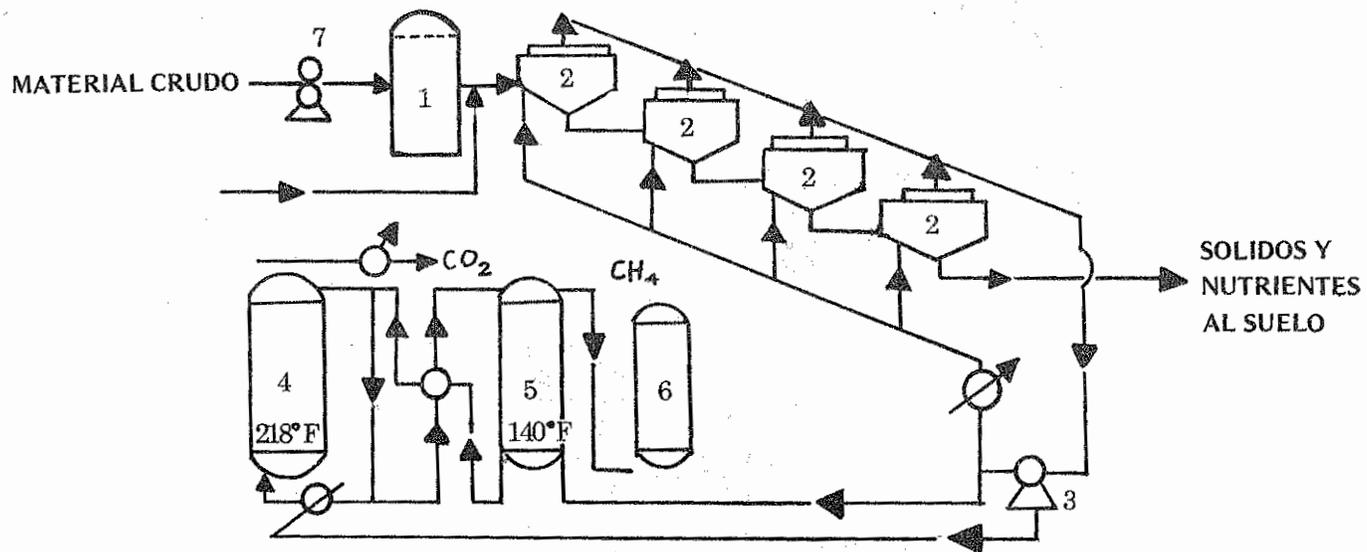
FUENTE: IIE (México 1978)

TIEMPO DE RETENCION
VS.
TEMPERATURA DE DIGESTION



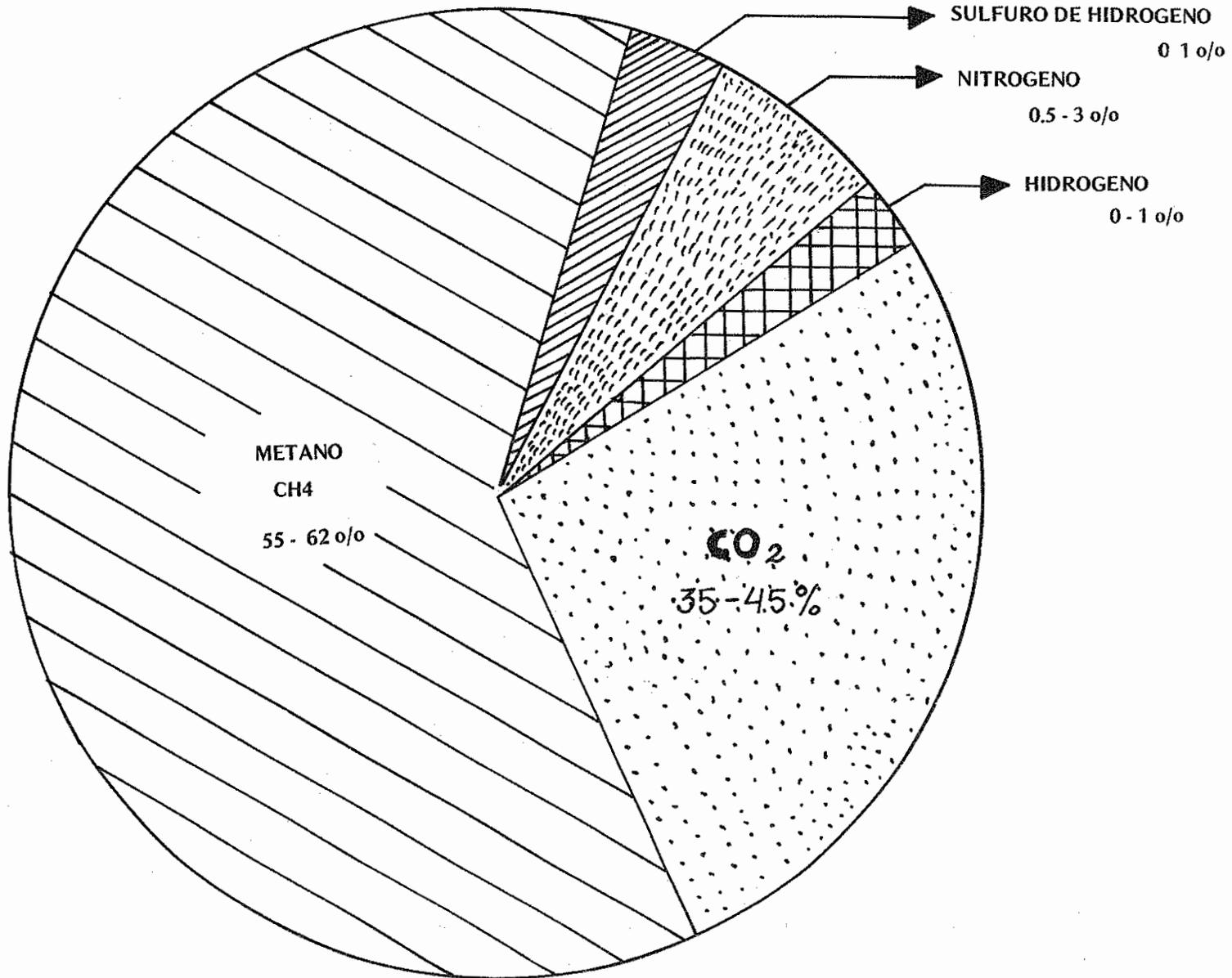
FUENTE: NAI Newsletter No. 3 (1973)

PLANTA DE BIOGAS DE TIPO INDUSTRIAL
(Con recirculación de gases para agitación y calentamiento)



- 1- DEPOSITO DE MATERIA PRIMA
- 2- DIGESTORES A 95°F Y A 10 o/o SOLIDOS
- 3- COMPRESOR
- 4- STRIPPER DE MONOETANOLAMINA
- 5- ABSORBEDOR DE CO₂ Y H₂) CON MONOETANOLAMINA
- 6- SECADO CON GLICOL
- 7- MOLINO

(diseño: Clausen, Sitton, Park).

COMPOSICION DEL BIOGAS

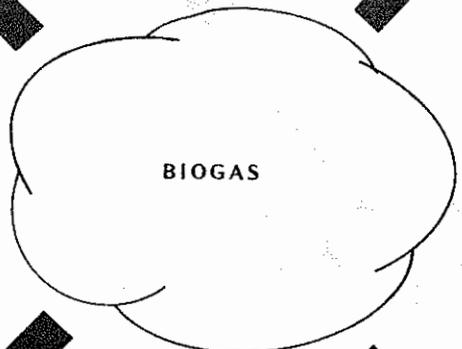
CARACTERISTICAS ENERGETICAS DEL BIOGAS

ELEMENTO COMBUSTIBLE:



PODER CALORIFICO

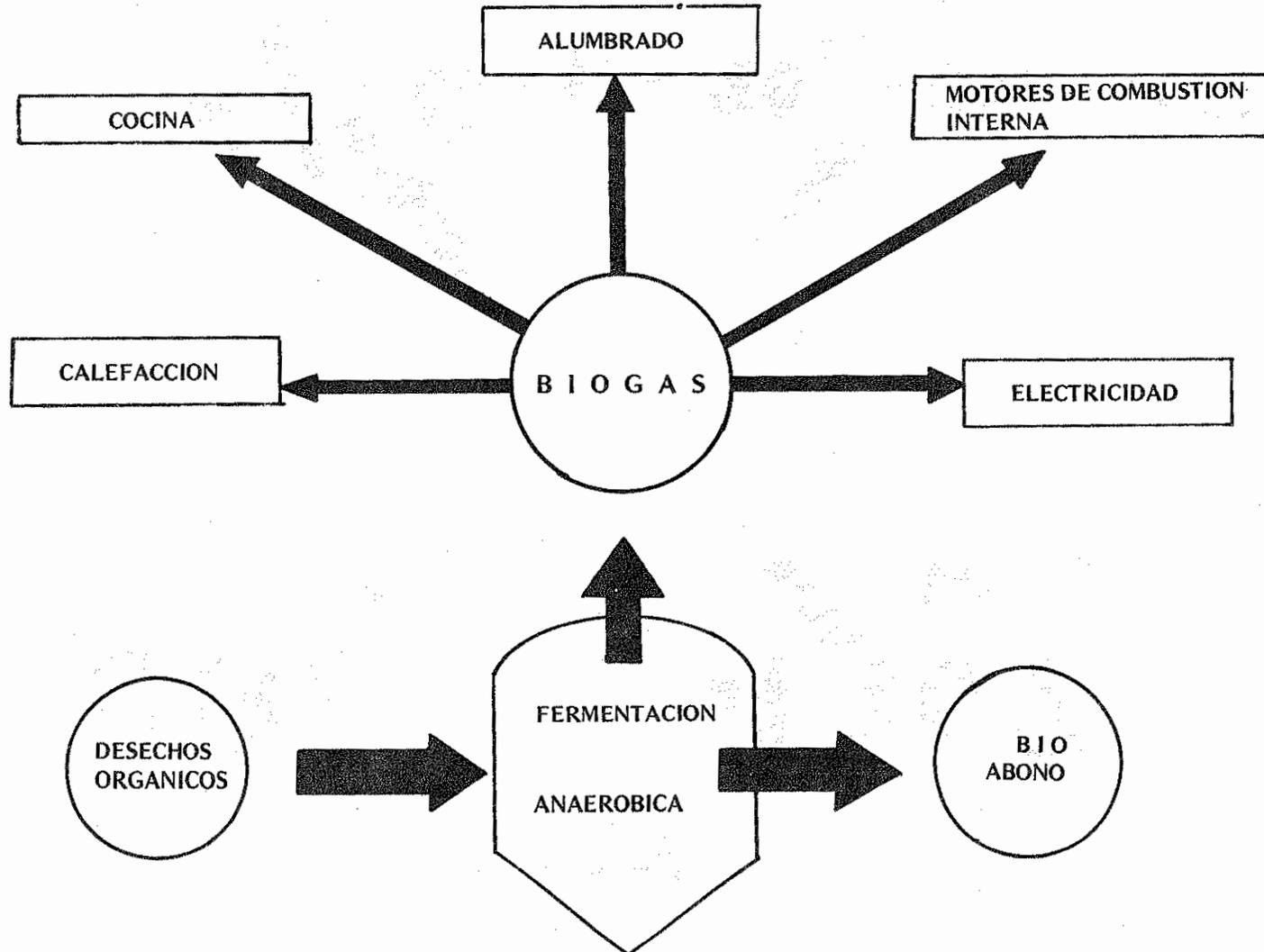
4767
Kcal/m³



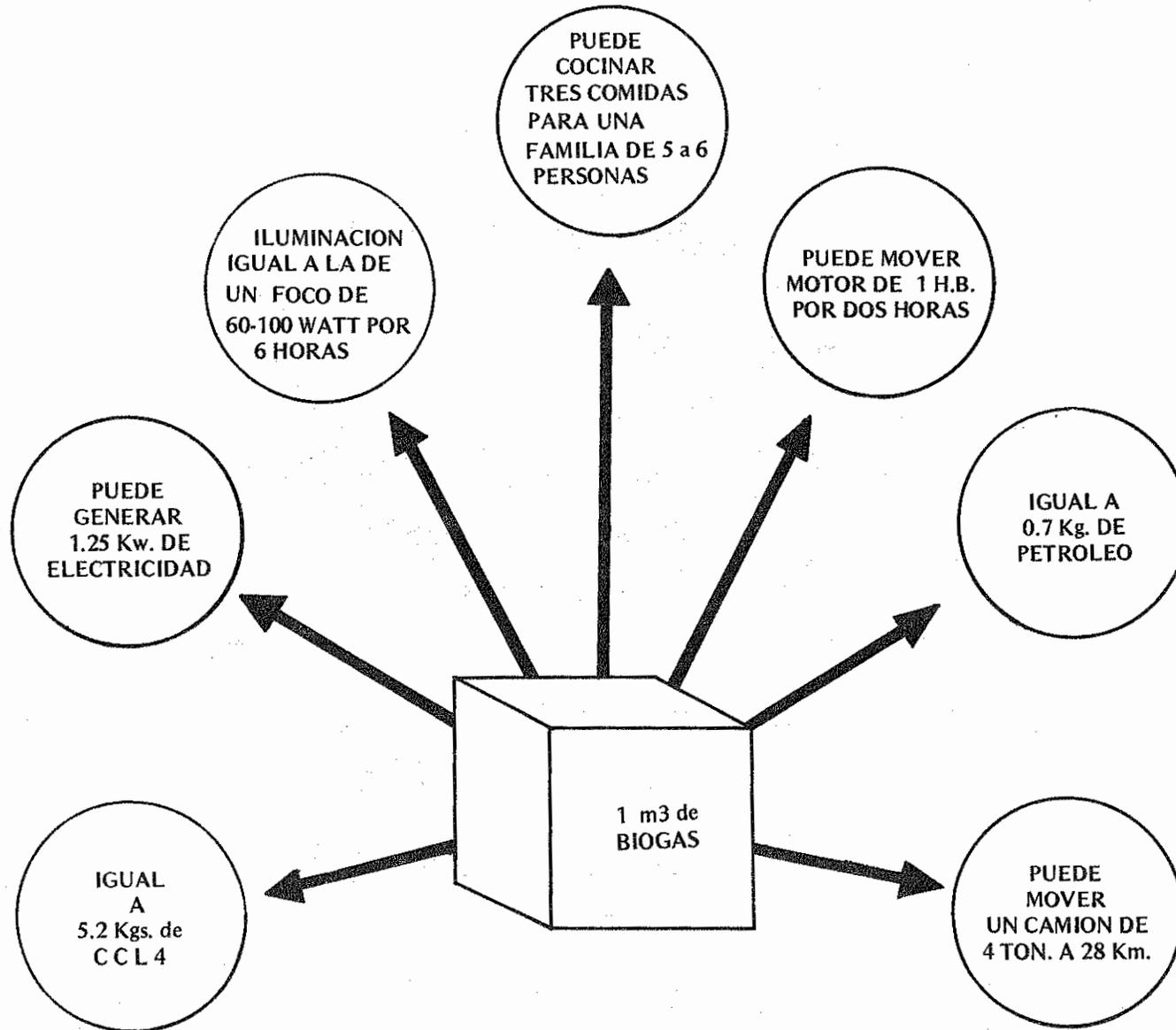
RELACION METANO AIRE:

ECUACION DE COMBUSTION

USOS DEL BIOGAS



EQUIVALENCIAS DEL BIOGAS



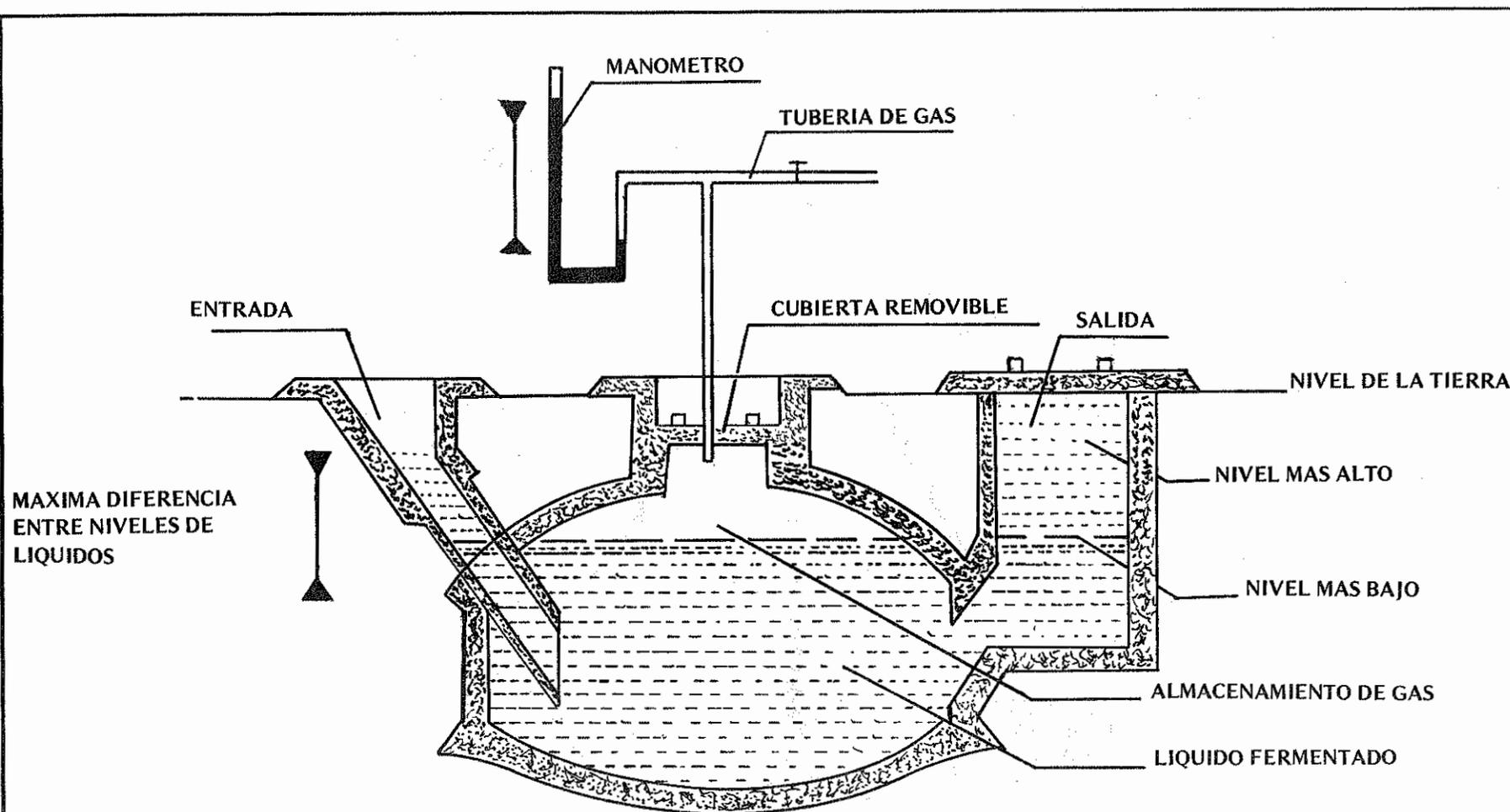
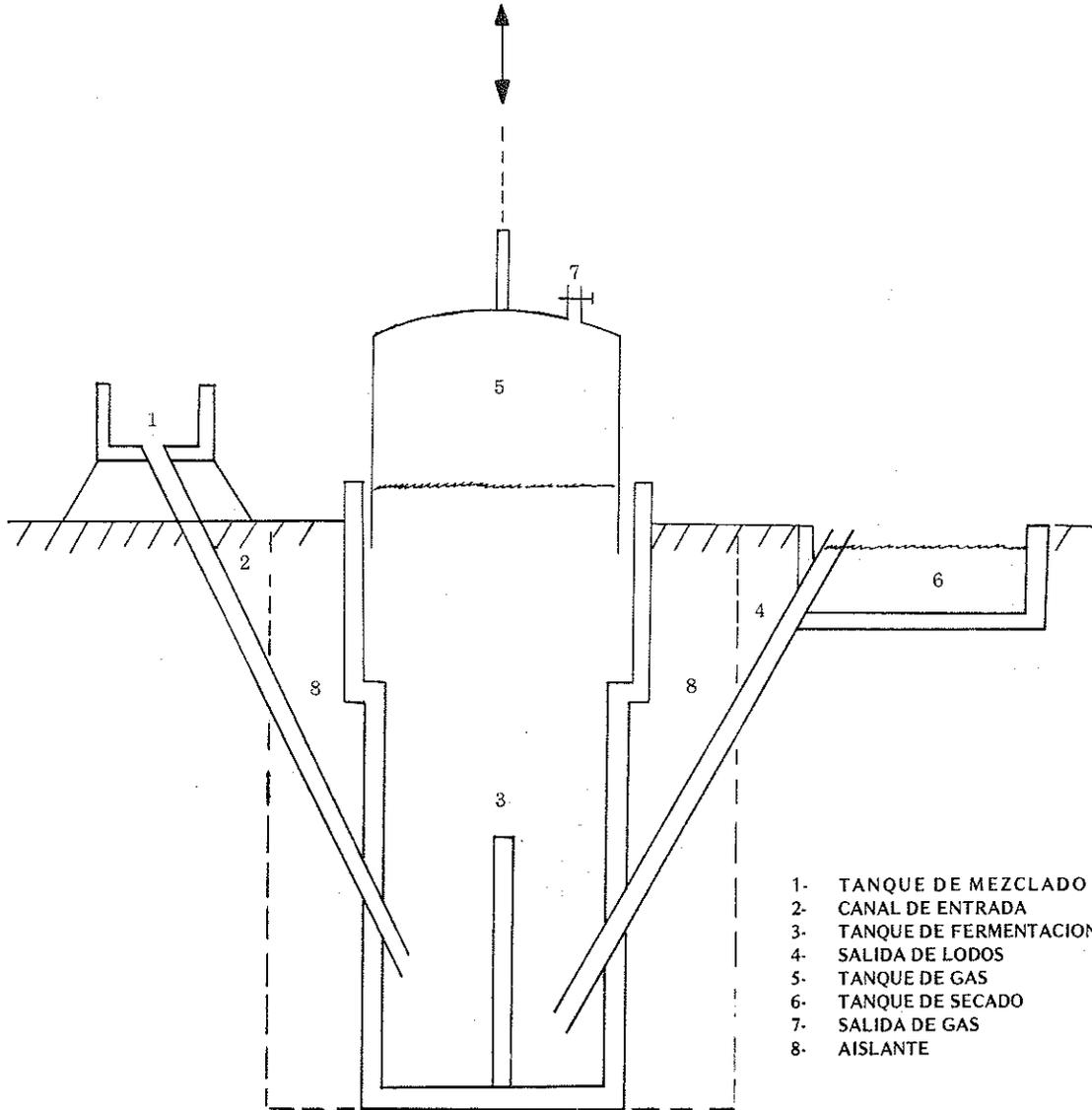


FIG. 210b

PLANTA DE BIOGAS FAMILIAR TIPO "CIRCULAR PEQUEÑO
Y ACHATADO " USADO EN LA REPUBLICA POPULAR CHINA

PLANTA DE BIOGAS USADA EN INDIA

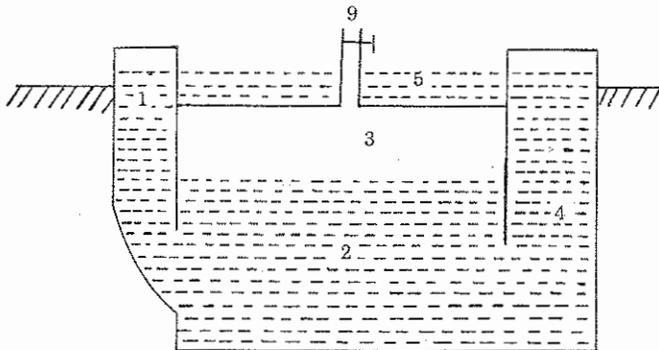
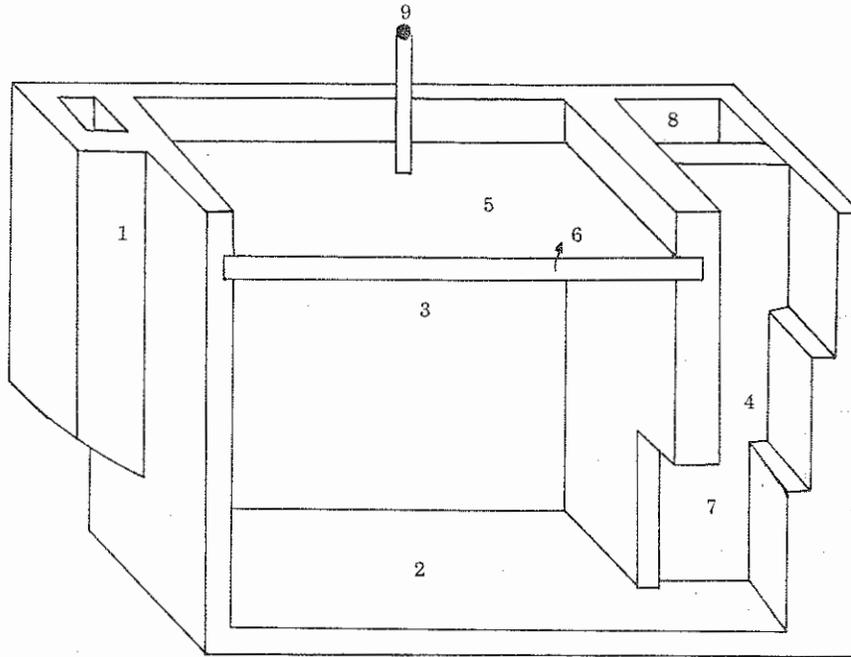


- 1- TANQUE DE MEZCLADO
- 2- CANAL DE ENTRADA
- 3- TANQUE DE FERMENTACION
- 4- SALIDA DE LODOS
- 5- TANQUE DE GAS
- 6- TANQUE DE SECADO
- 7- SALIDA DE GAS
- 8- AISLANTE

PRODUCCION DE ENERGIA A PARTIR DE BIOMASA

TECNOLOGIA	BIOMASA	PRODUCCION	ENERGIA Kcal/Kg. (a)
COMBUSTION DIRECTA	BASURA BIOMASA FORESTAL DESECHOS AGRICOLAS	— — EVENTUALMENTE ELECTRICIDAD	9.35 (CASO OPTIMO)
PIROLISIS Y GASIFICACION	BASURA BIOMASA FORESTAL, DESECHOS AGRICOLAS	CARBON, GAS, ACEITES COMBUSTIBLES ETC.	1,259
FERMENTACION ALCOHOLICA	COSECHAS AZUCARERAS, COSECHAS AMILACEAS	$C_2H_5 OH$	1,477
FERMENTACION ANAEROBICA	ESTIERCOL DE GANADO, DESAGÜES MUNICIPALES DESECHOS AGRICOLAS, DESECHOS DE IND. DE ALIMENTACION	CH_4	784

(a) DE BIOMASA SECA



- 1- ENTRADA
- 2- TANQUE DE FERMENTACION
- 3- GAS
- 4- SALIDA DE LODO
- 5- TANQUE DE PRESION DE AGUA
- 6- CUBIERTA
- 7- PUERTA DE TANQUE
- 8- TANQUE ADAP TADO
- 9- SALIDA DE GAS

PLANTA DE BIOGAS USADA EN LA R.P. CHINA
10 m³

ENERGIA DE BIOGAS A PARTIR DE DESECHOS ANIMALES DIVERSOS

ANIMAL (peso prom.)	ESTIERCOL (Kc/unidad x día)	RENDIMIENTO EN BIOGAS (m ³ /Kg de estiércol fresco)	BIOGAS (m ³ /unidadx día)	EENERGIA * (10 ³ Kcal/ unid.xdía)
VACUNO (300 Kg)	16.50	0.037	0.610	2.90
EQUINO (200 Kg)	13.50	0.057	0.780	3.70
PORCINO (100 Kg.)	8.20	0.052	0.420	2.00
OVINO (50 Kg.)	2.20	0.150	0.330	1.60
CAPRINO (50 Kg.)	2.20	0.150	0.330	1.60
AVES DE CORRAL (2 Kg.)	0.06	0.091	0.006	0.03
HOMBRE (30 Kg.)	0.60	0.042	0.038	0.15

(*) Poder calorífico del Biogás4767 (Kcal/m³ (OLADE) a 20°C)

ENERGIA DE BIOGAS A PARTIR DE DESECHOS AGRICOLAS DIVERSOS

CULTIVO	DESECHOS Kg/Ha x año (a)	BIOGAS (b) m ³ /Ha x año	ENERGIA (c) 10 ³ Kcal/Ha x año
MAIZ	9.980	1897	9047
TRIGO	3.360	638	3043
CEBADA	3.382	643	3063
ARROZ	3.379	642	3061

(a) UNA COSECHA ANUAL

(b) RENDIMIENTO PROMEDIO DE BIOGAS: 0190 m³/Kg DE DESECHOS AGRICOLAS
(pajas, rastrojos, etc.)

