

2/20/9



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



APROVECHAMIENTO DE FUENTES NO CONVENCIONALES  
DE ENERGIA PARA EL DESARROLLO DE LAS PEQUEÑAS  
COMUNIDADES



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS PROFESIONAL  
QUE PRESENTAN:

JOSE DE JESUS SALVADOR ARMENTA LARA  
JUAN LUIS CASCAJARES RUELAS  
JUAN PABLO MARROQUIN SAGAHON  
RIGOBERTO CATALAN MORALES  
TIRSO JAIME CASCAJARES RUELAS

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA.

MEXICO, D. F. 1982

---

## Prologo

---

---

### III

EN SU MAYORÍA REQUIEREN DE UNA SÓLIDA INFRAESTRUCTURA PARA SU OBTENCIÓN, ACUMULACIÓN, TRANSPORTE Y FINALMENTE SU APROVECHAMIENTO TANTO EN LAS GRANDES -- CIUDADES COMO EN LAS PEQUEÑAS COMUNIDADES.

EXISTE OTRA OPCIÓN DE CARÁCTER ENERGÉTICO LA CUAL -- SON LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA, EN -- DONDE TENEMOS: ENERGÍA SOLAR, ENERGÍA EÓLICA, BIOMASA, BIODIGESTORES, PEQUEÑAS CAÍDAS DE AGUA, ETC., -- DE DÓNDE OBSERVAMOS QUE LA PRINCIPAL ES LA SOLAR -- PUES ES EL SOL EL QUE ORIGINA EN FORMA DIRECTA O INDIRECTA LA EXISTENCIA DE ESTAS FUENTES DE ENERGÍA.

PARA EL APROVECHAMIENTO DE ÉSTAS ÚLTIMAS NO ES NECESARIO UN APOYO INDUSTRIAL MUY GRANDE PUES PARA EL -- USO DE CADA UNA DE ELLAS EXISTEN Y ESTAN EN DESARROLLO DIVERSOS IMPLEMENTOS Y MAQUINARIA PARA SU CAPTACIÓN, ACUMULACIÓN Y TRANSFORMACIÓN QUE LOS HACEN -- LAS MÁS ATRACTIVAS FUENTES DE ENERGÍA PARA EL FUTURO. Y SI BIEN ESTA PUEDE SER UNA SOLUCIÓN PARA COMUNIDADES GRANDES, ES IDEAL PARA RESOLVER EL PROBLEMA ENERGÉTICO EN PEQUEÑAS COMUNIDADES, LAS CUALES CARECEN DE FACILIDADES PARA EL APROVECHAMIENTO DE FUENTES CONVENCIONALES DE ENERGÍA.

## PROLOGO.

EL ESTUDIO DE LA ENERGÍA Y SU APROVECHAMIENTO TANTO PARA SU USO A NIVEL INDUSTRIAL COMO DOMÉSTICO IMPLICA ENGLOBAL TANTO LA CAPTACIÓN COMO LAS TRANSFORMACIONES Y EL ACUMULAMIENTO DE DICHA ENERGÍA TAL Y COMO SEA LA QUE SE QUIERE UTILIZAR.

AL REFERIRNOS A LA ENERGÍA A UTILIZAR, NOS ABOCAMOS A LAS DIVERSAS ENERGÍAS QUE NOS BRINDA LA NATURALEZA PARA UTILIZARLAS, YA SEA EN FORMA DIRECTA O POR MEDIO DE TRANSFORMACIONES EN OTRAS ENERGÍAS, PARA LA SOLUCIÓN DE LAS DIVERSAS NECESIDADES DEL HOMBRE EN EL ASPECTO ENERGÉTICO, YA SEAN ÉSTAS LAS PRIMORDIALES PARA SU SUPERVIVENCIA O BIEN PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS SECUNDARIOS COMO MAYORES COMODIDADES EN EL MEDIO AMBIENTE DEL SER HUMANO.

EN EL CURSO DEL TIEMPO, EL HOMBRE HA UTILIZADO DIVERSAS ENERGÍAS, Y VEMOS QUE ACTUALMENTE LAS MÁS UTILIZADAS SON LAS LLAMADAS FUENTES CONVENCIONALES DE ENERGÍA, ENTRE LAS QUE CONOCEMOS, LOS COMBUSTIBLES FÓSILES COMO EL CARBÓN, PETRÓLEO, GAS, ETC., Y DE OTROS TIPOS COMO SON EL URANIO, LEÑA, GEOTERMINA, RECURSOS HIDRÁULICOS, ETC. ÉSTAS FUENTES DE ENERGÍA

### III

EN SU MAYORÍA REQUIEREN DE UNA SÓLIDA INFRAESTRUCTURA PARA SU OBTENCIÓN, ACUMULACIÓN, TRANSPORTE Y FINALMENTE SU APROVECHAMIENTO TANTO EN LAS GRANDES -- CIUDADES COMO EN LAS PEQUEÑAS COMUNIDADES.

EXISTE OTRA OPCIÓN DE CARÁCTER ENERGÉTICO LA CUAL -- SON LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA, EN -- DONDE TENEMOS: ENERGÍA SOLAR, ENERGÍA EÓLICA, BIOMASA, BIODIGESTORES, PEQUEÑAS CAÍDAS DE AGUA, ETC., -- DE DÓNDE OBSERVAMOS QUE LA PRINCIPAL ES LA SOLAR -- PUES ES EL SOL EL QUE ORIGINA EN FORMA DIRECTA O INDIRECTA LA EXISTENCIA DE ESTAS FUENTES DE ENERGÍA.

PARA EL APROVECHAMIENTO DE ÉSTAS ÚLTIMAS NO ES NECESARIO UN APOYO INDUSTRIAL MUY GRANDE PUES PARA EL -- USO DE CADA UNA DE ELLAS EXISTEN Y ESTAN EN DESARROLLO DIVERSOS IMPLEMENTOS Y MAQUINARIA PARA SU CAPTACIÓN, ACUMULACIÓN Y TRANSFORMACIÓN QUE LOS HACEN -- LAS MÁS ATRACTIVAS FUENTES DE ENERGÍA PARA EL FUTURO. Y SI BIEN ESTA PUEDE SER UNA SOLUCIÓN PARA COMUNIDADES GRANDES, ES IDEAL PARA RESOLVER EL PROBLEMA ENERGÉTICO EN PEQUEÑAS COMUNIDADES, LAS CUALES CARECEN DE FACILIDADES PARA EL APROVECHAMIENTO DE FUENTES CONVENCIONALES DE ENERGÍA.

#### IV

ES POR ESO QUE EL OBJETIVO DE ESTA TESIS ES DAR UNA SEMBLANZA DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA Y LOS MEDIOS Y APOYOS TÉCNICOS PARA SU APROVECHAMIENTO, PRINCIPALMENTE EN LAS PEQUEÑAS COMUNIDADES.

EN EL PRIMER CAPÍTULO SE HACE UNA SEMBLANZA DEL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DEL PAÍS TOCANDO ASPECTOS COMO LO SON LA EXPLOSIÓN DEMOGRÁFICA, DESARROLLO URBANO Y RURAL, ALGUNOS DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS QUE NOS AQUEJAN. EN CUANTO AL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA POR EL HOMBRE EN EL CUAL PRETENDEMOS DAR A CONOCER LAS COSTUMBRES Y LAS SOLUCIONES DE CARÁCTER ENERGÉTICO QUE LA HUMANIDAD HA TENIDO DURANTE ALGÚN TIEMPO, Y PODER ASÍ HACER LA RELACIÓN CON LOS TIEMPOS ACTUALES Y FUTUROS Y PODER DARNOS CUENTA DE LA ACEPTACIÓN Y UTILIDAD DE APROVECHAR LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA O ENERGÍA PRIMARIA.

EN EL CAPÍTULO DE INFLUENCIA CLIMATOLÓGICA SE TOCA EL TEMA DE LA CLIMATOLOGÍA, AFECADA DIRECTAMENTE ÉSTA, A LOS FENÓMENOS QUE PRODUCE EL SOL, SU INCIDENCIA EN LA SUPERFICIE TERRESTRE, ETC., FACTORES QUE SON DE PRIMORDIAL IMPORTANCIA PARA PODER CONOCER LA SITUACIÓN CLIMATOLÓGICA EN DIVERSOS LUGARES PARA LA DECISIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR, FUENTES, SITUACIÓN HIDRÁULICA, ETC.

UN ASPECTO IMPORTANTE ES TRATADO EN EL CAPÍTULO SIGUIENTE, -- QUE SON LOS ASPECTOS AMBIENTALES DEL USO DE ENERGÉTICOS, EN -- DONDE SE HACE UNA CONCIENTIZACIÓN DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL DESARROLLO Y USO DE LAS DISTINTAS FUENTES DE ENERGÍA, TANTO CONVENCIONALES COMO NO CONVENCIONALES.

TAL VEZ EL CAPÍTULO DE MAYOR IMPORTANCIA ES EL DEDICADO A LA ENERGÍA SOLAR CON INFORMACIÓN SOBRE SU CAPTACIÓN, ACUMULACIÓN, TRANSFORMACIONES Y DIFERENTES ENERGÍAS Y SU APROVECHAMIENTO -- TANTO DIRECTO COMO INDIRECTO, ASÍ COMO DATOS DE FABRICANTES -- DE PARTES Y HERRAMENTAL.

EL CAPÍTULO SOBRE LA ENERGÍA DEL VIENTO Ó EÓLICA TIENE UN CONTENIDO DE INFORMACIÓN EN EL MISMO ORDEN QUE EL ANTERIOR PERO -- CON DATOS ESPECIALIZADOS PARA EL APROVECHAMIENTO DE ESTA INFORMACIÓN DE ENERGÍA.

LOS CAPÍTULOS SIGUIENTES SE REFIEREN AL APROVECHAMIENTO DEL GAS OBTENIDO POR MEDIO DE BIODIGESTORES Y AL USO DE PEQUEÑAS CAÍDAS DE AGUA, RESPECTIVAMENTE, CON DATOS E INFORMACIÓN -- PARA USO DE LUGARES CORRECTOS DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPO, MATERIALES, INSUMOS, ETC., PARA OPTIMIZAR LA ENERGÍA OBTENIDA POR ESTOS MEDIOS.

HACIA EL FINAL ESTABLECEMOS ALGUNAS CONCLUSIONES QUE ESPERA--

## VI

MOS SEAN DE UTILIDAD PARA EL APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL DE ESTA TESIS Y LLEVE ESTO A BRINDAR RECURSOS ENERGÉTICOS DE FÁCIL OBTENCIÓN, Y BARATOS COMPARATIVAMENTE HABLANDO, A LAS PEQUEÑAS COMUNIDADES, PARA OBTENER POR ESTOS MEDIOS UN MEJORAMIENTO DE SU NIVEL DE VIDA.

---

## Introducción

---

---

## INTRODUCCION DE LA TESIS

DE FANTÁSTICO SUELE CALIFICARSE EN PRINCIPIO A TODO PROYECTO CUYA REALIZACION SE CONSIDERA IMPRACTICABLE O IMPOSIBLE, HASTA QUE AL LLEVARSE A CABO SE CUENTA ENTRE LAS MUCHAS EVIDENCIAS DE LA VIDA COTIDIANA.

ACTUALMENTE EN MÉXICO SE TIENEN UNA SERIE DE GRANES PROBLEMAS, UNO DE LOS MÁS SERIOS Y COMPLEJOS A QUE SE ENFRENTA NO SÓLO NUESTRO PAÍS SINO TODA LA HUMANIDAD EN LAS ÚLTIMAS DECADAS DEL SIGLO XX ES LA PROBLEMÁTICA DE LA ENERGÍA.

CONFLUYEN EN ELLA PROBLEMAS DE RELACIONES POLÍTICAS Y ECONÓMICAS INTERNACIONALES, SATISFACCION DE NECESIDADES BÁSICAS PARA LOS CIENTOS DE MILLONES QUE VIVEN EN CONDICIONES DE SUBSISTENCIA -- READECUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ECONOMICAS, POSIBLE AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS RENOVABLES, DESARROLLO Y UTILIZACIÓN EN GRAN ESCALA DE NUEVAS -- TECNOLOGÍAS Y MUCHOS OTROS. PARA MÉXICO ESTA -- PROBLEMÁTICA ES PARTICULARMENTE ACUCIANTE, POR-- QUE DESARROLLARSE REQUIERE USAR MÁS ENERGÍA Y --

USARLA MEJOR.

NO HAY EXPERIENCIAS ANTERIORES EN QUÉ BASARSE -- PARA ENFRENTAR LOS PROBLEMAS DE ENERGÍA, SON PROBLEMAS ESENCIALMENTE NUEVOS Y SUS SOLUCIONES REQUERIRÁN FUERTES DOSIS DE CREATIVIDAD Y CAPACIDAD DE INOVACIÓN. LAS FUENTES NO CONVENCIONALES, SON FUENTES LOCALES Y ALEJADAS DE LOS GRANDES -- MERCADOS INTERNACIONALES Y SATISFACEN REQUERIMIENTOS EN FORMA DIRECTA Y NO A TRAVÉS DE LARGAS CADENAS DE DISTRIBUCIÓN QUE RARA VEZ LLEGAN HASTA LOS MÁS NECESITADOS; REQUIEREN POCO O NADA -- DE INSUMOS Y DIVISAS PARA CONSEGUIRLO, SE BASAN EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES, UTILIZAN TECNOLOGÍAS RELATIVAMENTE SENCILLAS Y SUS EQUIPOS Y ARTEFACTOS PUEDEN SER PRODUCIDOS POR LA INDUSTRIA DE LOS PAÍSES MENOS ADELANTADOS, SON BENIGNAS PARA EL MEDIO AMBIENTE Y PUEDEN CONTRIBUIR SIGNIFICATIVAMENTE A DETENER Y SUPERAR EL FUERTE DETERIORO AMBIENTAL QUE ESTÁ SUFRIENDO MÉXICO.

LAS FUENTES NATURALES DE ENERGÍA QUE DORMITAN -- EN EL SENO DE LA TIERRA SON BIEN CONOCIDAS POR

TODOS, PERO MUY POCAS SON LAS PERSONAS CONVENCIDAS DE QUE EL SOL ES REALMENTE LA PRINCIPAL FUENTE NATURAL DE ENERGÍA. QUEMAMOS CARBÓN, MADERA O PRODUCTOS PETROLÍFEROS, SIN PENSAR EN QUE TODOS ESTOS COMBUSTIBLES TIENEN SU ORIGEN EN LA ENERGÍA SOLAR. EN TAN SÓLO CIEN AÑOS HA SIDO CONSUMIDA YA LA MAYOR PARTE DE LA RESERVA CONOCIDA DE COMBUSTIBLES FÓSILES, (CARBÓN, PETRÓLEO, GAS NATURAL), CUYA FORMACIÓN COMO MATERIAS VEGETALES Y ULTERIOR TRANSFORMACIÓN Y ALMACENAMIENTO DATA DE CIENTOS DE MILLONES DE AÑOS.

LA TIERRA RECIBE ANUALMENTE UNA CANTIDAD DE ENERGÍA DEL SOL DE UNOS  $7 \times 10^{17}$  KWH. LA RADIACIÓN SOLAR MEDIA QUE LLEGA A NUESTRO PLANETA ES DE 80 A 300 W POR M<sup>2</sup>, SEGÚN LA HORA DEL DÍA Y LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS. SIN EMBARGO, CON SUS CENTRALES ELÉCTRICAS Y OTRAS INSTALACIONES EL HOMBRE SÓLO PUEDE GENERAR POR AÑO  $4 \times 10^{13}$  KILOVATIOS/HORA (KWH),

ÉSTA ES PRECISAMENTE LA ENERGÍA QUE NO NOS CUESTA UN SÓLO CÉNTIMO Y QUE PODEMOS APROVECHAR PARA VARIAS APLICACIONES: CALEFACCIÓN DE VIVIENDAS,

## XI

PRODUCCIÓN Y ACUMULACIÓN DE AGUA CALIENTE, EXTRACCIÓN DE SAL DE LOS OCEANOS, DESALINIZACIÓN DE - - AGUA SALADA, ACCIONAMIENTO DE EQUIPO, ACONDICIONADORES DE AIRE, ASÍ COMO PARA COCINAR ALIMENTOS, - FUNDIR LIMPIAMENTE PRODUCTOS CERÁMICOS A 4000° C Y OTRAS MUCHAS APLICACIONES MÁS QUE HASTA AHORA - REQUIEREN UN CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

RESULTA PUES RENTABLE APROVECHAR LA ENERGÍA QUE NOS OFRECE EL SOL.

EL CARBÓN MINERAL ES DEMASIADO VALIOSO PARA SER QUEMADO, PUES CONTIENE, AL IGUAL QUE EL PETRÓLEO SUBSTANCIAS QUE SON INDISPENSABLES PARA LAS INDUSTRIAS QUÍMICAS Y DE PLÁSTICOS. LA EVIDENCIA DE QUE LOS COMBUSTIBLES QUE ACTUALMENTE TAN TO UTILIZAMOS ESTÁN EN VÍAS DE AGOTAMIENTO, DEBERÍA DE SER MOTIVO DE GRAN PREOCUPACIÓN PARA - NOSOTROS.

EN ESTA TESIS NOS OCUPAREMOS ÚNICAMENTE DE LAS NECESIDADES Y POSIBILIDADES TÉCNICAS DEL DESARROLLO DE LAS FUENTES NO CONVENCIONALES. LAS EXIGENCIAS O NECESIDADES POLÍTICAS Y ECONÓMICAS SERÁN EN LA PRÁCTICAS A LARGO PLAZO, FAC--

TORES CON LOS QUE HABRÁ TAMBIÉN QUE CONTAR EN EL  
FUTURO.

---

## Indice

---

---

	PAG.
I. MEXICO Y SU DESARROLLO . . .	1
I.1. BOSQUEJO HISTORICO . . .	2
I.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO . . .	2
I.1.2. PROBLEMÁTICA NACIONAL . . .	5
I.1.2.1. PROBLEMA DEMOGRÁFICO . . .	5
I.1.2.2. DESEMPLEO . . .	7
I.1.2.3. CENTRALIZACIÓN . . .	9
I.1.2.4. DEPENDENCIA TECNOLÓGICA . . .	13
I.1.2.5. MALA UTILIZACIÓN DE RECURSOS . . .	16
I.1.2.6. CONTAMINACIÓN . . .	20
I.2. SITUACIÓN ENERGÉTICA . . .	21
I.2.1. PROBLEMAS DE ENERGÍA EN LA ACTUALIDAD . . .	21
I.2.2. NECESIDADES BÁSICAS DE ENERGÍA . . .	26
I.2.3. RECURSOS NATURALES UTILIZADOS COMO ENERGÉTICOS . . .	72
II. INFLUENCIA CLIMATOLÓGICA . . .	81
II.1. INTERACCIÓN DE LA LUZ SOLAR CON LA ATMÓSFERA TERRESTRE . . .	82
II.2. PRECIPITACIÓN . . .	86
II.3. ÍNDICE DE ARÍDEZ . . .	88
II.4. NUBOSIDAD . . .	89
II.5. LOS CLIMAS CON RESPECTO A LA RADIACIÓN SOLAR . . .	90
III. ASPECTOS AMBIENTALES DEL USO DE ENERGÉTICOS . . .	101
III.1. CONCEPTOS BÁSICOS . . .	102
III.2. ASPECTOS AMBIENTALES DE LAS FUENTES CONVENCIONALES DE ENERGÍA . . .	104
III.3. GENERACIÓN DE ENERGÍA A TRAVÉS DE FUENTES ENERGÉTICAS DE LA NATU-- RALEZA . . .	104
III.3.1. CARBÓN . . .	104
III.3.2. PETRÓLEO . . .	106
III.3.3. GAS . . .	103
III.3.4. URANIO . . .	108
III.3.5. LEÑA . . .	109

III.3.6. GEOTERMIA . . . .	110
III.4. GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DEL RECURSO HIDRÁULICO .	112
III.5. OTROS ASPECTOS AMBIENTALES DEL USO DE LAS FUENTES CONVENCIONALES - DE LA ENERGÍA . . . .	113
III.6. ASPECTOS AMBIENTALES DE LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA .	116
III.6.1. ENERGÍA SOLAR . . . .	117
III.6.2. ENERGÍA EÓLICA . . . .	118
III.6.3. ENERGÍA DE LA BIOMASA . . . .	119
III.6.4. DESECHOS URBANOS . . . .	120
III.6.5. PEQUEÑAS CAÍDAS DE AGUA . . . .	122
IV. SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE ENERGÍA SOLAR . . . .	123
IV.1. INTRODUCCIÓN . . . .	124
IV.1.1. ALGUNOS PRINCIPIOS BÁSICOS . . . .	125
IV.1.2. TRANSMISIÓN DE CALOR . . . .	125
IV.1.3. ENERGÍA RADIANTE . . . .	126
IV.1.4. EN CONTACTO CON LA RADIACIÓN . . . .	127
IV.1.5. TRANSMISIÓN . . . .	127
IV.1.6. LONGITUD DE ONDA Y COLOR . . . .	128
IV.1.7. REFLEXIÓN Y ABSORCIÓN . . . .	128
IV.2. COLECTORES . . . .	131
IV.2.1. CLASIFICACIONES . . . .	131
IV.2.2. COLECTORES SOLARES TÉRMICOS . . . .	132
IV.2.2.1. COLECTORES PLANOS . . . .	132
IV.2.2.1.1. INTRODUCCIÓN . . . .	132
IV.2.2.1.2. COMPONENTES . . . .	132
IV.2.2.1.3. CONSTRUCCIÓN . . . .	134
IV.2.2.1.4. ORIENTACIÓN . . . .	135
IV.2.2.1.5. ANGULO DE INCLINACIÓN . . . .	136
IV.2.2.1.6. ANGULO DE ORIENTACIÓN . . . .	139
IV.2.2.1.7. SUPERFICIE DEL COLECTOR . . . .	140

IV.2.2.2. COLECTORES CONCENTRADOS . . .	143
IV.2.2.2.1. INTRODUCCIÓN . . .	143
IV.2.2.2.2. TIPOS DE CONCENTRADORES . . .	143
IV.2.2.2.3. DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO . . .	147
IV.2.3. ELECCIÓN DEL COLECTOR . . .	151
IV.2.4. PROPIEDADES DE MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE -- CAPTADORES SOLARES . . .	154
IV.2.4.1. VIDRIO . . .	154
IV.2.4.2. PLÁSTICO . . .	155
IV.2.4.3. METALES . . .	156
IV.2.5. SUPERFICIES SELECTIVAS DE RADIACIÓN . . .	157
IV.3. CALENTADORES SOLARES DE AGUA . . .	159
IV.3.1. INTRODUCCIÓN . . .	159
IV.3.2. ALGUNAS APLICACIONES DE CALENTAMIENTO DE AGUA . . .	160
IV.3.2.1. DOMÉSTICO . . .	160
IV.3.2.1.1. TIPOS DE CALENTADORES SOLARES . . .	164
IV.3.2.1.2. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DE LOS CALEN- TADORES SOLARES . . .	167
IV.3.2.2. ALBERCAS . . .	174
IV.3.2.3. APLICACIÓN INDUSTRIAL . . .	176
IV.4. DESTILACIÓN DE AGUA MEDIANTE EL CALOR SOLAR . . .	177
IV.4.1. INTRODUCCIÓN . . .	177
IV.4.2. COMPONENTES DEL DESTILADOR . . .	178
IV.4.3. FUNCIONAMIENTO DEL DESTILADOR SOLAR . . .	179
IV.4.4. DIFERENTES TIPOS DE DESTILADORES . . .	180
IV.4.5. CONSTRUCCIÓN . . .	183
IV.4.6. CONSIDERACIONES GENERALES . . .	186
IV.4.6.1. LUGAR . . .	186
IV.4.6.2. COSTOS . . .	186

IV.4.6.3. EFICIENCIA . . . .	187
IV.4.7. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN . . . .	187
IV.4.8. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO . . . .	188
IV.5. ENFRIAMIENTO Y REFRIGERACIÓN . . . .	189
IV.5.1. INTRODUCCIÓN . . . .	189
IV.5.2. PRINCIPIOS GENERALES . . . .	190
IV.5.3. ENFRIAMIENTO POR ABSORCIÓN-VAPORIZACIÓN . . . .	192
IV.5.4. REFRIGERACIÓN . . . .	197
IV.5.4.1. SISTEMA DE AMONIACO-AGUA . . . .	197
IV.5.4.2. SISTEMA DE AMONIACO-TIOCIANATO DE SODIO . . . .	198
IV.5.5. ENFRIAMIENTO DE ALIMENTOS . . . .	200
IV.6. HORNOS SOLARES . . . .	203
IV.6.1. INTRODUCCIÓN . . . .	203
IV.6.2. CLASIFICACIÓN . . . .	205
IV.6.3. VENTAJAS . . . .	205
IV.6.4. DESVENTAJAS . . . .	207
IV.6.5. TIPOS DE HORNOS SOLARES . . . .	208
IV.6.6. PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO . . . .	212
IV.7. SECADO DE GRANO . . . .	212
IV.7.1. INTRODUCCIÓN . . . .	212
IV.7.2. FUNCIONAMIENTO . . . .	213
IV.7.3. PROBLEMAS . . . .	215
IV.7.4. VENTAJAS . . . .	216
IV.7.5. MÉTODOS . . . .	217
IV.7.6. APLICACIONES . . . .	218
IV.7.7. FUNCIONES . . . .	219
IV.7.7.1. SUMINISTRO . . . .	219
IV.7.7.2. ABSORCIÓN . . . .	219
IV.7.8. TIPOS DE SECADORES . . . .	220
IV.7.9. OTRA CLASIFICACIÓN . . . .	221