(c) PODER CALORIFICO DEL BIOGAS: 4767 Kcal/m³ BIOGAS, A 20°C.

ESTIMADO DE POTENCIAL NACIONAL DE BIOGAS EN ZONAS RURALES

(a)

MATERIA ORGANICA	POBLACION (10 ⁶ unidades ó Ha cultivadas)	DESECHOS 10 ⁶ TH/año (a)	BIOGAS (10 ⁶ m ³ /año)	ENERGIA 10 ¹² Kcal/año	o/o
ESTIERCOL DE VACUNOS	4.19	25.13	945	4.46	19
ESTIERCOL DE EQUINOS	1.33	6.63	380	1.81	8
ESTIERCOL DE PORCINOS	2.14	6.43	334	1.60	7
ESTIERCOL DE OVINOS	15.30	12.23	1.860	8.86	38
ESTIERCOL DE CAPRINOS	2.02	1.62	246	1.17	5
ESTIERCOL DE AVES	37.70	0.92	84	0.40	2
DESECHOS AGRICOLAS(b)	0.81	5.30	1.007	4.80	1
EXCRETA HUMANA	5.48	1.37	57	0.27	20
TOTAL NACIONAL RURAL		59.63	4.913	23.37	100

a) EN 1976

b) DE CULTIVOS DE MAIZ, TRIGO, CEBADA Y MAIZ

c) CONSIDERANDO UNA COSECHA POR AÑO

ESTIMADO DE POTENCIAL NACIONAL DE BIOGAS EN 1976

MATERIA ORGANICA	ENERGIA EN BIOGAS (10 ¹² Kcal/año)	EQUIVALENTE EN KEROSENE 10 ⁶ lt (a) (b)	VALOR ECONOMICO EN MILLONES DE SOLES (c)	o/o
ESTIERCOL DE VACUNO	4.46	526	4.974	19
ESTIERCOL DE EQUINO	1.81	214	1.819	8
ESTIERCOL DE PORCINO	1.60	188	1.599	7
ESTIERCOL DE OVINOS	8.86	1.048	8.900	38
ESTIERCOL DE CAPRINOS	1.17	138	1.176	5
ESTIERCOL DE AVES	0.40	47	403	2
DESECHOS AGRICOLAS	4.80	588	4.819	2
EXCRETA HUMANA	0.27	32	274	1
TOTAL NACIONAL RURAL	23.37	2.760	23.464	100

(a) PODER CALORIFICO DE KEROSENE: 8.476Kcal/lt.

(b) EQUIVALENTE EN KEROSENE ENERGIA EN BIOGAS (Kcal) x $\frac{1}{8.467}$

(c) PRECIO DE UN LITRO DE KEROSENE: S/. 8.50 (en Lima) 8.467(Kcal. lt.)

VALOR ECONOMICO DEL BIOGAS PRODUCIDO POR ANIMALES

ESTIERCOL PRODUCIDO POR UNIDAD ANIMAL:	ENERGIA EN BIOGAS 10 ³ Kcal /unid.		EQUIVALENTE EN KEROSENE litros / unidad		VALOR ECONOMICO SOLES /UNID. (S/.8.50 /litro Keros).	
	DIA	AÑO	DIA	AÑO	DIA	AÑO
VACUNO	2.91	1.064	0.35	126	3	1.068
EQUINO	3.74	1.366	0.45	161	4	1.371
PORCINO	2.04	744	0.24	88	2	747
OVINO	1.58	580	0.20	68.5	1.6	582
CAPRINO	1.58	580	0.20	68.5	1.6	582
AVES	0.03	11	0.01	1.3	0.1	11
HOMBRE	0.15	57	0.02	6.8	0.2	57

CONSUMO ENERGETICO DOMESTICO EN 1976 (EN 10¹² Kcal)

TIPO DE ENERGIA	COCINA URBANO	COCINA RURAL	LUZ	OTRAS APLICACIONES	TOTAL	o/o
ELECTRICIDAD	0.167	---	1.027	0.430	1.625	3.2
KEROSENE	3.919	1.506	1.338	---	6.764	13.5
PROPANO	0.129	---	---	---	1.290	2.6
LEÑA	---	34.656	---	---	34.656	69
ESTIERCOL Y OTROS	---	5.977	---	---	5.977	11.9
TOTAL	5.354	42.063	2.366	0.430	50.191	100
o/o	10.6	83.8	4.7	0.8	100	*

FUENTE: MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO "BALANCE NACIONAL DE ENERGIA"
Diciembre 1978.

(*) EL POTENCIAL NACIONAL DE BIOGAS REPRESENTA EL 47 o/o DEL CONSUMO ENERGETICO DOMESTICO EN 1976.

ESTIMADO DEL POTENCIAL DE BIOGAS EN PUNO

TIPO DE DESECHO	POBLACION O HA. CULTIVADA	DESECHOS TM/AÑO (a)	BIOGAS 10 ³ m ³ /año	ENERGIA 10 ⁶ Kcal/año	o/o
Estiercol de Vacunos	425,000	2'255.000	83.886	399.884	11.0
Estiercol de Equinos	79.800	390.000	22.347	106.528	3.0
Estiercol de Porcinos	104.200	312,600	16.255	77.488	2.0
Estiercol de Ovinos	4'970.000	3'976.000	604.352	2'880.945	80.0
Estiercol Caprinos	1,200	960	146	695	0.01
Estiercol de Aves	558.000	13.960	1.273	6.069	0.2
Desechos de Maiz	2.900	28.965	5.503	26.234	0.7
Desechos de Arroz	145	490	93	443	0.01
Desechos de Trigo	250	840	160	761	0.02
Desechos de Cebada	17.440	58.982	11.206	53.421	1.5
Excreta Humana	590.013	147.502	6.145	29.294	0.8
TOTAL	---	7'185.300	751.366	3'581.762(b)	100.00

(a) ESTADO FRESCO

(b) CORRESPONDE AL 15 % DEL POTENCIAL DE BIOGAS

ESTIMADO DE POTENCIAL DE BIOGAS TOTAL EN CAJAMARCA

TIPO DE DESECHO	POBLACION O HA. CULTIVADA	DESECHOS T.M. (a)	BIOGAS 10 ³ m ³ /año	ENERGIA 10 ⁶ Kcal /año	o/o
Estiercol Vacunos	500,000	3'000.000	111.600	531.997	28
Estiercol Equinos	114,600	573.000	32.833	156.514	8
Estiercol Porcinos	195.100	585.300	30.435	145.086	7.5
Estiercol Caprinos	501.600	401.280	60.994	290.761	15
Estiercol Ovinos	112.100	89.680	13.631	64.980	3
Estiercol Aves	1'365.000	33.870	3.089	14.725	0.7
Desecho Maíz	61.300	612.264	116.330	554.545	20
Desecho Arroz	11.700	39.534	7.511	35.087	2
Desecho Trigo	17,425	58.548	11.124	53.028	3
Desecho Cebada	12,900	43.627	8.289	39.514	2
Excreta Humana	759,095	189.770	7.932	37.813	2
TOTAL	---	---	403.768	1'924.050	100

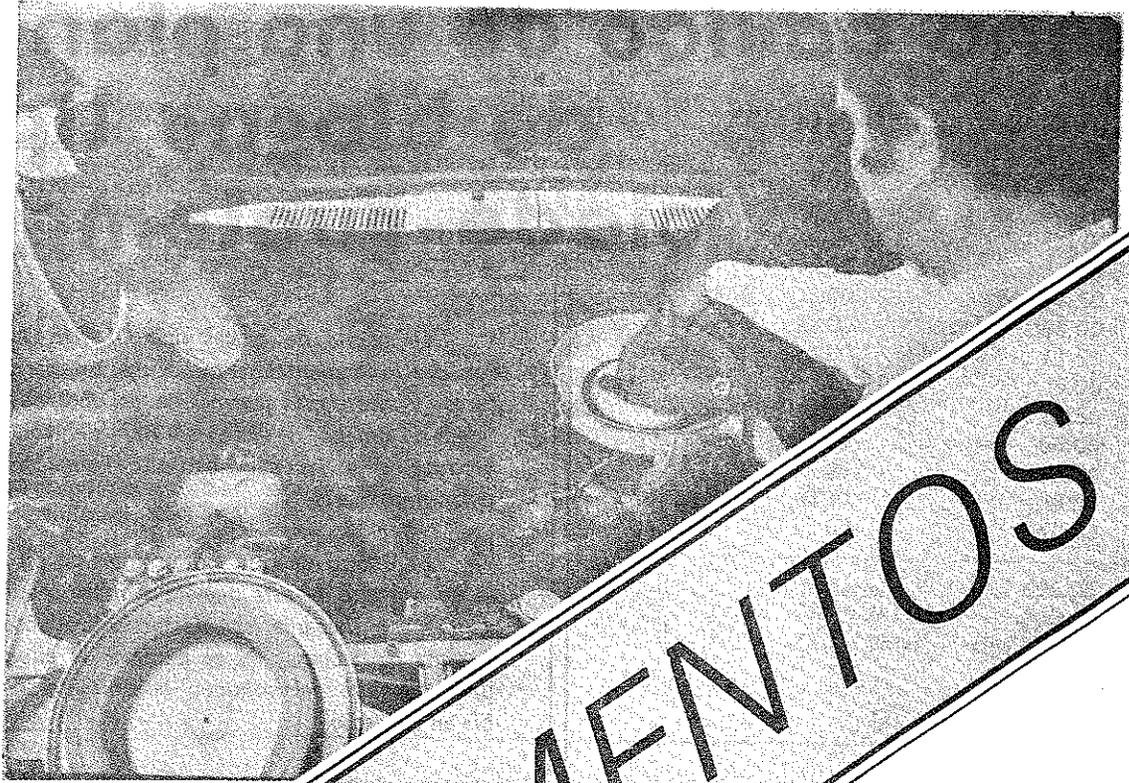
(a) Estado Fresco

ESTIMADO DEL POTENCIAL DE BIOGAS EN JUNIN

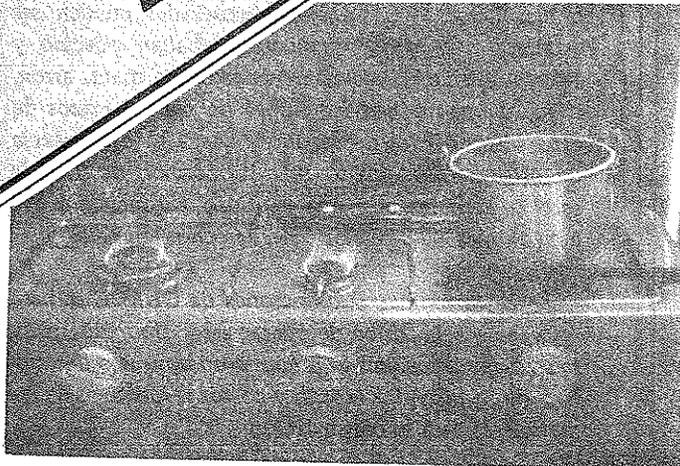
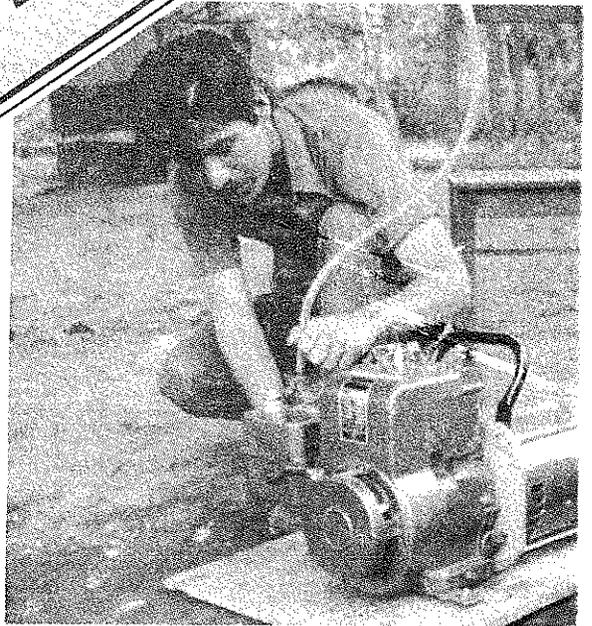
TIPO DE DESECHO	POBLACION O HA. CULTIVADA	DESECHOS (a) TM/AÑO	BIOGAS 10 ³ m ³ /año	ENERGIA 10 ⁶ Kcal / Año	o/o
Estiercol de Vacunos	216.000	1'296.000	48.212	230.000	14
Estiercol de Equinos	74.000	370.000	21.200	101.600	6
Estiercol de Porcinos	93.900	281.700	14.650	70.000	4
Estiercol de Ovinos	1'756.000	1'404.800	213.530	1'017.900	62
Estiercol de Caprinos	20.000	16.000	2.430	11.600	0.7
Estiercol de Aves	1'051.000	26.270	2.400	11.420	0.7
Desecho de Maíz	14.450	144.326	27.420	130.720	8
Desecho de Trigo	9.110	30.609	5.810	27.720	2
Desecho de Cebada	20.700	60.800	13.260	63.220	4
Desecho de Arroz	1.220	4.122	780	3.730	0.2
Excreta Humana	101.963	25.490	1.065	5.080	0.3
TOTAL	---	3'670.000	3 50.770	1'610.000(b)	100.00

(a) Estado Seco

(b) Corresponde al 7 o/o del potencial



DOCUMENTOS



diseño básico de una planta de biogas tipo olade-guatemala

La planta de biogas tipo OLADE-Guatemala consiste fundamentalmente en una batería de digestores y uno o más gasómetros, dependiendo la cantidad o tamaño de estos últimos del volumen de producción y las necesidades de almacenamiento y consumo diario.

El objeto de que exista más de un digestor se debe a que de esta manera siempre se tiene uno en carga o descarga, sin afectar la producción continuada de biogas ; y el número de ellos, menos uno, depende del volumen de la materia disponible en el predio.

La planta tipo OLADE-Guatemala puede suministrar la energía básica para el consumo doméstico y semiproductivo de una pequeña explotación agropecuaria, así como también una producción sustancial de fertilizantes orgánicos de óptimas características para su uso agrícola.

Esta tecnología es de tipo discontinuo o "batch", es decir, que la alimentación del digestor se hace en una sola carga, tapándose este herméticamente, y el ciclo de digestión es el que define el momento de volver a abrirlo y descargarlo completamente para volver a repetir el ciclo. La alimentación puede hacerse con materiales simples o mezclados. Los mejores materiales pueden ser estiércoles de ganado (vacuno, caballo, porcino y aviar); desechos vegetales (rastros de maíz, arroz, trigo, gramas o pastos, pulpas de café, bagazos de caña, desperdicios de banano y abacá), o la mezcla de éstos, considerando una proporción de 1/3 de estos materiales con una cantidad no menor a 1/3 del volumen de digestión, con desechos animales.

En próximas publicaciones de OLADE se hará referencia a la forma de operar este tipo de plantas. A continuación se presenta un bosquejo descriptivo de su diseño y la lista y costos respectivos de los materiales para su construcción.

LISTA DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE UN DIGESTOR DE 8.50 M3. EN FERROCEMENTO

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
Cemento	Bolsas	50	US\$ 3.50	US\$ 175.00
Arena de Río	M3	3.00	" 4.00	" 12.00
Piedrin 1/2" y 3/4"	M3	3.00	" 5.00	" 15.00
Piedra canto rodado	M3	1.00	" 4.00	" 4.00
Material selecto	M3	0.50	" 4.50	" 2.25
Ceniza	M3	0.50	" 3.00	" 1.50
Hiero ϕ 3/8"	qq	4.00	" 22.00	" 88.00
Hiero ϕ 1/4"	qq	0.50	" 23.00	" 11.50
Alambre de amarre x 16	lbs.	0.20	" 0.45	" 9.00
Alambre Fino Galv. x 32	lbs.	0.25	" 0.50	" 12.50
Blocks 0.15 x 0.20 x 0.40	unid.	2.00	" 0.25	" 50.00
Malla de Gallinero 1/2"	Y2.	50.00	" 1.25	" 62.50
Plástico Polietileno	M2	25.00	" 0.30	" 7.50
Impermeabilizante Gals.	unid.	3.00	" 15.00	" 45.00

Material				US\$ 495.75
Mano de Obra				300.00
Costo Total				US\$ 795.75

PLOMERIA ENTRE DIGESTORES Y GASOMETRO

2	Tubos Permatex	US\$ 3.00	US\$ 6.00
6	Coplas ϕ 1"	" 0.90	" 5.40
12	Codos ϕ 1"	" 1.00	" 12.00
6	Uniones Univ. ϕ 1"	" 2.00	" 12.00
4	Tees ϕ 1"	" 1.40	" 5.60
12	Niples ϕ 1" x 4"	" 1.25	" 15.00
2	Tapones Machos 1"	" 0.75	" 1.50
1	Reductor Campana 1/2" ϕ 1"	" 1.25	" 1.25
4	Llaves de paso ϕ 1"	" 15.00	" 60.00
4	Tubos Galv. ϕ 1"	" 20.00	" 80.00
1	Tubo Galv. ϕ 1 1/2"	" 22.00	" 22.00
1	Tubo Galv. ϕ 2"	" 25.00	" 25.00
2	Niples ϕ 3" x 12"	" 5.00	" 10.00
2	Llaves de paso ϕ 3"	" 55.00	" 110.00
2	Niples Rosca corrida ϕ 3"	" 3.00	" 6.00
Material			US\$ 371.75
Mano de Obra			200.00
Costo Total			US\$ 571.75

TAPADERA PARA UN DIGESTOR

3 LAMINAS NEGRAS 4' x 8' x 1/16"	c/u	US\$ 45.00-	US\$ 135.00
2 HEMBRAS (platinos) 1 1/2" x 3/16" x 20'	c/u	US\$ 3.00	6.00
4 REFUERZOS PARA ANCLAJE	c/u	3.00	12.00
SOLDADURA			30.00

Material	US\$183.00
Mano de Obra	100.00
Costo Total	US\$ 283.00

GASOMETRO

5 LAMINAS 4' x 8' x 1/8"	c/u	US\$ 60.00	US\$ 300.00
4 HIERRO (Hembra) 1 1/2 x 3/16x20'	c/u	3.00	12.00
SOLDARUDA		80.00	80.00

Material	US\$ 392.00
Mano de Obra	200.00
Costo Total	US\$ 592.00

PILA - GASOMETRO

CEMENTO	10 Sacos	c/u	US\$ 3.00	US\$ 35.00
ARENA DE RIO	1 M3	c/u	4.00	4.00
PIEDRIN 1/2" y 3/4"	0.75 M3	c/u	5.00	3.75
HIERO φ 3/8"	1.00 qq	c/u	22.00	22.00
ALAMBRE CAL. No. 16	2 lbs.	c/u	0.45	0.90
BLOCKS Q15x0.20x0.40	150 unid.	c/u	0.25	37.50
				US\$ 795.15

Material	103.15
Mano de Obra	100.00
Costo Total	203.15

RESUMEN: COSTOS MATERIALES Y MANO DE OBRA

MATERIALES	UN DIGESTOR DE 8.5 M3	US\$ 500.00
MANO DE OBRA	" "	300.00
	TOTAL	US\$ 800.00

MATERIALES - PLOMERIA	US\$ 372.00	
MANO DE OBRA	200.00	
	TOTAL	US\$ 572.00

MATERIAL - GASOMETRO	US\$ 500.00	
MANO DE OBRA	300.00	
	TOTAL	US\$ 800.00

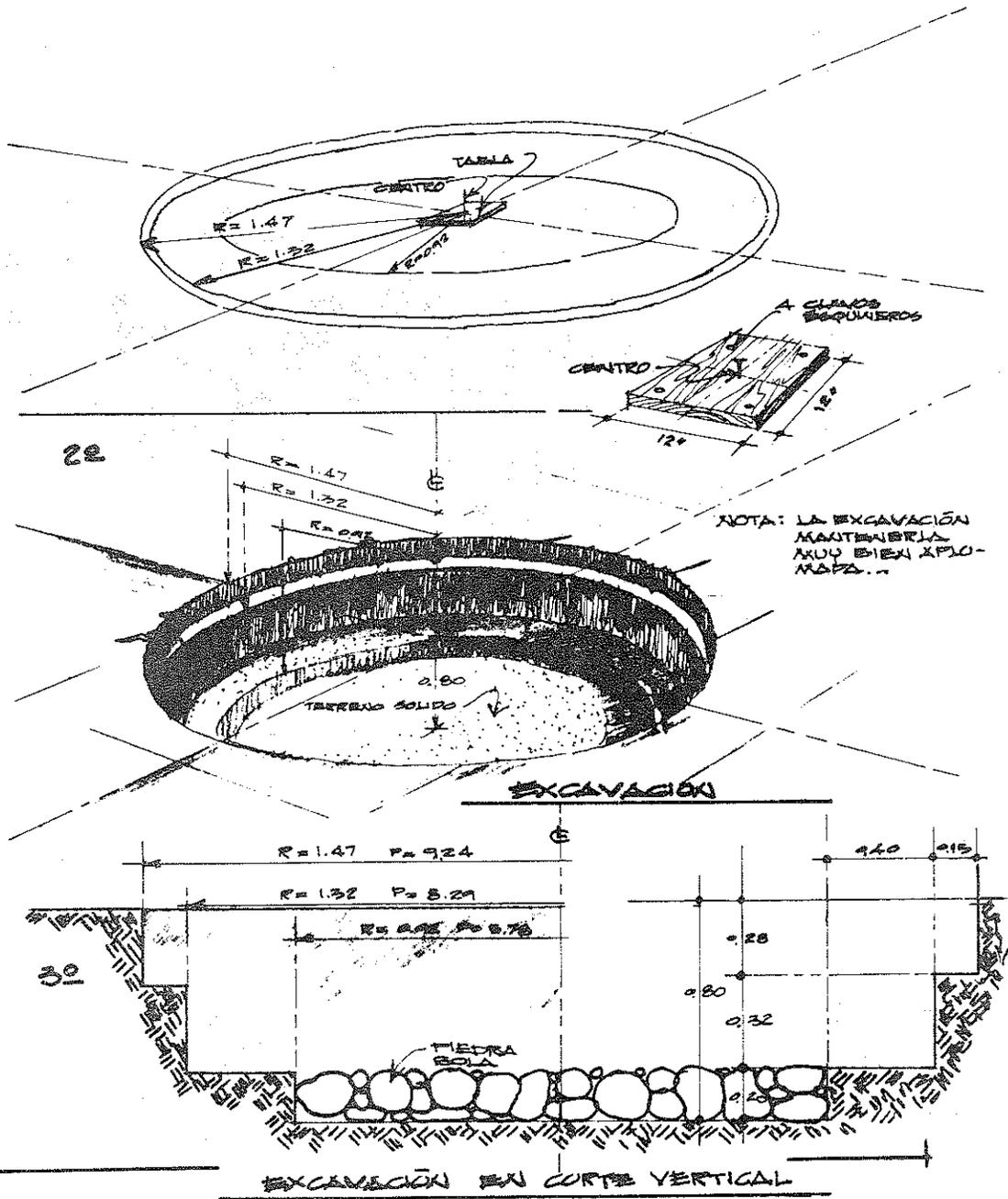
MATERIALES - TAPADERA DIGESTOR	US\$ 183.00	
	100.00	
	TOTAL	US\$ 283.00

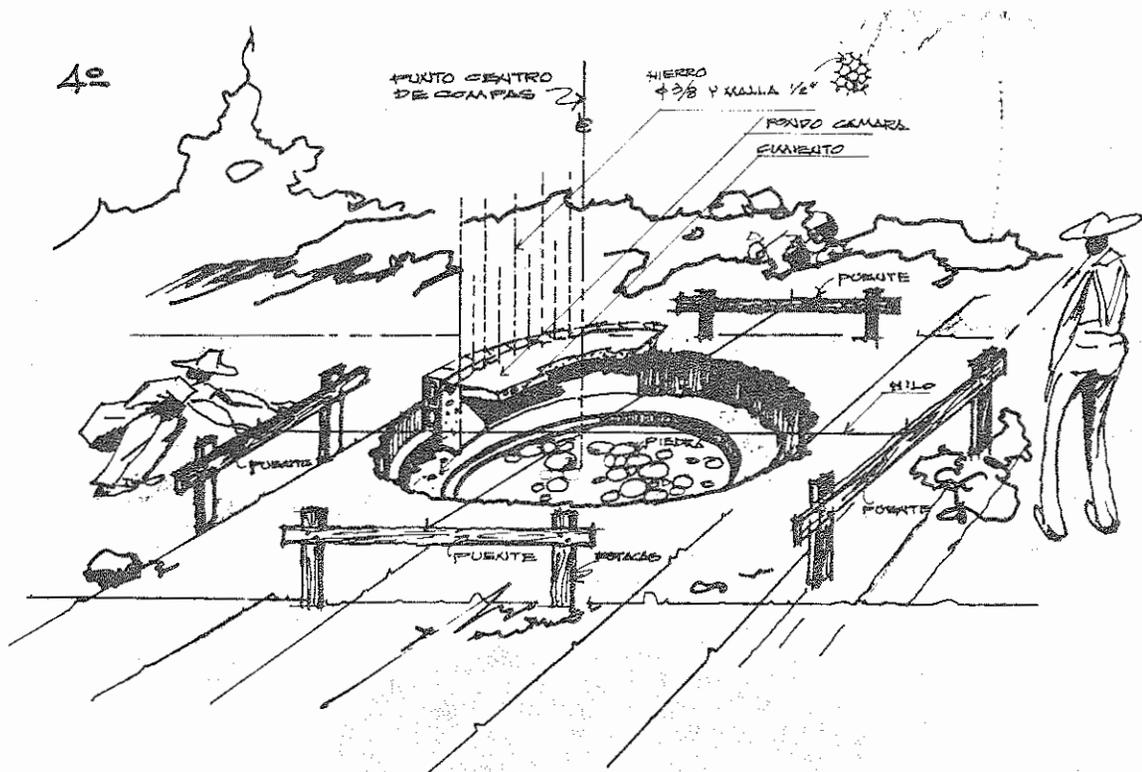
GRAN TOTAL US\$ 2,455.00

MATERIALES	US\$ 1,555.00
MANO DE OBRA	US\$ 900.00
	US\$ 2,455.00

NOTA: ADICIONAR EL VALOR DE UN DIGESTOR MAS DEBIDO A QUE LA PLANTA COMPLETA CONSISTE EN 2 DIGESTORES Y UN GASOMETRO.

12 PARA HACER EL TRAZO DE LA CIRCUNFERENCIA PONER UNA TABLA DE 1° X 12" X 12" ASEGURADA CON 4 CLAVOS LARGOS AL TERRENO YA PREVISTO. -



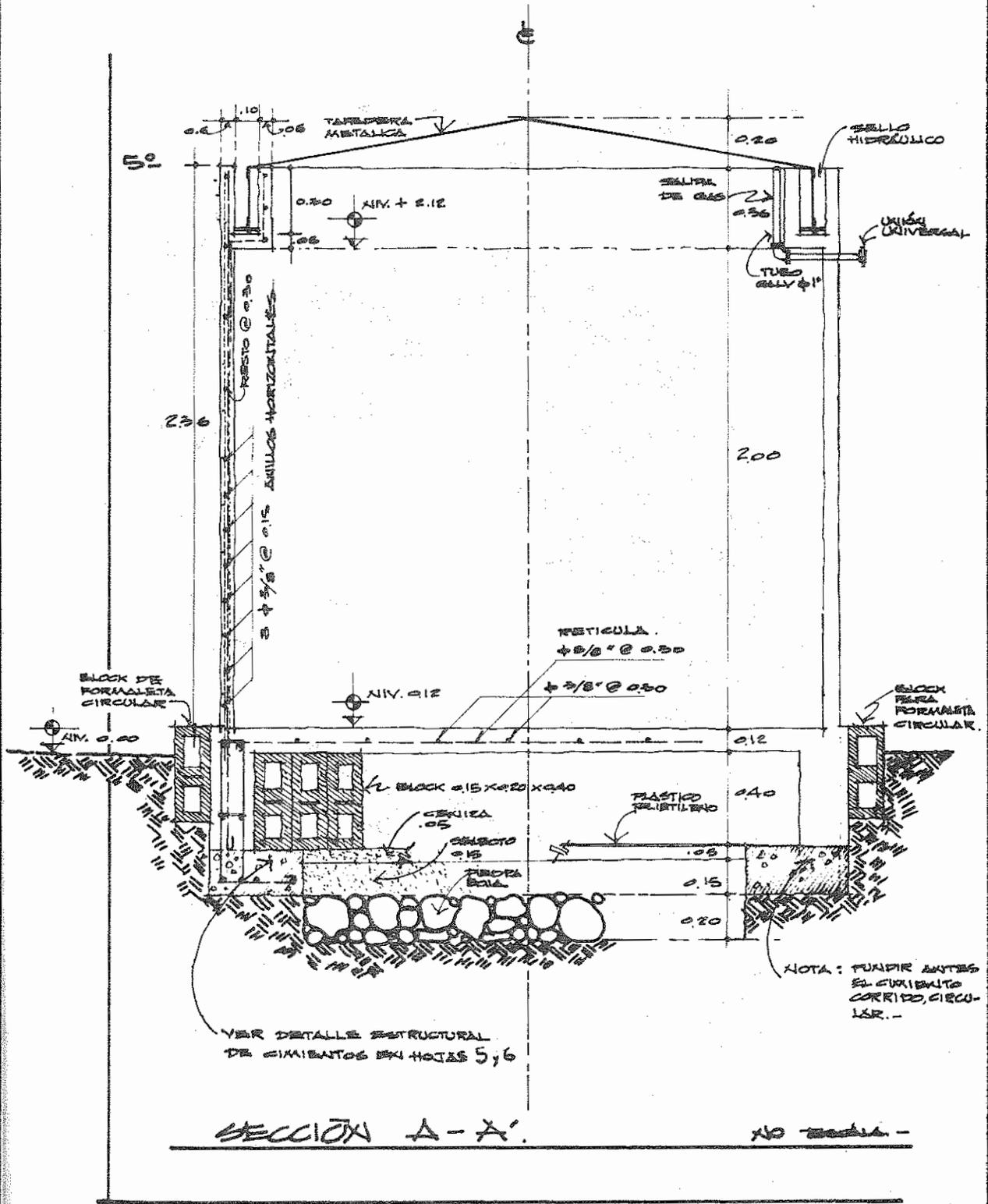


PERSPECTIVA... DETALLE DE TRAZO

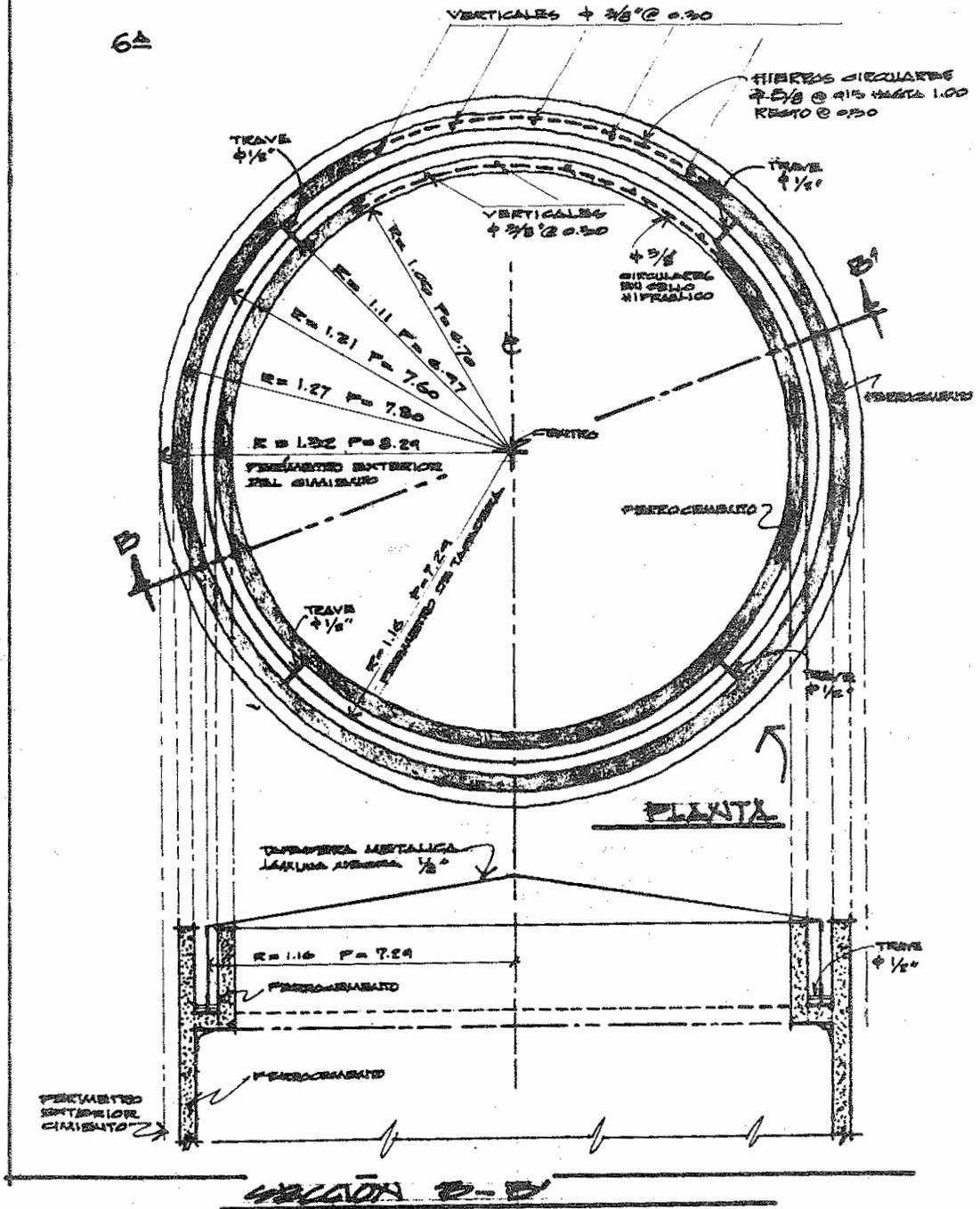
NO ESCALA

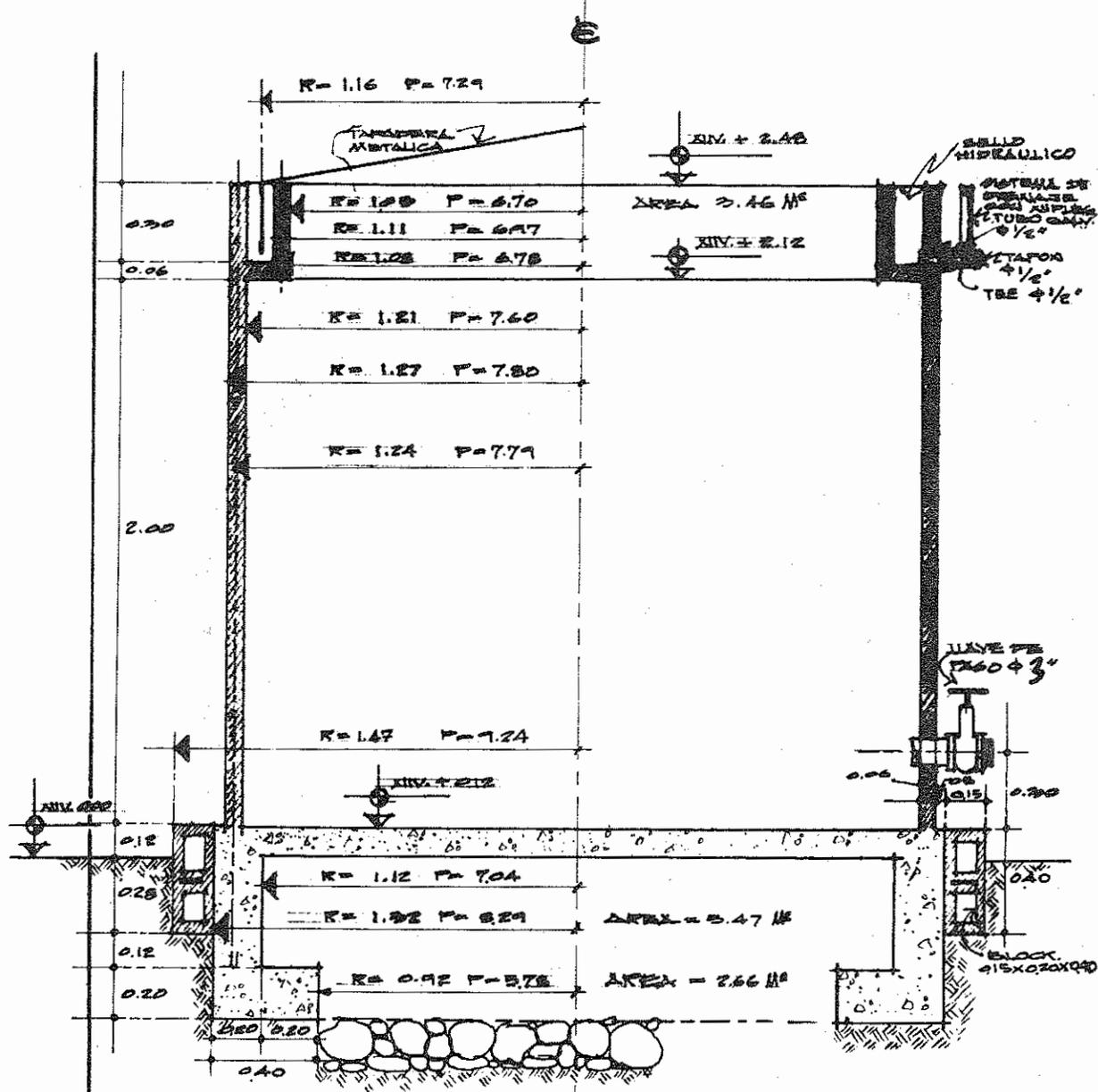
NOTA: PARA MANTENER EL PUNTO CENTRO DE COMPAS, HAY QUE COLOCAR 4 PUENTES DE REFERENCIA, PARA ELLO SE REQUIEREN 8 ESTACAS DE MADERA CORRIENTE LIBERADA DE 2" X 3" X 30" COLOCÁNDOLES 1 A EL° DE SEPARACIÓN CONSERVANDO UNA LÍNEA SOBRE EL TERRENO DE

2 20" REVELANDO LOS 4 PUENTES DESPUÉS COLOCAR 4 TRAVESAJOS CON MADERA DE 1" X 4" X 30" Y PASAR 2 HILES CRUZADOS PARA ENCONTRAR Y MANTENER EL CENTRO EXACTO.



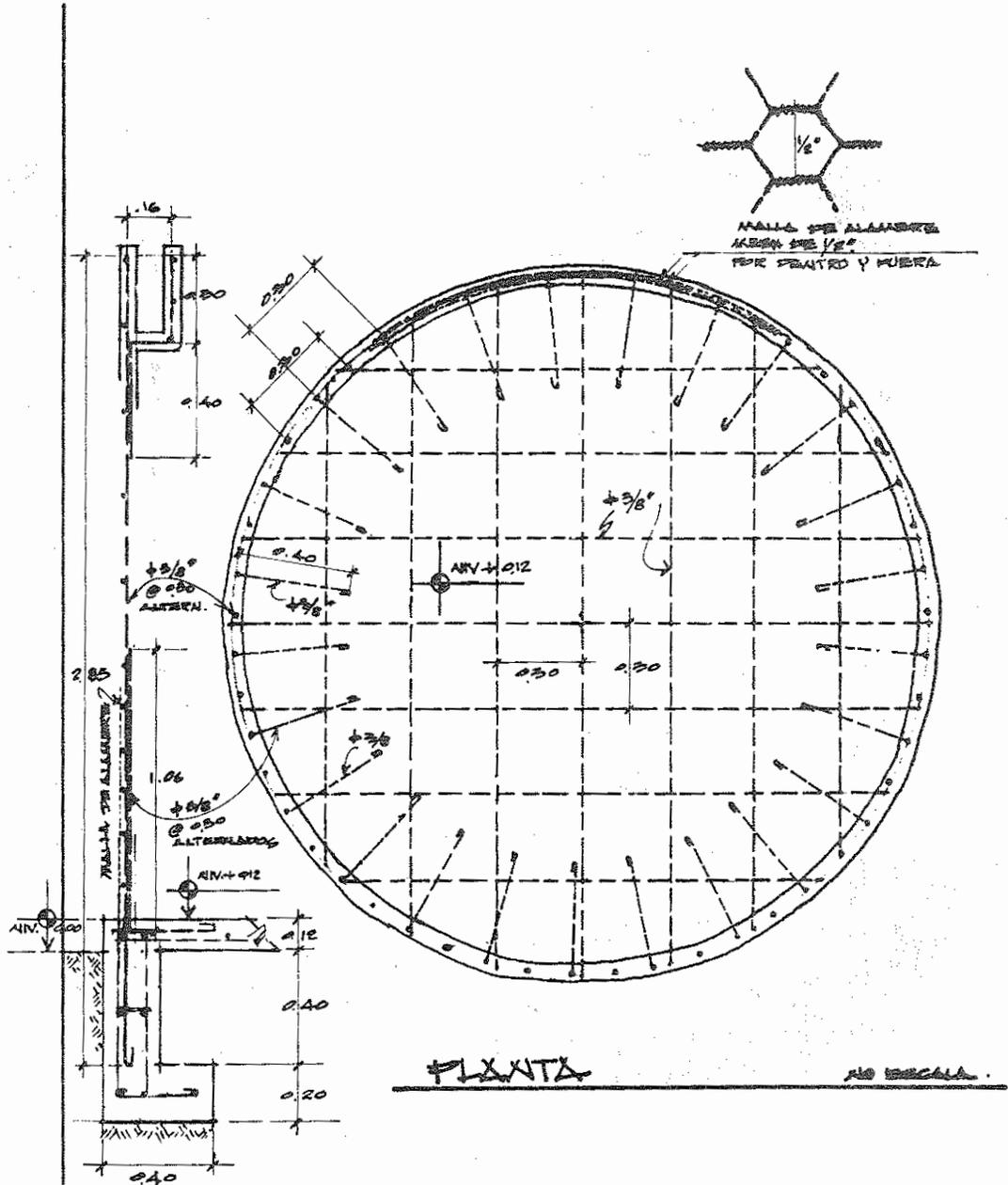
**DETALLE PARA TODOS LOS TRAZOS
POR MEDIO DEL SISTEMA RADIAL**





DETALLE PARA TODOS LOS TRAZOS
POR MEDIO DEL SISTEMA RADIAL

NO ESCALA

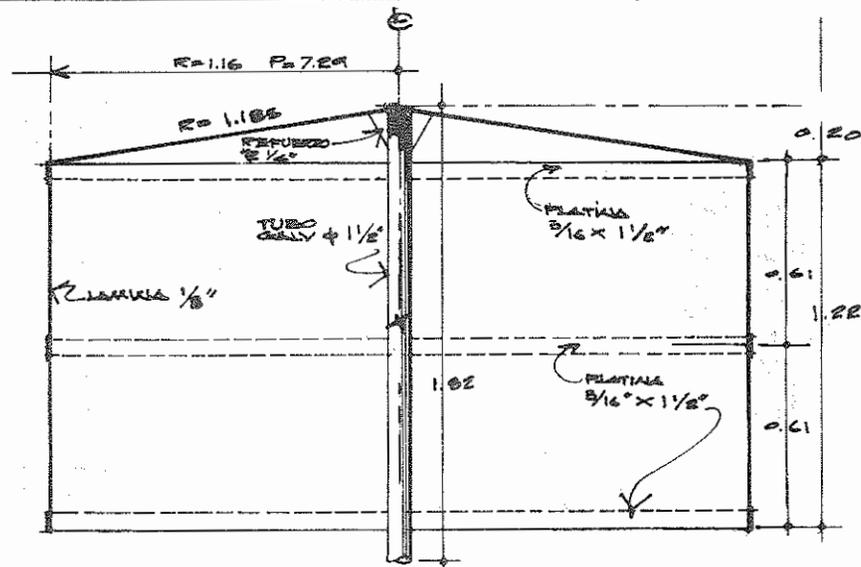


PLANTA

NO ESCALA

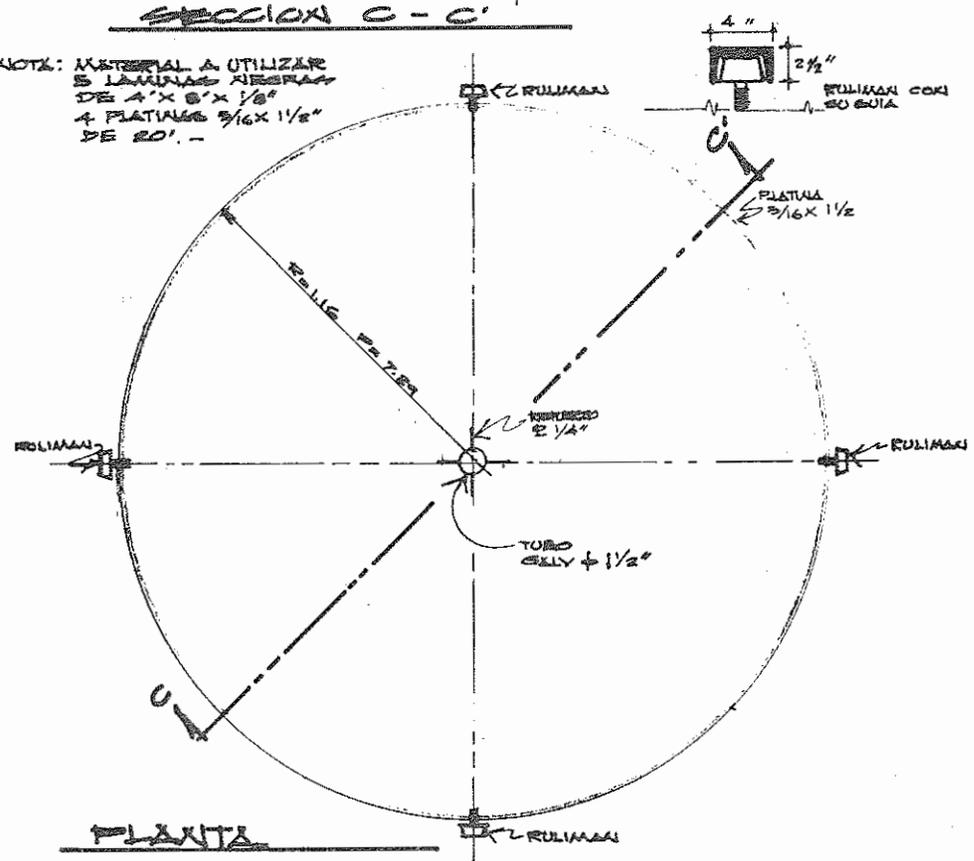
DETALLE ESTRUCTURAL - FONDO DE CÁMARA; Y PARED CIRCULAR DE FERROCEMENTO

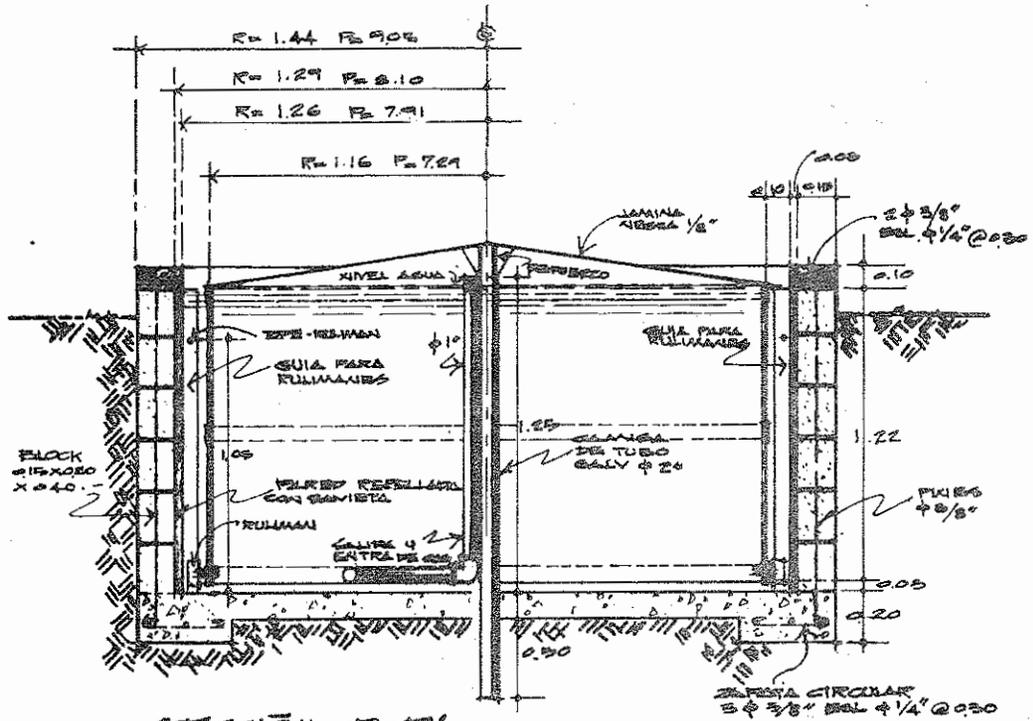
DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMPANA PARA EL GASÓMETRO



SECCION C-C'

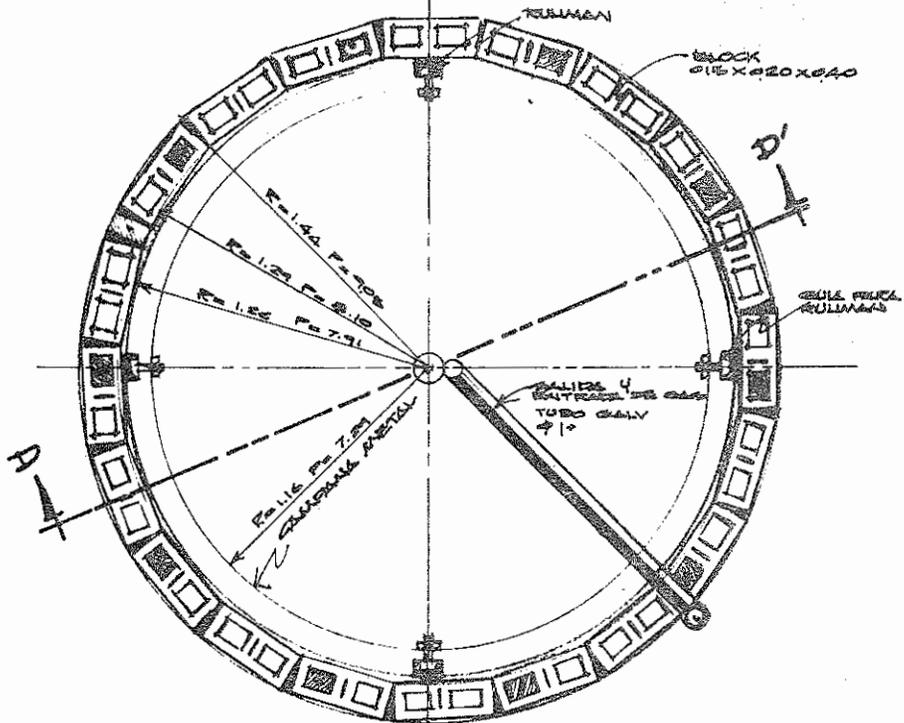
NOTA: MATERIAL A UTILIZAR
 5 LAMINAS ABRASAS
 DE 4' X 8' X 1/8"
 4 PLATAS 3/16 X 1 1/2"
 DE 20' -