IV.10.2.2, ALMACENAMIENTO DE POTENCIA ELÉCTRICA, POTENCIA MECÁNICA, -- CELDA COMBUSTIBLES . . .	286
V. ENERGIA EOLICA . . .	293
V.1. INTRODUCCIÓN . . .	294
V.1.1. HISTORIA . . .	294
V.1.2. EL VIENTO . . .	295
V.1.3. ORIGEN Y CAUSAS DEL VIENTO . . .	295
V.1.4. ENERGÍA DEL VIENTO . . .	296
V.2. APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA . . .	298
V.2.1. EL VIENTO AGENTE ENERGÉTICO PERJUDICIAL . . .	299
V.2.2. EL AIRE Y EL VIENTO, AGENTES PASIVOS . . .	303
V.3. TÉCNICAS DE UTILIZACIÓN DE LA FUERZA DEL VIENTO . . .	306
V.3.1. LA VELA . . .	306
V.3.2. EL MOLINO DE VIENTO . . .	308
V.3.3. EL MODERNO MOLINO DE VIENTO . . .	316
V.3.4. DOS FACTORES SE CONJUGAN EN EL MOLINO DE VIENTO . . .	318
V.4. APLICACIONES PRÁCTICAS DEL APROVECHAMIENTO DEL VIENTO . . .	324
V.4.1. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO . . .	324
V.4.2. EL AEROMOTOR ASPIRANTE DE ANDREAU . . .	328
V.4.3. EL EFECTO MAGNUS Y EL ROTOR DE FLETTNER . . .	330
V.5. PERSPECTIVAS PARA LAS MODERNAS CENTRALES PRODUCTORAS DE ENERGÍA EÓLICA	333
VI. ENERGIA HIDRAULICA . . .	350
VI.1. INTRODUCCIÓN . . .	351
VI.2. IMPORTANCIA DE LAS PEQUEÑAS CAUSAS . . .	352
VI.3. APROVECHAMIENTO DE LOS PEQUEÑOS RECURSOS HIDRÁULICOS . . .	356
VI.4. APLICACIÓN . . .	358
VI.5. ENERGÍA MAREMOTRIZ . . .	363
VII. ENERGIA DE LA BIOMASA . . .	366

VII.1, INTRODUCCIÓN . . .	357
VII.2, DESARROLLO DEL USO DE LA BIOMASA . . .	367
VII.3, DESCOMPOSICIÓN ANAERÓBICA . . .	371
VII.4, MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN ANAERÓBICA . . .	372
VII.4.1, MATERIA ORGÁNICA . . .	375
VII.4.2, TEMPERATURA . . .	375
VII.4.3, TIEMPO DE RESIDENCIA . . .	376
VII.4.4, PRODUCCIÓN DE BIOGAS . . .	378
VII.5, APLICACIONES DEL BIOGAS . . .	380
VII.6, FERTILIZANTES . . .	382
VII.7, TIPOS DE DIGESTORES . . .	383
VII.8, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO . . .	389
VII.9, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . .	392
CONCLUSIONES . . .	396
RECOMENDACIONES . . .	406
PERSPECTIVAS . . .	414
ANEXO, MAPAS DE RADIACION SOLAR EN MEXICO . . .	430
REFERENCIAS . . .	451
BIBLIOGRAFIA . . .	459



---

México  
y su desarrollo

---

## 1.1 BOSQUEJO HISTORICO.

### 1.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO.

DURANTE LA ÉPOCA DE LA CONQUISTA (1521) HACIA LA SEGUNDA DÉCADA DEL SIGLO EN QUE VIVIMOS, LA POBLACIÓN DE MÉXICO PERMANECIÓ PRÁCTICAMENTE ESTANCADA. EN ESE LAPSO DE 400 AÑOS EL NÚMERO DE HABITANTES AUMENTÓ DE 9.1 MILLONES A 14.3 MILLONES EN 1921, UN AUMENTO TOTAL DE 5.2 MILLONES DE PERSONAS. EN LOS SIGUIENTES 20 AÑOS TUVO UN CRECIMIENTO DE 5.3 MILLONES MÁS. ENTRE 1940 Y 1968 LA POBLACIÓN AUMENTÓ DE 19.7 A 47.3 MILLONES LO QUE IMPLICA QUE HOY POR CADA TRES MEXICANOS DOS TENGAN MENOS DE 25 AÑOS.

DOS CARACTERÍSTICAS INDICAN ESTE CRECIMIENTO COMO INDICADOR DE UN DESARROLLO ECONÓMICO EFECTIVO. LA PRIMERA ES HABERSE LOGRADO MANTENER UNA ALTA TASA DE NATALIDAD Y AL MISMO TIEMPO REDUCIR DRÁSTICAMENTE LA DE MORTALIDAD, LA SEGUNDA ES EN COINCIDENCIA CON UNA ACELERADA CONCENTRACIÓN URBANA QUE, TENIENDO EN CUENTA LAS CONDICIONES DE MÉXICO, SIGNIFICA EN GENERAL UN TRASLADO DE FUERZA DE TRABAJO DE LAS ACTIVIDADES PRIMARIAS POCO PRODUCTIVAS A LAS SECUNDARIAS Y TERCIARIAS DE MAYOR PRODUCTIVIDAD Y QUE TRAEN POR CONSECUENCIA UN MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE

En un lapso de 400 años la población aumentó 5.2 millones de personas.

Una acelerada concentración urbana.

VIDA,

PARA 1968 EL 59.8% DE LA POBLACIÓN CORRESPONDE A --  
LAS ÁREAS URBANAS Y EL 42.2% A LAS COMUNIDADES RURA  
LES.

#### DESARROLLO URBANO Y RURAL.

EN EL TRANSCURSO DE LOS ÚLTIMOS AÑOS, DE 1770 A ---  
1980, LA ESTRUCTURA ECONÓMICA Y SOCIAL SE HA IDO --  
TRANSFORMANDO DE AGRARIA EN INDUSTRIAL Y DE RURAL -  
EN URBANA. EN EL ASPECTO ECONÓMICO, LA MAGNITUD DE-  
ESTE CAMBIO SE PUEDE MEDIR COMPARANDO LA ACTUAL ES-  
TRUCTURA DE LA FUERZA DEL TRABAJO, CLASIFICADA POR-  
RAMOS DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA, CON LA QUE EXISTÍA  
HACE DOS SIGLOS. DE ESTA COMPARACIÓN, RESULTA QUE -  
LA PROPORCIÓN OCUPADA EN LA AGRICULTURA BAJÓ DEL --  
94% AL 51%, QUE LA CORRESPONDIENTE A LA INDUSTRIA -  
SUBIÓ DEL 21% AL 24% Y LA DE SERVICIO AUMENTÓ DEL -  
4% AL 25%. ESTO SIGNIFICA QUE EL PROCESO HISTÓRICO-  
DE LA INDUSTRIALIZACIÓN ESTÁ LLEGANDO A UTILIZAR LA  
MITAD DE LA FUERZA LABORAL.

La industrializa-  
ción está llegando  
a utilizar la mi-  
tad de la fuerza -  
laboral.

EN LO QUE SE REFIERE AL ASPECTO SOCIAL, LA MAGNITUD  
DEL CAMBIO HISTÓRICO TAMBIÉN SE PUEDE MEDIR COMPA--  
RANDO LA ACTUAL ESTRUCTURA GEOGRÁFICA DE LA POBLA--  
CIÓN, CLASIFICADA EN URBANA Y RURAL, CON LA QUE ---  
EXISTÍA HACE DOS SIGLOS.

DE ESTA COMPARACIÓN RESULTA QUE LA POBLACIÓN URBANA, DEFINIDA COMO LA QUE VIVE EN LOCALIDADES MAYORES DE 5,000 HABITANTES, AUMENTÓ DEL 3% EN 1780 AL 38% EN 1980 O SEA 13 VECES. ASIMISMO, SI SE APLICA LA DEFINICIÓN QUE CONSIDERA COMO URBANA A LA POBLACIÓN DE LAS LOCALIDADES MAYORES A 20,000 HABITANTES, SE OBSERVA QUE SU PROPORCIÓN DENTRO DE LA POBLACIÓN TOTAL SE ELEVÓ DURANTE ESOS 200 AÑOS DEL 2% AL 30%. UN INCREMENTO DE 15 VECES.

#### PROCESO HISTÓRICO DE URBANIZACIÓN

EL PROCESO HISTÓRICO DE LA URBANIZACIÓN SE HA DESARROLLADO CON UN RITMO MUCHO MÁS RÁPIDO QUE EL PROCESO HISTÓRICO DE SU INDUSTRIALIZACIÓN, SOBRE TODO A PARTIR DEL ADVENIMIENTO DEL AUTOMÓVIL, QUE INFLUYÓ DE UN MODO DETERMINANTE PARA EL CRECIMIENTO ACELERADO DE UN NÚMERO CADA VEZ MAYOR DE LAS CIUDADES YA EXISTENTES, QUE SE TRANSFORMARON EN METRÓPOLIS, Y PARA EL SURGIMIENTO EN EL CURSO DE LOS ÚLTIMOS 30 AÑOS DE LAS METRÓPOLIS O REGIONES URBANAS, FORMADAS AL FUNDIRSE ENORMES ÁREAS METROPOLITANAS.

AL CONCENTRARSE EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL EN LOS GRANDES CENTROS URBANOS, EL RESTO DE LAS CIUDADES, ASÍ COMO LAS ZONAS RURALES, QUEDAN AUTOMÁTICAMENTE DESPROVEISTAS DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y

El proceso histórico de la urbanización se ha desarrollado con un ritmo mucho más rápido que el proceso histórico de industrialización.

SOCIALES.

ÉSE ES EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRAN LA MAYORÍA DE LAS LOCALIDADES EXISTENTES.

### 1.1.2 LA PROBLEMÁTICA NACIONAL.

PARA ANALIZAR EL PROCESO SEGUIDO POR LA PROBLEMÁTICA ACTUAL, ES NECESARIO RETROCEDER EN EL TIEMPO HASTA ENCONTRAR EL ORIGEN DE ÉSTA. AL EXAMINAR DICHO PROCESO NOS ENCONTRAMOS FINALMENTE AL HOMBRE, COMO MOTIVO Y ORIGEN DE LOS PROBLEMAS A LOS QUE ENFRENTA. EL AGRUPAMIENTO FORMADO POR LOS SERES VIVOS, EL AIRE, EL AGUA Y EL SUELO, FORMAN UN SISTEMA DENOMINADO MEDIO AMBIENTE, SISTEMA QUE TARDÓ MILLONES DE AÑOS EN EQUILIBRARSE MEDIANTE COMPLEJOS MECANISMOS, HASTA LLEGAR A LA ACTUAL ECOSFERA, QUE TIENE Ciertas PERTURBACIONES; EN ESTE CASO SÓLO NOS OCUPAREMOS DE ALGUNAS DE ELLAS, LAS QUE DE UNA FORMA DIRECTA O INDIRECTAMENTE INFLUYEN EN EL CONTEXTO DE ESTA TESIS.

El agrupamiento formado por los seres vivos, el aire, agua y suelo forman un sistema denominado medio ambiente.

#### 1.1.2.1 EL PROBLEMA DEMOGRÁFICO.

LA EXPLOSIÓN DEMOGRÁFICA SE ACELERA DESPUÉS DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL Y UNA DE LAS CAUSAS PRINCIPALES HA SIDO EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SALUD PÚBLICA, APLICADOS POR LA MEDICINA MODERNA, LO CUAL HA REDUCIDO EL NÚMERO DE MUERTES.

OTRA CAUSA CONTRIBUYENTE A ESTE PROBLEMA ES LA FALTA DE SENTIDO DE RESPONSABILIDAD Y ORIENTACIÓN EN LAS CLASES POPULARES DE LA SOCIEDAD, DONDE SE VE A LOS HIJOS COMO UN MEDIO PARA PROPORCIONAR A LA FAMILIA UNA MEJORA EN SU SUSTENTO. EN ESTA SOCIEDAD SE OBSERVAN INFLUENCIAS DE TIPO SOCIAL Y RELIGIOSO.

Falta de planificación familiar.

#### LAS GUERRAS.

OTRA CAUSA ES LA REDUCCIÓN DE LAS GUERRAS. ESTAS HAN CAMBIADO SU FORMA PUES EN LA ANTIGUEDAD AL SER LA LUCHA CUERPO A CUERPO, LOS EJÉRCITOS ERAN MUY NUMEROSOS, EN LA ACTUALIDAD LA FUERZA DE UN EJÉRCITO NO SE MIDE POR SU NÚMERO SINO EN LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL ARMAMENTO. CIERTAMENTE LAS ARMAS DE AHORA PUEDEN MATAR MÁS GENTE Y CAUSAR MAYOR DESTRUCCIÓN, PERO ANTIGUAMENTE LAS GUERRAS SE SUCEDÍAN MUCHO MÁS FRECUENTEMENTE QUE EN LA ACTUALIDAD Y POR ENDE HABÍA MÁS MUERTES.

Otra causa es la reducción de las guerras.

NOS ENFRENTAMOS CON LA TAREA DE REDUCIR LA TASA DE NATALIDAD PARA COMPENSAR EL DESCENSO DE LA TASA DE MORTALIDAD, AUNQUE ESTE PROBLEMA ES INQUIETANTE, LA ALTERNATIVA DE ALIMENTAR SATISFACTORIAMENTE UNA POBLACIÓN EN EXPANSIÓN, LO ES TODAVÍA MÁS, NO OBSTANTE LOS INTENTOS PARA REDUCIR LAS TASAS DE NATALIDAD HAN SIDO POCO EFICACES A ESCALA MUNDIAL, PERO AÚN -

EN EL CASO DE QUE TUVIÉRAMOS ÉXITO, NO ES PROBABLE OCASIONAR REDUCCIONES IMPORTANTES EN EL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO EN LOS PRÓXIMOS 25 AÑOS.

EN MÉXICO LA TASA DE CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO SE ELEVÓ DE 1.77 A 3.5 ENTRE 1930 Y 1975.

OTRO EFECTO FUE EL REJUVENECIMIENTO NOTABLE DE LA MISMA, EL 50% DE LA CUAL LO CONSTITUYE EL GRUPO DE 0 A 16 AÑOS DE EDAD.

### 1.1.2.2 EL DESEMPLEO.

ANALIZANDO EL PROBLEMA DEL DESEMPLEO, VEREMOS QUE ANCESTRALMENTE HA EXISTIDO CON MAYOR O MENOR INTENSIDAD, AGUDIZÁNDOSE CADA DÍA MÁS TANTO EN EL CAMPO COMO EN LA CIUDAD.

AL REFERIRSE AL DESEMPLEO EN EL MEDIO RURAL, ANALIZAREMOS LO CONCERNIENTE AL REPARTO DE TIERRAS EN MÉXICO. ESTE SE LLEVÓ A CABO EN FORMA EQUITATIVA Y JUSTA EN EL PERIODO PRESIDENCIAL DEL GENERAL LAZARO CÁRDENAS (1934-1940) PARA LO CUAL SE FORMARON COMISIONES EN CADA ESTADO DE LA REPÚBLICA A EFECTO DE PODER LLEVAR A CABO TOMANDO EN CONSIDERACIÓN LA SUPERFICIE CULTIVABLE A REPARTIR, LA CANTIDAD DE AGUA PARA RIEGO, LA DENSIDAD DE SU POBLACIÓN, LA CALIDAD

No es probable ocasionar reducciones importantes en el crecimiento demográfico en los próximos 25 años.

DE SUS TIERRAS, ETC., FORMÁNDOSE DE ESTA MANERA LOS EJIDOS, POR LO QUE LOS INTEGRANTES DE LOS MISMOS SE VIERON SUJETOS A LAS DISPOSICIONES DE LA LEY AGRARIA, O SEA EL NO PODER FRACCIONAR LA TIERRA, NO PODER VENDER NI RENTAR, EN CASOS DE MUERTE, LA TIERRA PASARÁ A LOS HEREDEROS DIRECTOS.

Viendose las autoridades en la imposibilidad de repartir más tierras.

#### PROBLEMÁTICA DEL EJIDO.

A TRAVÉS DEL TIEMPO LOS HIJOS SE FUERON CASANDO Y FORMANDO SU HOGAR, RECLAMANDO PARA SÍ UNA PORCIÓN DE TIERRA, VIÉNDOSE LAS AUTORIDADES EN LA IMPOSIBILIDAD DE REPARTIR MÁS TIERRAS, O BIEN SU PETICIÓN NO REUNÍA LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS POR EL EJIDO, AL VER LO SUCEDIDO EL PADRE LO AYUDA CON UNA PEQUEÑA PARTE DE PROPIEDAD, SIN EMBARGO EL RESTO DE LOS HIJOS CONTINÚA CRECIENDO Y ENFRENTÁNDOSE AL MISMO PROBLEMA, EN UN MOMENTO DADO LAS PROPIEDADES LLEGARON A SER TAN PEQUEÑAS QUE NO SON SUFICIENTES PARA SUBSISTIR, ES AHÍ DONDE EMPIEZA EL HAMBRE, LA DESESPERACIÓN, LA DUDA DE SI SE QUEDAN EN SU TIERRA A SEGUIR SUFRIENDO O EMIGRAN A LAS GRANDES CIUDADES EN BUSCA DE EMPLEO, PARA LO CUAL VENDEN TODAS SUS PERTENENCIAS. EL PROCESO MIGRATORIO SE LLEVA A CABO EN DOS ETAPAS: EN LA PRIMERA, EMIGRA EL PADRE SE ESTABLECE O CONSIGUE UNA MODESTA VIVIENDA Y POSTERIORMENTE EMIGRA TODA LA FAMILIA, CONFIANDO EN LA

Las propiedades llegaron a ser tan pequeñas que no son suficientes para subsistir.

"BUENA SUERTE" DE ENCONTRAR TRABAJO Y MEJORES CON--  
 DICIONES DE VIDA Y ES ASÍ COMO CAEN EN LA TRAMPA DE  
 LAS GRANDES CIUDADES, AL POCO TIEMPO SE DAN CUENTA  
 DEL DESEMPLEO EXISTENTE TAMBIÉN EN LAS GRANDES UR--  
 BES, ENCONTRÁNDOSE NUEVAMENTE CON LA DISYUNTIVA DE  
 REGRESAR A SU LUGAR DE ORIGEN O BIEN A MANTENERSE -  
 EN LOS CINTURONES DE POBREZA DE LAS METRÓPOLIS.

El desempleo exis-  
 tente también en -  
 las grandes urbes.

EN LA CIUDAD DE MÉXICO EL PROCESO MIGRATORIO SE HA  
 ACELERADO, PASANDO DE LARGO LAS CIUDADES PEQUEÑAS Y  
 MEDIANAS EN GRAN MEDIDA PARA ESTABLECERSE FINALMEN-  
 TE EN LAS GRANDES URBES.

El proceso migrator  
 io se ha accelera-  
 do.

DESDE LA DÉCADA DE LOS 70'S LA TASA DE CRECIMIENTO  
 DE LA CIUDAD DE MÉXICO ERA DEL 5.3%.

### 1.1.2.3 CENTRALIZACIÓN.

AL HABLAR DE LAS CIUDADES DEBEMOS AUNQUE SEA BREVE-  
 MENTE HACER REFERENCIA DEL FENÓMENO DE URBANIZACIÓN.

A) DESDE EL PUNTO DE VISTA DEMOGRÁFICO, LA URBANI-  
 ZACIÓN ES UN PROCESO DE CONCENTRACIÓN DE LA PO-  
 BLACIÓN Y SE CONSIDERA QUE UNA LOCALIDAD ES UR-  
 BANA, CUANDO CUMPLE CON CIERTAS CONDICIONES DE  
 DENSIDAD DE POBLACIÓN Y REBASA UN CIERTO TAMAÑO  
 DE ÉSTA,

B) DESDE EL PUNTO DE VISTA ESTRUCTURAL, EL PROCESO DE URBANIZACIÓN CONSISTE EN EL MOVIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE COMUNIDADES AGRÍCOLAS A OTRAS COMUNIDADES NO AGRÍCOLAS, GENERALMENTE MÁS GRANDES QUE LAS PRIMERAS.

La urbanización es la migración de la población hacia las ciudades.

C) LA URBANIZACIÓN PUEDE ENTENDERSE COMO UN CAMBIO EN LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO. CIERTOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO O DE PENSAMIENTO SE DICEN URBANOS HACIENDO ABSTRACCIÓN DEL MEDIO SOCIAL O LOCAL.

Puede entenderse como un cambio en los patrones de comportamiento.

EN CONTRAPOSICIÓN AL PROCESO DE CONCENTRACIÓN DE LA POBLACIÓN EN LOCALIDADES URBANAS, EL PAÍS HA EXPERIMENTADO EN EL ÚLTIMO SIGLO UN PROCESO DE DISPERSIÓN DE LAS LOCALIDADES RURALES. EN 1900 EXISTÍAN UN POCO MÁS DE 50,000 LOCALIDADES DE ESTE TIPO, CON UNA POBLACIÓN TOTAL DE 7'000,000 LO QUE NOS DA UNA MEDIA DE 140 HABITANTES POR LOCALIDAD. EN 1970 EL NÚMERO DE LOCALIDADES DE ESTE RANGO ASCENDÍAN A MÁS DE 90,000 EN LAS CUALES VIVÍAN 13'000,000 DANDO UNA MEDIA DE 144 HABITANTES POR LOCALIDAD.

#### TENDENCIAS ACTUALES.

SI LAS TENDENCIAS ACTUALES CONTINUAN, EN LOS PRÓXIMOS 20 AÑOS EL PAÍS CONTARÁ CON 450 CIUDADES MAYO-

RES DE 15,000 HABITANTES Y 110 CIUDADES MAYORES DE 100,000 CON UN TOTAL DE 90'000,000 DE HABITANTES -- PARA EL PAÍS.

ENTRE 1940 Y 1950 LA MIGRACIÓN FUE RESPONSABLE DEL 68% DEL INCREMENTO POBLACIONAL DE LA CIUDAD, EN --- 1950-1960 SÓLO REPRESENTÓ EL 30%, EN LOS 60'S EL -- 42% Y EN LOS 70'S EL 50%.

LA CIUDAD COMO LO DEMUESTRAN LAS CIFRAS ANTERIORES NO HA CESADO DE ATRAER VERDADEROS RÍOS DE COMPA---- TRIOTAS, LOS CUALES AL LLEGAR AQUÍ, VEN FRUSTRADAS SUS ILUSIONES AL TOPARSE CON UNA REALIDAD QUE ELLOS MISMOS ESTÁN INDUCIENDO AL DETERIORO.

Una realidad que ellos mismos inducen al deterioro.

SIN TEMOR A EXAGERAR, HEMOS DE CONVENCERNOS QUE LA SITUACIÓN POR LA QUE ATRAVIESA ACTUALMENTE EL ÁREA METROPOLITANA Y QUE A MEDIANO PLAZO LA SUFRIRÁ LA -- "ZONA CONURBANA", ES DE EMERGENCIA.

LA INDUSTRIA ES OTRA DE LAS CAUSANTES DE LA EXIS--- TENCIA EN ESTE MOMENTO, DE GRANDES CONCENTRACIONES, DEBIDO A QUE SÓLO EN LAS GRANDES CIUDADES SE OFRE-- CEN LOS SERVICIOS PÚBLICOS Y PRIVADOS, ADEMÁS EXIS-- TE LA POBLACIÓN QUE SIGNIFICARÁ SU MERCADO POTEN--- CIAL, EL PERIODO DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL PAÍS -

La industria es otra de las causas de la existencia en este momen-

SE INICIA EN 1940 CONVIRTIÉNDO A LA CIUDAD DE MÉXICO EN EL PRINCIPAL POLO INDUSTRIAL JUNTO CON EL ESTADO DE MÉXICO.

to de grandes concentraciones.

### EL DISTRITO FEDERAL.

LA INVERSIÓN EN LA INDUSTRIA SE HA HECHO, PRINCIPALMENTE EN EL DISTRITO FEDERAL Y EN EL ESTADO DE MÉXICO PROVOCANDO CON ÉSTO QUE LA CENTRALIZACIÓN EN NUESTRO PAÍS SEA AÚN MÁS MARCADA HACIA ESTOS LUGARES, CON UNA SÚPERFICIE QUE NO LLEGA A LA MILÉSIMA PARTE DEL TERRITORIO NACIONAL Y AÚN ASÍ CONSTITUYE EL CENTRO CULTURAL, ADMINISTRATIVO, POLÍTICO, INDUSTRIAL Y FINANCIERO MÁS IMPORTANTE DEL PAÍS; DE ESTA MANERA LA CIUDAD DE MÉXICO ACELERARÁ SU CRECIMIENTO ALCANZANDO TASAS SUMAMENTE ELEVADAS PARA UNA CIUDAD DE ESTAS DIMENSIONES, PERO EL PROBLEMA NO ES SOLAMENTE EL CRECIMIENTO, SINO TAMBIÉN LA CONCENTRACIÓN, CADA VEZ MAYOR, DE LA POBLACIÓN NACIONAL EN LA ZONA METROPOLITANA, CON ESTO PARECE SER QUE EL PAÍS TIENDE A CONCENTRARSE EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

La ciudad de México acelerará su crecimiento.