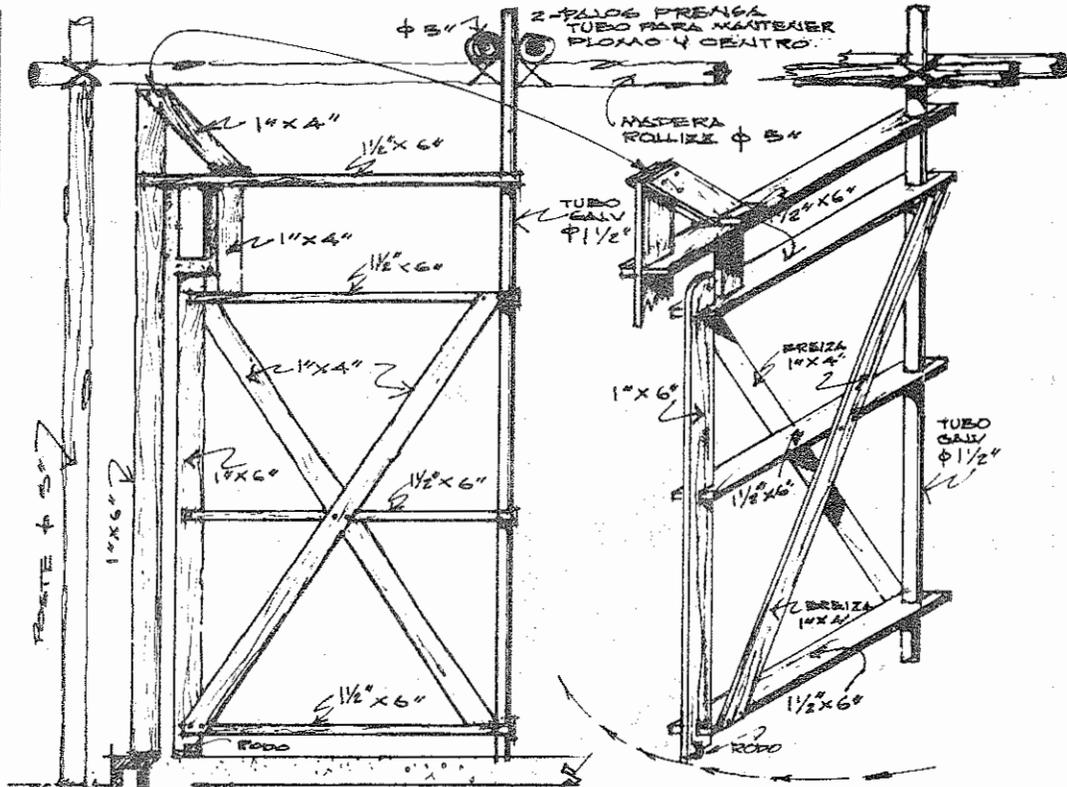


SECCION D-D'

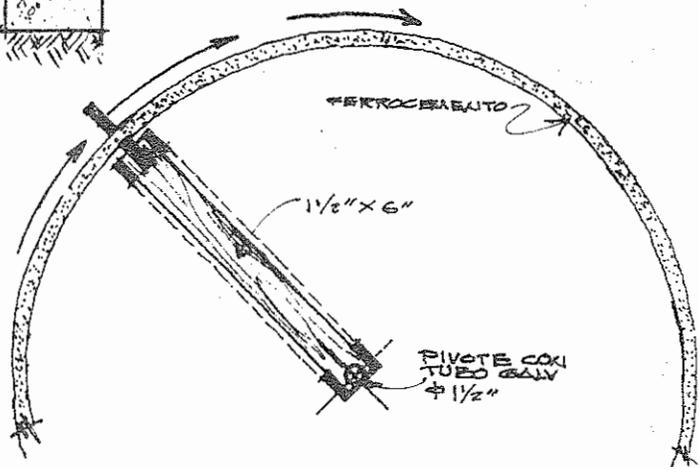
CONSTRUCCION - PILLA DE GONOMETRO



FRONTA



ARRASTRES DE MADERA

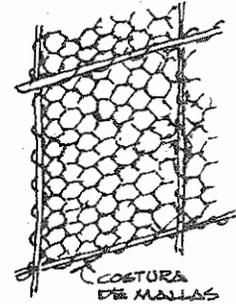


DETALLE - ARRASTRES DE TALLADO EN HESISTORES, EXTERIOR E INTERIOR.

ARMADO DE MALLA,
MESH 1/2" PARA FERRO-
CEMENTO

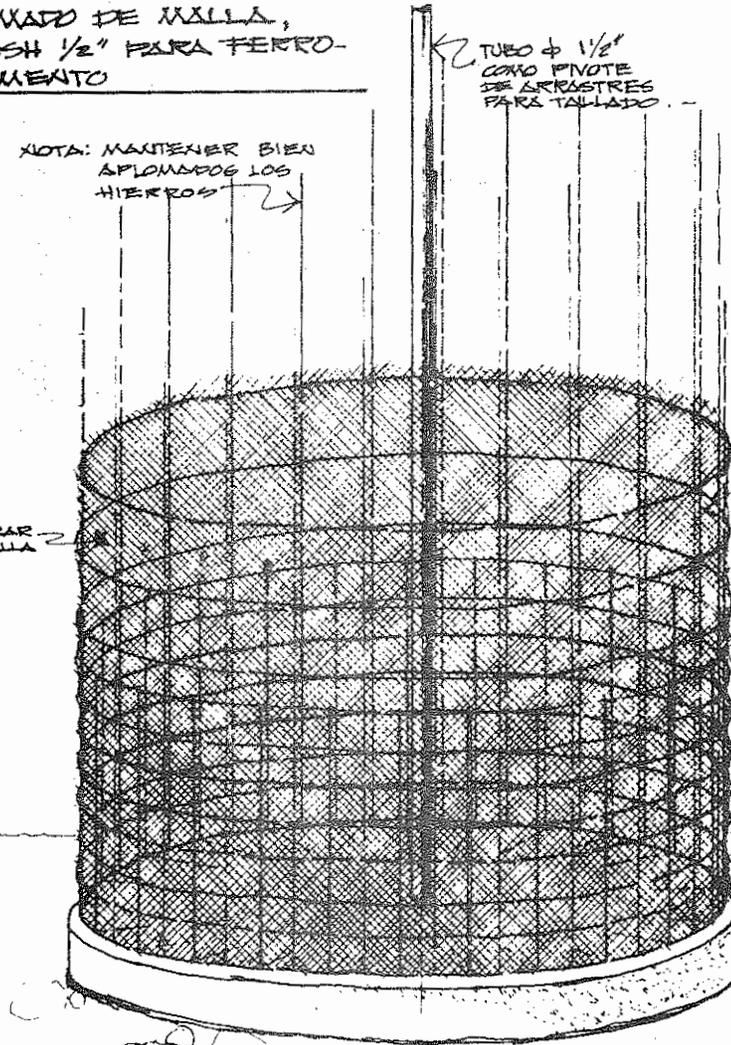
NOTA: MANTENER BIEN
AFLORADOS LOS
HIERROS

TUBO ϕ 1 1/2"
COMO PIVOTE
DE ARROSTRES
PARA TALLADO

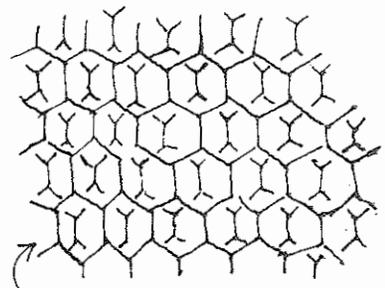
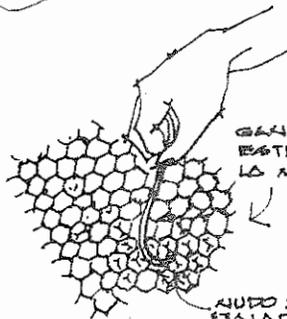


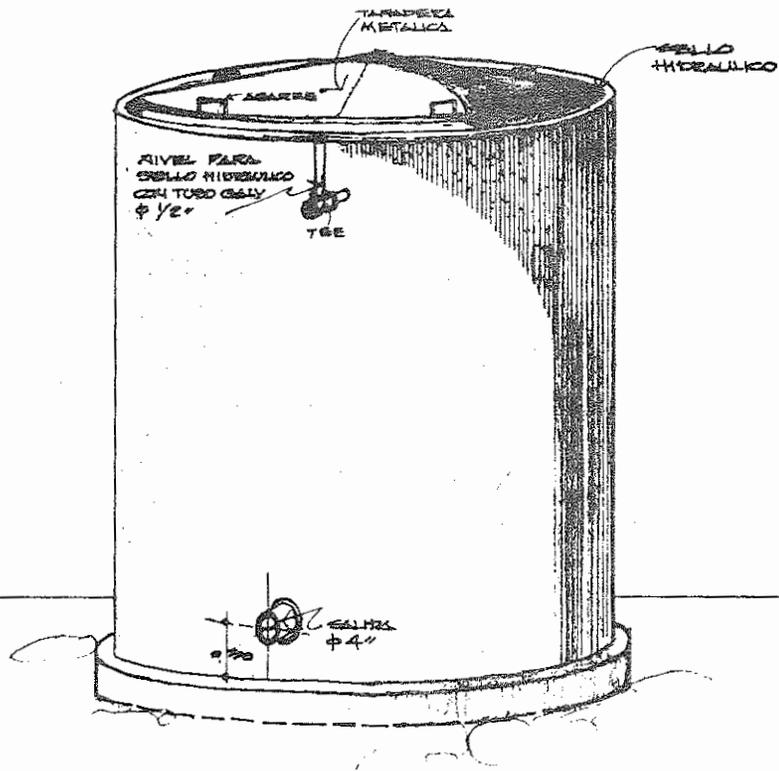
MALLA DE
ALAMBRE
MESH 1/2"

ESTIRAR
LA MALLA



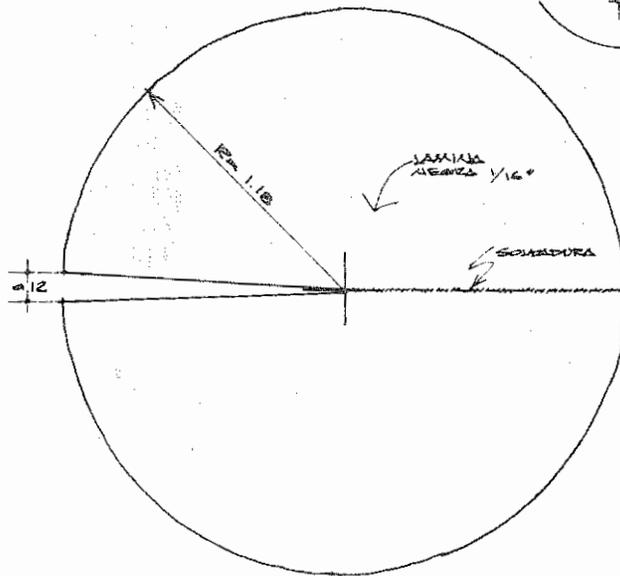
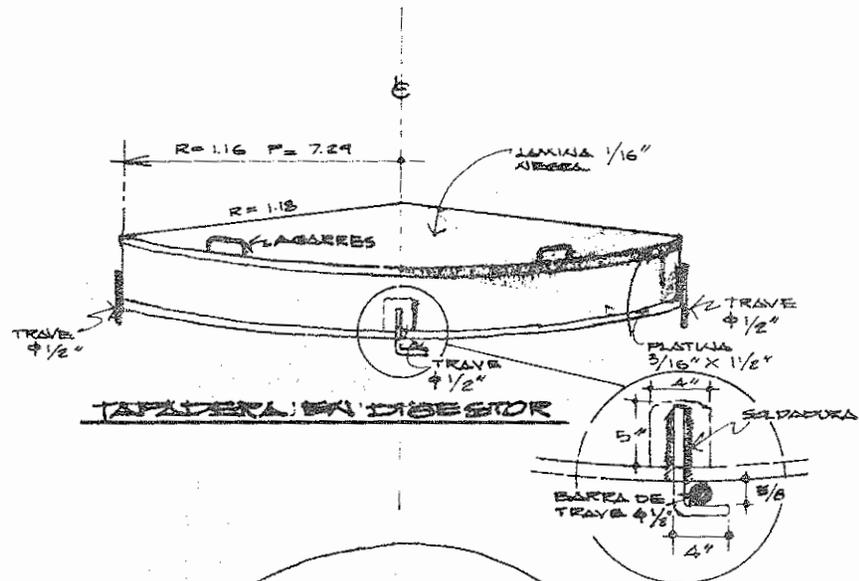
0.15
0.15
0.15
0.15
0.15
0.15
0.15





DIGESTOR DE 8.5 M³
CONTRUIDO EN FERROCEMENTO

NOTA: MEZCLA INDICADA, UNA PARTE DE CEMENTO
POR 2 DE ARENA DE RIO CERNIDA
25% DE AGUA, Y BIEN MEZCLADA
HÁGASE ESTÁ POR CANTIDADES
QUE NO EXCEDAN EL ALCANCE DE
LOS OBREROS QUE LO APLICAN. -



TRAZO DE LA TAPADERA.
 SE UTILIZAN 2 LÁMINAS
 DE 4' X 5' X 1/16" PARA EL
 ANILLO SE UTILIZA 3/4 DE LÁMINA
 Y 14.60 MTS. DE PLATINA 1/2" X 3/16"

DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN
 DE TAPADERA EN DIGESTORES. -

Ecuador:

INAUGURADA PRIMERA PLANTA DE BIOGAS

La primera planta de biogas construida en Ecuador mediante convenio entre la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y el Consejo Provincial de Pichincha, fue inaugurada el 27 de mayo pasado.

En plena producción, la obra fue oficialmente entregada al Prefecto Provincial doctor Patricio Romero Barberis, por el Secretario Ejecutivo del organismo regional, ingeniero Gustavo Rodríguez Elizarrarás, luego de suscribir ambos el convenio que selló la culminación de este programa bipartito de cooperación.

Ubicada en la finca agrícola cafetalera "Ximenita", en la localidad rural de Valle Hermoso cercana a Santo Domingo de los Colorados, la unidad inició sus operaciones superando las expectativas técnicas al duplicar los cinco metros cúbicos diarios de producción de biogas previstos. A esto se agrega su capacidad para generar unos 200 quintales (46 kilos) aproximados de bioabono seco mensual.

La obra forma parte del programa regional de biogas de OLADE, que considera la instalación de 70 unidades piloto en el presente año en otros 7 países: Bolivia, Guyana, Jamaica, Haití, Honduras, Nicaragua y Guatemala. Por otra parte las excelentes condiciones geográficas y de clima de esta zona ecuatoriana, han motivado a las autoridades del Consejo Provincial para multiplicar esta experiencia tanto a escala rural domiciliaria como rural agrícola.

TECNOLOGIA,

La tecnología de diseño aplicada por OLADE es de origen guatemalteco. El sistema permite la ampliación de la planta no sólo para cubrir necesidades de energía doméstica -cocción de alimentos e iluminación- para una familia de ocho a diez personas, sino, además extender sus posibilidades a faenas productivas mediante la obtención de suficiente abono y de energía para accionar bombas de agua y motores de combustión.



El prefecto de Pichincha, doctor Patricio Romero, conjuntamente con el Secretario Ejecutivo de OLADE, ingeniero Gustavo Rodríguez E., suscriben el convenio de cooperación, previo a la inauguración de la planta de Biogas

Para la construcción de la planta se ocupó una pequeña superficie situada junto a la casa de la finca. Allí se levantaron los dos "digestores", especies de tanques construidos mediante un diseño apropiado para la recepción del desecho orgánico y para el almacenamiento de gas, el otro elemento es el gasómetro. La instalación se complementa con tuberías para el transporte del gas hasta el sitio de la utilización doméstica. La modalidad de esta planta consiste en el empleo no sólo de estiércol, sino además, en partes proporcionales de un tercio de los desperdicios de café (pulpa y cascarilla) y de pulpa de abacá.

La tecnología de producción de biogas empezó a desarrollarse a comienzos de siglo en Alemania, aunque desde los inicios de la microbiología, Pasteur postulaba que se podía producir metano a partir de desechos y estiércol de granjas. La escasez energética en la segunda guerra mundial hizo que Alema-





Dr. Romero: "La Cooperación Latinoamericana es una tangible realidad"

nia y Francia desarrollaran digestores de metano que utilizaban para mover motores y tractores.

Sin embargo, la acelerada carrera por tecnificar la actividad del hombre con derivados de petróleo, y la rápida y agresiva campaña de comercialización por parte de las transnacionales opacaron el desarrollo del biogas como fuente de energía.

A partir del principio físico que, "en la naturaleza nada se pierde, todo se transforma", el proceso de descomposición orgánica por ausencia de aire da como resultado la producción de un gas biológico, el biogas, mezcla de metano, anhídrido carbónico y otros compuestos con alto poder energético, que como combustible gaseoso tiene características similares a la gasolina y el gas propano.

La experiencia tecnológica del uso del biogas en América Latina tiene como punto de partida los

programas de investigación iniciados por Guatemala en 1953 y luego su patente de plantas productoras. Posteriormente, México ha desarrollado también una tecnología apropiada, mientras que Brasil, Perú, Colombia, Panamá, El Salvador y Jamaica realizan investigaciones en este campo.

El programa de biogas que desarrolla OLADE a nivel regional combina la construcción de plantas de distinta tecnología (guatemalteca, mexicana y china) y la capacitación de personal nacional que pueda continuar aplicándolas en sus respectivos países. Con este objeto ha entrenado un total de 30 personas, en los niveles de ingeniero a albañil en siete países.

Estas actividades culminarán con un seminario regional de biogas que se realizará en agosto próximo en República Dominicana.

POTENCIALIDAD ENERGÉTICA.

La participación del biogas en el desarrollo energético de América Latina tiene enormes perspectivas. En cifras preliminares, un estudio realizado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y OLADE ha estimado que el desarrollo de un programa regional permitiría liberar, el promedio de 20 o/o de las necesidades de energía de consumo directo en el área rural latinoamericana. Además, reduciría la presión que esa comunidad ejerce sobre la masa forestal y boscosa. A su vez el potencial de uso de la producción de biogas a partir de los volúmenes de la "materia prima" de este recurso (residuos vegetales, desechos de animales, basuras domésticas de tipo orgánico y excretas humanas), ascendería en cinco años a 45 millones de toneladas equivalentes de petróleo y a 70 millones en quince años más.

Si a esta producción potencial se le aplica el

precio actual del barril de petróleo (promedio de 30 dólares), se infiere un valor de producción de 10 y medio millones para 1985 y de 16 millones aproximados para 1995, según estas estimaciones.

El Ecuador y las zonas seleccionadas para esta experiencia, reúnen las principales características que se requieren para localizar una planta de biogas: clima tropical o semi-tropical con temperatura mínima ambiental no menor de 24 grados centígrados y suficientes volúmenes de residuos agropecuarios (restos de cosecha, estiércol de ganado, pulpa de café, etc)

La significación económica y factibilidad en el uso de este recurso se ilustra mediante un ejemplo simple: el estiércol diario de una vaca adulta es capaz de generar el equivalente a tres cuartos litros de gasolina al día y un volumen similar en abono.



Ing. Rodríguez: "El Biogas abre grandes perspectivas sustitutas"



Las autoridades de OLADE y del Consejo Provincial de Pichincha, acompañados de las autoridades cantonales de Santo Domingo

Para el caso de Ecuador, la incorporación del biogas a su estructura de consumo energético actual, abre reales perspectivas sustitutivas. Exportador de petróleo desde 1972, el país podría dejar de serlo de no frenar su progresivo incremento del consumo de hidrocarburos, que cubren casi el 80 o/o de la demanda nacional de energéticos.



El propietario de la Finca "Ximenita" en el momento de suscribir el convenio de común acuerdo entre el Consejo Provincial OLADE y usuario.

I GRUPO DE TRABAJO SOBRE BIOGAS

Entre el 12 y 15 de febrero se reunió en Quito, Ecuador, el I Grupo de Trabajo sobre Biogas con el objeto de analizar el Programa regional elaborado por la Secretaría Permanente de OLADE e intercambiar experiencias de trabajo.

Bajo la coordinación del ingeniero Edgar Alfredo Paniagua, Jefe del Programa Regional de biogas el grupo estuvo integrado por:

BRASIL: Dra. Angela Menin Texeira de Souza, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEL;

COLOMBIA: Ing. Jairo Alviar Restrepo;

COSTA RICA: Ing. Gerardo Chacón Valle, Escuela Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica;

ECUADOR: Ing. Eduardo Morán Fierro, Instituto Nacional de Energía;

EL SALVADOR: Ing. Alberto Chiquillo Alas, Superintendente de Investigación y Proyectos Especiales, Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa

GUATEMALA: Ing. Mario David Penagos G.; Dr. Roberto Cáceres Estrada, CEMAT;

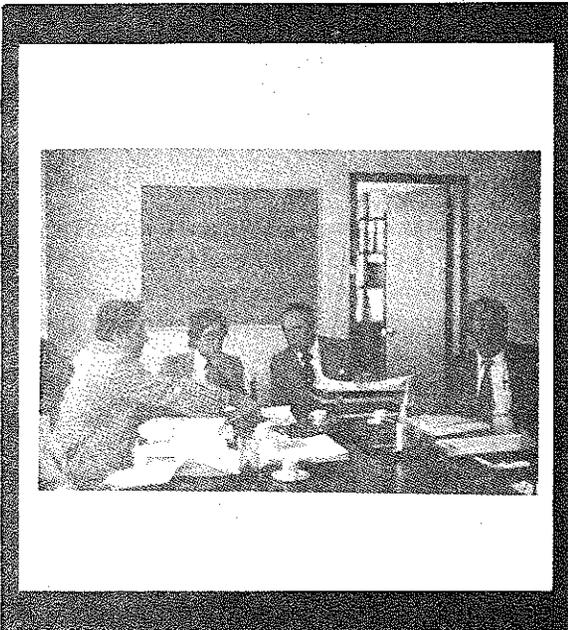




GUYANA: Mr. Haldane Denis Rogers, National Energy Authority;

HONDURAS: Ing. José Elías Rodríguez Flores; Encargado Programa de Biogas. Ministerio de Recursos Energéticos

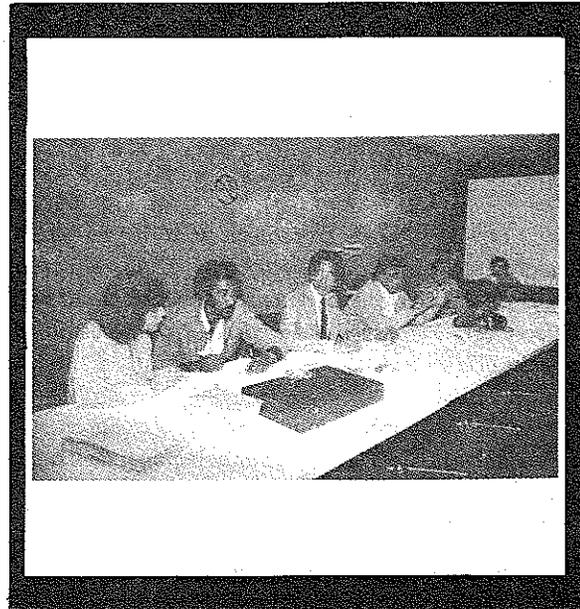
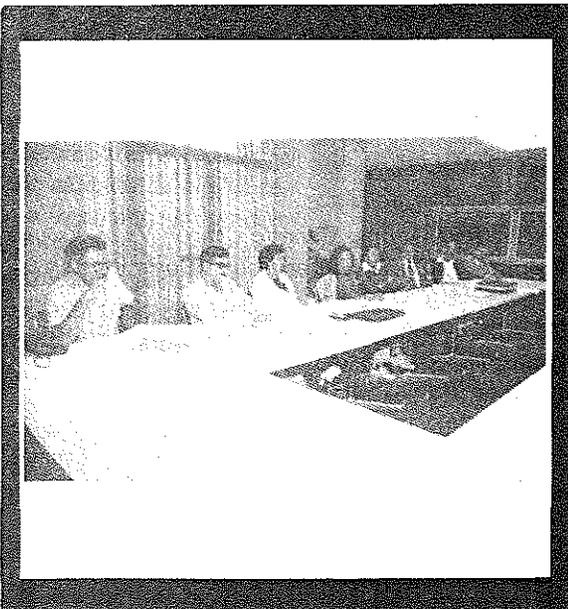
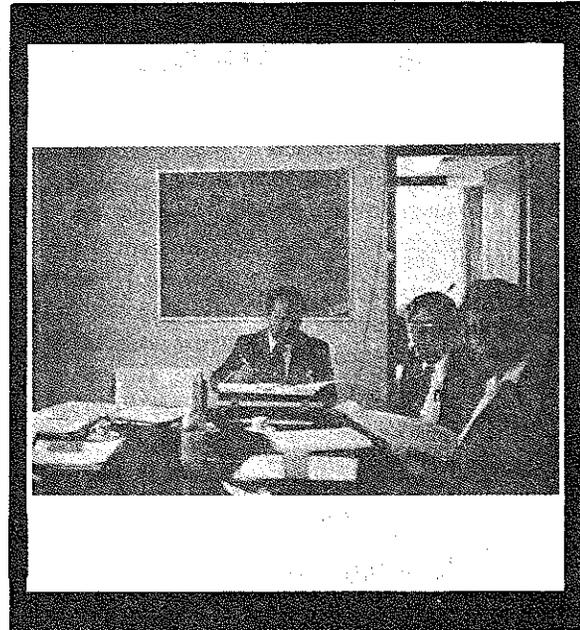
JAMAICA: Mr. Edward (Teddy) Alexander, Ministry of Mining and Natural Resources;



MEXICO: Ing. Jesús Arias Chávez, Xochicalli, Consultea; Ing. Ana María Martínez, Instituto de Investigaciones Eléctricas;

PANAMA: Ing. Samuel Bern, Grupo de Tecnología Apropriada;

PERU: Ing. Xavier Verástegui Lazo, Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas - ITINTEC.