Parece ser que el país tiende a concentrarse en la ciudad de México.

DE PERSISTIR EL ALTO ÍNDICE DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN EN LAS GRANDES CIUDADES Y LAS CONDICIONES INADECUADAS DE DESARROLLO EN EL SECTOR AGROPECUARIO, EL ÉXODO CAMPESTINO HACIA LAS CIUDADES CONTINUARÁ ACELERÁNDOSE. LAS CIFRAS ANTERIORES MUESTRAN

LA TRASCENDENCIA PARA EL PAÍS, YA QUE EN ELLAS SE OBSERVA LA TENSIÓN QUE SUFREN Y SUFRIRÁN MILLONES DE COMPATRIOTAS EN LOS SIGUIENTES AÑOS; UN PROFUNDO CAMBIO EN SUS COSTUMBRES, OCUPACIÓN, RESIDENCIA E IDIOSINCRASIA, DEBIDO A LA AGLOMERACIÓN Y AL HACIENDAMIENTO QUE LAS ALTAS DENSIDADES CONLLEVAN ORIGINANDO LAS CRISIS SOCIALES QUE EN ESTOS MOMENTOS YA CAUSAN GRAVES PROBLEMAS A LA POBLACIÓN DE ESTA CIUDAD.

Un profundo cambio en sus costumbres

#### 1.1.2.4. DEPENDENCIA TECNOLÓGICA.

LA DEPENDENCIA TECNOLÓGICA ES UN PROBLEMA EXISTENTE HASTA CIERTO PUNTO, DEBIDO A LA DISPARIDAD DEL AVANCE CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO. ÉL PROBLEMA EN REALIDAD ES LA FALTA DE CAPACIDAD EN UN MOMENTO DETERMINADO, PARA DESARROLLAR UNA FUENTE QUE ALIVIE LAS NECESIDADES DEL PRESENTE Y DEL FUTURO A MEDIANO PLAZO, TENIENDO COMO PRINCIPALES CAUSAS SUS ESCASOS RECURSOS ECONÓMICOS, LA OPRESIÓN Y RÁPIDO DESARROLLO DE LOS PAÍSES ALTAMENTE INDUSTRIALIZADOS, NO PERMITIENDO A LAS NACIONES EN VÍAS DE DESARROLLO CREAR SUS PROPIOS MEDIOS DE PRODUCCIÓN Y SÓLO LOS OBTIENEN DE LAS NACIONES PRODUCTORAS CONVIRTIÉNDOSE EN SOCIEDADES DEPENDIENTES,

Falta de capacidad en un momento determinado para desarrollar una fuente.

## SOCIEDADES EN VIAS DE DESARROLLO.

NUESTRA SOCIEDAD EN VIAS DE DESARROLLO, EN LA NECESIDAD DE PROCURARSE POR EL BIENESTAR PARA SU CRECIMIENTO ECONÓMICO, HACEN USO DE LOS PRODUCTOS DE LAS NACIONES AVANZADAS, SIN PREOCUPARSE POR REDUCIR SUS PROPIOS DISPOSITIVOS MÁS INDISPENSABLES PARA CUBRIR SUS NECESIDADES BÁSICAS, DANDO MAYOR OPORTUNIDAD -- PARA EL DESARROLLO DE LOS PAÍSES PRODUCTORES; DEPENDIENDO CADA VEZ MÁS DE SUS PRODUCTOS POR IR ADELANTE EN CONOCIMIENTOS Y TECNOLOGÍA, CERRANDO ASÍ UN CIRCULO VICIOSO.

LAS CONSECUENCIAS ACARREADAS POR LA DEPENDENCIA --- TECNOLÓGICA, SON NOCIVAS PROVOCANDO UN ESTANCAMIENTO EN EL DESARROLLO TANTO CIENTÍFICO COMO TECNOLÓGICO. LOS CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS DEL PAÍS DEDICAN - LA MAYOR PARTE DE SU TIEMPO A ANALIZAR Y COMPRENDER EL FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS IMPORTADOS; - CUANDO AL FIN CONOCEN EL FUNCIONAMIENTO, SI LLEGAN A CONOCERLO Y ESTÁN EN DISPOSICIÓN DE HACERLE ALGUNA MEJORA, SE ENCUENTRAN CON QUE EL PAÍS PRODUCTOR DEL DISPOSITIVO LLEVA YA LA DELANTERA EN SU MEJORAMIENTO.

## LA ENSEÑANZA.

NO SOLAMENTE LOS CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS SON LOS QUE

Las consecuencias  
acarreadas por la  
dependencia tecno  
lógica son nocivas

El país productor  
dispositivo lleva  
ya la delantera en  
su mejoramiento.

PARECEN HABER EQUIVOCADO EL CAMINO, SINO TAMBIÉN --  
 LOS ENCARGADOS DE GENERAR LOS NUEVOS PROFESIONISTAS,  
 PUES ENCAUZAN LAS ENSEÑANZAS A COMPRENDER LA TECNO-  
 LOGÍA EXISTENTE, EN LUGAR DE GUIARLOS PARA LOGRAR -  
 DESARROLLAR SU INVENTIVA Y CREATIVIDAD; PROPICIANDO  
 DE ESTA MANERA EL SURGIMIENTO DE TECNOLOGÍAS PRO---  
 PIAS, DE CONTINUAR POR EL MISMO CAMINO, NUNCA SE --  
 DESARROLLARÁ LA CAPACIDAD DE INNOVACIÓN Y CREATIVI-  
 DAD PARA EL SURGIMIENTO DE UNA TECNOLOGÍA PROPIA, -  
 DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES DE LA COMUNIDAD PARA  
 LA CUAL VA A SER DISEÑADA. EN VIRTUD DE QUE LA TEC-  
 NOLOGÍA IMPORTADA NO CUBRE TAMPOCO ESTOS REQUISITOS,  
 PUES AL SER DISEÑADO CUALQUIER MEDIO DE PRODUCCIÓN  
 SE TOMAN EN CONSIDERACIÓN LAS NECESIDADES DEL PAÍS  
 PRODUCTOR Y GENERADOR DE LA TECNOLOGÍA, POR TAL MO-  
 TIVO AL REALIZAR LA ADQUISICIÓN DE ALGÚN DISPOSITI-  
 VO, SE TIENE LA NECESIDAD DE ADAPTARLOS A LOS REQUE-  
 RIMIENTOS DEL PAÍS IMPORTADOR, RESULTANDO POR LO --  
 GENERAL, CIERTA PARTE DE LA CAPACIDAD INDUSTRIAL --  
 OCIOSA Y NO SE UTILIZA EN LA PRODUCCIÓN DE BIENES -  
 MANUFACTURADOS, ADEMÁS DEBIDO AL GRADO DE DIFICUL--  
 TAD DEL MECANISMO, SE TIENE QUE TRAER CONSIGO EL --  
 PERSONAL EXTRANJERO CALIFICADO ENCARGADO DE SU OPE-  
 RACIÓN Y MANTENIMIENTO, SI A ESTO AUNAMOS LA MANO -  
 DE OBRA DESPLAZADA POR LA MISMA MAQUINARIA, DEBIDO  
 A SU CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN, NOS ENCONTRAMOS A LA-

La tecnología im-  
 portada no cubre  
 nuestros requisi-  
 tos.

La dependencia tec-  
 nológica como fac-  
 tor contribuyente  
 al desempleo.

DEPENDENCIA TECNOLÓGICA COMO FACTOR CONTRIBUYENTE  
AL DESEMPLEO.

### 1.1.2.5 MALA UTILIZACIÓN DE RECURSOS.

EN LOS ÚLTIMOS TRES SIGLOS, EL PROGRESO HUMANO PUEDE SER MEDIDO EN TÉRMINOS DE LOS TRUINFOS DEL HOMBRE SOBRE LA NATURALEZA; NUESTROS ÉXITOS HAN SIDO TAN GRANDES QUE LA SUPREMACÍA DEL HOMBRE SOBRE LA NATURALEZA HA SIDO DADA POR HECHO; LA NATURALEZA NO HA SIDO HASTA AHORA, DERROTADA PERO CIERTAMENTE PARECE ESTAR EN RETIRADA IRREVERSIBLE; EN DONDE AÚN HA TRIUNFADO LA NATURALEZA EL HOMBRE HA CONSIDERADO SU CONTROL DEFINITIVO SIMPLEMENTE COMO UNA CUESTIÓN DE TIEMPO.

La naturaleza no ha sido hasta ahora, derrotada pero ciertamente parece estar en retirada irreversible.

CONSIDERANDO NUESTRA ACTITUD HACIA LOS RECURSOS NATURALES EN PERSECUCIÓN IRREFRENADA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y MATERIAL. HEMOS PUESTO FE EN EL SUMINISTRO SUPUESTAMENTE INAGOTABLE DE RECURSOS NATURALES, PERO HEMOS DESCUBIERTO AHORA QUE ESTOS RECURSOS --- ESENCIALES NO ESTAN DE NINGUNA MANERA EN DISPONIBILIDAD INFINITA. AÚN ASÍ ACEPTAMOS COMO PROBABLE QUE SE ENCONTRARAN SUBSTITUTOS AL CONTRAERSE LA PREVISIÓN DE LOS RECURSOS ESENCIALES PRESENTES, NO PODEMOS TENER CERTEZA ALGUNA DE ENCONTRAR LOS SUBSTITUTOS EXACTAMENTE CUANDO SEAN URGENTES Y EN LAS CANTI

DADES NECESARIAS. DADA ESTA INCERTIDUMBRE NO PODEMOS ESTAR SEGUROS DE QUE EL PROGRESO CONTINUARA --- ININTERRUMPIDAMENTE. Y CONSIDERANDO LA COMPLEJIDAD DE LOS SISTEMAS QUE GOBIERNAN EL CURSO DE LA SOCIEDAD HUMANA, CUALQUIER INTERRUPCIÓN ESTA DESTINADA A TENER GRAVES Y DESASTROSAS CONSECUENCIAS.

#### DEPENDENCIA DEL HOMBRE.

LA DEPENDENCIA DEL HOMBRE RESPECTO A LA NATURALEZA ES MUY PROFUNDA; EL USO Y MAL USO DE LOS RECURSOS - NO ES SINO PARTE DEL PROBLEMA. EN TANTO EL HOMBRE - SE HA CONVERTIDO EN LA FUERZA DOMINANTE EN LA FORMACIÓN DE SISTEMAS DE VIDA SOBRE LA TIERRA, SU ASCENSIÓN HA SIDO ACOMPAÑADA DE UNA REDUCCIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN LA NATURALEZA. ESPECIES NO -- CONSIDERADAS DE UTILIDAD PARA EL HOMBRE HAN SIDO -- SISTEMÁTICAMENTE REDUCIDAS EN NÚMERO O ELIMINADAS. EN CASO DE CONTINUAR ESTA TENDENCIA, LA TIERRA PRONTO ESTARÁ HABITADA POR UN NÚMERO DISMINUIDO DE ESPECIES,

#### SISTEMA ECOLÓGICO.

HOY EN DÍA ENTENDEMOS MUCHO MEJOR, QUE LA EXISTENCIA DE TODA VIDA SOBRE LA TIERRA, INCLUIDA LA NUESTRA, DEPENDE DE LA ESTABILIDAD DEL SISTEMA ECOLÓGICO, EN SU BÚSQUEDA DE GANANCIAS A CORTO PLAZO, EL -

No podemos estar seguros de que el progreso continuará ininterrumpidamente.

El hombre se ha convertido en la fuerza dominante.

Especies no consideradas de utilidad para el hombre han sido sistemáticamente reducidas en número o eliminadas.

HOMBRE ESTÁ INTRODUCIENDO AL ECOSISTEMA, UN GRAN NÚMERO DE PRODUCTOS QUÍMICOS INADECUADAMENTE PRUBADOS, QUE PUEDEN TENER GRAVES Y EXTENSAS IMPLICACIONES -- BIOLÓGICAS.

EN INTERÉS DE SU PROPIA COMODIDAD Y EN NOMBRE DEL PROGRESO, EL HOMBRE PUEDE ASÍ DEGRADAR LA CALIDAD DE SU PROPIA ESPECIE EN EL FUTURO.

LA BRECHA QUE CONTINUAMENTE SE ENSANCHA, ENTRE EL HOMBRE Y LA NATURALEZA, SU AISLAMIENTO FÍSICO, Y SU ABERRACIÓN HACIA LA NATURALEZA, ES LA CONSECUENCIA LÓGICA DEL CONCEPTO TRADICIONAL DE PROGRESO, ÉSTE EN EL DESARROLLO DEL MUNDO HA CONDUCIDO CADA VEZ -- MÁS A UN PROCESO DE CRECIMIENTO NO DIFERENCIADO, BASADO EN LA SUPOSICIÓN ERRÓNEA DEL HOMBRE DE QUE EL SISTEMA DE APOYO DE LA NATURALEZA ERA INAGOTABLE EN TODOS SUS ASPECTOS.

#### CRISIS EN LOS ECOSISTEMAS.

LAS CRISIS MODERNAS SON, DE HECHO PRODUCIDAS POR EL HOMBRE Y DIFIEREN DE MUCHAS DE SUS PREDECESORAS EN QUE PUEDEN ABORDARSE. LAS ALTERNATIVAS SON COMPLICADAS PERO EXISTEN; OBTIVAMENTE NO PODEMOS LIMPIAR EL AIRE PARANDO EN SECO TODA LA MAQUINARIA INDUSTRIAL, ÉSTO CREARÍA INSTANTANEAMENTE OTRAS CLASES --

El hombre puede así degradar la calidad de su propia especie en el futuro.

DE CRISIS, PERO DE HECHO EL HOMBRE MODERNO TIENE AL MENOS ESA OPCIÓN.

CUANDO LOS ECOSISTEMAS NATURALES SON DEGRADADOS O DESTRUIDOS, PIERDEN SU CAPACIDAD DE LLEVAR A CABO FUNCIONES BIOQUÍMICAS BÁSICAS. SI EL HOMBRE QUIERE ASEGURAR SU CALIDAD DE VIDA, TIENE QUE BUSCAR SUSTITUTOS INGENIERILES O TÉCNICOS PARA LAS FUNCIONES NATURALES. INEVITABLEMENTE, ÉSTO SIGNIFICA SUSTITUIR LA ENERGÍA FÓSIL O NUCLEAR POR ENERGÍA SOLAR.

LOS ECOSISTEMAS NATURALES TAMBIÉN REALIZAN OTRA SERIE DE FUNCIONES, MÁS SUTILES Y DIFÍCILES DE CUANTIFICAR, QUE A LA LARGA PUEDEN CONSTITUIR UNA MAYOR CONTRIBUCIÓN A NUESTRA ECONOMÍA. ELLOS EJERCEN UN CONTROL CONSIDERABLE SOBRE LOS PATRONES DEL CLIMA, HIDROLOGÍA, CIRCULACIÓN DE NUTRIENTES, EROSIÓN, FUNCIONES DE LIMPIEZA DEL AIRE, DEL AGUA Y SOBRE LA CONDICIÓN DE LOS RÍOS, LAGOS Y ABASTECIMIENTOS SUBTERRÁNEOS DE AGUA.

UN BOSQUE ES UN SISTEMA DINÁMICO CUYA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN ESTÁ BASADA EN LA ASIMILACIÓN FOTOSINTÉTICA DE LA ENERGÍA SOLAR. CONFORME ESTE SISTEMA CRECE Y MADURA, LA ENERGÍA SOLAR SE ALMACENA EN LA FORMA DE CARBÓN QUE SE FIJA.

Suposición errónea del hombre de que el sistema de apoyo de la naturaleza era inagotable.

La energía solar se almacena en la forma del carbón que se fija.

### I.1.2.6 CONTAMINACIÓN.

A LA INTRODUCCIÓN O ADICIÓN DE UN ELEMENTO AJENO A UN SISTEMA QUE PERJUDICA SUS CARACTERÍSTICAS PRIMORDIALES SE DENOMINARÁ CONTAMINACIÓN. LA PRINCIPAL -- CONTAMINACIÓN EXISTENTE ES LA DEBIDA AL GRAN NÚMERO DE SUBSTANCIAS, TALES COMO HUMOS, POLVOS, GASES, -- BACTERIAS, RESIDUOS Y DESPERDICIOS, INTRODUCIDOS EN EL HABITAT DE LOS SERES VIVOS DAÑANDO A ÉSTOS. EN EL ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN ENCONTRAMOS COMO PRINCIPAL CAUSANTE AL HOMBRE.

### LA ALIMENTACIÓN.

EL PROCURARSE ALIMENTOS ES SIN DUDA UNA DE LAS ACTIVIDADES PRIMORDIALES DEL HOMBRE, Y A MEDIDA QUE AUMENTA EL NÚMERO DE HABITANTES ES MAYOR LA DEMANDA - DE ALIMENTOS, TENIENDO ASÍ LA NECESIDAD DE INCREMENTAR SU PRODUCCIÓN ALIMENTICIA PARA LOGRAR SOBREVIVIR, BAJO LA PRESIÓN DE MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD HA DESARROLLADO HÍBRIDOS Y ESPECIES ANIMALES, QUE SE - ADAPTAN A CIERTAS REGIONES Y A DETERMINADAS SUBSTANCIAS (ABONOS O ALIMENTOS CONCENTRADOS),

LA APARICIÓN DE ESTOS HÍBRIDOS TRAJÓ COMO CONSECUENCIA EL MONOCULTIVO, LO CUAL CREA UN CÍRCULO VICIOSO, POR SU MAYOR REDIMIENTO OCASIONADO POR LOS FERTILIZANTES, LOS CUALES TIENEN UNA DEMANDA CRECIENTE NE-

CESARIA PARA SATISFACER LOS REQUERIMIENTOS DE LOS -  
CULTIVOS QUE CUBRAN LA DEMANDA, TAMBIÉN CRECIENTE -  
DE ALIMENTOS.

El CO<sub>2</sub> es uno de  
los principales  
contaminantes.

EL CO<sub>2</sub> ES UNO DE LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES, ---  
"EL CUAL A PARTIR DE 1958 AUMENTÓ A UN RITMO DEL --  
0.2% Y YA EN 1967 SE TUVO UNA EMISIÓN DE 13,400 MI-  
LLONES DE TONELADAS MÉTRICAS, SOBRE ESTOS DATOS SE  
PREVÉ PARA EL AÑO 2,000 UN AUMENTO DEL 18%.

EL SCEP (STUDY OF CRITICAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS)  
CONSIDERA QUE ÉSTO PODRÍA ELEVAR LA TEMPERATURA DE  
LA TIERRA EN 0.5%. UNA DUPLICACIÓN DEL VOLUMEN DE -  
CO<sub>2</sub> PODRÍA OCASIONAR UN AUMENTO DE 2°C EN LA TEMPE-  
RATURA MEDIA ANUAL DE LA SUPERFICIE TERRESTRE (1).

## 1.2 SITUACION ENERGETICA.

### 1.2.1 PROBLEMAS DE ENERGÍA EN LA ACTUALIDAD.

EL DESARROLLO DEL USO DE ENERGÉTICOS PUEDEN ANALI--  
ZARSE A PARTIR DEL SIGLO XVII, A TRAVÉS DE LOS DIFE-  
RENTES MÉTODOS UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN DE ENER-  
GÍA, PARA ENTONCES YA INDISPENSABLE EN LAS ACTIVIDA-  
DES DEL SER HUMANO, TALES COMO EL CALOR REQUERIDO --  
PARA EL COCIMIENTO DE SUS ALIMENTOS, CALOR PROPOR--  
CIONADO MEDIANTE LA COMBUSTIÓN DE LA MADERA QUE IN-

DUDABLEMENTE FUE UNO DE LOS PRIMEROS ELEMENTOS GENERADORES DE LA ENERGÍA, A EXCEPCIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA POR EL HOMBRE MISMO Y POR LOS ANIMALES DOMÉSTICOS. CON EL SURGIMIENTO DE LOS MECANISMOS TRANSFORMADORES DE ENERGÍA EN PRODUCTOS TERMINADOS Y EL DESCUBRIMIENTO DE NUEVOS ELEMENTOS GENERADOS DE ENERGÍA, A PARTIR DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL, SE ESTABLECE UNA RELACIÓN ENTRE LA ENERGÍA Y LAS NECESIDADES DEL HOMBRE, DE TAL MANERA, QUE AL TRANSCURRIR LOS AÑOS APENAS LOS ELEMENTOS GENERADORES DE ENERGÍA DAN A BASTO PARA LOS REQUERIMIENTOS DE LOS DISPOSITIVOS TRANSFORMADORES DE ENERGÍA, TOMANDO ESTA RELACIÓN DE OFERTA-DEMANDA TODOS LOS SÍNTOMAS DE UNA CRISIS EN LA ÚLTIMA DÉCADA.

CON LA APARICIÓN DEL PETRÓLEO, COMO ELEMENTO GENERADOR DE ENERGÍA, Y DEBIDO PRINCIPALMENTE A LA DISPONIBILIDAD DE OBTENERLO "BARATO" DE LOS ABUNDANTES YACIMIENTOS DE LOS PAÍSES ÁRABES, DESPUÉS DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL, LAS NACIONES "OCCIDENTALES" DEL MUNDO DESARROLLADO CAMBIARON DEL USO DEL CARBÓN AL DEL PETRÓLEO, DEJANDO AL OLVIDO LA EXPLOTACIÓN DE SUS RESERVAS DE CARBÓN HASTA ENTONCES FUENTE PRINCIPAL DE SU ENERGÍA PRIMARIA, INCREMENTÁNDOSE A LA VEZ LA DEMANDA MUNDIAL DE ENERGÉTICOS, A UNA VELOCIDAD MUCHO MAYOR A LA POSIBILIDAD DE SATISFACER

Al transcurrir los años apenas los elementos generadores de energía dan a basto.

Incrementándose la demanda mundial de energéticos a una velocidad mucho mayor a la posibilidad de satisfacer la demanda.

LA DEMANDA.

#### ESTADÍSTICAS ENERGÉTICAS.

DE ACUERDO CON ESTADÍSTICAS, "EL PRIMERO DE ENERO - DE 1973 LOS RECURSOS COMPROBADOS DE PETRÓLEO, SUMABAN CASI 90,000 MILLONES DE TONELADAS, EQUIVALENTES A 679,300 MILLONES DE BARRILES, LO QUE A NIVEL DE CONSUMO DE 1972, DE UNOS 3,500 MILLONES DE TONELADAS, ALCANZARÍA APENAS PARA UN TOTAL DE 30 AÑOS, PERO SI EL CONSUMO GLOBAL SE INCREMENTARÁ AL 5% LAS RESERVAS TENDRÍAN UNA VIDA ÚTIL DE SOLAMENTE 21 AÑOS"

LAS CAUSAS DE LA CRISIS DE ENERGÉTICOS NO RADICAN SOLAMENTE EN LA SITUACIÓN DE LA DEMANDA Y OFERTA MUNDIALES, SINO TAMBIÉN DE LA POSICIÓN EN EL MERCADO DEL PETRÓLEO DE LAS 173 NACIONES DEL MUNDO, PUES DE ESTE TOTAL 110 PAÍSES DEBEN IMPORTAR MÁS DE LAS DOS TERCERAS PARTES DEL PETRÓLEO PARA SU CONSUMO INTERNO, (ENTRE LOS QUE SE ENCUENTRAN LOS PAÍSES DE EUROPA OCCIDENTAL Y JAPÓN, LOS CUALES IMPORTAN CASI LA TOTALIDAD DEL PETRÓLEO REQUERIDO PARA SU CONSUMO INTERNO),

#### PAÍSES INDUSTRIALIZADOS Y EL PETRÓLEO.

EN 1970 EL 80% DEL PETRÓLEO VENDIDO, QUE REPRESENTA

UNOS 10,000 MILLONES DE BARRILES FUE ADQUIRIDO POR NACIONES INDUSTRIALIZADAS, INCLUYENDO ÉSTAS PRINCIPALMENTE A ESTADOS UNIDOS (AÚN SIENDO EN TÉRMINOS ABSOLUTOS, LOS MAYORES IMPORTADORES DE PETRÓLEO, -- ADQUIEREN EN EL EXTERIOR SÓLO EL 10% DE SU CONSUMO INTERNO), POR OTRA PARTE EL TOTAL DEL PETRÓLEO OBJETO DE COMERCIO, PROCEDE EN UN 90% DE LA OPEP (ORGANIZACIÓN DE PAÍSES EXPORTADORES DE PETRÓLEO). ESTA POSICIÓN CREA UN ENFRENTAMIENTO ENTRE LOS PAÍSES -- INDUSTRIALIZADOS (CONSUMIDORES DE ENERGÉTICOS) Y -- LOS DEL TERCER MUNDO (PAÍSES SUBDESARROLLADOS QUE -- PRODUCEN PETRÓLEO), ENFRENTAMIENTO EN EL CUAL LOS -- PRIMEROS SON LOS PRINCIPALES AFECTADOS POR LA CRI-- SIS DE ENERGÉTICOS, TENIENDO QUE PAGAR UN MAYOR PRE CIO POR EL PETRÓLEO, PUES EN TODO CASO EL AUMENTO -- DEL PRECIO DEL PETRÓLEO AL CONSUMIDOR, DERIVA DEL -- AUMENTO DEL COMBUSTIBLE CRUDO, COMO A LA ELEVACIÓN DE LOS COSTOS DE FLETES Y ARANCELES DE LOS PAÍSES -- CONSUMIDORES, TAMBIÉN LA POCA OFERTA DEL CRUDO DEBI DO A LAS TENDENCIAS HACIA EL CONTROL DIRECTO DE LA PRODUCCIÓN, EN LOS RESPECTIVOS TERRITORIOS DE LOS -- PAÍSES MIEMBROS DE LA OPEP Y A LA PARTICIPACIÓN DE ÉSTOS EN LA REFINACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LOS DE RIVADOS DEL ORO NEGRO, MEDIDAS DE EFECTO CONTRAPRO DUCENTE EN LOS PAÍSES CONSUMIDORES DE PETRÓLEO PARA ALIMENTAR SU CRECIMIENTO ECONÓMICO, ORIGINANDO A SU

Esta posición crea un enfrentamiento entre los países industrializados y los del Tercer Mun do.

Se está consumien do en muy poco ... tiempo lo que tar dó millones de ... años para su forma ción.

VEZ UNA MAYOR DEMANDA, LA CUAL AL MANTENERSE A PRECIO BAJO ORIGINA UN CRECIMIENTO AÚN MAYOR, CREÁNDOSE DE ESTA MANERA UN CÍRCULO VICIOSO, SIN TENER EN CUENTA LO FINITO DE LOS YACIMIENTOS PETROLÍFEROS, Y QUE SE ESTÁ CONSUMIENDO EN MUY POCO TIEMPO, LO QUE TARDÓ MILLONES DE AÑOS PARA SU FORMACIÓN.

### LA CRISIS DEL PETRÓLEO.

AL TRATAR LA CRISIS DEL PETRÓLEO COMO LA CRISIS DE ENERGÉTICOS, RADICA PRINCIPALMENTE Y DEBIDO AL LUGAR OCUPADO POR EL PETRÓLEO, DENTRO DE LOS ELEMENTOS GENERADORES DE ENERGÍA, EN LO QUE RESPECTA AL GAS SÓLO CITAREMOS QUE SU PRODUCCIÓN DEPENDE DE SUS YACIMIENTOS, (LOS CUALES SON MUY ESCASOS) Y DEL REFINAMIENTO DEL PETRÓLEO; EN EL CARBÓN EL PANORAMA ES DIFERENTE, PUES NO BRILLA POR SU ESCASEZ, SINO POR LO ELEVADO DE LOS COSTOS, SU PUREZA Y GRADO DE DIFICULTAD PARA EXTRAERLO DE SUS YACIMIENTOS, LO QUE LO HACE TENER UN MAYOR PRECIO POR UNIDAD CALORÍFICA, SIENDO HASTA NUESTROS DÍAS CUANDO ALGUNOS PAÍSES EMPIEZAN A EXPLOTARLO, DEBIDO AL CASI IGUALAMIENTO DEL COSTO DEL PETRÓLEO Y ESCASEZ DEL MISMO. EN CUANTO A LAS NUEVAS FUENTES DE ENERGÍA, AÚN NO SE PUEDEN CONTAR CON ESTAS, PUES ESTÁN EN VÍAS DE DESARROLLO Y ENFRENTAN UN SIN NÚMERO DE PROBLEMAS COMO LO ES EL DE LA CONTAMINACIÓN QUE SE PRODUCIRÍA,

POR ALGUN ERROR EN EL PROCESO DE GENERACIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR. ES LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR LA QUE PARECE TENER MEJORES PERSPECTIVAS DE USO, AL NO TENER CONSECUENCIAS NEFASTAS, TENIENDO COMO ÚNICA DIFICULTAD LA DE LA CAPTACIÓN PARA SU APROVECHAMIENTO.

Es la utilización de energía solar la que parece tener mejores perspectivas de uso.

### 1.2.2 NECESIDADES BÁSICAS DE ENERGÍA.

DESDE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL, POR LO MENOS PARTIENDO DE LA MÁQUINA DE VAPOR DE JAMES WATT, EN LA DÉCADA DE 1760, LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA HA FORMADO PARTE INTEGRANTE DE LA ESTRATEGIA DEL DESARROLLO. LÍNEAS DISTINTAS DE PROGRESO TECNOLÓGICO, QUE ABARCAN DESDE LA INVENCION DE NUEVOS INGENIOS MECÁNICOS HASTA EL DESARROLLO DE PROCESOS QUÍMICOS INDUSTRIALIZADOS, SE CARACTERIZAN POR UNA PERFECCIÓN CADA VEZ MÁS ACABADA, QUE PODEMOS MEDIR EN TÉRMINOS DE EFICIENCIA O RENDIMIENTO ENERGÉTICO (VÉASE FIG. 1.1.). EL ÉXITO DESDE EL PRINCIPIO BÁSICO DE LA INGENIERÍA "HACER MÁS CON MENOS" SE HA REFLEJADO EN LA PROLIFERACIÓN DE "ESCLAVOS MECÁNICOS", CAPACITADOS PARA SUSTITUIR EL TRABAJO HUMANO O LA FUERZA ANIMAL.

Modelo Económico del IIASA.

El hacer más con menos se ha reflejado en la proliferación de esclavos mecánicos.

### TECNOLOGÍA MODERNA.

LA TECNOLOGÍA MODERNA, CUYO DESPEGUE VIHO INCITADO

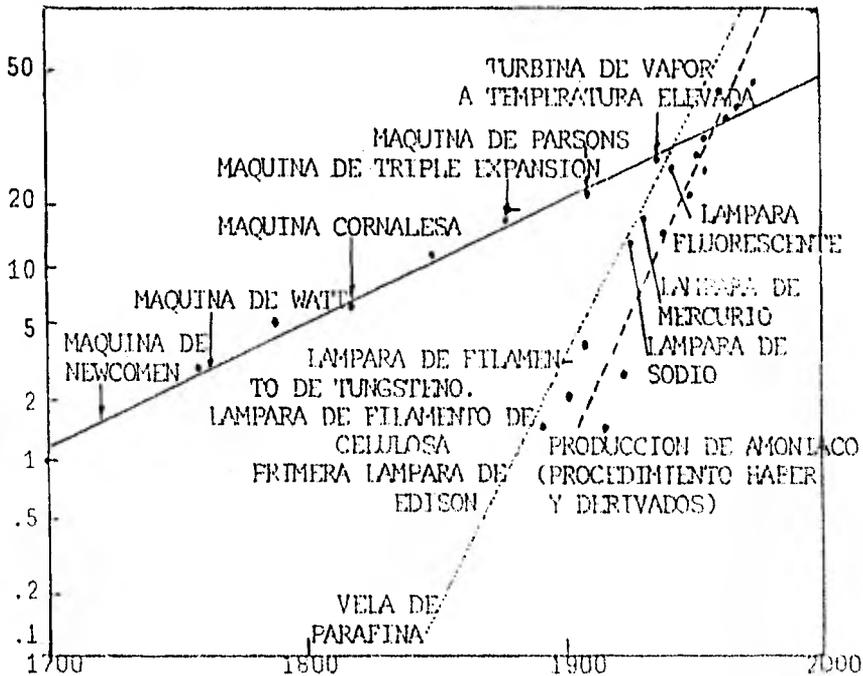


Fig. I.1. Aumento de la eficiencia energética que caracteriza a tres líneas distintas de progreso tecnológico: mejora en el rendimiento de varias máquinas de vapor (en negro), desarrollo de formas superiores de alumbrado (en puntos) y perfeccionamiento de métodos industriales de la producción de amoníaco (líneas cortadas). Para nuestro objetivo, se define la eficiencia energética como la razón entre el output y el input de energía termodinámica "libre" en un proceso de conversión. Cuando se dibujan a escala logarítmica las eficiencias energéticas de cada categoría, como se hace aquí, los datos puntuales se disponen en torno a una recta; a escala lineal, se sustituirían las rectas por curvas en forma de S.

POR UNA OFERTA APARENTEMENTE ILIMITADA DE PETRÓLEO BARATO, SE DESARROLLÓ CON ESPECIAL RAPIDEZ EN LOS PAÍSES YA INDUSTRIALIZADOS DEL BLOQUE CAPITALISTA Y DEL BLOQUE COMUNISTA (LOS LLAMADOS EL PRIMER Y EL SEGUNDO MUNDO) EN LAS PRIMERAS DÉCADAS SUBSIGUIENTES A LA TERMINACIÓN DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL. RECIENTEMENTE, ESA TENDENCIA HACIA UNA EFICIENCIA CRECIENTE DE ENERGÍA Y, POR CONSIGUIENTE, A UNA MAYOR POSIBILIDAD DE USO DE ENERGÍA BARATA, SE HA ACENTUADO CON LA INCORPORACIÓN DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE INFORMÁTICA, QUE AYUDAN A CONTROLAR EL TRABAJO Y EL RENDIMIENTO DE LOS ESCLAVOS MECÁNICOS. DE TODO ELLO RESULTA UN MUNDO DONDE LA DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ES EXTRAORDINARIAMENTE DESIGUAL.

#### CONSUMO DE ENERGÍA.

HACE QUINCE AÑOS, EL VALOR MEDIO DE CONSUMO DE ENERGÍA EN EL MUNDO ERA DE UNOS DOS KILOWATT-AÑO POR PERSONA Y AÑO, ES DECIR, DOS KILOWATT DE FUERZA CASI CONSTANTE POR PERSONA. PERO MIENTRAS EL NORTEAMERICANO MEDIO CONSUMÍA ESE AÑO DE 1975 ONCE KILOWATT, EL CIUDADANO MEDIO DEL "TERCER MUNDO" MENOS DESARROLLADO NO GASTABA NI SIQUIERA UN KILOWATT. EXISTE UNA CORRELACIÓN BIEN ESTABLECIDA ENTRE LA PARTIDA ENERGÉTICA (INPUT ENERGÉTICO) DE UNA ECONOMÍA HACIO

Tendencia hacia una eficiencia creciente de energía.

Resulta un mundo donde la distribución del consumo de energía es extraordinariamente desigual.

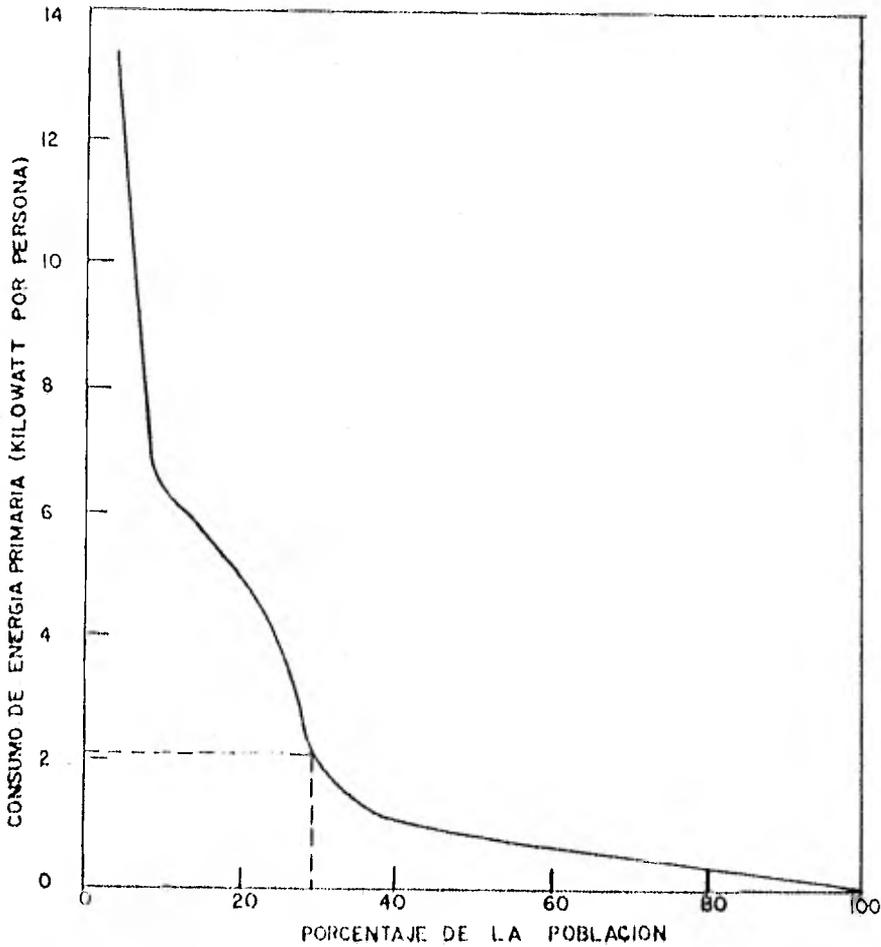


Fig. 1.2 Distribución del consumo de energía en el mundo. Varía ampliamente, según se desprende del gráfico superior correspondiente al año 1975. La cantidad total de energía primaria que aquel año se generó con fines comerciales fué del orden de 8.2 terawatt, la población mundial rayaba los 4,000 millones de habitantes, por tanto la media de consumo energético rondaba los 2.1 kilowatt por individuo (rectángulo inferior izquierdo).

NAL Y SU PROPIO PRODUCTO (OUTPUT), QUE SE MIDE EN UNIDADES MONETARIAS, EN DÓLARES NORMALMENTE, TENIENDO ÉSTO PRESENTE, SI DIBUJAMOS UNA GRÁFICA QUE RECOJA LA DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA, ELLA NOS SERVIRÁ TAMBIÉN DE FIEL APROXIMACIÓN DEL ESPECTRO DE ACTIVIDAD ECONÓMICA (VÉASE FIG. 1.2) --

Existe una correlación entre la -  
partida energética de una economía nacional y su propio producto.

LA PRESENCIA GENERALIZADA DE TECNOLOGÍA MODERNA EN LAS ZONAS MENOS DESARROLLADAS DEL MUNDO HABRÁ DE -- PROVOCAR, SIN GÉNERO DE DUDAS, UN FUERTE INCREMENTO EN LA DEMANDA DE ENERGÍA, CON LA CONSIGUIENTE AGUDIZACIÓN DE LA CRISIS ENERGÉTICA. LOS ÚNICOS PUNTOS OSCUROS SE REFIEREN AL TIPO Y CAPACIDAD REAL DE CRECIMIENTO DE ESA DEMANDA Y A LA NATURALEZA DE LOS DISTINTOS RECURSOS QUE SE PRECISARÁN PARA SATISFACER ESA DEMANDA.

#### CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA.

DICHA CUANTIFICACIÓN NO ESTÁ LIBRE DE CIERTAS COMPLICACIONES; VERBIGRACIA: COMO DETERMINAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL CAPITAL DISPONIBLE DE UN PAÍS (STOCK DE CAPITAL). NORMALMENTE, SE SUMAN LOS VALORES TÉRMICOS TEÓRICOS DE LAS DISTINTAS FORMAS DE ENERGÍA PRIMARIA Y LUEGO, SE COMPARA ESTE IMPUT PRIMARIO CON LA PRODUCCIÓN DEL STOCK DE CAPITAL. AHORA BIEN, ESAS FORMAS DIFERENTES PUEDEN VARIAR MUCHO EN SU CONSUMO REAL. LAS HAY DE TRANSPORTE, ALMACENA---

MIENTO Y CONVERSIÓN FÁCIL, PERO NO OCURRE ASÍ CON OTRAS. Y LOS OBSTÁCULOS QUE A ELLO PRESENTEN PUEDEN SIGNIFICAR PÉRDIDAS IMPORTANTES, PUES DEBE INVERTIRSE PARTE DE LA ENERGÍA ORIGINARIA EN "REFINAR" LA CALIDAD DE LA ENERGÍA EN SU VERSIÓN FINAL. EL ÉXITO DE CUALQUIER INDUSTRIA ENERGÉTICA DEPENDE, EN ÚLTIMA INSTANCIA, DE SU CAPACIDAD DE PRODUCIR FORMAS FINALES QUE INTERESEN POR SU BAJO COSTO Y SUS PÉRDIDAS REDUCIDAS DE ENERGÍA PRIMARIA CON ESE OBJETIVO DELANTE, LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR ENERGÉTICO ESTABLECIDAS EN LOS PAÍSES AVANZADOS HAN TRABAJADO EN FORMA CADA VEZ MÁS VERSÁTILES DE ENERGÍA PRIMARIA, ES DECIR, CON FORMAS QUE REQUIEREN MENOS REFINADO. EN ESA LÍNEA, LOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS HAN PASADO EN UN PROGRESO RACIONAL DE LA LEÑA A LA HULLA, PETRÓLEO, GAS NATURAL Y URANIO.

Debe invertirse parte de la energía originaria en 'refinar' la calidad de la energía en su versión final.

#### TENDENCIAS ENERGÉTICAS.

ESA FUERTE TENDENCIA HACIA UNA MAYOR EFICIENCIA GENERAL SE OBSERVA EN LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LAS FORMAS PRINCIPALES DE ENERGÍA PRIMARIA EN EL CONTEXTO DEL EQUILIBRIO ENERGÉTICO MUNDIAL (VÉASE FIG. 1.3.) LA SUSTITUCIÓN DE FUENTES HULLERAS, ABUNDANTES, POR LAS ALTERNATIVAS, MÁS EFICIENTES AUNQUE MENOS ABUNDANTES DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL HA RENDIDO GANANCIAS ECONÓMICAS POR

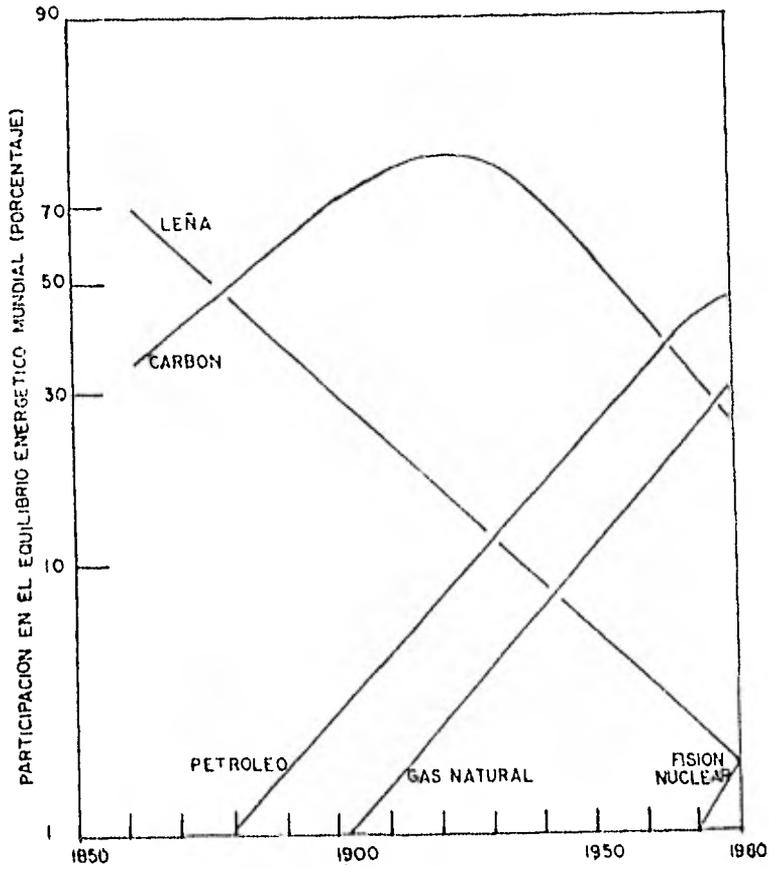


Fig. 1.3 Substitución de forma de energía primaria, orientada históricamente en dirección a un mayor rendimiento energético global. En el gráfico superior correspondiente a la sustitución de formas de energía primaria en los Estados Unidos, las líneas promedian los datos de la historia, datos que se han transformado también aquí a escala logarítmica, que, a escala lineal daría curvas sigmoideas. Obsérvese que los trazos de la gráfica son extraordinariamente regulares.

ENCIMA DE LOS COSTOS NECESARIOS PARA INSTALAR SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE PETRÓLEO Y GAS. EL FUTURO SE PRESENTA ASOCIADO A UNA CUESTIÓN CRUCIAL: ¿CONTINUARÁ ESA ESTRATEGIA TRADICIONAL DE MINIMIZAR LOS COSTOS BENEFICIANDO AL BIEN COMÚN?

¿Continuará esa estrategia tradicional de minimizar los costes beneficiando al bien común?

EL PASO DE UNA POBLACIÓN MUNDIAL ESTABLE, DE UNOS 1000 MILLONES DE INDIVIDUOS, EN 1880 A OTRA DE UNOS 10,000 MILLONES ESTÁ EN CAMINO DE CONVERTIRSE EN UNA REALIDAD HISTÓRICA. SEGÚN CÁLCULOS CONSERVADORES LA POBLACIÓN SE DUPLICARÁ, DE 4,000 MILLONES A 8,000 MILLONES, A LO LARGO DE LOS PRÓXIMOS 50 AÑOS. EL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DESPUÉS DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL VENÍA INSTADO PRINCIPALMENTE POR EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LOS PAÍSES SEPTENTRIONALES, QUE GOZABAN DE UNA DEMOGRAFÍA ESTABILIZADA; SIN EMBARGO, LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL FUTURO SE GENERARÁ, EN GRAN PARTE, POR EL CRECIMIENTO BIOLÓGICO DE LOS PAÍSES MERIDIONALES.

Segun cálculos conservadores la población se duplicará, de 4,000 millones a 8,000 millones a lo largo de los próximos 50 años.

DE MANERA DE PODER CONTABILIZAR LAS DIFERENCIAS ENTRE PAÍSES EN SUS NIVELES DE DESARROLLO ECONÓMICO, DINÁMICA POBLACIONAL, FUENTES ENERGÉTICAS, Y OTROS FACTORES, EL ESTUDIO DIVIDIÓ EL MUNDO EN SEIS REGIONES (VÉASE FIG. 1.4.).

UN MODELO MATEMÁTICO EN COMPUTADORAS SIRVE PARA PROYECTAR EL DESARROLLO ECONÓMICO Y TECNOLÓGICO DE CADA REGIÓN.





FIG. 1.4 MAPAMUNDI DE LAS SIETE PRINCIPALES EN RAZÓN DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS, SEGÚN LOS -- ESCENARIOS. MÁS QUE ATENDER A LA VECINDAD GEOGRÁFICA, LAS REGIONES RESPONDEN A CIERTOS FACTORES ECONÓMICOS. ASÍ, LA REGIÓN I, QUE ABARCA -- AMÉRICA DEL NORTE, GOZA DE UNA ECONOMÍA DE MERCADO ALTAMENTE DESARROLLADA Y ES RELATIVAMENTE RICA EN RECURSOS ENERGÉTICOS. LA REGIÓN II, -- QUE COMPRENDE LA UNIÓN SOVIÉTICA Y EL RESTO DE EUROPA DEL ESTE, TIENE UNA ECONOMÍA PLANIFICADA, DESARROLLADA, Y ES BASTANTE RICA TAMBIÉN EN RECURSOS ENERGÉTICOS. LA REGIÓN III, QUE VA -- DESDE EUROPA OCCIDENTAL HASTA ISRAEL PASANDO -- POR JAPÓN, AUSTRALIA, NUEVA ZELANDA Y SUDÁFICA, POSEE UN ELEVADO DESARROLLO ECONÓMICO, SI BIÉN SUS RECURSOS ENERGÉTICOS ESCASEAN. AMÉRICA LATINA QUE CONFIGURA LA REGIÓN IV ES UN CONTINENTE EN VÍAS DE DESARROLLO, PERO RICO EN RECURSOS ENERGÉTICOS. LA REGIÓN V, CONSTA DE AFRICA CENTRAL, ASIA MERIDIONAL Y CONSTA DE PAISES MENOS DESARROLLADOS CON POBRES RECURSOS ENERGÉTICOS. LOS PAISES EN VÍAS DE DESARROLLO Y RICOS EN PETRÓLEO DEL ORIENTE MEDIO Y NORTE DE AFRICA FORMAN LA REGIÓN VI. LA REGIÓN VII, QUE SUBSUME -- CHINA Y OTRAS ECONOMÍAS ASIÁTICAS,

## TENDENCIAS DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN.

SEGÚN ESTUDIOS, SE HA OBSERVADO QUE LA MERA EXTRAPOLACIÓN DE LAS TENDENCIAS REGISTRADAS EN EL PERÍODO ENTRE 1950 Y 1975 CONDUCE A UNA CRECIENTE SEPARACIÓN ENTRE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE ENERGÍA MUNDIALES. SOLO AL POSTULAR UNA REDUCCIÓN IMPORTANTE EN LA TASA DE CRECIMIENTO ECONÓMICO PROYECTADA EN TODAS LAS REGIONES Y UN FUERTE AUMENTO PARALELO EN LA OFERTA DE ENERGÍA MUNDIAL (EN RESERVAS ESTIMADAS Y EN CAPACIDAD DE EXPLOTACIÓN), SE HIZO POSIBLE ALCANZAR UN EQUILIBRIO MÁS O MENOS RAZONABLE ENTRE EL TOTAL DE LA OFERTA Y EL DE LA DEMANDA EN ESE CUADRO DE FUTURO. ANTE LAS INCERTIDUMBRES QUE PRESENTABA SEMEJANTE "SOLUCIÓN" DUAL DEL PROBLEMA ENERGÉTICO, FUE MENESTER DESARROLLAR DOS ESCENARIOS. SE DENOMINARON, RESPECTIVAMENTE, ESCENARIOS DE BAJO CRECIMIENTO Y ESCENARIO DE CRECIMIENTO ELEVADO; AMBOS MONTAJES REPRESENTABAN POSIBLES SITUACIONES.