PROGRAMA REGIONAL DE BIOGAS

CRONOGRAMA DE EVENTOS 1980

FEB.	- Inicia I Curso Práctico de construcción de una planta de biogas tipo OLADE-Guatemala (batch)	4	Ecuador		
	- I Grupo de Trabajo sobre Biogas	11-15	Ecuador		
	- Inicia II Curso Práctico de construcción de 3 plantas de biogas tipos Chino, OLADE-Guatemala y XOCHICALLI-México	18	Guatemala		
MAR.	- Finaliza I Curso práctico de construcción de una planta de biogas tipo OLADE-Guatemala (batch)	25	Ecuador		
	- Finaliza II Curso Práctico de construcción de 3 plantas de biogas tipos Chino, OLADE-Guatemala y XOCHICALLI-México	24	Guatemala		
ABR.	- Seminario Especial Latinoamericano de Bioenergía (OLADE-BID)	18-19	EE.UU.		
MAY.	- Inauguración planta de biogas tipo OLADE-Guatemala	27	Ecuador		
JUN.	- II Grupo de Trabajo sobre Biogas	23-26	Jamaica		
JUL.	- III Curso Práctico de construcción de 3 plantas de biogas tipos Chino, OLADE-Guatemala y XOCHICALLI-México.	1-31	República Dominicana		
AGO.	- I Seminario Latinoamericano de Biogas	18-22	República Dominicana		
	- Inicia IV Curso Práctico de construcción de 3 tres plantas de biogas tipos Chino, OLADE-Guatemala y XOCHICALLI-México	18	Jamaica		
	- Inicia I Curso Latinoamericano de Biogas	25	Guatemala		
SEP.	- Finaliza IV Curso Práctico de construcción de 3 plantas de biogas tipos Chino, OLADE-Guatemala y XOCHICALLI-México	19	Jamaica		
OCT.	- I Reunión Grupo Asesor de Biogas	20-22	México		
	- Finaliza I Curso Latinoamericano de Biogas	24	Guatemala		



Ing. Alfredo Paniagua, Jefe del Programa Regional de Biogas



Ing. Francisco Monteverde Z., Director Técnico de OLADE

SE REALIZO SEMINARIO ECUATORIANO DE CAPACITACION EN GEOTERMIA

La investigación científica y el desarrollo tecnológico de la geotermia en América Latina fueron examinados en el I Seminario Ecuatoriano de Capacitación en esta fuente de energía no convencional.

Profesionales y estudiantes de las distintas ra-

mas de la ingeniería participaron en este curso que se realizó del 20 al 29 de enero en Guayaquil, organizado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), con el patrocinio de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL).

El programa de conferencias estuvo a cargo de expertos latinoamericanos, en representación de la Comisión Federal de Electricidad, de México y la Comisión Hidroeléctrica del Río Lempa, de El Salvador; además de los coordinadores subregionales del Programa Geotérmico de OLADE.

Las materias dictadas se refirieron a planificación, desarrollo y ejecución de un programa geotérmico, sobre la base de la metodología regional de exploración elaborada por OLADE, que abarca las distintas etapas de búsqueda, evaluación, construcción de plantas y explotación del recurso.

EXPLORACION PETROLERA

EN AMERICA LATINA:

LOS RIESGOS POR CUBRIR

Los precios futuros del petróleo y el incremento de su demanda constituyen poderosos motivos de zozobra para la economía de América Latina. La región, globalmente, es deficitaria en su abastecimiento y el 70 o/o de su consumo energético proviene del uso de ese combustible.

Este cuadro no tiende a alterarse en el corto y mediano plazo. Con lo cual el petróleo continuará siendo la principal fuente de energía, no obstante los éxitos que se logren para desarrollar otras formas sustitutivas.

Dentro de estas circunstancias, la búsqueda de "oro negro" en la región se ha intensificado sobre bases ciertas. Las cuencas sedimentarias con potencial hidrocarburífero en América Latina, incluidas las zonas marítimas de hasta 200 metros cuadrados, se estiman en más de 12 millones de kilómetros cuadrados. Esta área representa casi el 20 o/o de la superficie mundial potencialmente explorable.

Esta situación coloca a la región como foco de interés de las transnacionales por explorar y hacer producir este potencial. Sin embargo, ésta no quiere continuar pagando la ya conocida "tajada del león" que secularmente se llevaban dichas compañías.

Por iniciativa de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), técnicos del sector petrolero regional han formulado elementos de juicio que permitiría a OLADE asesorar a los países para suscribir contratos de riesgo. Esto, con el fin de intensificar sus faenas exploratorias bajo condiciones que les garantice el control efectivo de sus riquezas y determine, para los inversionistas, un rango justo de utilidades.

Los términos de referencia para una asesoría en este tipo de relaciones contractuales, están contenidos en una metodología básica que el organismo regional ha puesto a consideración de sus veinticinco países miembros.

SIN HIPOTECAS

Sobre la subyacente riqueza petrolera potencial de América Latina, se alzan objetivos no menos valiosos. El principio de soberanía, la seguridad nacional, el derecho de propiedad y el desarrollo económico se ponen en juego e inducen a los países a explorar y explotar directamente sus hidrocarburos. Pero la carencia generalizada de recursos técnicos y principalmente financieros, ha impuesto a la gran

PARTICIPANTES

ARGENTINA: Dr. Juan Carlos Petrella, Dirección de Contratos - Departamento de Contratos y Licitaciones, YPF;

BOLIVIA: Ing. Enrique Mariaca, Asesor General de la Gerencia General YPF;

BRASIL: Ing. Remo Mannarino, Asistente para Economía y Producción de Petróleo en Contratos de Riesgo, PETROBRAS; Ing. Wagner Freire Oliveira e Silva, Superintendente-Adjunto de Contratos de Exploración, PETROBRAS;

ECUADOR: Dr. Jorge Andrade Noboa, Comisión Asesora, Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos; Ing. Freddy Alfonso Durán, Subgerente de Consorcios, Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana; Econ. Carlos Izurieta Esquetini, Asesor Técnico, Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos; Dr. Juan Manosalvas Vaca, Director de Asesoría Jurídica, Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana; Dr. Manuel Eduardo Navarro Velastegui, Miembro de Comisión Asesora, Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos; Dr. Jesús Rubén Rodríguez V., Ministro Consejero - Asuntos Petroleros Embajada de Venezuela en Ecuador;

EL SALVADOR: Dr. Mauricio Caín Serrano Aguilar, Asesor Jurídico del Ministro de Economía, Comisión Nacional del Petróleo; Dr. Jaime Amado del Valle Menjívar, Asesor Jurídico - Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa; Dr. Carlos Henríquez López, Responsable, Comisión Nacional de Petróleo (CONAPE).

GUATEMALA: Dr. Fernando Barillas Monzón, Asesor Jurídico, Ministerio de Finanzas; Lic. José Guillermo Salazar Santizo, Director, Banco de Guatemala;

MEXICO: Lic. Humberto Villareal Oyanguren, Jefe del Departamento de Organismos Int., Dirección de Coinversiones y Asuntos Int., Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial;

PERU: Ing. José Robles Freyre, Asesor Hidrocarburos, Ministro de Energía y Minas.

ARPEL: Dr. Fernando Mendoza, Secretario General de ARPEL;

SECRETARIA PERMANENTE DE OLADE: Dr. Luis Alberto Aráuz, Coordinador de Fuentes Convencionales de Energía; Lic. Arturo Berti, Asistente Secretario Ejecutivo; Ing. Luiz Augusto Fonseca, Jefe de Hidrocarburos y Eólica.

mayoría de países la necesidad de recurrir, tarde o temprano a la participación de las compañías internacionales.

Considerados como un complemento financiero de las actividades exploratorias, los contratos de riesgo son la modalidad imperante en la mayoría de los países. Como contrarrespuesta a los contratos de concesión de áreas -tendencia hipotecante de la soberanía nacional que se impuso hasta hace muy poco-, este tipo de relaciones contractuales ha mejorado notablemente la participación de los estados al señalar el riesgo "como exclusiva responsabilidad de las empresas contratistas" -según determina el estudio de OLADE-

Urgidos por el alto costo del petróleo importado, los países de América Lati-

na intensifican las exploraciones en las cuencas sedimentarias de sus áreas terrestres y marítimas. Muchas de estas actividades las realizan a través de sus propias empresas estatales agrupadas en ARPEL (Asistencia Recíproca Petrolera Latinoamericana), que comprende a México (PE-

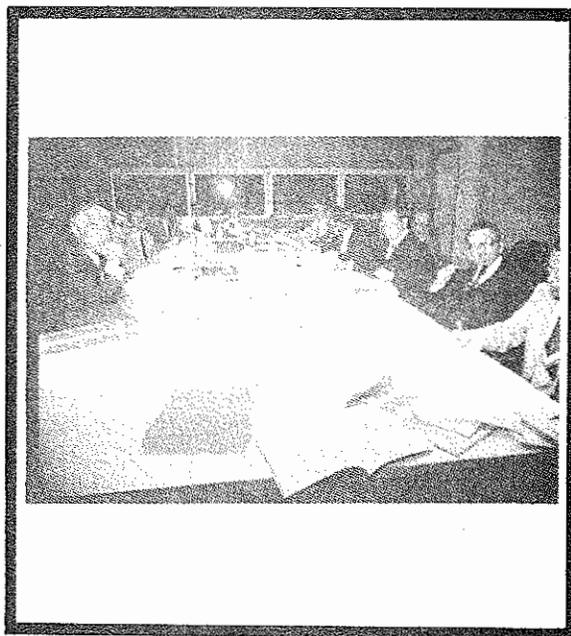
MEX), Venezuela (PDVSA), Colombia (ECOPETROL), Ecuador (CEPE, Perú (PETROPERU), Bolivia (YPFB), Chile (ENAP), Argentina (YPFSE), Uruguay (ANCAP), y Brasil (PETROBRAS).

Dentro del Grupo de países que no tienen empresas estatales y que presentan indicios de existencia de petróleo o gas, se realizan exploraciones en Centroamérica, especialmente en el área de Guatemala; en el mar territorial Atlántico de Honduras, Nicaragua y Costa Rica así como en el Océano Pací-

fico en la región nicaraguense, cerca al golfo de Fonseca.

En América Latina, las cuencas sedimentarias con potencial hidrocarburífero, incluidas las zonas marítimas de hasta 200 metros cuadrados se han estimado en 12 millones cuatrocientos mil kilómetros cuadrados. De esta superficie, corresponde porcentualmente 37 o/o a Brasil; 17 a la Argentina, 10 a México; 9 al Perú; 8 a Colombia; 4 a Venezuela; 2 al Ecuador y el 13 por ciento restante a los demás países de la región.

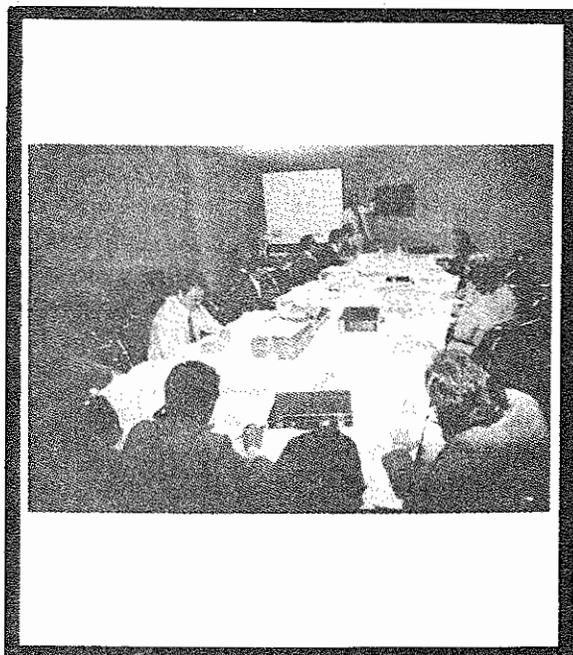
El estudio de OLADE considera, asimismo la necesidad de formar, cuadros para la negociación, experimentados en los campos de la economía, el derecho y la tecnología petrolera, para que asesoren, controlen y fiscalicen la ejecución de los contratos en sus respectivos países.



Con este objeto, y en el marco de un convenio de cooperación con ARPEL, OLADE desarrollará programas de formación y capacitación. A su vez, con la participación de grupos de apoyo provenientes de las empresas estatales y de profesionales independientes del área, ambos organismos regionales coordinarán la asesoría en las negociaciones, en lo referente a control y fiscalización de contratos.

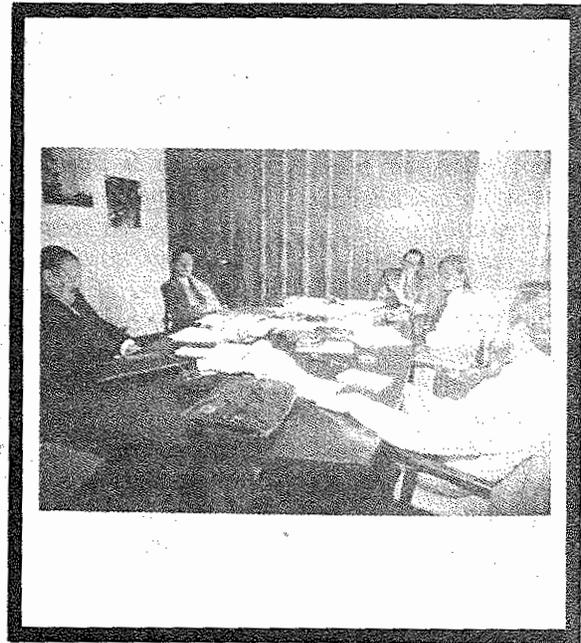
A PRUEBA DE RIESGOS

Los términos de referencia contenidos en esta metodología tienen por objeto cubrir todo riesgo en las actividades de exploración, desarrollo y explotación de los hidrocarburos en los países contratantes, preservar la soberanía y garantizar un mecanismo especial de entendimiento para superar las incidencias



políticas que se deriven de cualquier diferencia entre las partes que intervienen: las empresas petroleras estatales o los organismos públicos facultados con las compañías contratistas.

Estipula por otra parte, la necesidad de determinar el período exploratorio y la devolución de áreas, ya sea por pasar al período de producción o al ser devueltas éstas, por haber ocurrido lo contrario.



Participantes en la reunión: Fernando Fajnzylber de ONUDI, (México); Salvador Lluch, de ONUDI (Perú); Claudia Von Monbart, de ONUDI (Perú) y Alfredo del Valle, Coordinador del Proyecto de FNCE, PNUD/OLADE.

PROYECTO DE OLADE, ONUDI Y CEPAL EN EL AREA ENERGETICO-INDUSTRIAL LATINOAMERICANA

La industria latinoamericana deberá reaccionar ya ante las nuevas condiciones energéticas mundiales, con medidas que aseguren un uso más eficiente de la energía y la racionalización de su empleo en los procesos productivos, eliminando los desperdicios.

La coordinación de acciones en el ámbito específico de las relaciones energía-industria en América Latina, se ha concentrado en un proyecto de colaboración elaborado por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), conjuntamente con la Organiza-

ción de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y la Comisión Económica para América Latina (CEPAL).

Estos organismos internacionales consideran su deber contribuir "al necesario proceso de adaptación que deberá experimentar la industria de la región, actuando tanto sobre la capacidad industrial ya instalada como respecto a la expansión que experimentará en los próximos años".

El desarrollo del sector en los últimos 30 años se ha basado, en gran parte, en la aplicación de tecnologías "importadas", con consumo intensivo de hidrocarburos. Como consecuencia, el petróleo y el gas natural proveen actualmente casi el 80 por ciento de las ne-

cesidades de consumo industrial, correspondiendo la mayor demanda al gas natural y al combustóleo. La energía eléctrica y el carbón aportan el 20 por ciento restante.

En estas circunstancias, se hace también imprescindible reforzar la autonomía tecnológica regional, mediante un programa de expansión de la industria de bienes de capital, es decir, de maquinarias y equipos duraderos requeridos por el propio sector energético, que considera un mejoramiento de su actual estructura productiva y la renovación de su equipo energéticamente dispendioso. Este aspecto incluye también las necesarias modificaciones que sufrirá el diseño de equipos en fuentes con-



vencionales de energía y el desarrollo en la producción de bienes de capital asociados con los recursos energéticos no convencionales.

CARRERA CONTRA EL TIEMPO

El patrón de desarrollo industrial seguido por América Latina es consecuencia, en parte, de un estilo de crecimiento basado en "el petróleo abundante y barato". La modificación drástica de la situación energética internacional, provocará un proceso de reestructuración industrial de proyecciones internacionales, que afectará principalmente, a la ingeniería de productos y al proceso de fabricación de equipos.

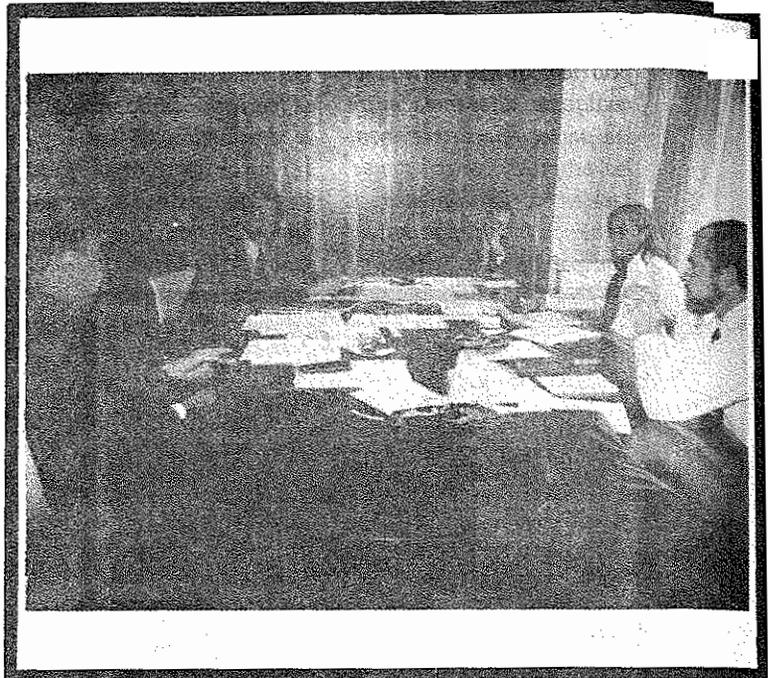
Advierte el estudio que si los países del Tercer Mundo y América Latina, en particular, no reaccionan a tiempo, la brecha tecnológica entre éstos y el mundo industrial podría alcanzar dimensiones considerables.

En esta carrera contra el tiempo, el proyecto sugiere acciones a corto y largo plazo, que se centren básicamente en el mejoramiento de la eficiencia en el uso energético, en la sustitución de energéticos utilizados por ciertos procesos industriales y en un mejor aprovechamiento de residuos o subproductos. Eso es

válido, en particular, para las industrias grandes consumidoras de energía, como es el caso de la siderúrgica, del cemento y la azucarera. Al respecto, se señala que la utilización de alcohol carburante para automóviles y el reemplazo de combustibles de menor insumo energético en algunos procesos de producción, son alternativas tecnológicas ya disponibles.

Para las perspectivas de largo plazo, el problema fundamental son los cambios profundos de orientación que sufrirá la expansión industrial de América Latina, como consecuencia de las modificaciones ya operadas, y las que se esperan, de las nuevas condiciones energéticas mundiales. Las acciones que se consideran frente a esta eventual situación, deberían permitir a la región anticiparse al contexto internacional en que se desenvolvería su expansión industrial futura.

Se considera en el proyecto, la puesta en marcha de programas de cooperación sobre eficiencia energética en cuatro sectores industriales con alta intensidad de consumo energético. Tales son los del azúcar, la siderurgia, los fertilizantes y el cemento. Estos programas estarían dirigidos a facilitar el intercambio de experiencias con las organizaciones respectivas de coopera-



El Grupo con el Coordinador del Programa de Bienes de Capital de OLADE, Ing. Joao Pimentel

ción y defensa de precios, como es el caso de GEPLACEA (Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar), ILAFA (Instituto Latinoamericano de Fierro y Acero), ADIFAL (Asociación para el Desarrollo de la Industria de Fertilizantes en América Latina). Ello permitiría, asimismo, promover acciones conjuntas en cada uno de estos sectores.

En cuanto al programa de desarrollo de producción de bienes de capital requeridos por el sector energético, su objetivo central sería el de contribuir al conocimiento de la situación actual y potencial de la demanda y oferta regionales de bienes y equipos en esta área. Entre las actividades propuestas, se prevé realizar un

estudio de la demanda actual de América Latina, global y sectorial, de los bienes de capital requeridos; realizar una proyección de la demanda regional de esos bienes para mediano y largo plazo y estimar la capacidad actual de la producción que se necesita para: extracción, refinación, transporte y distribución de productos petroleros; exploración, producción y transporte de carbón; generación, transmisión y distribución de electricidad; utilización de energías tales como la solar, la geotérmica y eólica y producción de recursos provenientes de la biomasa, como el alcohol y el biogas.

Dentro de esta etapa diagnóstica del progra-

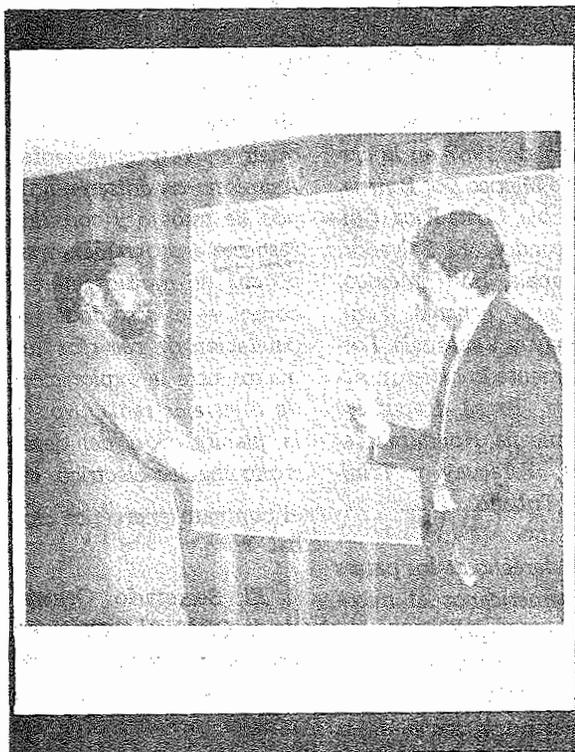
ma, en el curso de este año se realizarán seminarios, coorganizados con los organismos sectoriales del azúcar y fertilizantes. Su objetivo será la difusión de los temas relacionados con el sector, con miras a buscar políticas y medios para racionalizar el consumo de energía. El

primero de estos seminarios se realizará en La Habana, Cuba, del 8 al 12 de septiembre y versará sobre la racionalización de la energía en la industria de la caña de azúcar, con la participación de GEPLACEA y ONUDI. Otro evento latinoamericano relacionado con la industria de fertilizantes, se anuncia para mediados de octubre en México.



GRANADA Y NICARAGUA: NUEVOS MIEMBROS DE OLADE

Maurice Bishop acompañado por la embajadora de Granada ante la OEA, Desima Williams, visitó el 22 de febrero la sede de OLADE, en Quito. En su entrevista con Rodríguez Elizarrarás, se planteó la necesidad de fortalecer el proceso de coordinación y cooperación energética del área con la participación activa de los países angloparlantes del Caribe.



GRANADA ingresó a la Organización Latinoamericana de Energía, constituyéndose desde el 20 de marzo en el vigésimo cuarto país miembro del organismo regional.

Por su parte, la Junta de Gobierno de Reconstrucción Nacional de Nicaragua ratificó el 24 del mismo mes el Convenio de Lima acta constitutiva de OLADE,



Los países integrantes de OLADE hasta la fecha son: Barbados, Brasil, Bolivia, Costa Rica, Colombia, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

población de 100 mil habitantes y 344 km². de superficie, se independizó de Gran Bretaña el 7 de febrero de 1974.

Su actual gobierno -que encabeza el premier Maurice Bishop- ha iniciado un Plan de Desarrollo integral del país, orientado fundamentalmente a incrementar la producción del rico

La pequeña isla antillana de Granada, con una

sector agrícola nacional mediante el llamado movimiento de "retorno al campo".

En la visita que efectuó el 22 de febrero a la sede de OLADE en Quito, Ecuador, el ministro Bishop manifestó el interés de su país por los programas del organismo para el desarrollo de fuentes no convencionales de energía y su aplicación en la agroindustria.

Llamada "isla de las especias" por su producción de nuez moscada, clavo de olor y canela, Granada exporta asimismo plátanos y cacao.

Sin embargo, al igual que los restantes países caribeños, se estima que las costas granadinas son potencialmente ricas en hidrocarburos. Al respecto, la Secretaría Permanente de OLADE ha ofrecido otorgar asistencia metodológica para la exploración y explotación de esas áreas.

NICARAGUA, ingresó a la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) en calidad de décimo quinto miembro, al ratificar el 24 de marzo el Convenio de Lima, acta constitutiva de la entidad regional, creada a fines de 1973.

La Junta de Gobierno de Reconstrucción Nacional nicaraguense comunicó esta decisión a la Secretaría Permanente de OLADE con sede en Quito, Ecuador, completándose así la

total integración de los países del istmo centroamericano al esquema de cooperación y coordinación sectorial que el organismo representa.

En plena etapa de reconstrucción económica, Nicaragua es uno de los países de la región más afectados por la crisis energética. Nación de "economía de un solo combustible", según la clasificación de OLADE, los derivados del petróleo responden a más del 90 por ciento de la demanda energética nacional.

Desde el punto de vista de sus reservas energéticas, el país cuenta con recursos hidroeléctricos en cierta

magnitud, pero existe una ausencia de recursos conocidos de hidrocarburos y carbón. Por otro lado, se calcula que un 50 por ciento del total de energía consumida es de origen no comercial; es decir, la explotación de leña y residuos vegetales para el consumo doméstico de la población rural, estimada en un 45 por ciento de la total.

Al respecto, el gobierno está impulsando un programa de desarrollo a corto y largo plazo, que ha contado con la colaboración decisiva de México y Venezuela, incluyendo la asistencia de suministro estable de petróleo.

La asesoría técnica de OLADE, ofrecida a las nuevas autoridades desde su instauración, se centrará particularmente en el área de las nuevas energías. Con este objeto, destinará un millón doscientos mil dólares a explorar las posibilidades geotérmicas del país, con parte de los fondos proporcionados por la OPEP a los programas que el organismo regional realiza en el campo de las energías no convencionales.

Asimismo, se contempla la instalación de plantas de biogas, y la capacitación técnica de profesionales.

OLADE Y OPANAL FIRMAN CONVENIO DE COOPERACION

La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y el Organismo para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina (OPANAL) firmaron un acuerdo de cooperación mutua y consulta en materia de desarrollo y uso de la energía atómica para fines pacíficos, el pasado 13 de marzo.

Los Secretarios de ambas entidades regionales, el mexicano Gustavo Rodríguez Elizarrarás y el uruguayo Héctor Gros Espiell, coincidieron en destacar los riesgos que involucra el proceso mundial de nuclearización armamentista.

El Tratado de Tlatelolco, primer acuerdo regional para proscribir el uso bélico de la energía nu-

clear, fue firmado el 14 de febrero de 1967 en la ciudad de México por Bolivia, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela. Posteriormente lo hicieron Argentina, Brasil, República Dominicana, Honduras, Jamaica, Paraguay y Trinidad y Tobago.

El derecho de los países latinoamericanos al máximo y más equitativo acceso a esta fuente de energía y su aporte al desarrollo económico y social de la región, configuró uno de los temas tratados por ambos personeros.

Según el acuerdo suscrito, OLADE y OPANAL designarán sus representantes ante las reuniones de

alto nivel a que convoquen, respectivamente. Asimismo organizarán grupos de trabajo y consulta respecto a programas específicos de mutuo interés, como es el caso de la capacitación de recursos humanos para la exploración de minerales radiactivos y la planificación del desarrollo nucleo-eléctrico en el contexto energético global.

El Secretario General de la OPANAL reiteró en esta oportunidad el interés del organismo porque se prosiga por parte de los países latinoamericanos la firma y ratificaciones del Tratado y sus protocolos. Gros Espiell señaló que hasta el momento sólo Cuba y Guyana no han firma-



El Secretario Ejecutivo de OLADE, y su colega de OPANAL firman un convenio de cooperación en materia de Desarrollo de Uso de la Energía Nuclear para Fines Pacíficos.

do el Tratado, Argentina no lo ha ratificado, en tanto que Brasil y Chile, firmantes y ratificantes del documento, no han presentado la dispensa prevista.

Esta dispensa es una facultad de todo estado signatario del Tratado por la cual puede rechazar la obligación de celebrar acuerdos con el Organismo Internacional de Energía Atómica, autorizándolo a intervenir en sus activida-

des nucleares. Para poder ejercer esta facultad, el país interesado debe presentar una declaración por escrito.

Declaró por otra parte, que los gobiernos de Esta-

dos Unidos y de Francia, aún no han ratificado el Protocolo Uno, referente a la desnuclearización de los territorios situados en América Latina pertenecientes a estados no latinoamericanos.

PROPUESTA LATINO AMERICANA PARA COOPERACION

OPEP — TERCER MUNDO

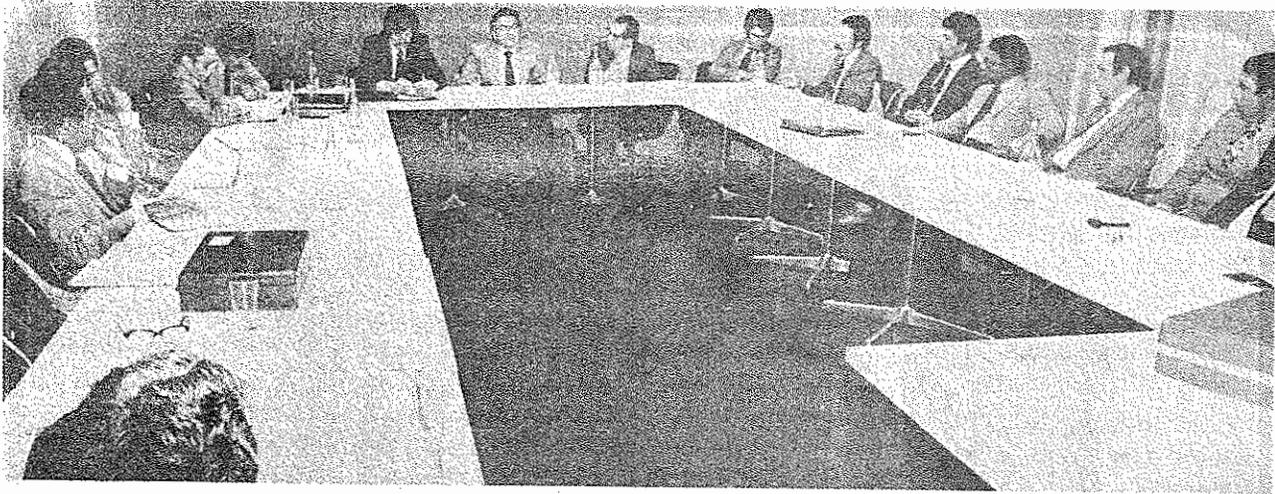
América Latina propugnará ante la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) fortalecer la unidad del Tercer Mundo mediante la reactivación de "una plataforma común en las negociaciones globales con los países industrializados".

El llamado a impulsar el "diálogo sur-sur" fue formulado el pasado 26 de marzo, en Quito, por un grupo de expertos de alto nivel convocado por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y presidido por el Ministro de Recursos Naturales y

Energéticos del Ecuador, José Corsino Cárdenas. La propuesta está contenida en un documento de 7 puntos en que se plantean las bases de una estrategia para expandir las relaciones de OPEP con América Latina y el resto de los países en vía de desarrollo

en las áreas económica, comercial, financiera y tecnológica.

Este grupo AD-HOC fue conformado por el Ministro de Estado de Jamai-



ca, Douglas Manley, el Viceministro de Industrias y Comercio de la República Dominicana, Francisco José Castillo, el Subsecretario de Recursos Naturales y Energéticos del Ecuador, Joaquín Aníbal González, y por los directores departamentales de Energía y Planificación de Bolivia, Brasil, Cuba, Ecuador, Guatemala, Jamaica, Panamá, República Dominicana y Venezuela.

El documento, que se presentará ante la próxima

reunión de Ministros y el Comité de Estrategias a Largo Plazo de la OPEP plantea, asimismo, proposiciones concretas relacionadas con garantía de suministros hidrocarbúricos y la celebración de contratos de venta "a largo plazo y a precios oficiales" entre los países de la OPEP y América Latina, como fórmula de eliminar la acción especulativa de las transnacionales y el mercado "spot".

En otra de las aspiraciones Latinoamericanas planteadas por OLADE a la OPEP, se propone pro-

mover el depósito de los excedentes financieros acumulados por los países exportadores de petróleo en los bancos centrales de los países en desarrollo importadores netos, "como medio de aliviar las presiones sobre sus balanzas de pago". También se considera como un mecanismo factible la celebración de acuerdos entre los organismos estatales emisores de las naciones exportadoras e importadoras de petróleo en vías de desarrollo, con el objeto "que se efectúen transferencias de reservas monetarias a los países más deficitarios.

MENSAJE LATINOAMERICANO.

El mensaje Latinoamericano ante la OPEP se presenta como un preámbulo para el diálogo más amplio que sostendrán el bloque tercer mundista con los países industrializados en Naciones Unidas. "La propuesta de OLADE, a nombre de 25 países de la región, representa el primer grado de compromiso para la meta última: el plan mundial de energía propuesto por el Presidente



↳

López Portillo, de México" según declaró el Secretario Ejecutivo del Organismo Regional, Gustavo Rodríguez Elizarrarás.

Los criterios vertidos en este documento tienen como denominador común el que el problema energético "es un subproducto dentro de la globalidad del problema económico internacional".

Con el aval de Venezuela y Ecuador, los dos países latinoamericanos de la OPEP y miembros de OLADE, la propuesta ante la OPEP incluye además el pronunciamiento de la región sobre el fondo especial del cartel petrolero. Al respecto se ha estimado conveniente someter a consideración de la OPEP la posibilidad de flexibilizar el acceso a este financiamiento. Para ello sugiere considerar, entre otros aspectos, el ingreso per cápita, los requerimientos

de importación de hidrocarburos, la relación entre el valor de éstas y el de las exportaciones totales, el tamaño de la población y el esfuerzo de los países por desarrollar sus fuentes energéticas alternativas.

En términos de complementación de organismos se propuso ampliar la cooperación y coordinación de OLADE y sus estados miembros con la OPEP, en aspectos relacionados con oferta de materias primas, servicios, productos manu-

facturados y tecnología disponibles en la región. También se contempla la celebración de acuerdos en materia económica, comercial y de formación de recursos humanos.

El documento será remitido al Comité de Estrategias a Largo Plazo de la OPEP mediante el Ministro de Energía y Minas de Venezuela, país éste acreditado como vínculo entre ambos organismos por decisión de los Ministros de Energía de OLADE.



Al centro, Secretario Ejecutivo de OLADE, y el Dr. Ulises Ramírez, Director General Sectorial de Energía del Ministerio de Energía y Minas de Venezuela.

PARTICIPANTES

BOLIVIA: Reynaldo Vila Zevallos, Director del Departamento de Economía y Planificación, Ministerio de Energía e Hidrocarburos;

BRASIL: Hilnor Cangucú de Mesquita, Asesor Especial del Ministro de Minas y Energía; Luiz Augusto de Castro Neves, Jefe Adjunto de la División de Energía y Recursos Naturales, Ministerio de Relaciones Exteriores;

CUBA: Fernando Suárez Murias, Especialista del Comité Estatal de Colaboración Económica;

ECUADOR: Joaquín Aníbal González, Subsecretario del Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos; Diego Tamariz Serrano, Asesor del Ministro de Recursos Naturales y Energéticos; Diego Fernando Burbano, Jefe de Mercado Externo de la Dirección General de Hidrocarburos, Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos; Winston M. Gómez, Consultor del Instituto Nacional de Energía; Oscar Garzón, Subgerente de Producción de la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana;

GUATEMALA: José Guillermo Salazar Santizo, Director del Banco de Guatemala y Miembro de la Comisión Nacional del Petróleo; Juan Alfredo Rendón, Embajador en Ecuador; Manuel Ernesto Gálvez Coronado, Primer Secretario de la Embajada en el Ecuador;

HONDURAS: Antonio Molina Ortiz, Embajador en Ecuador;

JAMAICA: Douglas Manley, Ministro de Estado; Sybil Joyce Thompson, Secretaria Permanente del Ministerio de Minas y Energía;

PANAMA: Daniel Esquivel, Director Genral de Recursos Minerales del Ministerio de Comercio e Industrias;

REP. DOMINICANA: Francisco José Castillo Caminero, Subsecretario de Estado de Industrias y Comercio; José Ramón Acosta Pujols, Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Política Energética;

VENEZUELA: José Ulises Ramírez Olmos, Director General Sectorial de Energía, Ministerio de Energía y Minas; Alberto Salazar, Asesor del Ministro de Energía y Minas; Jesús Rubén Rodríguez Velásquez, Ministro Consejero de Asuntos Petroleros de la Embajada en Ecuador;

SECRETARIA PERMANENTE OLADE: Calm. Gustavo Jarrín Ampudia, Asesor Personal del Secretario; Boris Castillo Barroso, Asesor para la Coordinación Regional; Maruja Bañados Contador, Jefe de Difusión; Arturo Berti Cupello, Asistente Privado del Secretario Ejecutivo.



EVENTOS:

Tengo el honor de llamar su atención acerca de un "estudio sobre un sistema internacional de información relativo a las fuentes de energía nuevas y renovables" que el Director General ha emprendido a solicitud del Consejo Ejecutivo durante su 108 sesión.

El Programa General de Información está encargado de la coordinación de este estudio, cuyo resultado será presentado por el Director General a la Conferencia General de la UNESCO en su 21a. sesión, en septiembre de 1980.

El comunicado de prensa adjunto le es enviado a título de información. Para cualquier dato complementario relativo al estudio en cuestión, le ruego comunicarse con el Sr. Gottschalk, Programa General de Información, UNESCO, 7 Place de Fontenoy, 75700 París, Francia (Teléfono: 577-16-10, extensión 46-81).

J. Tocatlian
Director
Programa General de Información - UNESCO.

CONFERENCIA SOBRE ENFRIAMIENTO Y DESHUMIDIFICACION CON ELIOENERGIA

Caracas, Venezuela
10 al 12 de marzo de 1980

Organizado por:

- Ministerio de Energía y Minas.
- Consejo Nacional de la Energía.

investigadores y gran número de profesionales y funcionarios públicos.

PROGRAMA

Con la colaboración de:

- CONICIT, CORPOZULIA, CADAFAE, GEOLIMAR

y de:

- International Association for Hydrogen Energy.
- Clean Energy Institute, U. Miami.

Durante los 3 días de la Conferencia, se presentarán a discusión por lo menos 100 trabajos técnicos y 5 conferencias especiales sobre los siguientes asuntos:

- Fundamentos de Enfriamiento Solar.
- Sistemas de Enfriamiento.
- Sistemas de Deshumidificación.
- Enfriamiento Nocturno
- Secado.
- Sistemas de Almacenaje de la Helienergía.
- Controles.
- Refrigeración Solar.

OBJETIVOS

La importancia de la Helienergía como fuente primaria energética limpia y no agotable crece rápidamente. La Energía Solar es una alternativa interesante. En las regiones donde la Helienergía es más intensa, existe con ella misma la posibilidad de hacer más agradable los ambientes, mediante enfriamiento. Así mismo, la deshumidificación y el secado tienen amplias aplicaciones.

Esta Conferencia ofrece conocimientos en profundidad en los campos nuevos del desarrollo de enfriamiento y deshumidificación. La materia de la Conferencia debe ser de interés para ingenieros, arquitectos, científicos, in-

SOLICITUD DE TRABAJOS.

El Comité Organizador se complace en solicitar trabajos técnicos sobre los asuntos indicados. El título y el sumario -de no más de 400 palabras, o sea, 2 hojas tamaño carta a doble espacio- se deben enviar antes del 1o. de julio de 1979 a:

Aníbal R. Martínez
Conferencia Solar 1980
Apartado 50514
Caracas 105, Venezuela

FUENTES DE ENERGIA NUEVAS Y RENOVABLES

Los científicos y los tecnólogos de numerosos países y particularmente de aquellos que no son productores de petróleo ponen en las fuentes de energía nuevas y renovables la esperanza de que ellas podrán algún día suplir, al menos en parte, las fuentes tradicionales de energía que cada día son menos abundantes y por tanto más raras y más caras.

De ahí el interés de todos los países, ya sean en vías de desarrollo o industrializados, en revisar sus políticas energéticas, tanto bajo el ángulo de la conservación de la energía, como el del descubrimiento y la explotación de fuentes nuevas y renovables de energía.

En el mundo entero, la crisis ha dado a la investigación en este campo un nuevo impulso. El fin de esta investigación es la diversificación de las fuentes de energía y en particular, el uso de las fuentes de energía renovables y no tradicionales que pueden ser diversificadas.

Estos problemas conciernen a los países en vías de desarrollo, al menos tanto como a los países industrializados, por dos razones principales: la primera reside en el hecho de que la crisis de energía compromete gravemente las economías de los países en desarrollo, la segunda es que estos países están muy a menudo en una mejor posición que los países industrializados para explotar las fuentes nuevas y renovables de energía. Sin embargo, ellos no siempre pueden llevar a cabo esta explotación en forma efectiva porque confrontan dificultades considerables de orden técnico, político y financiero para

Los autores de los resúmenes seleccionados por el Comité Organizador serán informados antes del 1o. de septiembre de 1979. El manuscrito del trabajo tendrá que ser remitido al Comité Organizador antes del 1o. de diciembre de 1979.

COMITE ORGANIZADOR.

- Aníbal R. Martínez.

- Ulises Ramírez O. (MEM, Caracas)
- Trina de Pitaluga (CONICIT, Caracas)
- Javier Sandoval (CORPOZULIA, Maracaibo)
- John W. Sheffield (U. Miami, Coral Gables)
- T. Nejat Veziroglu (Clean Energy Inst. Coral Gables)

ARPEL:

CONGRESO Y EXPOSICION LATINO AMERICANOS DEL PETROLEO

Río centro Río de Janeiro 1 - 4 julio 1980

PROGRAMA DE LA CONFERENCIA

"DESARROLLO DE LOS RECURSOS PETROLIFEROS LATINOAMERICANOS"

PRESIDENCIA GENERAL DE LA CONFERENCIA:

Dr. Fernando Mendoza G., Secretario General ARPEL -Asistencia Recíproca Petrolera Estatal Latinoamericana.

Presidente: Ing. José Marques Neto.
PETROBRAS - Director de Producción.

Autores:
Sr. P. Thiberge y Sr. M. Tartera.

ELF AQUITAINE
"North-East Grondin: Suceso en el Control de Pozos Submarinos por el Sistema Multiplex Electro-Hidraulico"

Sr. G.H. Sterling y Sr. E.E. Strohbeck y Sr. E. Cox SHELL OIL COMPANY

"Proyecto Cognac -Construcción de la Plataforma Offshore Más Alta del Mundo"

2 de julio -14:30 a 18:00 horas SESION 3
"OPERACIONES COSTA AFUERA (EXPLORACION)"

Presidente: Geólogo Carlos Walter Marinho Campos
PETROBRAS - Director de Exploración.

1. de julio -14:30 a 18:00 horas SESION 1

"INFORMES DE PROGRESO NACIONALES"

Presidente: Dr. Fernando Mendoza. G.

ARPEL - Secretario General.

Autores:
Los Informes de Progreso Nacionales serán presentados por Dirigentes de las Delegaciones de las Compañías Estatales al XXXVIII Encuentro de Expertos de ARPEL (Operaciones Costa Afuera).

2 de julio - 14:30 a 18:00 horas SESION 2

"OPERACIONES COSTA AFUERA (PRODUCCION) - 1"

acceder a todos los elementos de información de los cuales tendrían necesidad.

Consciente de la necesidad de organizar la transferencia de información sobre las fuentes nuevas y renovables de energía, sobre todo en las naciones en desarrollo, el Director General, a solicitud del Consejo Ejecutivo, ha emprendido un estudio acerca de un sistema internacional de información sobre fuentes nuevas y renovables de energía. La explotación de un nuevo potencial de energía y la transferencia de información son dos cuestiones de desarrollo claves dentro del programa vigente de la Organización, y guardan relación con las conclusiones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología al Servicio del Desarrollo; se sitúan igualmente en las perspectivas de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología al Servicio del Desarrollo; se sitúan igualmente en las perspectivas de la Conferencia de Naciones Unidas sobre fuentes nuevas y renovables de energía que se realizará en Nairobi en 1981.

Un grupo de expertos, invitado a título consultivo se reunió en la Sede el 28 y 29 de enero de 1980 para elaborar el plan del Estudio y adoptar una metodología. Este plan abarca: el análisis de las necesidades de información en el área de las energías nuevas y renovables; una encuesta relativa a las fuentes de información sobre este tipo de energía existentes a nivel nacional, regional e internacional; el examen de los obstáculos para la circulación de esta información; la presentación de una serie de opciones y de proposiciones tendientes a superar estos obstáculos.

A fin de reunir los elementos necesarios para este estudio, el Grupo de Expertos emprenderá encuestas a instituciones competentes en un grupo de países en desarrollo y de países industrializados de los cinco continentes, que servirá como muestreo.

Además, ciertas organizaciones gubernamentales e intergubernamentales, así como varias agencias del Sistema de las Naciones Unidas, serán llamadas a contribuir en este estudio.

El Buró del Consejo Intergubernamental del Programa General de Información ha sido invitado por el Director General a seguir el progreso del Estudio.

Las conclusiones y proposiciones del Estudio, después de haber sido examinadas por el Buró y aprobadas por el grupo de expertos que se reunirán en junio próximo, serán sometidas al Director General, quien presentará un informe sobre los resultados del Estudio a la Conferencia General en su 21a. sesión septiembre de 1980.

Autores:

Dr. José Luis Bianchi
YPF - Geólogo, Directório
de Exploración.
"La Cuenca del Golfo de
San Jorge, su Génesis y sus
Interconexiones"

Dr. Gerald D. Kiser
PDVSA - Ger. de Interpre-
taciones Areas Nuevas -
Exploración.
"Resultados Preliminares
de la Perforación Costa
Afuera en Venezuela"
Venezuela"

Ing. Luis Madrigal Ugalde
PEMEX - Subgerente de
Integración y Evaluación
Reg.
"La Exploración Petrolí-
fera en las Plataformas
Continetales de México"

Ing. Rafael Sánchez Mon-
tes de Oca.
PEMEX - Superint. de O-
peración Geológica/Distri-
to Sur.
"Geología en la Sonda de
Campeche"

Geólogo Raul Mosmann
PETROBRAS-Superint.
General del Dept. Explora-
ción
"Aspectos Generales de la
Exploración Petrolífera en
Brasil"

Dr. Juarez Fagundes Tessis
PETROBRAS - Jefe Div.
Tratamiento Datos de Ex-
ploración.
"Actividades Geofísicas en
PETROBRAS".

2 de julio - 14:30 a 18:00
horas SESION 4
"TRANSPORTE TERRES-
TRE Y MARITIMO"

Presidente: Ing. Atilio C.
Tapella
YPF - Gerente de Trans-
portes Terrestres.

Autores:

Ing. Carlos Hidrobo
CEPE
"Sistemas Transecuatoria-
nos de Transporte de Pe-
tróleo y Productos"

Ing. Nelson Bertoli
PETROPERU - Jefe Dpto.
Ops. Oleoducto Norperua-
no.
"Características Especiales
del Oleoducto Norperuano

Sr. Felix Ruben Noschese
GAS DEL ESTADO - Sub-
gerente Operaciones de la
Gerencia de Transporte de
Tratamiento de Gás.
"Transporte de Gas Natu-
ral en Gasoductos Tronca-
les de la República Argen-
tina"
Documentario: El Gaso-
ducto Submarino sobre el
Estrecho de Magallanes.

Ing. Mario Tomassini
PETROBRAS - Superint.
Bahía de Isla Grande.
"El Terminal Océanico de
la Bahía de Isla Grande"

3 de julio - 14:30 a 18:00
horas SESION 5
"OPERACIONES COSTA
AFUERA (PERFORA-
CION)"

Presidente: Ing. Hélio Lins
Marinho Façao
PETROBRAS - Superint.
General Depto. Perfora-
ción.

Autores:
Ing. Oscar Mussini
YPF - Director de Perfo-
ración.
"Panorama de la Perfora-
ción Costa Afuera en la
Argentina".

Ing. Andrés Rey Grange
FOREX-NEPTUNE - Di-
rector de Investigación e
Ingeniería.

"Jackup de Pequeño Calado para Aguas Poco Profundas - sus Aplicaciones y Limitaciones"

Ing. Manuel Lopez da Silva.

PETROBRAS - Asistente del Depto. de Perforación "Perforación con un Template y la Subsecuente Re-entrada: NS-4 en Garoupa, PA-6 en Badejo y los Planes para Tie-Back"

Ing. Fernando José Alves Dias Gomes.

PETROBRAS -- Jefe Sector de Perforaciones Direccionales.

"Programas de Perforación"

Nombre del autor a ser confirmado.

READING & BATES DRILLING CO.

"Sistemas de Supresión del Movimiento para Perforadoras Jackup en la Posición Flotante" (Este título deberá ser todavía confirmado).

3 de julio - 14:30 a 18:00 horas **SESION 6**
"OPERACIONES COSTA AFUERA (PRODUCCION) - II"

Presidente: Ing. José Marques Neto.
PETROBRAS - Director de Producción.

Autores:

Sr. A. Paruzzolo y Sr. A. Cannavacciolo
TECNOMARE

"Posicionamiento de Plataformas de Pilotes y de Gravedad sobre un Template en el Fondo del Mar"

Sr. Danilo Kalafatovic y Sr. Rolando Strello
ENAP

"Comienzos de la Explotación de Petróleo Costa Afuera en Chile"

Sr. M. Moinard
ELF AQUITAINE

"Distintos Conceptos de Columna Articulada en Desarrollos de Campos no Convencionales Costa Afuera, Estudiados por Elf Aquitaine"

Ing. Luiz Carlos Cabral de Farias

PETROBRAS - Ing. de Producción.

"Directrices para la Producción de Petróleo en Aguas Profundas"

Ing. Luiz Evanio Couto e Ing. Kermit E. Brown

PETROBRAS - Ing. Producción

UNIVERSIDAD DE TULSA - Prof.

"Proyecto de Instalación de Bombas Centrifugas para Elevación Artificial Costa Afuera"

Ing. Zephyrino L. Machado Fo. y Sr. Jean-Michel Dumay

PETROBRAS - Coord. Proyecto Enchova Este.

COFLEXIP

"Riser de Producción Dinámico en el Campo Costa Afuera de Enchova, Brasil"

4 de julio - 14:30 a 18:00 horas **SESION 7**

"PRODUCCION Y MEJORAMIENTO DE PETROLEOS PESADOS Y NO CONVENCIONALES"

Presidente: Dr. Carlos Borregales.

PDVSA - Coordinador de la Faja Petrolífera del Orinoco.

Autores:

Ing. O. Portillo e Ing. H. Garbulinsky

YPF - Dept. de Ingeniería de Yacimientos

"Panorama Actual de las Reservas de Crudos Pesa-

dos y sus Posibilidades de Explotación en Particular con Vistas al Yacimiento de Llançanello"

Ing. Edison Perozo
PDVSA - Gerente de Ingeniería de Petróleo, Faja Petrolífera del Orinoco.

"Evaluación y Desarrollo de la Faja Petrolífera del Orinoco".

Ing. Humberto Vidal.
LAGOVEN - Gerente de Planificación

"Desarrollo de un Módulo de Producción y Mejoramiento para 125.000 Barriles Diarios de Crudos en el Estado Monágas, Venezuela".

Dr. Nestor Barroeta
INTEVEP - Director de Refinación

"Estado del Arte de la Investigación sobre Mejoramientos de Crudos en Venezuela"

Ing. Homero Baggio Moreira.

PETROBRAS - Superint. Industrialización de los Esquistos Trabajo sobre Esquistos - título a ser anunciado.

4 de julio - 14:30 a 18:00 horas **SESION 8**

"PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA COSTA AFUERA"

Presidente: Sr. G. Larmine.

BRITISH PETROLEUM - Ger. Gen. Centro Control Ambiental.

Autores:

Sr. John Houlder
HOULDER OFFSHORE - Presidente.

"Proyecto y Operación de una Embarcación de

Control de Polución en el Mar del Norte"

Dr. J. Ph. Pooley
SHELL - Consultor Ambiental para Exploración y Producción.

"El Personal en los Procedimientos de Emergencia en Base Mundial - La Experiencia de una Compañía Petrolera"

Nombre del autor a ser confirmado

IPIECA

"Factores a Considerar en la Planificación de Procedimientos de Emergencia - Ejemplos de Areas Tropicales, Templadas y Articas"

4 de julio - 14:30 a 18:00 horas **SESION 9**
"REFINACION Y PROCESAMIENTO DE GAS"

Presidente: Ing. Miguel Gonzalez Campos
PEMEX - Subgerente de Planeación y Desarrollo

Autores:

Dr. Armando Manjarrez Moreno

IMP - Subdirector de Investigaciones Básicas de Proceso.

"Desarrollo de Catalizadores Bimetálicos de Reformación de Naftas Pesadas"

Ing. Oliverio Moreno Lamonte

IMP - Jefe de Proceso de Refinación.