Fuerte aumento paralelo en la oferta de energía mundial.

## TENDENCIAS ECONÓMICAS.

ESOS DOS ESCENARIOS SUPONEN UNA RUPTURA DRÁSTICA CON LAS TENDENCIAS ECONÓMICAS QUE SE OBSERVARON DEL PASADO, EL ESCENARIO DE BAJO CRECIMIENTO TRABAJA CON UNAS TASAS DE DESARROLLO MUY INFERIORES A LAS CORRESPONDIENTES AL PERÍODO 1950-1975, AUNQUE LA TA

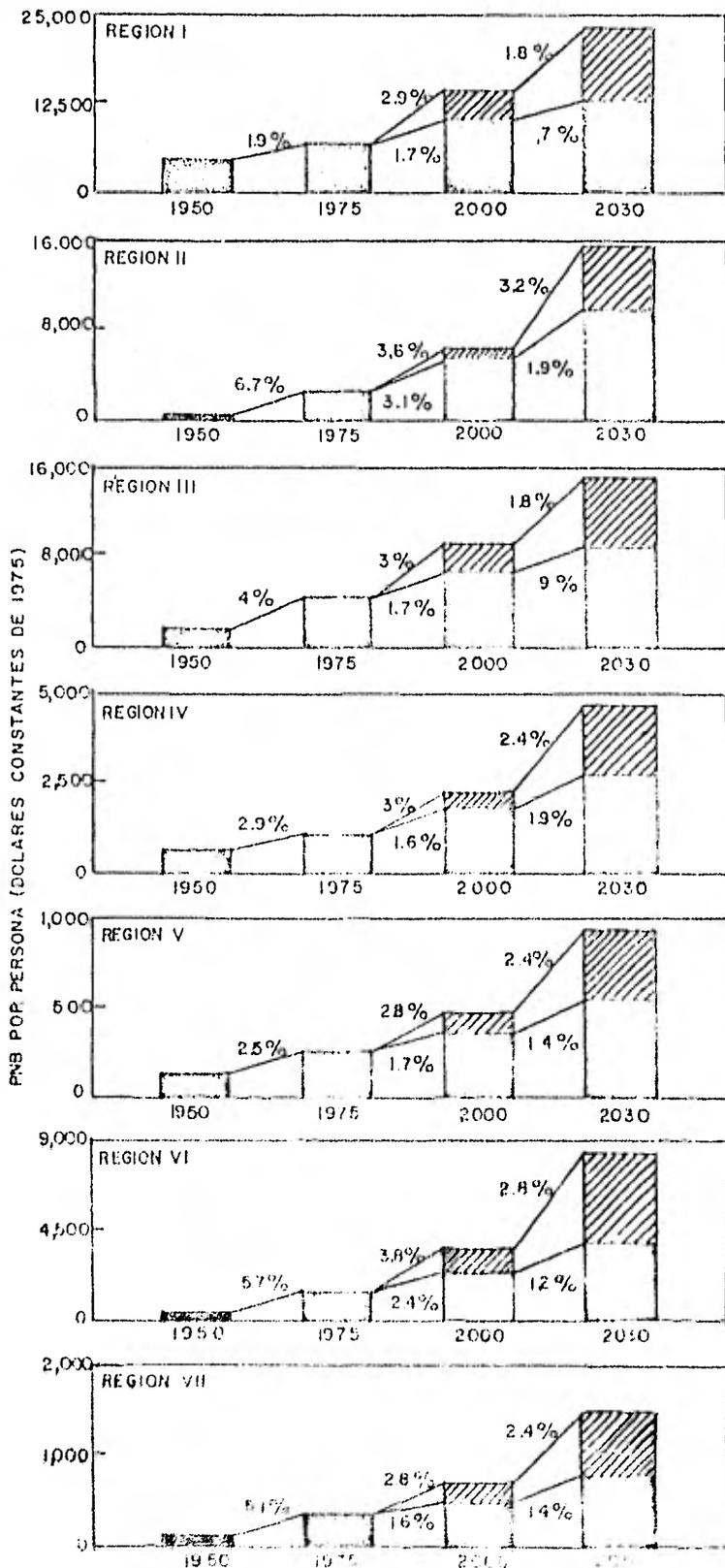


Fig. 1.5 Crecimiento económico.

Se presenta en esta serie de histogramas para cada una de las siete regiones principales en que se considera estar dividido el mundo. Las cifras porcentuales recogen las tasas históricas y proyectadas de crecimiento económico para cada región. La función del crecimiento del PNB.

Las zonas de color claro marcan la diferencia entre el escorio de alto y de bajo crecimiento.

SA DE DESARROLLO PROYECTADA DE ACUERDO CON ESE --  
 ESCENARIO VENDRÍA A SER MAYOR EN LAS REGIONES EN --  
 VÍAS DE DESARROLLO QUE EN LAS ADELANTADAS, ESE RIT-  
 MO NO SERÍA TODAVÍA LO SUFICIENTEMENTE ALTO COMO --  
 PARA CREAR, EN LAS DÉCADAS PRÓXIMAS, UNA ADECUADA -  
 INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA EN LA MAYORÍA DE ESAS -  
 NACIONES EN VÍAS DE DESARROLLO.

Adecuada infraes-  
 tructura tecnoló-  
 gica en las nacio-  
 nes en vías de de-  
 sarrollo.

NO OBSTANTE LAS DISCRETAS PROYECCIONES ECONÓMICAS -  
 CON QUE OPERAN ESTOS MODELOS, UNO Y OTRO INCORPORAN  
 CÁLCULOS OPTIMISTAS EN LO QUE RESPECTA A LA CONSER-  
 VACIÓN DE ENERGÍA. AMBOS REFLEJAN TAMBIÉN LAS TEN-  
 DENCIAS ACTUALES HACIA UNA MAYOR INTERVENCIÓN EN EL  
 PRODUCTO NACIONAL BRUTO DEL SECTOR SERVICIOS, UNA -  
 MEJORA SIGNIFICATIVA EN EL AHORRO ENERGÉTICO EN TO-  
 DOS LOS SECTORES Y UNOS EFECTOS DE "SATURACIÓN" PRE-  
 COZ DE CIERTAS ACTIVIDADES DE INTENSO GASTO ENERGÉ-  
 TICO, COMO LA DEL TRANSPORTE.

#### ACTIVIDAD ECONÓMICA.

CON ESTA ÓPTICA, HEMOS TENIDO PROYECCIONES BASTANTE  
 DETALLADAS Y QUE DAN CUENTA DE DIFERENTES FORMAS DE  
 VIDA Y DE DISTINTAS CONDICIONES TECNOLÓGICAS; PRO-  
 YECCIONES QUE CONTEMPLAN LA DEMANDA ESPECÍFICA DE -  
 ENERGÍA QUE NECESITA UNA PRODUCCIÓN ECONÓMICA DETER-  
 MINADA, QUE SE MIDE EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE ACTIVI-

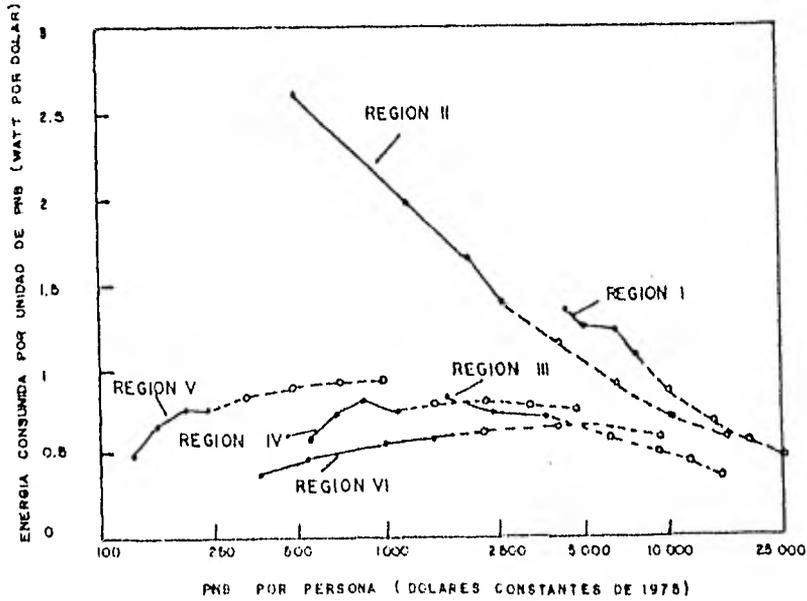


Fig. 1.6 Demanda específica de energía final necesaria para obtener una unidad dada de producción económica. Los puntos señalan los datos históricos para los años 1950, 1960, 1970 y 1975; las circunferencias para 1985, 2000, 2015 y 2030. La interpretación de la gráfica se desprende que en las próximas décadas resultará más difícil para los países en vías de desarrollo limitar su crecimiento en tecnología de gran consumo energético que pudiera serlo para los países adelantados.

DAD ECONÓMICA ALCANZADO EN UNA REGIÓN CONCRETA ---- (VÉASE FIG. I, 6). DE ESAS PROYECCIONES SE DESPRENDE QUE LA "SEPARACIÓN" DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO CON RESPECTO DEL ENERGÉTICO EN UNA ECONOMÍA AVANZADA DIFIERE MUCHO DE SU HOMÓLOGA "SEPARACIÓN" EN UNA ECONOMÍA DE SUBSISTENCIA. ANTE EL HECHO DE UNA INDUSTRIALIZACIÓN PRIMITIVA EN QUE SE HALLAN HOY LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO, PARECE INMEDIATO QUE, EN LOS PRÓXIMOS DECENIOS, RESULTARÁ A ÉSTOS MÁS DIFÍCIL LIMITAR EL CRECIMIENTO DE SU TECNOLOGÍA DE ALTO CONSUMO ENERGÉTICO QUE REDUCIR LA SUYA LOS PAÍSES DESARROLLADOS.

Demanda específica de energía que necesita una producción económica determinada.

COMPLEMENTARIO AL ESFUERZO PUESTO EN REDUCIR LAS CIFRAS CORRESPONDIENTES A LA DEMANDA DE ENERGÍA POR LOS ESCENARIOS PROPUESTOS HA SIDO AQUEL OTRO INTENTO DE ELEVAR LOS NÚMEROS CONCERNIENTES A LA FUTURA OFERTA POTENCIAL DE ENERGÍA.

#### ALTERNATIVAS RENTABLES.

EL COSTO DISPARADO DEL PETRÓLEO, PRINCIPAL RECURSO ENERGÉTICO QUE OCUPA HOY LA CIMA EN LA ESCALA MUNDIAL DE PRECIOS, HA PROVOCADO LA PRESENCIA EN EL MERCADO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS, DE ALTERNATIVAS QUE ANTES NO SE CONSIDERABAN ECONÓMICAMENTE RENTABLES. SE CLASIFICAN LOS RECURSOS, POTENCIALMENTE

RECUPERABLES, DE HULLA, PETRÓLEO, GAS NATURAL Y URA-  
 NIO SEGÚN EL PARÁMETRO DE LOS COSTOS CRECIENTES DE  
 PRODUCCIÓN (VÉASE FIG. 1.7). LOS TOTALES ASÍ OBTENI-  
 DOS SUPERAN, CON MUCHO, LAS RESERVAS "CONOCIDAS" Y  
 CONSIDERADAS RENTABLES HOY. PERO LAS CIFRAS QUE ---  
 APORTAMOS CONSTITUYEN UNA ESPERANZA RAZONABLE; SEÑÁ-  
 LAN QUE EL MUNDO PODRÁ HASTA CASI TRIPLICAR SUS RE-  
 SERVAS ENERGÉTICAS ACTUALES PARA EL AÑO 2030 SI ---  
 CUENTA CON LA AYUDA DE UNA DECIDIDA EXPLORACIÓN Y -  
 CON TÉCNICAS ADELANTADAS DE EXPLOTACIÓN (EXISTENTES  
 YA O EN PROCESO DE DESARROLLO).

SEGÚN ESOS CÁLCULOS, LAS RESEVAS DE COMBUSTIBLE FÓ-  
 SIL REPRESENTARÍAN POR AQUELLAS FECHAS EL EQUIVALEN-  
 TE ENERGÉTICO A 3000 TERAWATT-AÑO CON UN ORDEN DE -  
 COSTO DE PRODUCCIÓN SIMILAR, SINO INFERIOR, A LOS -  
 PRECIOS ACTUALES DEL MERCADO (EL TERAWATT-AÑO ES LA  
 UNIDAD DE ENERGÍA QUE EQUIVALE A  $10^{12}$ . UN BILLÓN, -  
 DE WATTS PRODUCIDOS O CONSUMIDOS EN UN AÑO). SI AHQ-  
 RA SE DIVIDEN ESAS RESERVAS MUNDIALES POR UNA DEMAN-  
 DA DE ENERGÍA CIFRADA EN UNOS 30 TERAWATT-AÑO POR -  
 AÑO, QUE ES EL CÁLCULO APROXIMADO DE LA TASA ANUAL  
 DE CONSUMO DE ENERGÍA EN EL AÑO 2030, ESA PROYEC---  
 CIÓN SE TRADUCIRÁ EN UNAS RESERVAS DE ENERGÍA QUE -  
 TARDARÁN APROXIMADAMENTE UN SIGLO EN AGOTARSE. PERO  
 ES OBLIGADO QUE TALES CÓMPUTOS OPTIMISTAS DE LOS RE

El mundo podrá has-  
 ta casi triplicar  
 sus reservas ener-  
 géticas.

Reservas de energía  
 que tardarán aproxi-  
 madamente un siglo  
 en agotarse.

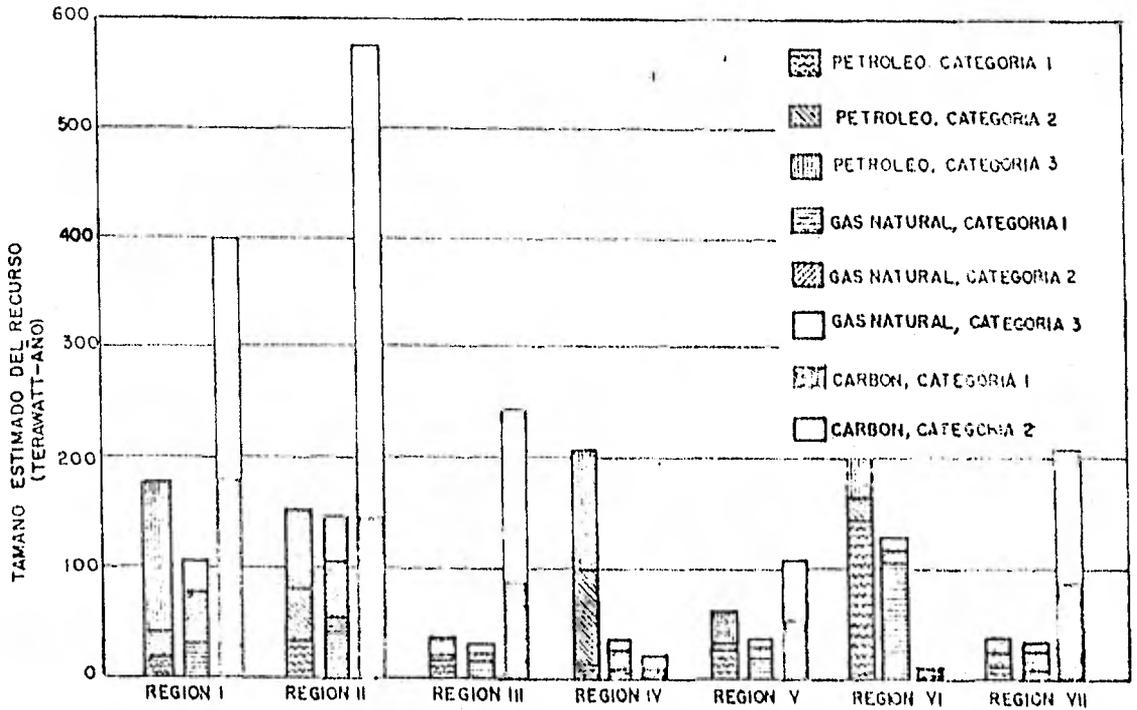


Fig. 1.7 Recursos de combustible fósil que se suponen -  
plenamente recuperables en cada una de las siete regiones  
las categorías representan los cálculos de costes por de-  
bajo o iguales al volumen declarado de recursos recupera-  
bles (en dólares constantes),  
Categoría I petróleo y gas natural a 12 dólares por barril  
Categoría II petróleo y gas natural a 20 dólares por barril  
Categoría III petróleo a 25 dólares por barril  
Categoría I de hulla a 25 dólares o menos por tonelada  
Categoría II de hulla de 20 a 50 dólares por tonelada

CURSOS SE INTERPRETEN DENTRO DE UN CUADRO CORRECTO.

### EVALUACIÓN ECONÓMICA.

EN PRIMER LUGAR, LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS FUENTES DE ENERGÍA (QUE PODRÍAMOS MEDIR POR LA RELACIÓN PRECIO/COSTO) EN UN PROCESO EVOLUTIVO QUE CONDUZCA A UNA OFERTA DE ENERGÍA CADA VEZ MÁS BARATA NO SIRVE PARA LA DURA BATALLA DE LOS COSTOS QUE LIBRARÁ EL MUNDO EN LOS PRÓXIMOS AÑOS. EN SEGUNDO TÉRMINO, EL IMPORTE DE LOS 3,000 TERAWATT-AÑO DE PETRÓLEO, GAS Y HULLA QUE SE HA PROYECTADO SERÁ CUALITATIVAMENTE DISTINTO DEL VALOR DE LAS RESERVAS DE ESTAS FORMAS DE ENERGÍA HOY. EL AUMENTO DE COSTALES DE PRODUCCIÓN DE UNA A OTRA CATEGORÍA REFLEJA CAMBIOS IMPORTANTES QUE HABRÁN DELIMITAR, TODAVÍA MÁS, LA UTILIDAD DE ESAS FUENTES DE ENERGÍA.

### EJEMPLO DE MINERÍA Y DESTILACIÓN.

POR EJEMPLO, EN LA CLASIFICACIÓN DE COSTO DE PRODUCCIÓN LA CATEGORÍA 3 ESTÁ OCUPADA POR PETRÓLEO EXTRAÍBLE PREFERENTEMENTE DE ARENAS Y PIZARRAS BITUMINOSAS; ESTOS DOS RECURSOS SÓLO SON APROVECHABLES POR MINERÍA Y DESTILACIÓN, PERO NO POR SONDEO. EN TRANSPORTE Y REFINADO DE UN BARRIL DE PETRÓLEO PRODUCIDO ASÍ RESULTARÍA MUCHO MÁS COSTOSO QUE LO QUE IMPORTA HOY UN BARRIL DE CRUDO LIGERO EXTRAÍDO DE LOS POZOS

Petróleo extraíble de arenas y pizarras bituminosas.

PETROLÍFEROS DE ARABIA SAUDITA, CON EL AGRAVANTE DE QUE ENTRARÁN EN ESCENA LAS PRESIONES DE CARÁCTER AMBIENTAL EN EL CASO DE QUE HUBIERA QUE EXPLOTAR Y -- TRANSFORMAR ESOS RECURSOS EN LA VECINDAD DE ZONAS -- DENSAMENTE POBLADAS, Y NO EN EL DESIERTO.

EN RESUMEN, EL APROVECHAMIENTO DE UNA PARTE IMPOR-- TANTE DE LOS RECURSOS PROYECTADOS IMPLICA UNA TRAN-- SICIÓN NADA FÁCIL, NO SÓLO DE COMBUSTIBLES BARATOS A OTROS CAROS, SINO TAMBIÉN DE UNOS COMBUSTIBLES FÓ-- SILES RELATIVAMENTE LIMPIOS Y DE CÓMODO MANEJO A -- OTROS SUCIOS Y MENOS VERSÁTILES. ESA TRANSICIÓN EXI-- GIRÁ AJUSTES IMPORTANTES MÁS ALLÁ DEL SECTOR ENERGÉ-- TICO PROPIAMENTE DICHO DE LA ECONOMÍA MUNDIAL Y ADE-- MÁS LLEVARÁ TIEMPO.

#### REACTORES ATÓMICOS.

TODO LO QUE ES APLICABLE A LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS DE COMBUSTIBLE FÓSIL VALE, CON MAYOR RAZÓN, PARA -- LOS SISTEMAS MODERNOS DE COMBUSTIBLE NO FÓSIL, COMO EN EL CASO DE LOS REACTORES DE FISIÓN "NODRIZAS" -- QUE REGENERAN SU PROPIO COMBUSTIBLE, LOS GENERADO-- RES DE ENERGÍA SOLAR Y LOS REACTORES DE FUSIÓN. --- PUESTO QUE, EN TALES SISTEMAS, LAS FUENTES DE COM-- BUSTIBLE SON DE HECHO ILIMITADAS, EL RECURSO PROPIA-- MENTE DICHO NO CONDICIONA LOS NIVELES POTENCIALES --

Presiones de carac-- ter ambiental en -- la vecindad de zo-- nas densamente po-- bladas.

Las fuentes infini-- tas de energía cons-- tituyen el capital sustitutivo de los recursos naturales finitos.

DE CONSUMO. PODEMOS AFIRMAR PUES QUE LAS FUENTES --  
 "INFINITAS" DE ENERGÍA CONSTITUYEN EL CAPITAL SUSTI-  
 TUTIVO DE LOS RECURSOS NATURALES FINITOS Y AGOTA---  
 BLES QUE SON LOS SISTEMAS DE COMBUSTIBLE FÓSIL. POR  
 TANTO, LA TASA A LA QUE UNA ECONOMÍA PUEDE AUMENTAR  
 SU STOCK DE CAPITAL FIJO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA -  
 DETERMINARÁ EL PRECIO DE ESOS RECURSOS CASI PERMA--  
 NENTES Y, EN CONSECUENCIA, SU PARTICIPACIÓN POTEN--  
 CIAL EN EL MERCADO MUNDIAL DE ENERGÍA.

NO ES POSIBLE, DE MOMENTO, ESTABLECER DE UN MODO SA-  
 TISFACTORIO ESE PRECIO. CABE PRESUMIR QUE HABRÁ DE  
 EQUILIBRAR LAS INVERSIONES DE CAPITAL DEDUCIDAS DE  
 LA PRODUCTIVIDAD GENERAL CON LOS BENEFICIOS QUE LA  
 INCORPORACIÓN DE UNA FUENTE ENERGÉTICA CASI PERMA--  
 NENTE SUPONDRÍAN PARA LA ECONOMÍA DE UN PAÍS. NOS -  
 ENCONTRAMOS CON UN SORPRELENTE PARECIDO ENTRE LAS -  
 AMBIGUEDADES QUE RODEAN A LA DETERMINACIÓN DEL PRE-  
 CIO "JUSTO" PARA LOS RECURSOS ESCASOS DE COMBUSTI--  
 BLE FÓSIL Y LAS AMBIGUEDADES INHERENTES A LA FIJA--  
 CIÓN DE UN PRECIO PARA FUENTES "INAGOTABLES", COMO  
 LOS REACTORES NODRIZA Y LOS GENERADORES DE ENERGÍA  
 SOLAR.

Las ambigüedades  
 que rodean la de-  
 terminación del  
 precio justo.

PRECIOS.

A FALTA DE PREVISIONES DE PRECIOS A LARGO PLAZO, --

CUALQUIER EQUILIBRIO QUE SE PROYECTE ENTRE OFERTA Y DEMANDA DE ENERGÍA HABRÁ DE FUNDARSE EN PRESUPUESTOS DE COSTOS Y OTROS FACTORES LIMITANTES. TALES LIMITACIONES VIENEN IMPUESTAS POR UN CUADRO ESPECÍFICO DE NECESIDADES DE CONSUMO ENERGÉTICO QUE HABRÁ DE SATISFACER EL SECTOR PRODUCTOR DE ENERGÍA; ENTRE OTROS FACTORES LIMITANTES, HAY QUE CONTAR CON EL RENDIMIENTO MÁXIMO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS Y EL AGOTAMIENTO DE CIERTAS CLASES DE RECURSOS.

Habrá que tomar en cuenta los factores limitantes

INCORPORANDO ESAS LIMITACIONES, SE CONSTRUYERON ESCENARIOS DE OFERTAS DE ENERGÍA PRIMARIA; ESTOS MONTAJES SE DISEÑARON TAMBIÉN EN CORRESPONDENCIA CON LOS ESCENARIOS DE DESARROLLO ECONÓMICO DE ALTO Y BAJO CRECIMIENTO, YA EXPUESTOS. PUDO ENTONCES CALCULARSE LA DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LOS RECURSOS DE ENERGÍA PRIMARIA PARA EL ESCENARIO DE CRECIMIENTO ELEVADO. AUNQUE LAS TENDENCIAS DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA DIFERÍAN UN TANTO, A NIVEL REGIONAL, EN EL ESCENARIO DE BAJO CRECIMIENTO, LA ESTRUCTURA MUNDIAL QUE RESULTÓ DE LA SUMA DE LAS DISTINTAS OFERTAS VINO A COINCIDIR PRÁCTICAMENTE CON EL ESCENARIO DE CRECIMIENTO ELEVADO.

CRECIMIENTO ELEVADO.

LAS CIFRAS PROYECTADAS PARA EL ESCENARIO DE CRECIMIENTO ELEVADO MUESTRAN QUE EN LOS 50 AÑOS A LOS QUE SE CIÑE EL ESTUDIO, EL GAS NATURAL MANTENDRÁ SU APORTACIÓN ACTUAL, EN TORNO AL 20 POR CIENTO DEL MERCADO MUNDIAL DE ENERGÍA, MIENTRAS QUE EL PETRÓLEO BAJARÁ GRADUALMENTE DESDE EL 40 POR CIENTO EN QUE SE HALLA HOY HASTA EL 20 POR CIENTO EN EL AÑO 2030. PARA COMPENSAR ESA ESCASEZ Y, LO QUE NO ES MENOS IMPORTANTE, CUBRIR LA DEMANDA DE FORMAS DE ENERGÍA SECUNDARIA LÍQUIDA, HABRÁ QUE CONVERTIR UNA FRACCIÓN CADA VEZ MAYOR DE HULLA EN COMBUSTIBLE SINTÉTICO. Y ESE ENVÍO DE HULLA EN TAL CANTIDAD DE SU USO PARA GENERAR ELECTRICIDAD HABRÁ QUE PALIARLO EN PARTE CON UNA MAYOR PENETRACIÓN DE ENERGÍA NUCLEAR EN EL SECTOR ELÉCTRICO. PERO EL URANIO NATURAL ES UN RECURSO LIMITADO. POR ELLO, LOS REACTORES NODRIZA IRÁN ASUMIENDO UN PAPEL CRECIENTE EN EL MERCADO MUNDIAL DE ENERGÍA A PARTIR DEL AÑO 2000.

El petróleo bajará desde el 40 por ciento en que se halla hoy hasta el 20 por ciento en el año 2030.

#### NIVELES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA.

LAS FUENTES RENOVABLES, COMO LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA Y GEOTÉRMICA, CONSTITUIRÁN UNA FRACCIÓN BASTANTE CONSTANTE CIFRADA EN CASI UN 10 POR CIENTO DE LA OFERTA TOTAL, ESTIMACIÓN ÉSTA QUE SUPONE UN AUMENTO IMPORTANTE EN LOS NIVELES ABSOLUTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA PARA TODAS ESAS CATEGORÍA DE OFERTA

RELATIVAMENTE MENORES. DESDE EL AÑO CERO DE LA INVESTIGACIÓN (1975) HASTA EL 2030, LA PROYECCIÓN RELATIVA A LA TASA DE CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA TOTAL DICE QUE ÉSTA AUMENTARÁ DESDE 8,2 TERAWATT-AÑO HASTA 36 TERAWATT-AÑO EN EL MARCO DEL ESCENARIO DE CRECIMIENTO ELEVADO Y HASTA 22 TERAWATT-AÑO EN EL MARCO DEL ESCENARIO DE CRECIMIENTO BAJO.

La tasa de consumo de energía primaria aumentará desde 8,2 terawatt-año hasta 36.

PODEMOS CALIBRAR EL VOLUMEN DE OPERACIONES INDUSTRIALES QUE SE POSTULAN COMO ALCANZABLES EN AMBOS MODELOS DE OFERTA DE ENERGÍA MEDIANTE COMPARACIÓN DE LAS TASAS ACTUALES Y FUTURAS DE CONSUMO DE LAS DISTINTAS FUENTES DE ENERGÍA PRIMARIA (VÉASE FIG. 1,8). EN LA HIPÓTESIS DE CRECIMIENTO ELEVADO, LA PRODUCCIÓN DE CRUDOS TENDRÍA QUE DOBLARSE PARA EL AÑO 2030 Y MULTIPLICARSE POR CINCO LA EXPLOTACIÓN HULERA. NO ES MENOS FORMIDABLE EL DESAFÍO AL QUE HABRÁN DE HACER FRENTE LAS INDUSTRIAS ABASTECEDORAS DE ENERGÍA EN EL ESCENARIO DE BAJO CRECIMIENTO.

#### TENSIONES MUNDIALES.

LA TENSIÓN QUE NOS MUESTRAN AMBOS ESCENARIOS ENTRE CIFRAS EXORBITANTES DE CONSUMO ENERGÉTICO Y MODESTAS PERSPECTIVAS DE DESARROLLO ECONÓMICO ES UNA MUESTRA SINTOMÁTICA DEL PROBLEMA ENERGÉTICO MUNDIAL

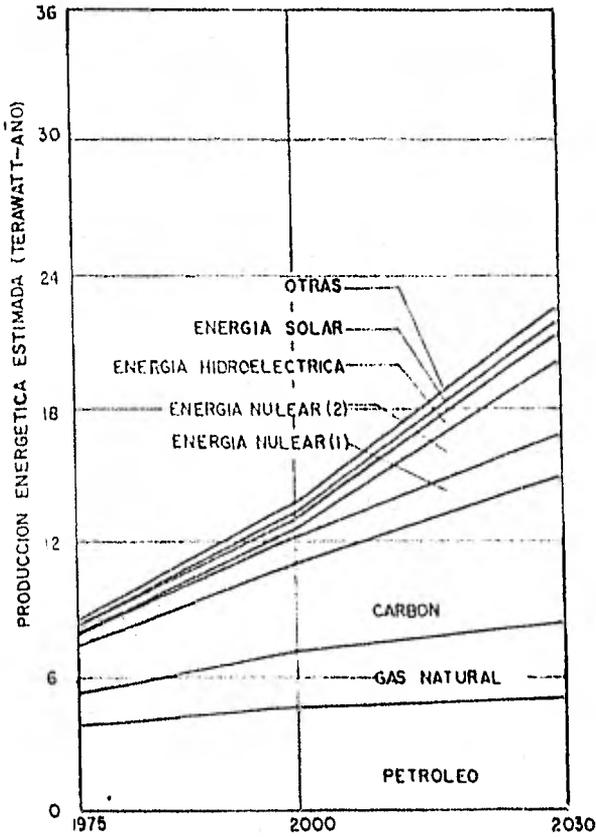


Fig. 1.8.A Tasa de consumo mundial de varias formas de energía primaria. Se ha proyectado un aumento de la misma desde los 8.2 terawatt-año por año hasta 22 terawatt-año por año en el escenario de bajo crecimiento.

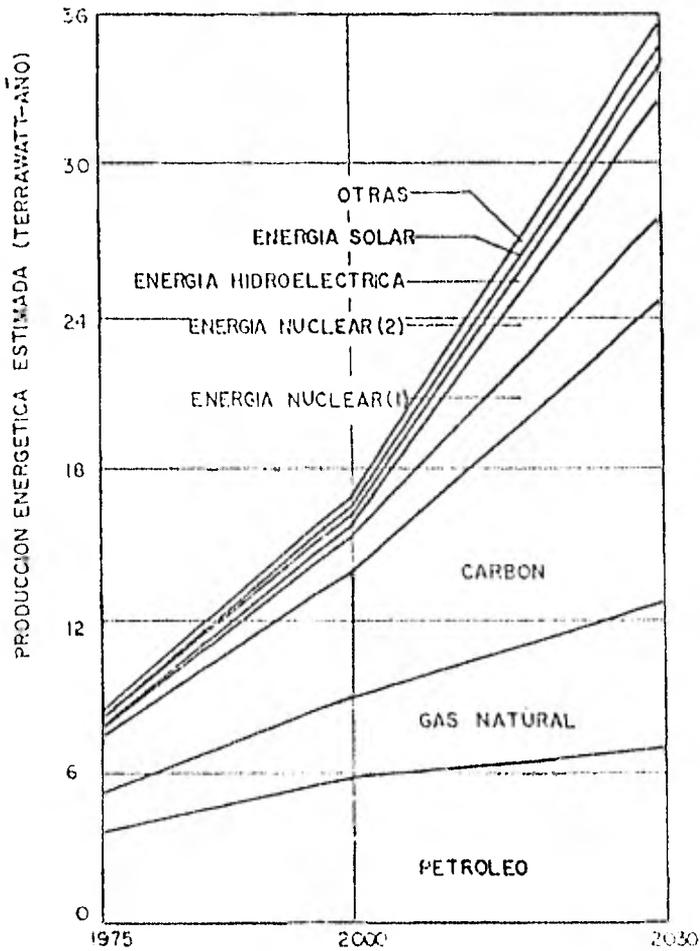


Fig. 1.8 Tasa de consumo mundial de varias formas de energía primaria. Se ha proyectado un aumento de la misma desde los 8,2 terawatt-año por año correspondientes a 1975, punto de arranque de la investigación, hasta 36 terawatt-año por año en el 2030, en el escenario de alto crecimiento.

A LARGO PLAZO. PARA SITUAR EN SU JUSTA PERSPECTIVA LAS TENDENCIAS ACTUALES Y LOS RETOS FUTUROS DEL MERCADO DE LA ENERGÍA, QUIZÁ SEA PROVECHOSO REPASAR -- AQUI ALGUNAS CONDICIONES PARTICULARES QUE SE HALLAN EN EL ENTRAMADO DE LOS ESCENARIOS. ESTAS CONDICIONES SON LAS SIGUIENTES: 1) LOS RECURSOS ENERGÉTICOS QUE SE HAN DE CONSUMIR HABRÁN DE SUMINISTRARSE AL PRECIO DE COSTO DE PRODUCCIÓN. CON EXCEPCIÓN DEL PETRÓLEO, LA REGLA RIGE PARA LAS EXPORTACIONES A -- OTRAS REGIONES. 2) LA PRODUCCIÓN DE CRUDOS DE LA REGIÓN VI (ORIENTE MEDIO Y NORTE DE AFRICA) TENDRÁ UN TECHO DE 33 MILLONES DE BARRILES POR DÍA. ADEMÁS, -- LA REGIÓN II (QUE INTEGRA LA UNIÓN SOVIÉTICA Y SUS ALIADOS EUROPEOS DEL ESTE) Y LA REGIÓN VII (DONDE -- SE ENGLOBAN CHINA Y OTRAS ECONOMÍAS ASIÁTICAS DE -- PLANIFICACIÓN CENTRAL) NO INTERVENDRÁN EN EL COMERCIO INTERREGIONAL DEL PETRÓLEO. 3) CADA UNA DE ESAS SIETE REGIONES CONVENCIONALES HABRÁ DE APUNTALAR SU PROPIO SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DE COSTO MÍNIMO CON EL QUE HARÁ FRENTE A SU PROPIA DEMANDA DE ENERGÍA DE CONSUMO. 4) Y CADA REGIÓN ASUMIRÁ LA RESPONSABILIDAD DE PREPARARSE PARA LA TRANSICIÓN HACIA UNA INFRAESTRUCTURA DE ENERGÍA MÁS CARA CUANDO LLEGUE EL MOMENTO.

Los recursos energéticos habrán de suministrarse al precio de coste - de producción.

Prepararse para la transición hacia una infraestructura de energía más cara.

AUMENTO DE LOS COSTOS.

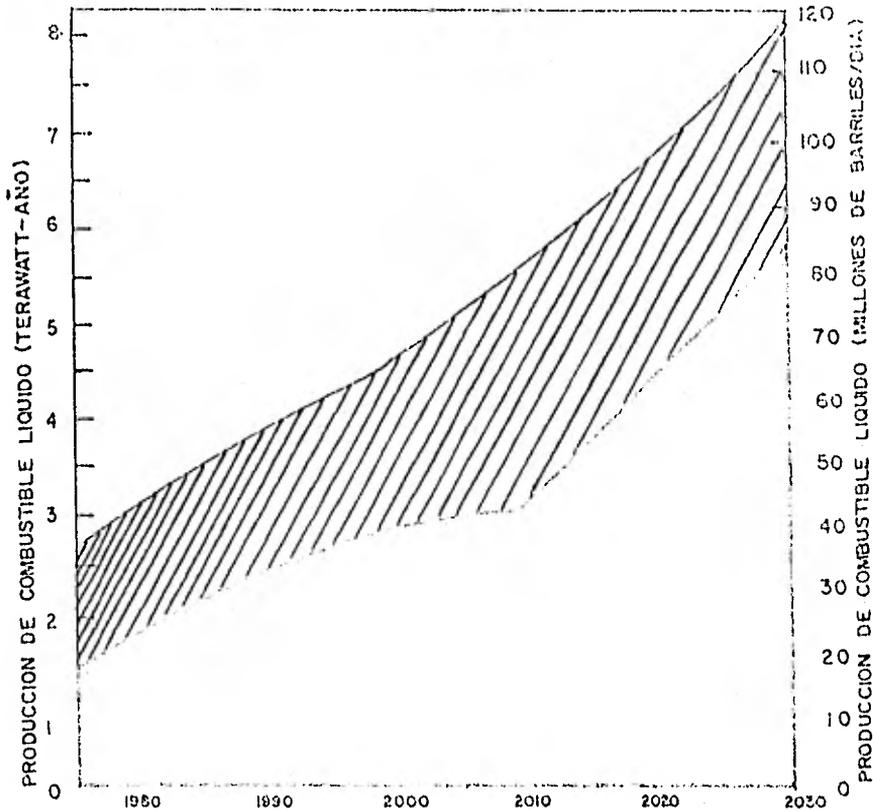


Fig. 1.9 Suministro de combustible fósil proyectado según el escenario de crecimiento elevado. La línea superior señala la demanda estimada de formas líquidas de energía primaria en las cinco regiones que se supone, -- habrán de participar en el comercio internacional de combustible líquido de aquí hasta el 2030.

La zona oscura recoge varios tipos de combustible líquido, como nuevas reservas de petróleo convencional, formas no tradicionales de petróleo como las arenas y pizarras, combustibles sintéticos.

La diferencia entre la oferta y la demanda se cubre con el petróleo obtenido en la región VI (superficie achurada) del que se espera alcance un tope de producción de 53 millones de barriles por día en el 2010.

SUMADOS A OTROS PRESUPUESTOS METODOLÓGICOS, ESAS --  
CUATRO CONDICIONES NOS PERMITEN PROYECTAR UNA SOLU-  
CIÓN VIABLE, AUNQUE NO ENTERAMENTE SATISFACTORIA, --  
DEL PROBLEMA ENERGÉTICO GLOBAL. LAS FUENTES MÁS BA-  
RATAS SE IRÁN AGOTANDO GRADUALMENTE Y NINGUNA RE---  
GIÓN SE VERÍA OBLIGADA A PAGAR UNOS COSTOS POR ENER-  
GÍA EXCEPCIONALMENTE ELEVADOS MUCHO ANTES DE QUE --  
LAS DEMÁS SE SINTIERAN FORZADAS A HACER LO PROPIO.  
CON LA SALVEDAD DEL COMERCIO PETROLÍFERO PROCEDENTE  
DEL ORIENTE MEDIO Y NORTE DE AFRICA, EL MUNDO SE --  
ABSTENDRÍA DE RECURRIR A LA ENERGÍA CUAL VARA DE NI-  
VELACIÓN PARA REDISTRIBUIR LA PRODUCTIVIDAD ECONÓMI-  
CA GENERAL.

AMBOS ESCENARIOS DE CRECIMIENTO, EL ELEVADO Y EL BA-  
JO, SE PRESENTAN COMO POSIBLES PROCESOS DE EVOLU---  
CIÓN A LARGO PLAZO. EN CUANTO TALES, IMPLICAN UNA -  
SERIE DE ACTUACIONES Y REALIZACIONES, TÉCNICAS E --  
INSTITUCIONALES, EN ESE INTERVALO DE CINCUENTA AÑOS  
PROYECTADOS ¿CUÁLES SON LAS METAS VOLANTES DE OBLI-  
GADO PASO PARA QUE SEAN REALIDAD ESOS MODELOS DE --  
EVOLUCIÓN MUNDIAL.

#### SUGERENCIAS.

DENTRO DEL LABERINTO ENERGÉTICO, UNA SALIDA A LA --  
QUE NO SE VE FÁCIL ACCESO ES LA DE GARANTIZAR UN SU

MINISTRO ADECUADO DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO HASTA MÁS O MENOS EL AÑO 2000. DE NUESTRA INVESTIGACIÓN SE DESPRENDE QUE, SI EXCLUIMOS LAS ECONOMÍAS DE PLANTIFICACIÓN CENTRAL, EL MUNDO PROSEGUIRÁ, POR CIERTO TIEMPO MÁS BIEN LARGO, EN SU DEPENDENCIA DE LAS EXPORTACIONES DEL CRUDO DE ORIENTE MEDIO Y NOROCCIDENTAL DE ÁFRICA (Y APARTAMOS EL GRUPO COMUNISTA PORQUE LOS PAÍSES QUE LO FORMAN NO SE VERÁN INDUCIDOS A PENETRAR EN EL COMERCIO INTERNACIONAL DEL PETRÓLEO, CADA VEZ MÁS DIFÍCIL, PORQUE DISPONEN DE SUFICIENTES RECURSOS PETROLÍFEROS PROPIOS). HABRÁN DE ENTRAR PRONTO EN ACCIÓN PUES, NUEVAS RESERVAS APARTE DE LOS CAMPOS CITADOS DE LOS POZOS CONOCIDOS O PROSPECCIONAR, ESTÁN ENCLAVADOS EN ZONAS OCEÁNICAS PROFUNDAS O EN LOS CASQUETES POLARES.

#### PETRÓLEO NO CONVENCIONAL.

LAS PROYECCIONES PARA EL AÑO 1990 CUENTAN CON UNA IMPORTANTE PARTICIPACIÓN DE CRUDO ASÍ RECABADO, LO QUE EXIGIRÁ UN ESFUERZO GIGANTESCO DE EXPLORACIÓN Y DESARROLLO. ES DUDOSO QUE SE CONSIGA MANTENER REALMENTE ESE RITMO; POR LO CUAL, PARECE CONVENIR MUCHO MÁS QUE NOS PREPAREMOS CON TIEMPO PARA QUE EN 1990 SE INICIE UNA PRODUCCIÓN A GRAN ESCALA DE PETRÓLEO A PARTIR DE FUENTES NO CONVENCIONALES. DE PRODUCIRSE NOTABLES DÉFICITS EN LA EXPLOTACIÓN DE CRUDOS,

Garantizar un suministro adecuado de combustible líquido.

Nuevas reservas -- que sondear están profundas en los océanos profundos.

SE OBTENGA ÉSTA POR MÉTODOS CONVENCIONALES O POR MÉTODOS NO CONVENCIONALES, Y SITUARSE DICHA ESCASEZ - POR DEBAJO DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN PROYECTADO PARA EL ESCENARIO DE CRECIMIENTO ELEVADO, HABRÍA QUE PENSAR EN LA LICUEFACCIÓN DE LA HULLA EN UNAS PROPORCIONES MUY IMPORTANTES EN TODO EL MUNDO ANTES DE LLEGAR AL AÑO 2000. SI DEJAMOS DE LADO UN RETRASO - DE DIEZ AÑOS EN LA PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO SINTÉTICO A PARTIR DE LA HULLA, EL ESCENARIO DE BAJO CRECIMIENTO NOS LLEVA A UNA ESCASEZ DE CRUDOS QUE VIENE A RESULTAR IDÉNTICA A LA QUE HABLABA EL - ESCENARIO DE CRECIMIENTO ELEVADO.

Licuefacción de la hulla en unas proporciones muy importantes.

#### RETO A LA TECNOLOGÍA.

A MEDIO Y CORTO PLAZO, EL PROBLEMA DEL COMBUSTIBLE LÍQUIDO CONSTITUYE UN ENORME RETO PARA LA TECNOLOGÍA; POR SI ELLO FUERA POCO, HAY OTRO ASPECTO MÁS - APREMIANTE, Y QUE TIENE QUE VER CON EL RÁPIDO CAMBIO DE LA SITUACIÓN QUE VA A REGISTRARSE AL DOBLAR EL SIGLO EN LAS RELACIONES CONCERNIENTES AL MERCADO DE LA ENERGÍA ENTRE, Y DENTRO DE REGIONES DESARROLLADAS Y REGIONES EN VÍAS DE DESARROLLO (VÉASE FIG. 1.10). PARA ENTONCES, EN EL TABLERO DE AJEDREZ DE - LA SITUACIÓN MUNDIAL SE HABRÁN PRODUCIDO DOS MOVIMIENTOS IMPORTANTES. EN PRIMER LUGAR, LAS TRES GRAN

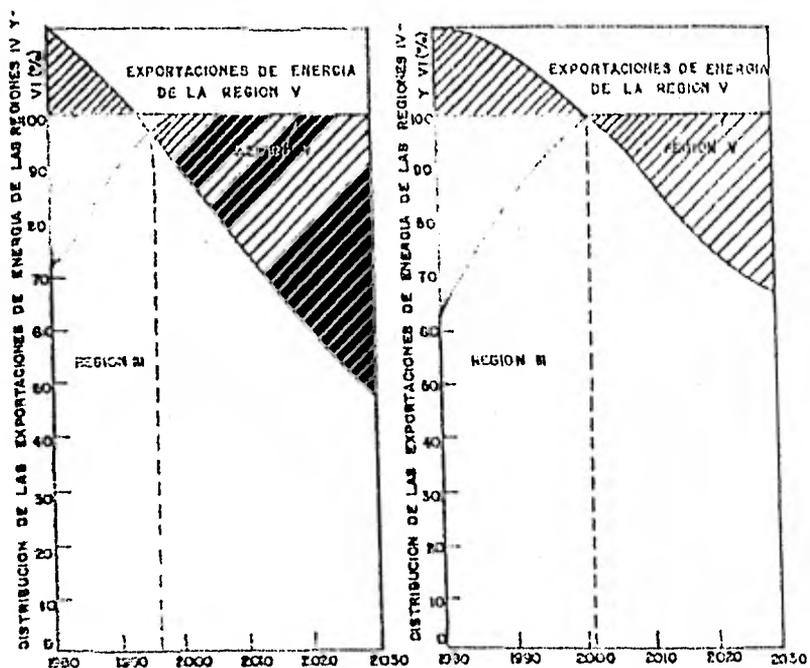


Fig. 1.10 Una brusca transición: tal es lo que nos espera, para finales de siglo, en lo concerniente a la distribución de exportaciones de energía desde los países en vías de desarrollo y ricos en recursos.

Para entonces la región V dejará de ser exportadora neta de energía (zona achurada de la parte superior izquierda de cada gráfica) para convertirse en importadora neta - - (zona achurada de la parte superior derecha de cada ilustración).

La actual competencia en la compra de petróleo entre la región I y la región III cederá el paso a una segura competencia entre la región III y V. Si para entonces la región I no logra reducir sus importaciones de petróleo - prácticamente a cero, la lucha por el suministro de importación podría endurecerse. En ambos escenarios será alrededor del año 2000.

DES REGIONES EN VÍAS DE DESARROLLO QUE HOY SON EXPORTADORAS NETAS DE PETRÓLEO SE DIVIDIRÁN EN DOS SUBCATEGORÍAS, A SABER: LA SUBCATEGORÍA FORMADA POR DOS REGIONES QUE PROSEGUIRÁN EN ESA LÍNEA DE EXPORTACIÓN Y LA SUBCATEGORÍA QUE, DE REPENTE SE TRANSFORMARÁ EN UNA GRAN IMPORTADORA DE CRUDO. Y EN SEGUNDO LUGAR, LA COMPETENCIA POR LA COMPRA DE PETRÓLEO QUE MANTENÍAN LA REGIÓN I (AMÉRICA DEL NORTE) Y LA REGIÓN III (EUROPA OCCIDENTAL, JAPÓN AUSTRALIA, NUEVA ZELANDA, SUDÁFRICA E ISRAEL) SE VERÁ RELEGADA POR UNA NUEVA COMPETENCIA ENTRE LA REGIÓN III Y EL GRUPO DE PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO INCLUIDOS EN LA REGIÓN V, DE ESCASOS RECURSOS ENERGÉTICOS. SI LA REGIÓN I NO LOGRA REBAJAR EN SU VOLUMEN SIGNIFICATIVO SUS IMPORTACIONES DE CRUDOS PARA EL AÑO 2000, LA PUGNA POR LA COMPRA DE PETRÓLEO ENTRE PAÍSES DESARROLLADOS Y PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO SE HARÁ CADA VEZ MÁS CRISPADA A PARTIR DEL AÑO 2000. ¿QUE REAJUSTES INSTITUCIONALES PODRÍAN DOMINAR ESAS DOS PRECUMIBLES TRANSICIONES EN EL MARCO DEL COMERCIO DE ENERGÍA ENTRE LAS PRINCIPALES REGIONES AL DOBLAR EL SIGLO.