"Alternativas de Procesamiento de Aceites Crudos de Exportación"

Ing. José Pratts.
PDVSA - Gerente de Planeación

"Cambios de Patrón de Refinación en Venezuela"

Ing. Abel Ojeda
YPF - Jefe de Ref. y Pe-

troquímica del Centro de Investigación

"Investigación y Desarrollo en Yacimientos Petrolíferos Fiscales en el Área de Refinación del Petróleo"

Lic. Eduardo Barreiro e Ing. Santiago Solios

YPF - Asistentes Departamento Refinación y Petroquímica del Centro de Investigación.

"Influencia Económica de la Selección y Evaluación de Catalizadores de Desintegración Catalítica.

Lic. Graciela Grendele YPF- Asistente Departa-

mento de Refinación y Petroquímica del Centro de Investigación.

"Modelo Cinético para la Reacción de Hidrodesintegración"

I CONFERENCIA DE SINDICATOS DE LA INDUSTRIA ELECTRICA DE AMERICA LATINA

Presidida por Manuel Fernández Flores, Secretario General del Sindicato Mexicano de Electricistas, se realizó del 18 al 20 de enero en Ciudad de México, la I Conferencia de los Sindicatos de la Industria Eléctrica de América Latina y El Caribe, en la que participaron delegados de Argentina, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, Estados Unidos, México, Panamá, Perú, Puerto Rico, Uruguay y Venezuela.

Las resoluciones de esta reunión sindical tuvieron como base las ponencias presentadas por cinco comisiones de trabajo sobre los temas: El Desarrollo de la Industria Eléctrica de América Latina y El Caribe; El Capital Extranjero en la Industria Eléctrica; La Comisión de la Industria Eléctrica Nacionaliza-

da; Los Contratos Colectivos de Trabajo y Formas de Unidad de Acción de los Trabajadores a Nivel Nacional, Regional y Continental.

Las principales consideraciones y acuerdos formulados por los dirigentes laborales latinoamericanos del sector, establecen que "la energía eléctrica es un bien de servicio público nacional y que constituye la palanca del desarrollo industrial y económico de los pueblos de América Latina". Por lo tanto, "los estados deben ser los únicos dueños de este producto de los recursos naturales".

En tal sentido, se acordó propiciar ante los gobiernos un reordenamiento del desarrollo eléctrico regional que reserve exclusivamente para el estado las actividades de generación,

transformación, transmisión, distribución y comercialización del fluido, "como primer paso para la nacionalización de una industria que es básica en el desarrollo de cada país".

Asimismo, se acordó "exigir la gestión de empréstitos al más bajo costo, sin que éstos conlleven condicionamientos de orden tecnológico, económico, político o de abastecimiento".

En el plano de la cooperación energética, se acordó un amplio respaldo a las políticas y ánimos conducentes hacia una interconexión tanto para proporcionar la activación del campo industrial como para satisfacer las urgencias energéticas del sector rural de cada país.

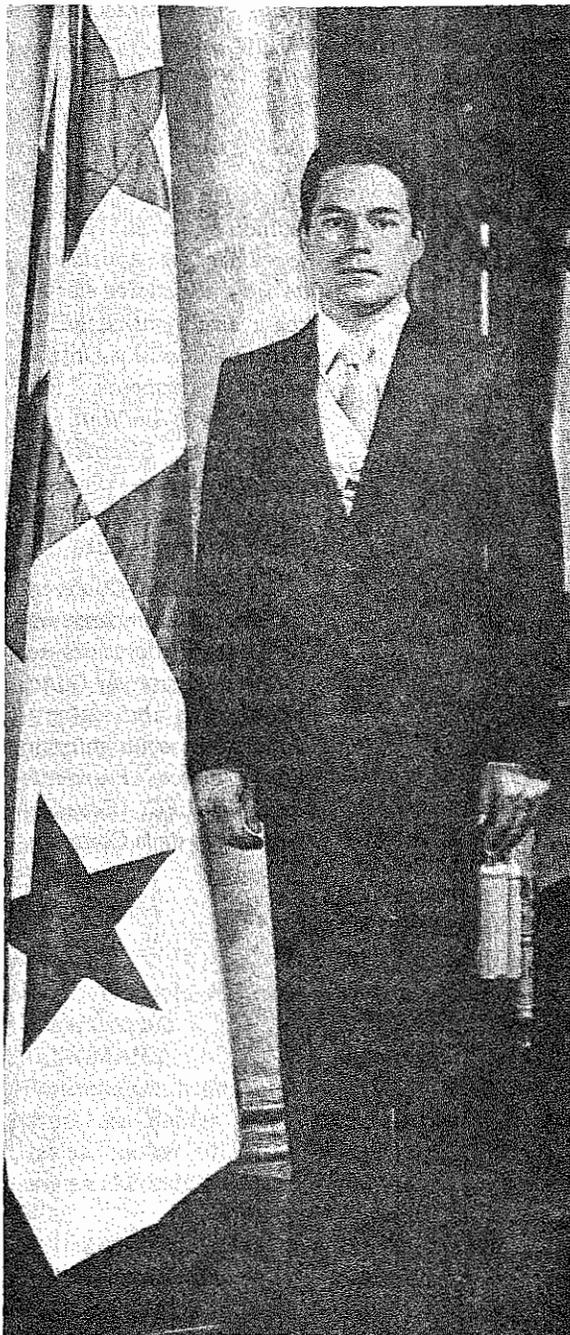
En el campo de la capacitación y adiestramiento, la Conferencia estimó que

esta aspiración debe ser satisfecha mediante el esfuerzo de las propias empresas "por cuanto el trabajador es el factor más importante de la producción".

Con el objeto de impulsar las resoluciones adoptadas en esta primera reunión y, a su vez, de coordinar las actividades de los trabajadores eléctricos a nivel continental, se creó una Comisión Organizadora Permanente. Presidida por el Sindicato mexicano de Electricistas, conforman esta comisión, las organizaciones sindicales de Ecuador y Cuba.

La próxima Conferencia Sindical Latinoamericana de trabajadores del sector se realizará en Quito, Ecuador, en abril del próximo año, según informó Edgar Ponce, Presidente de FEDELEC (Ecuador) y miembro de la Comisión.

Logros y metas del IRHE



Dr. Aristides Royo
Presidente de la República

INTRODUCCION

Al iniciar la década del 80 es necesario reflexionar sobre las metas y logros obtenidos en los últimos diez años de actividades por el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación.

De una capacidad instalada de 54 Mw en 1969 pasamos a 546 Mw en 1979, es decir, decuplicamos nuestra capacidad de generación en ese período.

En 1969 nuestros sistemas generaron 171 Gwh, en 1979 la generación alcanzó a 1,700 Gwh, es decir, diez veces más.

Al inicio de los 70 servíamos aproximadamente a 19,000 clientes, a la fecha proveemos del servicio a más de 220,000 clientes, es decir, un incremento de casi 12 veces el volumen que atendemos con respecto al inicio de la década.

Al 1 de enero de 1969, el valor de nuestra planta en servicio era de 18.6 millones de balboas y el total de nuestros activos ascendía a 23.9 millones de balboas; para el 1 de enero de 1980 estimamos que el valor de la planta en servicio estará cerca de los 600 millones de balboas y el total de los activos rondará los 700 millones de balboas. El crecimiento en estos rubros en la década pasada, es del orden de 32 y 29 veces, respectivamente.

Los 480 empleados que conformaban la planilla del IRHE en 1970 manejaban construcciones por un monto de doscientos sesenta y un mil balboas (B/. 261,000.). Hoy, 4,600 trabajadores de la empresa, coadyudan en la administración de casi doscientos millones de balboas (B/. 200,000.000) de construcciones en proceso.

En forma figurada, podríamos decir, que cada funcionario de la Institución tiene hoy una responsabilidad de 80 veces más, en lo que respecta al manejo y administración de las obras en proceso, con relación al inicio de la década del 70.

Para hacer frente al programa de inversiones se contaba en 1970 con una cartera de préstamos que al-

canzaba casi 11 millones de balboas; al cierre de la década se mantienen contratos de préstamos del orden de los 400 millones de balboas. Estos recursos financieros se han incrementado 36 veces más.

Los ingresos por la venta de energía en 1969 ascendieron a 3.7 millones de balboas, por este concepto se estima para el período de 1979 ingresos del orden de los 110 millones de balboas, casi 30 veces más que al inicio de la pasada década.

El efecto de estas cifras comparativas puede ser sintetizado de la siguiente forma:

a) En el lapso de diez (10) años el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación incrementó el porcentaje de población servida, en relación a clientes, del 1.32 o/o al 11.7 o/o con respecto a la población total de la República de Panamá. Este logro en la infraestructura social de Panamá es más notable si se asume que por cada cliente se beneficia con el servicio a cinco (5) habitantes, así tendríamos, que el servicio de energía eléctrica prestado por el IRHE en 1970 alcanzaba el 6.6 o/o del total de la población; en 1979 el IRHE sirve al 58.5 o/o del total de la población del país.

b) En el aspecto concerniente a la infraestructura económica de Panamá, el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, ha contribuido con el aporte energético necesario para el desarrollo, al pasar de un 8 o/o del total de la energía producida en 1970 a un 35 o/o de ese total en 1979.

c) Para realizar este esfuerzo la Institución ha tenido que incrementar notablemente su capacidad técnica, administrativa y financiera para permitir un crecimiento sólido y armónico con el desarrollo integral del país. El fortalecimiento de su organización administrativa, el perfeccionamiento de su personal y una agresiva política de inversiones permiten mantener indicadores económicos y financieros a niveles comparables con empresas de utilidad pública de países de un mayor desarrollo relativo.

Bajo este marco de referencia se ha perfilado la estrategia para la próxima década y para tal efecto, las proyecciones financieras levantadas para los 80 resaltan los siguientes aspectos:

1. Se incrementará la capacidad total instalada hasta aproximadamente 1,100 Mw, duplicando en el término de 10 años la capacidad actual.

2. La generación estimada para el año 1989 se estima alcanzará la cifra de 3,500 Gwh, es decir, un incremento del 100 o/o sobre la actual.
3. Se estima que para finales de la próxima década nuestra planta en servicio alcance un valor de aproximadamente 2,144 millones de balboas y el total de los activos llegue a casi 2,300 millones de balboas. Estas cifras, comparadas con los mismos rubros en la actualidad, indican un crecimiento de casi 4 veces los valores de hoy.
4. Se proyecta una inversión del orden de los 1,000 millones de balboas en la próxima década a fin de poder cumplir con la demanda de energía estimada para los 10 años futuros,

Para cubrir esta planificación se requerirá un financiamiento del orden de los 400 millones de balboas que se proyecta obtener de las fuentes tradicionales como son los organismos de crédito y fomento internacional, de los proveedores y banca de créditos para la exportación.

5. Se asume que a una tasa media de 5 o/o anual para el crecimiento de nuestra fuerza laboral, al final de la década del 80 contaremos con unos 7,500 empleados.

El cumplimiento de estas metas permitirá que el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación esté en capacidad de servir al 74 o/o de la población del año 1990 y mantener su aporte del 35 o/o de la producción energética que el país demande. Esta meta puede ser superada si se toman medidas tendientes a establecer una política energética bien planificada y racionalmente aplicada. Para lograr ese fin se puede incentivar la transferencia de otros usuarios hacia el sub-sector eléctrico y con la capacidad de generación disponible es posible incrementar el aporte energético hasta un 45 o/o del total de la energía requerida para el año 1990.

Se puede asegurar que el problema energético será el principal aspecto de nuestra política de desarrollo, toda vez que incide en forma directa sobre toda planificación de política económica que se considere para la próxima década.

Con estos planteamientos generales como base se ha determinado la política presupuestaria para la vigencia fiscal de 1980. La misma se circunscribe a cuatro aspectos fundamentales:

1. Perspectivas de mejoramiento de la situación general del país con base a la recuperación de la economía.

2. Nuevas responsabilidades de servicio al incorporar a nuestra demanda los sectores que revierten a la jurisdicción panameña en cumplimiento de los Tratados del Canal de Panamá.
3. Participación creciente y decidida en el establecimiento de una política energética que permita configurar la realidad de nuestra demanda y los recursos con que cuenta el país para hacer frente a la crisis de energía que se plantea a nivel mundial.
4. El inicio de un plan de mejoramiento en nuestros sistemas de distribución.

Estos parámetros son consecuentes con la política general del Estado que enfoca estos aspectos e incluye además el peso gravitante de la deuda pública en el ejercicio fiscal del año 1980.

En el convencimiento de que nuestra economía se encuentra en un proceso de recuperación se ha estimado para el año 1980 un crecimiento de la demanda del orden del 6.1 o/o sobre las ventas del período fiscal de 1979.

Esta cifra se traduce en una perspectiva de ingresos total del orden de los 135 millones de balboas para 1980. Este aumento en los ingresos se debe a la incorporación de nuevos clientes del Área del Canal de Panamá, y ventas sustanciales a empresas como Cemento Panamá y la Chiriquí Land Co.

La ampliación del servicio para cubrir los nuevos corregimientos de Ancón y Cristóbal, con más de 1,400 nuevos clientes, hacen necesario fortalecer los gastos de operación y mantenimiento de nuestro sistema de distribución así como también determinan nuevas inversiones en esas áreas.

El cumplimiento de los acuerdos del Consejo General de Estado del 19 de julio de 1979 en materia de energía, obligan al IRHE a intensificar las inversiones del sub-sector eléctrico en cuanto a hidroelectricidad y a la búsqueda y desarrollo de alternativas energéticas se refiere. Para tal efecto, en el presupuesto para el año 1980 se pone especial énfasis en la aceleración de la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Fortuna, se incrementa el esfuerzo en los estudios del Proyecto Changuinola y de otras cuencas hidrográficas.

Del mismo modo se contempla la preparación de alternativas energéticas a través de un programa de estudio y desarrollo de energías alternas.

Referente al plan de distribución que se inicia a partir de 1980 se han asignado las partidas neces-

rias para cumplir con el programa que se cofinanciará con fondos provenientes de un préstamo otorgado por el Banco Mundial.

A través de un estudio integral de nuestro crecimiento se ha determinado un presupuesto que contempla provisiones para hacer frente al incremento en nuestros gastos de producción, transmisión y distribución de la energía como consecuencia de la incorporación de nuevas plantas y la ampliación de las redes de transmisión eléctrica de los sistemas en operación.

Se contempla además el mantenimiento de los subsidios para el Departamento de Hidrometeorología y la Planta de Gas de la ciudad de Colón.

Los compromisos de orden financiero con las entidades de crédito y fomento, proveedores, banca comercial y otros, hacen necesario que se asignen 46 millones de balboas para hacer frente al servicio de la deuda, lo que representa que 22 o/o del presupuesto de 1980 se destina para tal fin.

En lo referente al presupuesto de inversiones se mantendrá el programa de construcciones actualmente en ejecución y se racionalizará los aportes en lo que respecta al programa de planta general.

Al iniciar la década del 80 podemos mirar retrospectivamente hacia el presupuesto del año 1970, que fue estimado en 14.5 millones de balboas, y al que se imputaron cargos de sólo 4.9 millones de balboas; para la vigencia fiscal de 1979 se estimó y posteriormente se revisó un presupuesto de 180.8 millones de balboas y se estima que se cumplirá en un 97 o/o.

Para 1980 se proyecta un ejercicio presupuestario de 210 millones de balboas que esperamos ejecutar de forma igual o superior al de la vigencia anterior.

En páginas subsiguientes se detalla cada una de las partidas y las asignaciones respectivas para el presupuesto de la vigencia fiscal de 1980.

DEPARTAMENTO DE PRESUPUESTO
DIRECCION DE DESARROLLO.

PROGRAMA ACTUALIZADO DE INVERSIONES DEL Sub-SECTOR ELECTRICO

REVISION DEL PLAN MAESTRO DE GENERACION

RESUMEN PRELIMINAR

Introducción

El reajuste constante de los precios del petróleo desde fines de 1973 ha conducido a la mayoría de los países industrializados a una toma de conciencia para la racionalización del consumo de energía. En este sentido se ha comenzado a adoptar medidas para evitar el despilfarro y mejorar la conservación de los recursos energéticos disponibles.

A consecuencia de lo anterior existe una tendencia de restringir los hidrocarburos para sus usos más "nobles y esenciales", es decir para su transformación en materia prima y para el transporte, especialmente. Se les libera así de la carga a que han venido siendo sometidos de mantener el balance energético como fuente primaria para la producción de otros tipos de energía. De esta forma, se reconoce la importancia de los hidrocarburos, sobre todo si se tiene en cuenta que las reservas probadas actuales y el consumo previsto de los mismos permiten predecir su agotamiento para comienzos del próximo siglo.

Por ello se plantea la necesidad de encontrar fuentes alternativas de sustitución de los hidrocarburos para los fines de generación de electricidad. Una alternativa, especialmente válida para los países en desarrollo, la constituye la hidroelectricidad, y en algunos casos la incorporación del carbón, cuando estas fuentes primarias son autóctonas y ociosas, lo cual, aparte de una sustitución de hidrocarburos a nivel primario, puede ampliar esta sustitución a nivel secundario (nivel del consumidor), mediante un creciente incremento del "grado de electrificación", que es la parte del consumo energético que se efectúa bajo la forma de electricidad.

Panamá posee un potencial hidroeléctrico como para satisfacer sus necesidades de energía eléctrica hasta fines del presente siglo. Esto sin que se haya sido evaluada la totalidad del potencial hidroeléctrico del país. Sin embargo, la planificada utilización de estos recursos en el Sistema Nacional de Generación debe ser realizada dentro del amplio contexto de beneficios y de la estrategia de desarrollo.

Se requiere entonces el establecimiento de políticas concretas tendientes a la optimización de la producción de la energía eléctrica, en función de los be-

neficios y costos involucradas en cada una de las alternativas. En este particular, el Gobierno Nacional plantea la conveniencia de dar prioridad al desarrollo de los aprovechamientos hidroeléctricos frente a las alternativas de generación con plantas técnicas convencionales.

El presente estudio evalúa varios programas de desarrollo y ha de seleccionar los programas más económicos y convenientes para la expansión del sistema de generación para lograr el abastecimiento de las necesidades de energía eléctrica en el país, bajo un marco de condiciones técnico-económicas establecidas como parámetros de selección. Vale la pena mencionar que este es uno de los primeros estudios que realiza el IRHE con recursos humanos y técnicos propios.

I. Metodología Utilizada

El estudio sobre la expansión planificada del sistema eléctrico de Panamá, tiene como objetivo central determinar las capacidades y tipos de centrales generadoras cuya incorporación al sistema resulte económicamente justificable. Sin embargo, el análisis no solamente comprende al determinar el plan óptimo de expansión, si no que debe extenderse a fin de definir el grado de sensibilidad que presenta la solución óptima a las variaciones que se prosiguen en algunos parámetros importantes asumidos en el análisis de los casos o configuraciones bases de expansión óptima.

La metodología utilizada en el análisis de las diferentes alternativas de expansión corresponde a la desarrollada por la Agencia Internacional de Energía Atómica y la cual es conocida como WAS.

II. Resultados Preliminares

Los casos estudiados hasta el momento, incluyendo y excluyendo la carga de Cerro Colorado nos permiten establecer las siguientes conclusiones preliminares:

A. Casos con Cerro Colorado

1. Se requiere una turbina adicional en Bayano para el año 1984.
2. En el año 1985 se requiere una planta de por lo menos 50 Mw y capaz de suministrar una energía anual de aproximadamente 400 Gwh.

Esta puede ser una planta térmica o en su defecto el proyecto Tabasará.

3. Incluyéndose los costos de transmisión, el

plan óptimo recomienda la construcción del proyecto Tabasará en 1985, es decir, antes de los proyectos de la cuenca Teribe-Changuinola.

4. El siguiente proyecto hidroeléctrico ocurre en 1989 siendo el mismo el denominado Changuinola 1.

5. El costo a valor presente, julio 1979, del plan seleccionado preliminarmente como óptimo es de 486 millones de balboas (véase en cuadro adjunto).

Los casos excluyendo la carga de Cerro Colorado estudiados a la fecha recomiendan la instalación de la tercera turbina de Bayano en 1988 y Changuinola 1 en 1990 y el proyecto Tabasará en 1994. El costo aproximado de este plan, Plan SC-1, es de 379 millones. (véase cuadro adjunto).

III. Curvas de Cobertura de Demanda y Energía

La programación de las adiciones necesarias para ambos casos, con y sin Cerro Colorado, así como las inversiones, costos de operación y salvamento se presentan en los cuadros adjuntos.

La representación gráfica de dichos planes sobre las curvas de demanda y energía se presenta en las gráficas adjuntas a este informe.

IV. Finalización del estudio,

El presente estudio tiene como fecha probable de terminación septiembre 15, 1979.

PROGRAMA DE MINICENTRALES HIDROELECTRICAS

Consciente de su responsabilidad de llevar la energía eléctrica a todas las comunidades del país y de brindar un servicio seguro y confiable el IRHE inició en 1977 el estudio de Minicentrales hidroeléctricas.

Estas minicentrales hidroeléctricas se instalarían en principio en comunidades alejadas de las líneas de transmisión existentes y abarataría el servicio. En la actualidad muchas de estas comunidades aisladas están siendo servidas por plantas diesel que por un lado requieren continuo mantenimiento y por el otro los costos de generación, dado que utilizan el diesel, son muy altos y sumamente variables. Estos hechos hacen que gran parte de los recursos económicos de estas comunidades, en su mayor parte pobres, se dirijan

a satisfacer las necesidades energéticas, impidiendo el desarrollo agropecuario y/o industrial de las mismas.

La República de Panamá presenta en general gran pluviosidad durante los meses de mayo a diciembre y existen numerosos cursos de agua que pueden utilizarse para el aprovechamiento hidroeléctrico.

PROYECTOS EN ESTUDIO-

El IRHE se ha propuesto el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas así:

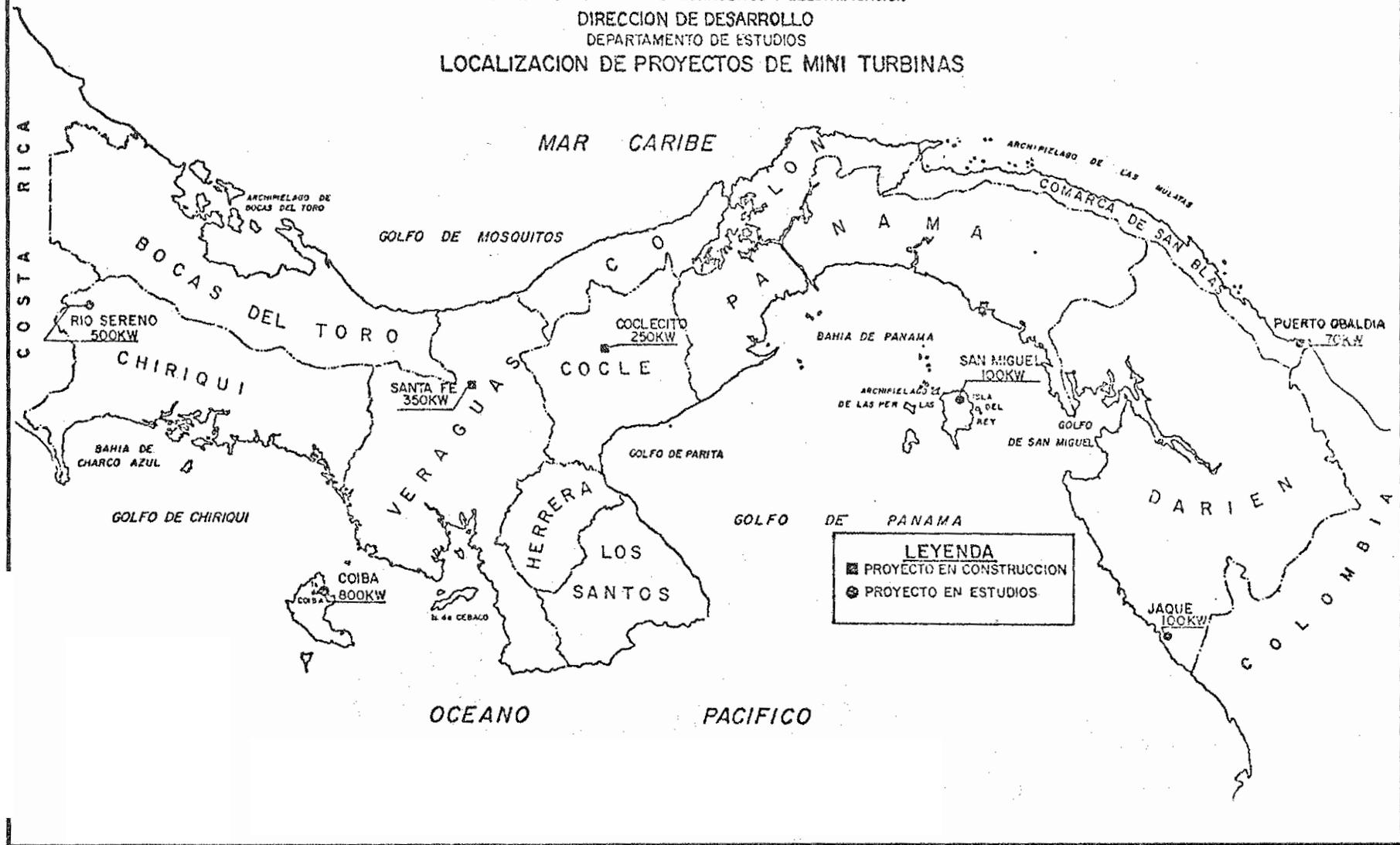
- 1.- Estudio, diseño y construcción de 15 minicentrales hidroeléctricas en los próximos 5 años. Estas minicentrales tendrían capacidades superiores a los 50 Gw y se espera su construcción sea financiada a través del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- 2.- Estudios de factibilidad para cuarenta microcentrales hidroeléctricas (capacidades hasta de 50 Gw) se realizarían en los próximos dos años con financiamiento de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID).

Las minicentrales estarían diseñadas para servir a comunidades aisladas, mientras que las microcentrales se orientarían para suministrar energía a núcleos de población más pequeños, tales como ciclos básicos, lecherías, asentamientos, y similares.

Los proyectos de minicentrales que se estudian en la actualidad son:

- 1.- Puerto Obaldía: comunidad en la Comarca de San Blas, en la frontera con Colombia. Posee algún desarrollo agropecuario. La energía la suministra una planta diesel propiedad de la comunidad y con asistencia técnica del IRHE. Se instalarían unos 70 kw.
- 2.- Coiba: colonia penal situada en el océano Pacífico en la isla del mismo nombre, la más grande del país. El gobierno nacional ha iniciado un ambicioso proyecto de desarrollo agropecuario. La energía se suministra por plantas diesel. Se instalaría unos 800 Gw.
- 3.- San Miguel: población localizada en la Isla del Rey, Archipiélago de las Perlas en el Océano Pacífico. La comunidad se dedica principalmente a la pesca y tiene unos 1500 habitantes. El servicio de energía lo brinda una planta diesel del IRHE que presenta numerosos proble-

REPUBLICA DE PANAMA
 INSTITUTO DE RECURSOS HIDRAULICOS Y ELECTRIFICACION
 DIRECCION DE DESARROLLO
 DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS
LOCALIZACION DE PROYECTOS DE MINI TURBINAS



LEYENDA
 ■ PROYECTO EN CONSTRUCCION
 ● PROYECTO EN ESTUDIOS

mas de mantenimiento, por lo que en muchas ocasiones se queda la población sin energía. Se instalarían unos 100 Gw en el río Ostión, uno de los pocos cursos de agua en la isla.