#### IMPORTACIONES DE HULLA.

EUROPA OCCIDENTAL Y JAPÓN SENTIRÁN EN PLENO EL PESO DE ESOS INTERROGANTES SOBRE LA ESTABILIDAD ECONÓMI-

De repente se ... transformará en gran importadora de crudo.

La pugna por la compra de petróleo entre países desarrollados y países en vía de desarrollo se hará cada vez más crispada.

CA A MEDIO PLAZO, PROVOCADOS POR LA INCERTIDUMBRE -  
 ENERGÉTICA. EN EL ESCENARIO DE CRECIMIENTO ELEVADO,  
 PODRÍA REDUCIRSE LA DEPENDENCIA RESPECTO DE LAS IM-  
 PORTACIONES DE CRUDOS POR LOS PAÍSES DE LA REGIÓN -  
 III SI SE INSISTIERA EN LAS IMPORTACIONES DE HULLA  
 (O DERIVADOS DEL CARBÓN) Y GAS NATURAL. EN EL ESCE-  
 NARIO DE BAJO CRECIMIENTO SE OBYIAN ESAS IMPORTACIO-  
 NES ADICIONALES DE COMBUSTIBLE FÓSIL, PERO, AL ---  
 IGUAL QUE EN EL PROYECTO DE CRECIMIENTO ELEVADO, SE  
 EXIGE DE LA REGIÓN III UNA MAYOR LUCHA POR LAS IM-  
 PORTACIONES DE PETRÓLEO EN UNOS MOMENTOS CRUCIALES:  
 CUANDO, A PARTIR DEL AÑO 2000, UN CRUDO MUY COSTOSO  
 HAYA DE REPARTIRSE CON LAS REGIONES EN VÍAS DE DESA-  
 RROLLO, MUCHO MÁS NECESITADAS DEL MISMO.

### NUEVAS EXPLOTACIONES.

LA NECESIDAD APREMIANTE DE CAMBIAR A SUSTITUTOS EN  
 GRAN ESCALA DEL PETRÓLEO OBTENIDO POR VÍAS CONVEN--  
 CIONALES, COMO SE HACE PALMARIA, PLANTEA ALGUNAS --  
 INCÓGNITAS DE IMPORTANCIA EN LO RELATIVO AL MEDIO -  
 AMBIENTE. AL DOBLAR EL SIGLO SE HABRÁ DE EXPLOTAR A  
 PLENO RENDIMIENTO EL PETRÓLEO SUBYACENTE A GRANDES  
 PROFUNDIDADES MARINAS, LOS CRUDOS PESADOS Y LAS ARE-  
 NAS Y PIZARRAS BITUMINOSAS. SI DESCONTAMOS LAS BOL-  
 SAS MARINAS A GRAN PROFUNDIDAD Y POLARES, LA MAYOR  
 PARTE DE LOS HIDROCARBUROS, RECUPERABLES DE ESTE --

Podría reducirse  
 la dependencia de  
 las importaciones  
 de crudos.

Un crudo muy costo-  
 so haya de repartir-  
 se con las re-  
 giones en vías de  
 desarrollo.

Al doblar el siglo  
 se habrá de explo-  
 tar a pleno rendi-  
 miento el petróleo.

TIPO SE LOCALIZAN EN FORMACIONES NO SONDEABLES DE UN PUÑADO DE EXTENSAS CUENCAS GEOLÓGICAS. ANTES DE COMENZAR EL NUEVO MILENIO, DICHAS CUENCAS TENDRÁN QUE DESEMPEÑAR UN PAPEL ANÁLOGO AL REPRESENTADO HOY POR LOS GRANDES CAMPOS PETROLÍFEROS DEL ORIENTE MEDIO. EN EL LAPSO DE TIEMPO DE LOS PRÓXIMOS VEINTE AÑOS, EL ESCENARIO DE CRECIMIENTO ELEVADO PREVÉ UN RITMO DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DEL ORDEN DELTERA--- WATT-AÑO A PARTIR DE ESE GRUPO DE HIDROCARBUROS --- "MINEROS" QUE, EN SU FRACCIÓN MÁS IMPORTANTE PROVENDRÁ DE TRES YACIMIENTOS: LAS ARENAS BITUMINOSAS DE ATHABASCA, EN EL NORTE DE ALBERTA (CANADA), LOS CRUDOS PESADOS DEL ORINOCO (VENEZUELA) Y LAS PIZARRAS BITUMINOSAS DE GREENRIVER, EN LOS ESTADOS DE COLORADO, UTAH Y WYOMING (ESTADOS UNIDOS). LA EXPERIENCIA DEL PASADO O DEL PRESENTE NO NOS SIRVE DE PUNTO DE REFERENCIA PARA APRECIAR ADECUADAMENTE CUAL SERÁ LA INCIDENCIA AMBIENTAL LOCAL DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN INTENSIVA.

La experiencia del pasado o del presente no nos sirve de punto de referencia.

#### RAZÓN ENERGÉTICA.

AL CALCULAR LA RAZÓN ENERGÉTICA, DEFINIDA COMO LA PRODUCCIÓN ÚTIL DE ENERGÍA DIVIDIDA POR EL GASTO ENERGÉTICO INVERTIDO, DE LAS DIFERENTES PROPUESTAS ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

NO CONVENCIONALES, RESULTA QUE UN RENDIMIENTO DEL -  
 ORDEN DE 0,3 ó 0,4 TERAWATT-AÑO, CUENTA Y EXIGIRÁ -  
 UN GASTO DE COMBUSTIBLE FÓSIL DE BAJA GRADUACIÓN SU-  
 PERIOR AL 0,1 TERAWATT-AÑO. SE LIBERARÍAN AL MEDIO  
 ENORMES MASAS DE CALOR Y DE CONTAMINANTES QUÍMICOS  
 Y, SOBRE TODO, HABRÍA QUE ENFRENTARSE CON DIFICULTA-  
 DES INGENTES DE SUMINISTRO DE AGUA. EN EFECTO, OSCI-  
 LANDO SEGÚN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN, LA SIMPLE PRO-  
 DUCCIÓN DE VARIAS DÉCIMAS DE TERAWATT-AÑO DE COMBUS-  
 TIBLE FÓSIL SINTÉTICO CONSUMIRÍA DOCENAS DE METROS  
 CÚBICOS DE AGUA POR SEGUNDO. TENEMOS EL PRECEDENTE  
 DE LOS PROBLEMAS GRAVES CON QUE SE ENFRENTAN LAS TO-  
 RRES DE HIDROREFRIGERACIÓN DE LA CUENCA DEL RHIN Y  
 SUS AFLUENTES, Y ESO QUE ALLI LAS NECESIDADES DE --  
 AGUA SON MUCHO MENORES. SERÁN ASIMISMO FACTORES LI-  
 MITANTES PARA LA RECUPERACIÓN DE ESOS RECURSOS PE-  
 TROLÍFEROS NO CONVENCIONALES LA CALIFICACIÓN DEL --  
 TERRENO, LA EROSIÓN DEL PROPIO SUELO Y LA CONTAMINA-  
 CIÓN DEL AGUA. LIMITACIONES EXTERNAS QUE RIGEN TAM-  
 BIÉN PARA EL CASO DE LA EXPLOTACIÓN DE COMBUSTIBLES  
 LÍQUIDOS SINTÉTICOS EN MINAS DE CARBÓN A CIELO ---  
 ABIERTO, MÁS BARATO EN PROPORCIÓN, COMO PUEDEN SER  
 LOS EJEMPLOS DE LAS INMENSAS CUENCAS HULLERAS DE --  
 LOS ESTADOS DE LAS MONTAÑAS POCOSAS SEPTENTRIONALES  
 Y LOS DE LA REGIÓN SIBERIANA DE KANSK\_ACHINSK.

Se liberarían al  
 medio enormes ma-  
 sas de calor.

Los problemas gra-  
 ves con que se en-  
 frentan las torres  
 de hidrorrefrigera-  
 ción.

## RIESGOS DE LOS CONTAMINANTES.

MÁS ALLÁ DE ESOS PROBLEMAS LOCALES Y REGIONALES A QUE HABRÁN DE SALIR AL PASO LOS TRABAJADORES DE RECUPERACIÓN DE ESTOS NUEVOS RECURSOS DE COMBUSTIBLE FÓSIL, LOS DOS ESCENARIOS ESTUDIADOS NOS LLEVARÍAN A UN RIESGO MUNDIAL CUYA CUANTIFICACIÓN ADECUADA SE NOS ESCAPA. EL RIESGO SE CENTRA EN LA LIBERACIÓN -- DEL CARBONO CONTENIDO EN ESOS COMBUSTIBLES, QUE LO HARÍA SOBRE TODO EN FORMA DE DIÓXIDO DE CARBONO. EN LOS ÚLTIMOS VEINTE AÑOS SE HA REGISTRADO UN INCRE-- MENTO SIGNIFICATIVO EN LA CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN LA ATMÓSFERA. PARA PREDECIR LAS CONSE CUENCIAS QUE PODRÍAN RESULTAR DEL SUMINISTRO DE --- ENERGÍA PRIMARIA, LOS DOS ESCENARIOS DE INVESTIGA-- CIÓN PARTIERON DE DISTINTOS CUADROS SIMULATIVOS DE MODELOS FÍSICOS DONDE SE DESCRIBÍAN LOS EFECTOS QUE PRODUCE EL AUMENTO DE DIÓXIDO DE CARBONO ATMOSFÉRI-- CO SOBRE EL CICLO DEL CARBONO Y SOBRE EL INTERCAM-- BIO DE RADIACIÓN ENTRE NUESTRO PLANETA Y EL ESPACIO. ESOS MODELOS SIMULATIVOS NO SON DEFINITIVOS Y ELLO EXPLICA QUE ESTÉN EN MARCHA PROGRAMAS DE INVESTIGA-- CIÓN Y OBSERVACIÓN PARA MEJORAR LA BASE CIENTÍFICA A LA HORA DE ENFOCAR EL PROBLEMA DEL DIÓXIDO DE CAR-- BONO MUNDIAL.

El riesgo se cen-- tra en la libera-- ción del carbono.

Los efectos que - produce el aumen-- to del dióxido de carbono atmosféri-- co.

## EL FACTOR ECONÓMICO.

HAY POR ÚLTIMO OTRO FACTOR LIMITANTE, ÉSTE DE ORDEN ECONÓMICO, QUE PUDIERA CONDICIONAR LA OFERTA DE --- ENERGÍA MUNDIAL EN EL FUTURO. NACE DE LA DISTRIBU--- CIÓN GEOGRÁFICA, UN TANTO HETEROGÉNEA, DEL CONJUNTO DE LOS RECURSOS DE COMBUSTIBLE FÓSILES. DEBERÁ IN--- VERTIRSE GRAN PARTE DEL PNB\* AGREGADO MUNDIAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA QUE SOPORTE LA - EXPLOTACIÓN DE ENERGÍA; Y ELLO EN LOS DOS ESCENA--- RIOS DE CRECIMIENTO. QUIZÁ LLEGUEMOS A UNOS NIVELES DE INVERSIÓN SUFICIENTES, PERO LES RESULTARÁ ELLO - MUY DIFÍCIL A LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO. AL PROMEDIAR LAS INVERSIONES DE ENERGÍA EN LAS REGIO--- NES, TAL COMO HEMOS HECHO, SE TIENDE A PERDER DE -- VISTA EL AUMENTO DEL VOLUMEN DE CAPITAL QUE TENDRÁ QUE CRUZAR LAS FRONTERAS NACIONALES PARA DESARRO--- LLAR LAS GRANDES CUENCAS DE RECURSOS, AL OBJETO DE PRODUCIR MÁS ENERGÍA DE COMBUSTIBLE FÓSIL.

## ADMINISTRACIÓN FISCAL.

LA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA SOLA DE ESAS --- GRANDES CUENCAS, EN LOS PRÓXIMOS VEINTE AÑOS, COSTA RÁ NO YA MILES DE MILLONES DE DÓLARES, SINO CIENTOS DE MILES DE MILLONES DE DÓLARES. COMO LLEGAR A ATE--- SORAR Y CONTROLAR ESAS CIFRAS DE DINERO VA A SUPO---

\*PNB: "PRODUCTO NACIONAL BRUTO".

Se tiende a perder de vista el aumento de volumen de capital.

Cómo llegar a atesorar y controlar esas cifras de dinero.

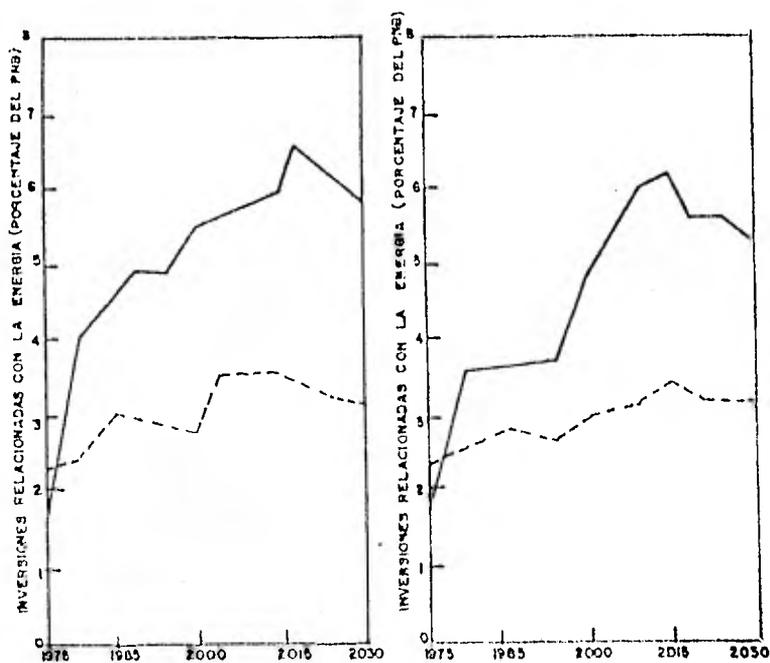


Fig. 1.11 Inversiones directas e indirectas necesarias para crear los sistemas de producción de energía en las regiones en vías de desarrollo (curvas continuas), tales desembolsos exigirán una proporción del PNB agregado de estas regiones mayor que las correspondientes inversiones necesarias en las regiones desarrolladas (curvas punteadas). Tanto en el escenario de elevado crecimiento (izquierda) como en el de bajo crecimiento (derecha) se promediaron las inversiones necesarias en las dos clases de región, con el objeto de minimizar las elevadas cantidades de capital que habrán de cruzar las fronteras para desarrollar las cuentas de recursos de combustible fósil.

NER, SIN DUDA, UNOS MALABARISMOS FISCALES QUE HOY -  
 POR HOY DESCONOCEN HASTA LAS PRINCIPALES ECONOMÍAS  
 DE LOS ESTADOS MÁS AVANZADOS.

HABIDA CUENTA DE SU DIFÍCIL SITUACIÓN, LOS PAÍSES -  
 EN VÍAS DE DESARROLLO FOMENTARÁN LA EXPLOTACIÓN DE  
 FUENTES RENOVABLES LOCALES EN LA MEDIDA QUE LES RE-  
 SULTE PRÁCTICO. SÓLO LES RESTA A ESAS NACIONES, CO-  
 MO PRINCIPAL FUENTE ENERGÉTICA RENOVABLE, LA LEÑA Y  
 LA MATERIA BIOLÓGICA SÓLIDA SIMILAR (BIOMASA). LA  
 LEÑA SIGUE EMPLEÁNDOSE MUCHO COMO COMBUSTIBLE EN --  
 ESTOS PAÍSES DONDE CUBRE UNA FRACCIÓN IMPORTANTE DE  
 SUS NECESIDADES ACTUALES EN ENERGÍA.

La leña sigue em-  
 pleándose mucho -  
 como combustible.

#### FUENTES RENOVABLES.

PARA PONER DE MANIFIESTO EL ALCANCE LIMITADO DE ---  
 ESAS FUENTES RENOVABLES COMPAREMOS LA DENSIDAD NATU  
 RAL DE OFERTA DE ENERGÍA CON LA DENSIDAD ACTUAL O -  
 ESPERADA DE LA DEMANDA DE LA MISMA. LA RECUPERACIÓN  
 DE CIERTAS FRACCIONES DE FLUJOS DE ENERGÍA NATURAL  
 EN EL MEDIO RESULTA EN DENSIDADES ESPECÍFICAS DE CA  
 PACIDAD ENERGÉTICA, QUE PODEMOS EXPRESAR EN TÉRMI--  
 NOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA POR AÑO Y POR ÁREA --  
 GEOGRÁFICA. TAN SÓLO EN LOS CASOS MÁS FAVORABLES TA  
 LES DENSIDADES DE SUMINISTRO PODRÍAN SUPERAR LAS --

Producción de ener  
 gía por año y por  
 área geográfica.

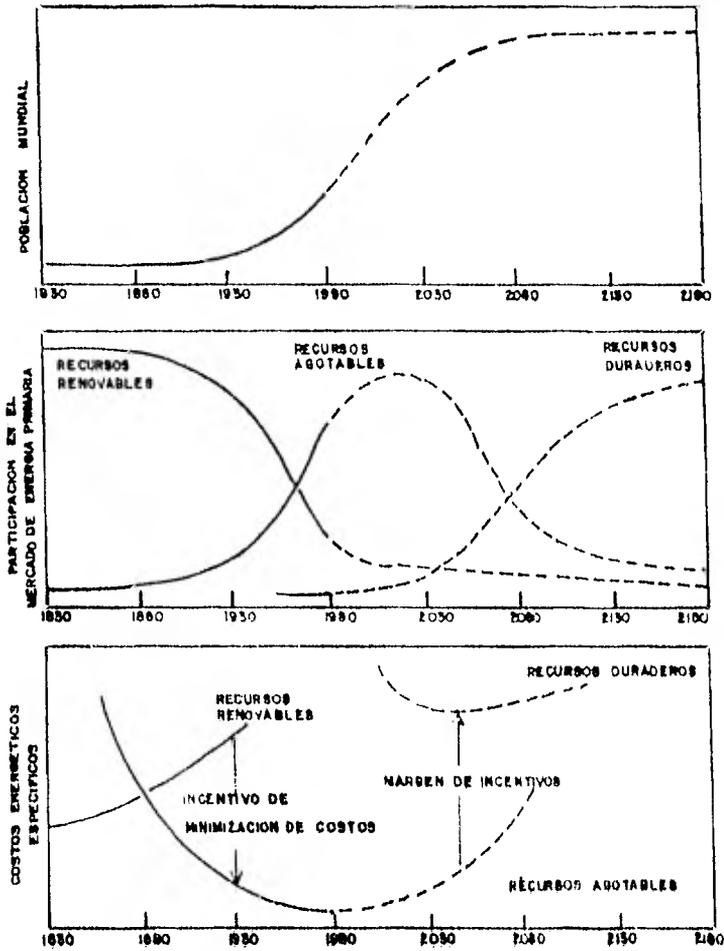


Fig. 1.12 'Margen de Incentivo'.

En esta serie de gráficos ideales, el margen de incentivo se sitúa cronológicamente en el contexto de la -- tendencia de la población mundial (arriba), la sustitución de forma de energía primaria (centro) y los -- costos energéticos específicos de las tres principales categorías de formas de energía primaria (abajo). Las escalas verticales de los tres gráficos son arbitrarias.

DENSIDADES DE DEMANDA QUE HEMOS ACOTADO PARA LAS REGIONES CARTOGRAFIADAS, EN LOS DOS ESCENARIOS DE CRECIMIENTO. NI SIQUIERA PODRÍAN ABASTECER LAS ACTUALES DENSIDADES DE DEMANDA DE LOS NÚCLEOS URBANOS.

LOS ESCENARIOS ATRIBUYEN EN TOTAL, CASI EL 10 POR CIENTO DEL SUMINISTRO MUNDIAL PROYECTADO A LAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES. ELLO VENDRÍA A REPRESENTAR, PARA EL AÑO 2030, ENTRE DOS Y CUATRO TERAWATT-AÑO, UN VALOR QUE SE APROXIMA A LAS ESTIMACIONES DE MÁXIMA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DE TODAS LAS FUENTES DE RECURSOS LIMITADOS EN LA MAYORÍA DE LAS NACIONES EN VÍAS DE DESARROLLO.

#### EXPLORACIÓN DE LA BIOMASA.

POR CONSIGUIENTE, HAY QUE PRESUMIR UNA EXPLORACIÓN AMPLIA DE TODA LA BIOMASA EN CANTIDADES APRECIABLES. PERO ESA PERSPECTIVA PLANTEA CUESTIONES INMEDIATAS DE ESTABILIDAD ECOLÓGICA, EROSIÓN DEL SUELO, NECESIDADES DE AGUA Y ALTERACIONES MUNDIALES DEL CLIMA. LOS RESULTADOS ACUMULADOS QUE PROVOCARÍAN LA EXTENSIÓN DE LA AGRICULTURA, LA PRODUCCIÓN BIOENERGÉTICA Y LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA HASTA EL LÍMITE DE SUS CAPACIDADES NATURALES TRANSFORMARÍAN LA FAZ DE LA TIERRA EN LAS PRÓXIMAS DÉCADAS. NO SABEMOS DONDE ESTÁ EL TECHO QUE SIRVA DE REFERENCIA -

Una explotación amplia de toda la biomasa.

Transformarían la faz de la tierra en las próximas décadas.

PARA ESAS TRANSFORMACIONES ECOLÓGICAS,

LA CONTEMPLACIÓN DE LA PROYECCIÓN DE COMO EL MUNDO PODRÍA EQUILIBRAR LA OFERTA Y LA DEMANDA DE ENERGÍA EN LAS PRÓXIMAS DOS A CINCO DÉCADAS SUSCITA UNOS -- PLANTEAMIENTOS QUE AFECTAN A LA INTERFASE ENTRE LA POLÍTICA Y LA TÉCNICA. ESOS PLANTEAMIENTOS VIENEN - PROVOCADOS POR LA FALTA DE ACUERDO ENTRE "LO QUE DEBERÍA SER" Y "LO QUE SERÁ",

Lo que debería ser.

ESCASEZ ENERGÉTICA,

NO CABE LA MENOR DUDA DE QUE PRONTO HABRÁ MÁS HABITANTES EN EL MUNDO DE LOS QUE PODRÍAN MANTENER LOS TRADICIONALES RECURSOS RENOVABLES DE ENERGÍA. Y --- ELLO SERÁ CIERTO AÚN CUANDO LA MAYORÍA HUBIERA DE - RENUNCIAR AL BIENESTAR MATERIAL DE QUE GOZAN HOY -- LOS PAÍSES AVANZADOS. ESTOS PAÍSES DESARROLLADOS TU VIERON QUE ABANDONAR LAS FUENTES RENOVABLES POR COMBUSTIBLE FÓSIL, EN SU PROGRESO HACIA LA INDUSTRIALIZACIÓN, CUANDO SUS EXIGENCIAS DE ENERGÍA COMENZARON A SUPERAR LOS SUMINISTROS LOCALES. A ELLO SE DEBIÓ EN GRAN PARTE LA PRONTA TRANSICIÓN DE LA LEÑA A LA HULLA EN EUROPA OCCIDENTAL Y LOS ESTADOS UNIDOS, LA DEPENDENCIA DE ESTOS PAÍSES RESPECTO DEL PETRÓLEO, EL GAS NATURAL Y EL CARBÓN ES UN FENÓMENO YA DE CARÁCTER MUNDIAL. PUESTO QUE LOS RECURSOS RECUPERA---

La mayoría hubiera de renunciar al -- bienestar material de que gozan hoy - los países avanzados.

BLÉS MUNDIALES DE COMBUSTIBLE FÓSIL PARECEN SER BASTANTE GRANDES, LOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS PODRÍAN DISPONER, EN PRINCIPIO, DE ENERGÍA SUFICIENTE POR MÁS DE CIENTO AÑOS; Y ELLO AÚN CUANDO LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO LEVANTARAN GRADUALMENTE UNA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA MODERNA Y SE FUERAN INCORPORANDO AL REPARTO DE ESOS SUMINISTROS. EN LA DÉCADA DE 1960 SE PUSO DE MODA PRONOSTICAR QUE HABRÍA SUFICIENTE COMBUSTIBLE FÓSIL PARA PERMITIR EL DESARROLLO A TIEMPO DE FUENTES DE ENERGÍA QUE NO FUERAN DE RECURSOS LIMITADOS, LA ENERGÍA NUCLEAR Y LA ENERGÍA SOLAR DIRECTA POR EJEMPLO.