- 4.- Jaqué: población de la provincia del Darién, sobre el océano Pacífico. Una planta diesel del IRHE suministra la energía a la población, que se dedica a la pesca y la agricultura. Existen numerosos cursos de agua próximos a la población. Se instalarían unos 100 Gw.
- 5.- Río Sereno: población de la provincia de Chiriquí, próxima a la frontera con Costa Rica. Una de las principales actividades del área es el cultivo del café. Como es una región montañosa y de alta pluviosidad no escasean los sitios de desarrollo hidroeléctrico. En esta comunidad se instalarían unos 800 Gw.

PROYECTOS EN CONSTRUCCION:

A principios de 1979 el IRHE, con sus propias fuerzas, inició la construcción de dos minicentrales hidroeléctricas, a saber:

- 1- Coclesito: en la provincia del Coclé es una comunidad campesina donde el gobierno ha iniciado un proyecto piloto de desarrollo agropecuario y forestal. La región se distingue por lo difícil de su acceso y por la gran pluviosidad. Se aprovecharán las aguas del río San Juan para instalar dos turbinas de 125 kw cada una. Las obras civiles se iniciaron en febrero pasado y se espera iniciar el montaje del equipo electromecánico en el mes de septiembre próximo.
- 2- Santa Fé: localizada en la provincia de Veraguas, la población se dedica a actividades agropecuarias. Se utilizarán las aguas del río Mulabá para la instalación de dos turbinas de 175 kw cada una. La obra civil fue iniciada el mes de marzo pasado y se espera que la planta esté en operación para fines de este año.

Como se puede deducir de lo anterior, las minicentrales hidroeléctricas presentan beneficios tanto para las comunidades como para el IRHE, así:

- a) Las comunidades gozarían de un servicio seguro y confiable a un costo inferior e independiente de las fluctuaciones en los precios del petróleo. Habría más recursos económicos para el desarrollo de actividades productivas.
- b) El IRHE eliminaría los múltiples problemas de transporte de combustible y manteni-

miento que presenta la operación de las plantas aisladas. Los costos de operación serían inferiores, lo que permitiría el uso de fondos para otros desarrollos energéticos.

BANCO MUNDIAL V PROYECTO DE PRESTAMO PROGRAMA DE DISTRIBUCION

PLAN MAESTRO PARA LA EXPANSION Y MEJORAS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION 1980-1984

El Plan Maestro para la Expansión y Mejoras de los Sistemas de Distribución de la República de Panamá, es el documento base y normativo para el desarrollo lógico y coordinado de los sistemas de distribución en el país y cuya finalidad principal es la de asegurar un suministro de energía adecuado, económico y confiable a toda la comunidad.

La mejoras contempladas dentro de este Plan Maestro abarcan a las cinco gerencias regionales en las cuales se subdivide el Sistema Nacional Integrado de la República de Panamá. Estos subsistemas regionales son:

1. Gerencia de Panamá, la cual cubre la ciudad de Panamá y alrededores.
2. Gerencia de Colón, la cual cubre la ciudad de Colón y alrededores.
3. La Gerencia de Panamá - Occidente, que abarca toda el área occidental de la provincia de Panamá.
4. Gerencia Provincias Centrales, que cubre las provincias de Coclé, Veraguas, Herrera y Los Santos ubicados en la parte central del país.
5. La Gerencia Chiriquí, que cubre la provincia de Chiriquí, al occidente del país y límite con Costa Rica.

Existen además, sistemas pequeños aislados de la red central y que sirven poblaciones rurales muy alejadas.

La implementación de este documento demandó en su etapa inicial, el estudio pormenorizado de los sistemas existentes en el cual se establecieron las necesidades y se identificaron los proyectos que habrían de proponerse dentro del Plan Maestro.

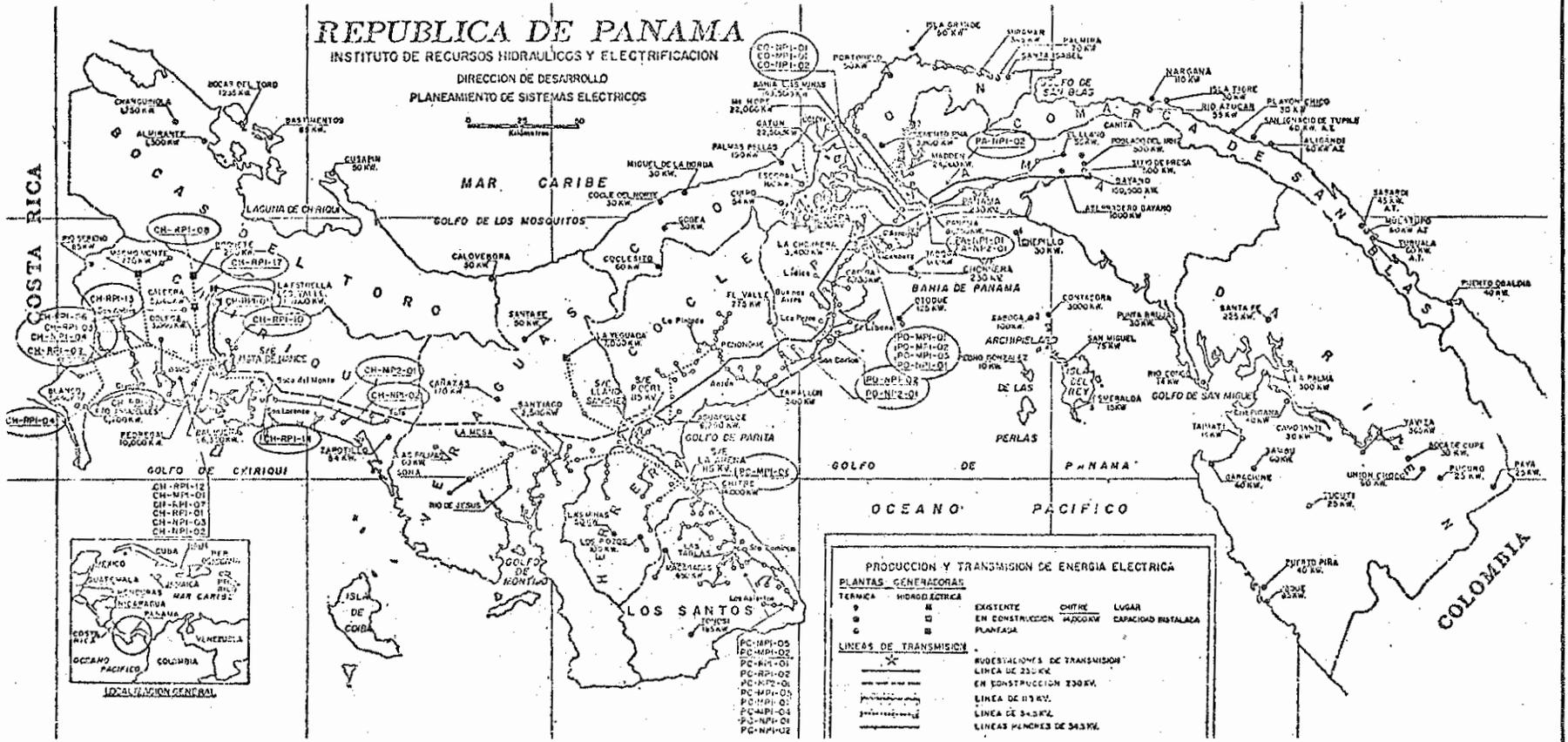
La mayoría de los proyectos identificados consideran aspectos técnicos en la planificación del desarrollo de redes de distribución de energía eléctrica, como lo son:

REPUBLICA DE PANAMA

INSTITUTO DE RECURSOS HIDRAULICOS Y ELECTRIFICACION

DIRECCION DE DESARROLLO
PLANEAMIENTO DE SISTEMAS ELECTRICOS

0 10 20
Kilometros



PRODUCCION Y TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA

PLANTAS GENERADORAS

TECNICA	HIDROELECTRICA	EXISTENTE	EN CONSTRUCCION	EN ESTUDIO	EN PLANEAJA	UBICACION	CAPACIDAD INSTALADA
●	■	○	□	◇	△		

LINEAS DE TRANSMISION

—	LINEA DE 230 KV.
- - -	EN CONSTRUCCION 230KV.
—	LINEA DE 115 KV.
- - -	EN CONSTRUCCION 115KV.
—	LINEAS MANCHAS DE 34.5KV.

- PC-NPI-05
- PC-NPI-02
- PC-NPI-01
- PC-NPI-02
- PC-NPI-03
- PC-NPI-01
- PC-NPI-04
- PC-NPI-01
- PC-NPI-02

1. Las necesidades de mayor capacidad de transformación en las subestaciones en base de los pronósticos de cargas.
2. Las rutas y tamaño de los nuevos alimentadores, los amarres y las líneas de suministro.
3. Las pérdidas y las caídas de voltaje de los circuitos.
4. El tamaño y la localización de los bancos de capacitores y de los reguladores de voltaje.
5. Los registros de carga, demanda y ventas de energía.
6. Los límites de voltaje permisibles.
7. Los límites de carga en los alimentadores.
8. Los costos de construcción.
9. Las áreas de alto consumo de energía.
10. Registros de clientes por categoría.

Aproximadamente, cuarenta proyectos específicos y demás inversiones menores inherentes a estos sistemas, fueron estudiados, evaluados y finalmente integrados al Plan Maestro. El período de ejecución de estos proyectos se enmarcó dentro de una programación que va desde 1980 a 1984. Durante este lapso de tiempo se llevará a cabo la adquisición de equipos mediante licitaciones internacionales y su instalación en gran parte a cargo del personal del IRHE. No obstante, existen algunos proyectos que por su envergadura requerirán de la contratación simultánea del equipo y montaje del mismo. Para mencionar algunos de estos proyectos extraordinarios tenemos:

1. La línea David-Progreso de 115 KV, circuito sencillo de 60 KM.
2. Nueva subestación Progreso 115 KV.
3. Construcción de la línea trifásica Balvuená-San Félix de 34.5 KV de 75 KM.
4. La rehabilitación y conversión de las ciudades de David, Puerto Armuelles y Concepción.

En el aspecto de realización y financiamiento, el Plan Maestro para la Expansión y Mejoras de los Sistemas de Distribución, establece los requerimientos de capital y su programación en el tiempo, necesarios para el desarrollo de todos los proyectos concebidos en el mismo.

El costo total de los proyectos, incluyendo inflación, asciende a 73.1 millones de balboas cuyo

componente local es de 26.5 millones y el componente extranjero de 46.6 millones de balboas.

Estos requerimientos de capital serán cubiertos, dentro de una programación establecida, tanto por el IRHE como por el Banco Mundial (BIRF). Este último cubrirá parte del componente extranjero hasta un monto aproximado de 22.4 millones de balboas.

Indudablemente que este Plan Maestro de Distribución establece las pautas para un programa amplio de desarrollo y rehabilitación de los sistemas de distribución, el cual significa la instalación de cerca 2000 Km de líneas de distribución, la instalación de aproximadamente 200,000 kva en transformación y un mejor servicio eléctrico a los 200,000 clientes del IRHE en todo el país.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO PLAN DE ELECTRIFICACION RURAL

PLAN QUINQUENAL DE ELECTRIFICACION RURAL

1.- Objetivo

Es la elaboración de un Plan Quinquenal de Electrificación Rural a nivel nacional para ampliar la distribución de la energía eléctrica de las zonas rurales de Panamá y así mejorar las condiciones económicas de la población rural del país.

La población rural son todos los habitantes que viven en lugares poblados de menos de 1,500 habitantes.

El estudio tendrá en cuenta toda la población rural no electrificada y aquella aislada electrificada con servicio eléctrico generado por grupo motogeneradores de combustión interna que sean posible vincular entre sí o a sistemas mayores de suministro de energía tendiendo a mejorar el resultado de la operación y permitir el mantenimiento del servicio eléctrico hasta el año horizonte del estudio.

2.- Alcance del Estudio

El estudio definirá de acuerdo a un criterio de factibilidad social y financiera las áreas rurales del país que serán electrificadas en un período de construcción de cinco años; este estudio servirá de base para la preparación de una solicitud para obtener la financiación de las obras.

El estudio también definirá la factibilidad técnica de los sistemas de transmisión, sub-transmisión y dis-

tribución para dotar de energía a las áreas a electrificar.

3.- Metodología.

Para determinar la distribución y localización de las viviendas rurales y así definir todas las áreas a someter a estudio. Se realizó un trabajo que permitió obtener la distribución de la densidad de viviendas por cuadrados de 2.3 km de lado (1.25 minutos geográficos) que integran una cuadrícula de 14,300 cuadrados que cubre todo el país. La densidad de la población se obtuvo a partir del Censo del año 1970 y posteriormente se proyectaron los datos obtenidos en periodos que alcanzan hasta el año 2000.

Es importante destacar que la metodología aplicada permite analizar la factibilidad de electrificar las áreas rurales hasta el año 2000, lo que significa que el plan cubre las necesidades del país hasta ese año.

4.- Características del Proyecto.

4.1 Características Generales

El proyecto definido hasta el momento resulta un sistema integrado en todo el área de las provincias de Chiriquí, Veraguas, Herrera, Los Santos, Coclé, Panamá, la integración de los sistemas aislados del norte de la provincia de Colón, la posible interconexión entre sí de las ciudades importantes de Bocas del Toro, la interconexión entre sí de todos los sistemas aislados del Darién y la interconexión entre sí o al continente de algunas islas de la Comarca de San Blas.

Se está haciendo un esfuerzo para que todos los sub-proyectos del sistema rural tengan su propia infraestructura de transmisión y/o subtransmisión y tomar como punto de alimentación las subestaciones principales del sistema interconectado del IRHE, en otras palabras se tiende a lograr una independencia de los sistemas existentes.

4.2 Características Sociales.

El proyecto integrado de distribución rural cubre en total un área de aproximadamente 25,000 km² o sea 2,500.000 hectáreas.

Se suministrará servicio eléctrico a aproximadamente 270 cabeceras de corregimiento, aproximadamente 320 poblaciones entre 500 y 150 habitantes y 130 de menos de 150 habitantes.

La cantidad de viviendas electrificadas al fin del periodo del Plan Quinquenal será aproximadamente de 25,000 que representaran aproximadamente 125,000 habitantes, y a los diez años de operación de

los sistemas alcanzará aproximadamente a 50,000 viviendas electrificadas que representaran aproximadamente 300.000 habitantes.

4.3 Características Técnicas

El Plan comprenderá la construcción de 270 km. de líneas de transmisión y sub-transmisión, 15 sub-estaciones con una capacidad instalada de 50 MWA y 3,000 km de líneas de distribución primaria.

Cuando todos los sistemas del Plan estén operando se espera una venta de energía anual cuyo orden de magnitud será de 36,000.000 KWH y que a los diez años de operación podrá ser de aproximadamente 90,000,000 KWH.

La demanda máxima de todos los sistemas dentro de los primeros diez años de operación alcanzará aproximadamente entre 35 a 50 MW.

5.- Orden de Magnitud del Costo Esperado del Proyecto.

De acuerdo al avance del estudio se ha podido estimar aproximadamente el costo del Plan que se detalla a continuación:

CATEGORIAS	MONTO US\$
1.- Ingeniería y Administración	3,500,000
2.- Costo directo de construcción	26,000,000
2.1 Sistema de transmisión	10,000,000
2.2 Sistema de distribución	15,000,000
2.3 Instalaciones Generales	1,000,000
3.- Gastos Financieros	1,000,000
4.- Sin asignación específica (escalamiento e imprevistos)	8,000,000
TOTAL CATEGORIAS	38,500,000

6.- Cronograma de realización del Plan Quinquenal

Alternativa I

Esta alternativa implica no realizar desembolsos importantes hasta después de obtenido el préstamo, el Gobierno comenzaría los desembolsos de contrapartida a partir de 1981. Fecha comienzo puesta en servicio primer sistema principio de 1983.

A.- Preparación e Implementación

Año 1979	Estudio de Factibilidad
Año 1980	Tramitación y obtención préstamo e Ingeniería básica.
Año 1981	Ingeniería detalle, Licitaciones y contrataciones.

B.- Construcción y Puesta en Operación Plan Quinquenal.

Año 1982 Recepción Materiales y Comienzo Construcción.

Año 1983 Puesta en servicio primeros sistemas y construcción.

Años 1984, 1985 Puesta en servicio y construcción.
y 1986 ción.

Alternativa II

Esta alternativa implica que el Gobierno comience a desembolsar la contrapartida a partir de 1980 con la previa autorización de la entidad prestadora que dichos desembolsos serán considerados como el aporte del Gobierno para la realización del Plan Quinquenal.

Para esta alternativa hay que definir previamente los proyectos a construir con el aporte del Gobierno y de esta forma cubrir el lapso entre 1980 y la puesta en marcha de los proyectos que se construyen con el aporte de la entidad prestadora (principios de 1983).

Se estima que comenzando las tareas de ingeniería y compra de materiales a partir del inicio de 1980 sería posible poner en marcha un sistema de aproximadamente 2,000 consumidores dentro del primer bimestre de 1981, con lo que se logra un adelanto del comienzo del Plan en aproximadamente 15 a 18 meses.

7.- Estado de Avance del Estudio

Actualmente ya se han definido todos los sistemas y se está realizando su verificación en el campo, también se están realizando las encuestas socio-económicas en las zonas a electrificar; se espera realizar los análisis de factibilidad durante el mes de septiembre y se espera completar el estudio durante el mes de noviembre.

Durante el mes de diciembre el IRHE revisará el estudio para lograr su presentación al BID en el año en curso.

El diagrama adjunto, señala la localización geográfica de la Red del Sistema que cubre el Plan Quinquenal de Electrificación Rural.

AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO-ENERGIAS ALTERNAS Y CONSERVACION

DIRECCION DE DESARROLLO

ACTIVIDADES ACTUALES DE LA SECCION DE ENERGIAS ALTERNAS Y CONSERVACION

La Sección de Energías Alternas y Conservación es la unidad del Departamento de Estudios que se encarga del estudio y desarrollo de las fuentes no-convencionales de Energía.

En su aspecto operativo, la Sección funcionará en tres principales actividades:

1. Actividades institucionales
2. Elaboración de un Plan Maestro Nacional para el Desarrollo de las Fuentes de Energía No-Convencionales.
3. Desarrollo de proyectos de demostración.

Bajo actividades institucionales, la Sección está creando un centro de documentación especializado en el campo de energía, y recogiendo datos básicos para ir creando una base que permita hacer análisis y planificar el desarrollo del sector.

Como parte de este trabajo se realizó la encuesta de energía rural en el mes de julio, y se está trabajando actualmente en una encuesta comercial y gubernamental que se llevará a cabo este año. Para el próximo año se contempla la ejecución de una encuesta residencial y otra de transporte.

Se están llevando a cabo estudios sobre la posibilidad de sustituir el LPG para cocina por electricidad, un estudio sobre el mercado potencial para sistemas industriales de calentamiento solar de agua y un estudio para la utilización de la cáscara de arroz para la generación de electricidad.

Como parte de la labor de divulgación, hemos publicado un boletín informativo y se participa regularmente en charlas y seminarios a entidades públicas y particulares.

Con respecto al Programa de Conservación de Energía, se ha preparado un documento preliminar con algunas consideraciones sobre el mismo.

La Política Nacional para el desarrollo de las fuentes de energía no-convencionales emanará de un Plan Maestro en donde se evaluarán los mercados potenciales, penetración de mercado y limitaciones técnicas de estas nuevas tecnologías, para fijar objetivos a mediano y largo plazo y para diseñar estrategias de inversión, lo más realistas posibles, coherentes con nuestro estado tecnológico y limitaciones financieras.

La confección de dicho Plan Maestro comenzará con un Balance Energético Histórico de la estructu-

ra del consumo de energía a partir del año 1965 que incluirá las fuentes de energía no comerciales (leña y residuos vegetales). Para tal fin se crearán las bases para el procesamiento, medición y elaboración sistemática de datos relacionados con los aspectos económicos y tecnológicos de los distintos sub-sectores energéticos, sin perder la idea del conjunto. Otro de los productos de este Plan Maestro será el elaborar una política, para el ahorro de energía, entendiendo como ahorro el aumento de la eficiencia de la utilización de energía.

3. Desarrollo de Proyectos de Demostración.

Energía Solar

Entre las tantas aplicaciones de la energía solar se encuentran las del calentamiento de agua y refrigeración solar.

En Panamá hay muchas regiones aisladas donde la electricidad es producida por medio de pequeñas plantas diesel.

En estas áreas rurales, donde el costo de la electricidad es excesivo, se instalarán sistemas solares para suministrar agua caliente a pequeñas clínicas o centros de salud.

En la provincia de Darién, por su situación geográfica, se instalarán dos de estos sistemas solares; uno en El Real a un costo aproximado de B/. 3,250.00 y el otro en la Palma por un valor de B/. 3,975.00. También se van a instalar otros sistemas solares; uno en Ustupo a un costo de B/. 4,050.00 y otro en el Centro de Salud de San Miguelito por B/. 3,700.00.

En cuanto a los aires acondicionados solares se va a instalar uno en el Hospital Cecilio Castillero de de Chitré. Esta será una unidad de 6 toneladas (1 tonelada = 12000 BTU) a un costo de B/. 42,930.00. La otra unidad será instalada en Aguadulce en el laboratorio que construirá el DINAAC. Esta unidad será de 3 toneladas y su valor aproximado es de B/. 28,570.00.

También se van a instalar células fotoeléctricas en la comunidad de Virota en la provincia de Veraguas para suministrar energía eléctrica a un radio transmisor ya que en esa comunidad no se cuenta con el servicio eléctrico.

Energía Eólica

El IRHE también va a instalar cinco aerogeneradores para el suministro de electricidad en lugares remotos donde no llega el tendido eléctrico.

De estos, cuatro son de 2 kw y uno de 17 kw. Entre los lugares probables para la instalación de estos aerogeneradores podemos mencionar Santa Rita de Antón, San José de Veraguas, Volcán Barú, Cerro Jefe y Los Valles de Veraguas.

Biogas.

El biogas se obtiene de la fermentación de desechos orgánicos en ausencia de aire y es un gas de contenido calórico medio. La Sección implementará dos plantas de demostración bajo el proyecto IRHE-AID en las comunidades de Caimito (en Coclé) y La Colorada (en Veraguas).

Caimito:

La planta se construirá en el "Ciclo Básico José Reyes Vásquez". Este instituto es del tipo Granja/Escuela y cuenta con unos 300 alumnos, 100 de los cuales son internos. Se producen hortalizas, ganado vacuno, porcino, conejos y gallinas. Con los excrementos de animales existe el potencial de producir aproximadamente 1,100 pies cúbicos de biogas al día. El biogas se usará como gas de cocina y el fango residual se utilizará como suplemento en el alimento de los animales. Esta planta brindará experiencia valiosa a los estudiantes actuando como foco de diseminación de esta tecnología.

La Colorada:

La planta se construirá en el Asentamiento Manuel Celestino González. Este asentamiento está formado por trece familias de escasos recursos. Cuentan con unos 280 puercos y un estanque de acuicultura. El asentamiento tiene una bomba de gasolina para mantener el estanque lleno durante la estación seca, pero debido al alto costo de la gasolina, han dejado de usarla. El biogas se usará aquí para el bombeo de agua. Será necesaria la modificación del sistema de carburación de la bomba existente. Al descomponer los excrementos antes de echarlos al estanque se logra una mejor regulación del flujo de nutrientes al estanque.

Ambos proyectos tendrán un costo aproximado de B/. 10,000 cada uno.

Proyecto de Combustión de Leña

El sitio que se ha escogido es el poblado de Yaviza en la provincia de Darién. El sistema existente de suministro de energía eléctrica es a partir de diesel, lo cual ha causado problemas de suministro constante de combustible.

Bajo el proyecto se instalará un sistema de combustión directa acoplada a calderas y turbogeneradores. La leña se recogerá de los desechos que generan diez aserraderos que están en la cercanía. La unidad generará 120 kw (con las cuales se sustituirán tres de las cuatro unidades existentes) y que suplirá a las comunidades de Yaviza, El Real y Pinogana (población 2000). Posteriormente se establecerá una plantación de energía con la cooperación del RENARE en el cual se asegurará un suministro de combustible continuo por medio de cultivos intensivos rotatorios. Se sembrarán árboles de valor comercial para que en el caso que no se necesite toda la leña para combustible se pueda vender lo que se cosecha.

Los costos totales de este proyecto ascienden a \$ 450,000 del cual \$ 325,000 serán suministrados por

A.I.D. y \$ 125,000 por el IRHE. La demostración de tecnología trae consigo beneficios directos e indirectos. Primeramente se estiman los ahorros de combustible diesel en \$ 45,000 anuales a los precios actuales. Como beneficios secundarios, se crearán un mínimo de seis empleos, se mejorará la productividad de los bosques, se desarrollarán métodos para disminuir la deforestación y se logrará aumentar la experiencia del personal del IRHE en los aspectos técnicos y administrativos en el aprovechamiento de la energía renovable que es la biomasa.

La aplicabilidad de este tipo de tecnología de combustión se prevee factible para varias comunidades aisladas de la República de Panamá y en centros en donde se estén generando cantidades apreciables de desechos agrícolas.



Un aspecto de la X Reunión de Ministros de OLADE realizada en Panamá del 10 al 11 de diciembre pasado, con la co-organización del Ministerio de Comercio e Industrias y del IRHE.

Al centro de la gráfica, el Presidente Dr. Aristides Royo. De izquierda a derecha; Dr. Carlos Alzamora, Secretario General del SELA; Lcdo. José A. Oteyza, Secretario del Patrimonio y Fomento Industrial de México y Presidente de la IX Reunión de Ministros; Ing. Juan Amado III, Ministro de Comercio e Industrias de Panamá y Presidente de la IX Reunión de Ministros; Ing. Gustavo Rodríguez E., Secretario Ejecutivo de OLADE y Dr. Alberto Vásquez Restrepo, Ministro de Minas y Energía de Colombia y Vicepresidente de la X Reunión de Ministros.

En el podio, el Director del IRHE, Ing. Edwin E. Fabrega, quien declaró inaugurado el evento a nombre del país anfitrión.