### EL CAMBIO DE ENERGÉTICO.

LO QUE PARECE HABER INVERTIDO EL CUADRO DE LAS PREVISIONES ENERGÉTICAS EN LA DÉCADA SIGUIENTE (1970) FUE UN PEQUEÑO DESPLAZAMIENTO EN LAS TENDENCIAS QUE TODAVÍA NO ACABA DE VERSE CLARO. ASÍ POR EJEMPLO, EL TRÁNSITO DE UNA ENERGÍA COMBUSTIBLE FÓSIL A OTRA NUCLEAR SE BARRUNTA COMO UNA MONTAÑA A CUYA CIMA COSTARÁ MUCHO DINERO Y MUCHO ESFUERZO LLEGAR. ESA TENDENCIA CONTRASTA SORPREDENTEMENTE CON LA EXPERIENCIA ANTERIOR DE DESCENSO EN LOS COSTES QUE ACOMPAÑÓ AL PASO DE FUENTES ENERGÉTICAS RENOVABLES A COMBUSTIBLES FÓSILES. NO SON FÁCILES DE PREVER QUÉ CONSECUENCIAS FINALES DERIVARÁN DE ESOS CAMBIOS; --

La dependencia de estos países respecto del petróleo.

Fuentes de energía que no fueran de recursos limitados.

El tránsito de una energía combustible fósil a otra nuclear.

PORQUE DEPENDERÁN DE CÓMO SE RESUELVE UN CONFLICTO ENTRE PRINCIPIOS DE ECONOMÍA QUE HOY SE REPUTAN VÁLIDOS; LA REDUCCIÓN DE COSTOS HASTA EL MÍNIMO POSIBLE Y LA CONQUISTA DE MERCADOS A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.

#### SUBIDA DE PRECIOS.

UN PRIMER AVISO DE ESE DILEMA NOS LLEGA DE LA HISTORIA RECIENTE DEL MERCADO DEL PETRÓLEO. LA SUBIDA -- VERTIGINOSA DE LOS PRECIOS DE TODOS LOS TIPOS DE -- ENERGÍA EMPIEZA A JUSTIFICAR ECONÓMICAMENTE LA INTRODUCCIÓN DE PRODUCTOS ENERGÉTICOS MÁS CAROS Y TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN. PERO LOS COSTOS REALES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SIGUEN SIENDO BAJOS. LA DIFERENCIA ECONÓMICA ENTRE PRECIO DE LA ENERGÍA Y COSTO DE PRODUCCIÓN, APROPIADA EN FORMA DE BENEFICIOS EXTRAORDINARIOS POR QUIENES TIENEN EL CONTROL DE LOS PRECIOS, NO SE APLICA EN ABSOLUTO PARA DESARROLLAR NUEVAS FUENTES PRODUCTORAS ACORDE CON ESOS NIVELES NUEVOS DE PRECIOS. DE ESTE MODO, LOS PAÍSES DE LA OPEP DESTINAN SU RENTA EXCEDENTE DEL PETRÓLEO AL DESARROLLO DE SUS ECONOMÍAS NACIONALES; LOS GOBIERNOS DE LOS PAÍSES DESARROLLADOS ESTÁN FINANCIANDO SUS INVERSIONES PÚBLICAS COMO LOS ROYALTIES O LOS IMPUESTOS DE ENERGÍA, FOMENTANDO EL CONSUMO PARA ASÍ FACILITAR EL CRECIMIENTO ECONÓMICO A TRAVÉS DE LA --

Los costos reales de producción de energía siguen siendo bajos.

Destinan su renta excedente del petróleo al desarrollo de sus economías nacionales.

REDISTRIBUCIÓN SOCIAL. EN EL MARCO DE ESTA SITUACIÓN, PODEMOS CONTEMPLAR LA ELEVACIÓN DE LOS PRECIOS DE LA ENERGÍA COMO EL MEDIO DE REDISTRIBUCIÓN DE LOS BENEFICIOS DE UNA ALTA PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL. MIENTRAS LOS COSTOS REALES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SIGAN SIENDO BAJOS, NO HABRÁ RAZÓN PARA FRE-  
NAR CON DECISIÓN LA EXPANSIÓN MUNDIAL DE UNA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE FUERTE GASTO ENERGÉTICO.

Medio de redistribución de los beneficios de una alta productividad industrial.

#### NUEVAS INVERSIONES.

LAS INVERSIONES DE LOS PRÓXIMOS AÑOS EN EL CAMPO DE LA ENERGÍA SE ENCAMINARÁN HACIA LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE SEGUNDA FILA. EL PRINCIPIO DE MINIMIZACIÓN DE LOS COSTOS CONDUCE PRIMERO, AL AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO, FÁCILES DE EXPLOTAR Y QUEMAR. A PESAR DE QUE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES NO CONVENCIONALES LLEGARÁN A SER RENTABLES CON EL TIEMPO, SI LOS COMPARAMOS CON LA ENERGÍA NUCLEAR Y LA ENERGÍA SOLAR, LA CONSECUENCIA DE ESA META NO FACILITARÁ EL RÁPIDO DESARROLLO DEL STOCK FIJO DE CAPITAL QUE SUPONEN ESOS RECURSOS DURADEROS. CUANDO MENOS RENTABLE SEA LA BASE DONDE HAYA DE OPERAR LA VIEJA INFRAESTRUCTURA, MÁS REMOTA SERÁ LA POSIBILIDAD DE INSTALAR UNA NUEVA INFRAESTRUCTURA QUE RINDA HOYDÍA MENOS. EN RESUMEN, EL PASO HACIA FUENTES DE ENERGÍA

El principio de minimización de costos.

DURADERAS, EL REACTOR NODRIZA, LA ENERGÍA SOLAR DIRECTA Y LA FUSIÓN NUCLEAR. POR EJEMPLO, SE VISLUMBRA MUCHO MÁS DIFÍCIL A MEDIDA QUE AVANZA EL TIEMPO.

#### PROCESO MUNDIAL DE DESARROLLO.

DE RESULTAR ESTO ÚLTIMO CIERTO, HABRÁ QUE ENTENDER EL PROCESO MUNDIAL DE DESARROLLO COMO UNA CARRERA CONTRA RELOJ. SÓLO PODRÁ GANARSE UNA VEZ QUE LAS REGIONES QUE DISPONEN DE UNA ELEVADA PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL Y LAS REGIONES QUE POSEEN RECURSOS BARATOS LIMITADOS COMBINEN SUS DISTINTOS TIPOS DE RIQUEZA PARA SUFRAGAR LO QUE PUDIÉRAMOS LLAMAR EL PUNTO DE PARTIDA DE FUENTES DE ENERGÍA DURADERAS. ESA LABOR DE BASE NO SERÁ NUNCA UNA OPERACIÓN DE COSTO MÍNIMO. LA TRANSICIÓN DE FUENTES RENOVABLES A OTRAS DURADERAS, CUYOS PRIMEROS PASOS SE ESBOZARON EN LOS ESCENARIOS DE CRECIMIENTO RECUERDAN, POR PARALELISMO EL SALTO QUE DIÓ LA HUMANIDAD EN EL NEOLÍTICO, ES DECIR, EL PASO DE UN SISTEMA DESUBSISTENCIA FUNDADO EN LA CAZA Y RECOLECCIÓN A OTRO SISTEMA FUNDADO EN LA GANADERÍA Y LA AGRICULTURA. EN ESTE MOMENTO TENEMOS COMBUSTIBLES FÓSILES PARA FACILITAR LA TRANSICIÓN, PERO DISPONEMOS DE UN TIEMPO MUCHO MENOR DEL QUE DISPUSIERON NUESTROS ANTEPASADOS. EL PASO A FUENTES DE ENERGÍAS DURADERAS -REACTORES NODRIZA, ENERGÍA SOLAR Y FUSIÓN NUCLEAR- NO PUEDE RETRASARSE

Carrera contra reloj.

El punto de partida de fuentes de energía duraderas.

HASTA EL MOMENTO EN QUE EL MUNDO HAYA CONSUMIDO YA SU LEGADO ENERGÉTICO.

### 1.2.3 RECURSOS NATURALES UTILIZADOS COMO ENERGETICOS.

UNO DE LOS PRINCIPALES RECURSOS ENERGÉTICOS USADOS A NIVEL MUNDIAL ES EL PETRÓLEO. SIN EMBARGO, EN CIFRAS ABSOLUTAS, EL CONSUMO DE PETRÓLEO EN AMÉRICA LATINA NO ES MUY ALTO, PUESTO QUE SÓLO LE CORRESPONDIÓ UN 5.6% DEL CONSUMO MUNDIAL DE PETRÓLEO EN 1965, UN 6.3% EN 1971 Y EN 1980 LE CORRESPONDIÓ UN 6.8%; TAN REDUCIDOS PORCENTAJES REFLEJAN LA PARTICIPACIÓN COMPARATIVAMENTE PEQUEÑA DE AMÉRICA LATINA EN EL INGRESO MUNDIAL, LA PROPORCIÓN RELATIVAMENTE ELEVADA DE ACTIVIDADES NO INDUSTRIALES EN SU ECONOMÍA, LA DIFUNDIRA UTILIZACIÓN DE TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN QUE NECESITAN COMPARATIVAMENTE POCAS ENERGÍA Y LA PARTICIPACIÓN RELATIVAMENTE ELEVADA DE LOS COMBUSTIBLES VEGETALES EN BASE ENERGÉTICA DE LA REGIÓN.

Participación comparativamente pequeña de América Latina en el ingreso mundial.

#### CARBÓN MINERAL.

LAS RESERVAS MEDIDAS SE ESTIMAN EN 4,100 M.T. Y LAS POTENCIALES EN 60,000 M.T., SIENDO LA PRODUCCIÓN DEL ORDEN DE 1.2 M.T. ANUALES, MÉXICO CUENTA CON GRANDES YACIMIENTOS DE ESTE MINERAL.

## LIMITACIONES.

PODEMOS ASEGURAR QUE PARA FINALES DE SIGLO, CUANDO EL PETRÓLEO EMPIECE A ESCASEAR, TENDREMOS AÚN SUFICIENTES RESERVAS DE CARBÓN PARA LOS 200 AÑOS SIGUIENTES. AUNQUE ES VERDAD QUE ESAS RESERVAS DE CARBÓN DURARÁN ALGUNOS SIGLOS MÁS, HAY CRITERIOS ADICIONALES COMO LOS MENCIONADOS ANTERIORMENTE, QUE ACONSEJAN UNA LIMITACIÓN RAZONABLE DEL CONSUMO DE CARBÓN Y DE UN MAYOR USO DE LA ENERGÍA SOLAR DIRECTA Y OTROS COMBUSTIBLES. LA INCOMODIDAD EN EL USO DE CARBÓN QUEDA DEMOSTRADA POR EL HECHO DE QUE, EN LA ACTUALIDAD, ES MUCHO MENOS USADO QUE EL PETRÓLEO, A PESAR DE QUE ES MUCHO MÁS BARATO POR UNIDAD DE ENERGÍA.

EL PRINCIPAL INCONVENIENTE EN EL USO DE CARBÓN SON SUS EFECTOS AMBIENTALES. CUANDO SE QUEMA CARBÓN SE EMITE SULFURO EN FORMA DE  $SO_x^*$  EL CUAL REACCIONA CON EL AGUA. EL ÁCIDO RESULTANTE ES EL ELEMENTO PRINCIPAL DE LA POLUCIÓN Y ES TAMBIÉN PERJUDICIAL PARA LA SALUD. LAS REGULACIONES DE POLUCIÓN DE ESTADOS UNIDOS DE 1970, LAS CUALES SON SEGURAMENTE MÁS ESTRICTAS QUE LAS DE LOS DEMÁS PAISES, LIMITAN EL CONTENIDO DE SULFURO DE CARBONO A UN 0,7%; ÉSTO VA ASOCIADO A UNA EMISIÓN DE  $SO_x$  DE 40 KG. POR KG PARA UNA

Reservas de carbón para los 200 años siguientes.

El ácido resultante es el elemento principal de la polución.

\* $SO_x$  (X = 1, 2, 3 ó 4, dependiendo de las condiciones físicas en las que se realice la combustión, se puede dar cualquiera de estos radicales).

CENTRAL DE ENERGÍA TRABAJANDO AL 80% DEL AÑO. EN -- 1965 LAS CENTRALES DE ENERGÍA DE COMBUSTIÓN DE CARBÓN EN ESTADOS UNIDOS ENVIARON A LA ATMÓSFERA 12 MILLONES DE TONELADAS DE  $SO_x$  (46% DE LA LIBERACIÓN DE  $SO$  EN LOS ESTADOS UNIDOS), 7 VECES MÁS QUE LA CANTIDAD PERMITIDA POR LAS LEYES DE 1970. A DIFERENCIA DEL PETRÓLEO, EL CARBÓN NO PUEDE SER REFINADO Y POR LO TANTO NO SE LE PUEDE EXTRAER EL AZUFRE ANTES DE LA COMBUSTIÓN.

Enviaron a la atmósfera 12 millones de toneladas de  $SO_x$

#### CONTROL DE EMISIONES.

SIN EMBARGO, ES TÉCNICAMENTE FACTIBLE APLICAR EQUIPOS DE CONTROL A LOS GASES DE EXPULSIÓN DE LAS CENTRALES DE COMBUSTIÓN DE CARBÓN, PERO ESTE EQUIPO NO ESTÁ TODAVÍA COMPLEMENTAMENTE DESARROLLADO; EL EXTENSO USO DE DEPURADORES SUPONDRÍA UNA PÉRDIDA DE ENERGÍA DE UN 5%, ASÍ COMO IMPORTANTES COSTOS DE INSTALACIÓN. ADEMÁS, LOS PROBLEMAS DE RESIDUOS AUMENTARÍA EL RESIDUO FORMADO EN ESTADOS UNIDOS DURANTE ESTOS 20 AÑOS CUBRIRÍA  $500 \text{ km}^2$ , DE SUPERFICIE CON UNA PROFUNDIDAD DE  $1,5 \text{ m}$ .

Supondría una pérdida de energía de un 5 por ciento.

TAL COMO SE HA DICHO ANTES, EL COSTO DEL CARBÓN ACTUALMENTE ES RELATIVAMENTE BARATO, PERO ÉSTE ESTÁ DESTINADO A CAMBIAR CON EL FUTURO.

HASTA FINALES DE LOS SESENTA, EL COSTO DE CARBÓN --  
 PROCEDENTE DE LAS MINAS FUE RELATIVAMENTE ESTABLE.  
 ESTO PUDO SER POSIBLE POR EL CONTINUO INCREMENTO DE  
 LA PRODUCCIÓN POR TURNO DE TRABAJO: EL COSTO DEL --  
 CARBÓN HA AUMENTADO CONSTANTEMENTE DEBIDO A LA MECA  
 NIZACIÓN DEL TRABAJO Y A LA PROTECCIÓN CONTRA ACCI-  
 DENTES Y SILICOSIS DE LOS MINEROS, POR LO QUE ES DI  
 FÍCIL AUMENTAR EL RENDIMIENTO POR TURNO DE TRABAJO  
 QUE PUEDA COMPENSAR EL COSTO DE LAS MEDIDAS DE SEGU  
 RIDAD E HIGIENE.

El costo del car-  
 bón ha aumentado  
 constantemente.

LA EXPLOTACIÓN DE CARBÓN PODRÍA SER INDUDABLEMENTE  
 MÁS CONVENIENTE TRANSFORMÁNDOLO EN GAS SINTÉTICO Y  
 PETRÓLEO LÍQUIDO. LAS VENTAJAS SON ÉSTAS: LOS POLU-  
 TANTES PODRÍAN SER EXTERMINADOS DURANTE O DESPUÉS -  
 DEL PROCESO; EL TRANSPORTE SERÍA MÁS SIMPLE Y MÁS -  
 BARATO Y LOS PRODUCTOS LÍQUIDOS SERÍAN MÁS FÁCILES  
 DE USAR QUE EL MISMO CARBÓN.

Los polutantes po-  
 drían ser extermi-  
 nados.

#### COMBUSTIBLES VEGETALES.

ESTE TIPO DE COMBUSTIBLES IMPLICA UN PORCENTAJE BAS  
 TANTE SIGNIFICATIVO DE LA BASE ENERGÉTICA DE LAS RE  
 GIONES, CON EL AGRAVANTE DE QUE SU UTILIZACIÓN IN--  
 DISCRIMINADA REPRESENTA LA DESTRUCCIÓN MASIVA DE UN  
 GRAN VALOR ECOLÓGICO Y ENERGÉTICO COMO ES LA MASA -  
 FORESTAL DE AMÉRICA LATINA.

## LOS REACTORES NUCLEARES.

### ENERGÍA PROCEDENTE DE LOS REACTORES NUCLEARES.

UN REACTOR TRABAJANDO EN CONDICIONES NORMALES ES -- EXTREMADAMENTE LIMPIO. EN ALGUNAS CENTRALES ES POSIBLE QUE HAYA TORRES MUY ALTAS EMITIENDO GRAN CANTIDAD DE VAPOR Y HUMEDAD PERO SIN QUE EXISTA EMISIÓN ALGUNA DE POLULANTES QUÍMICOS. EL 68% DEL CALOR DEL REACTOR ES DESECHADO EN FORMA DE PÉRDIDAS DE CALOR. LAS CENTRALES DE 5,00 MW ESTÁN NORMALMENTE ENCLAVADAS FUERA DEL CENTRO DE LAS CIUDADES, ASÍ QUE NO ES POSIBLE APROVECHAR LAS PÉRDIDAS DE CALOR DE LAS MISMAS PARA CALEFACCIÓN DOMÉSTICA, ETC. EN VEZ DE ÉSTO SE USAN GRANDES CANTIDADES DE AGUA PARA ENFRIAMIENTO. POR LO TANTO, LAS CENTRALES NUCLEARES SE INSTALAN CERCA DE LOS RÍOS Y MARES. DEBIDO A QUE MUCHOS REACTORES SON PROYECTADOS PERO SOLAMENTE LOS GRANDES RÍOS PUEDEN SER UTILIZADOS, UN GRAN NÚMERO DE REACTORES SE CONSTRUIRÁN EN EL MISMO RÍO. EN LOS RÍOS TALES COMO EL RHIN Y EL RÓDANO EN EUROPA, LA TEMPERATURA DEL AGUA SE ELEVARÍA A LOS 30°C., ÉSTO PONDRÍA EN PELIGRO LA POBLACIÓN DE LOS PECES QUE HASTA EL MOMENTO HAN RESISTIDO OTRAS CLASES DE POLUCIÓN.

Se usan grandes cantidades de agua para enfriamiento.

La temperatura del agua se elevaría a los 30°C.

EN CUANTO A LOS REACTORES INSTALADOS EN EL MAR, SE USAN PRODUCTOS QUÍMICOS PARA POLUCIONAR EL AGUA CA-

LIENTE QUE RODEA LA PLANTA CON EL FIN DE EVITAR LA PROLIFERACIÓN DE ALGAS Y OTRAS ESPECIES QUE DIFICULTARÍAN LA FLUENCIA DEL AGUA DE REFRIGERACIÓN.

#### CONTAMINACIÓN RADIATIVA.

JUNTO CON LA POLUCIÓN TÉRMICA DEBERÍAMOS CONSIDERAR LOS PROBLEMAS ASOCIADOS A LA MANIPULACIÓN DE LA RADIATIVIDAD. NINGÚN SENTIDO HUMANO DETECTA LA RADIATIVIDAD, POR LO TANTO, EXCEPTO QUE LOS EMPLEADOS ESTÉN PROVISTOS DE DETECTORES NUCLEARES, ELLOS ESTÁN SIN PROTECCIÓN ALGUNA FRENTE A ESTE PELIGRO.

HOY EN DÍA LAS RADIACIONES DEL TRITIO Y CRIPTÓN (CESAN EN UN PERIODO DE 10-11 AÑOS), SON SIMPLEMENTE ENVIADAS AL AIRE; Y OTROS RESTOS RADIATIVOS EN PEQUEÑAS CANTIDADES SE DEPOSITAN EN LOS RÍOS O MARES. ANTERIORMENTE, CUANDO SÓLO FUNCIONABAN UNOS POCOS REACTORES, EL VOLUMEN TOTAL DE PÉRDIDAS ERA MUY PEQUEÑO. LA SITUACIÓN CAMBIARÁ EN EL FUTURO SI SE CONSTRUYEN MÁS PLANTAS, HASTA AQUÍ, NADIE HA INVESTIGADO LA POSIBILIDAD DE BAJAR EL NIVEL DE MATERIA RADIATIVA CONCENTRADA EN LA VEGETACIÓN, ASÍ SE EVITARÍA EL PELIGRO QUE CORRE LA SALUD DEL HOMBRE A TRAVÉS DEL CICLO ALIMENTICIO. LA EXPERIENCIA OBTENIDA EN EL PASADO CON LA POLUCIÓN DEL MERCURIO CONCE

Ningún sentido humano detecta la radioactividad

Restos radioactivos en pequeñas cantidades se depositan en los ríos o mares.

La polución de mercurio concentrado en los peces.

TRADO EN LOS PECES, QUE CAUSÓ GRANDES TRASTORNOS A LA HUMANIDAD, NOS DEMUESTRA CLARAMENTE QUE LOS PROCESOS DE CONCENTRACIÓN EN LA NATURALEZA SON INADECUADOS.

#### VIDA MEDIA DE LOS REACTORES NUCLEARES.

IMPORTANTES PROGRAMAS DE ENERGÍA NUCLEAR SE ESTÁN IMPLANTANDO ACTUALMENTE AUNQUE EL PROBLEMA DE LA DEPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS EXTREMADAMENTE PELIGROSOS QUEDAN SIN RESOLVER; ESTOS RADIOISÓTOPOS, TIENEN UNA VIDA MEDIA DE MÁS DE 100,000 AÑOS; OTROS DE LOS PROBLEMAS ES EL DESMONTE DE LAS CENTRALES NUCLEARES CUANDO ÉSTAS YA HAN TERMINADO SUS SERVICIOS, EL COSTO DE ESTE TRABAJO PARECE SER TAN PROHIBITIVO, Y HAY QUE PENSAR EN ABANDONAR LOS REACTORES "INVERTOS" EN SUS PUESTOS RESPECTIVOS. DE ESTA MANERA, ESTOS MONUMENTOS PARA EL FUTURO SEGUIRÁN SIENDO PELIGROSOS DURANTE GENERACIONES.

Estos monumentos para el futuro seguirán siendo peligrosos durante generaciones.

LOS REACTORES PRODUCEN PLUTONIO CON EL CUAL SE CONSTRUYEN LAS BOMBAS ATÓMICAS Y ÉSTA ES LA RAZÓN POR LA QUE LOS PAÍSES POSEEDORES DE LA TECNOLOGÍA DE LOS REACTORES TIENDEN A LIMITAR SU TRANSFERENCIA A OTROS PAÍSES.

## CONTROL DEL COMBUSTIBLE ATÓMICO.

EXISTEN TAMBIÉN RIESGOS HUMANOS. SÓLO ALGUNOS KG. - DE PLUTONIO SE NECESITAN PARA FABRICAR LA BOMBA ATÓMICA, POR TAL MOTIVO SE NECESITA UN ESTRICTO CONTROL EN LOS DIVERSOS PUNTOS DONDE ESTE ELEMENTO DEBA SER COLOCADO Y MANEJADO. POR OTRO LADO EXISTIRÍA EL RIESGO DE LA SUBSTRACCIÓN CLANDESTINA.

Existiría el riesgo de la substracción clandestina.

A PESAR DE TODOS ESTOS INCONVENIENTES LAS CENTRALES DE ENERGÍA NUCLEAR TIENEN MUCHAS VENTAJAS; EL URANIO ES UNO DE LOS COMBUSTIBLES MÁS BARATOS DEL MERCADO. AUNQUE EL PROCESO (CONVERSIÓN, ENRIQUECIMIENTO, FABRICACIÓN Y REPROCESO) TIENE UN RENDIMIENTO DEL 60% Y NECESITA UNA ENERGÍA DE ENTRADA EQUIVALENTE AL 10% DE SU VALOR EN CALOR, EL COSTO DE URANIO PERMANECE VENTAJOSO. EL URANIO ES UNA FUENTE DE ENERGÍA EXTREMADAMENTE COMPACTA Y DE FÁCIL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO EN GRANDES CANTIDADES.

El uranio es uno de los combustibles más baratos del mercado.

CONVIENE REPETIR QUE LOS REACTORES NUCLEARES NO OFRECEN UNA SOLUCIÓN A LARGO PLAZO A LOS PROBLEMAS MUNDIALES DE LA ENERGÍA. AL RITMO DE EXTRACCIÓN ACTUAL LAS RESERVAS NO DURARÁN MÁS QUE LAS DEL PETRÓLEO Y POSIBLEMENTE SE AGOTARÁN TAMBIÉN A FINALES DE SIGLO.

EL USO DE LA ENERGÍA NUCLEAR ESTÁ RESTRINGIDO EN --  
ALGUNOS PAÍSES Y LIMITADO EN EL TIEMPO; ASÍ, NO PER  
JUDICARÁ AHORA EL DESARROLLO DE LA CONVERSIÓN DE LA  
ENERGÍA SOLAR Y SU AMPLIA UTILIZACIÓN EN EL FUTURO.  
EN OPOSICIÓN A LA ENERGÍA NUCLEAR, LA ENERGÍA SOLAR  
NO PRESENTA INCONVENIENTES Y ES ACEPTADA UNIVERSAL-  
MENTE.

La energía solar  
no representa in-  
convenientes y es  
aceptada univer-  
salmente.

---

REVISTA DE

CIENCIAS

# Influencia Climatológica

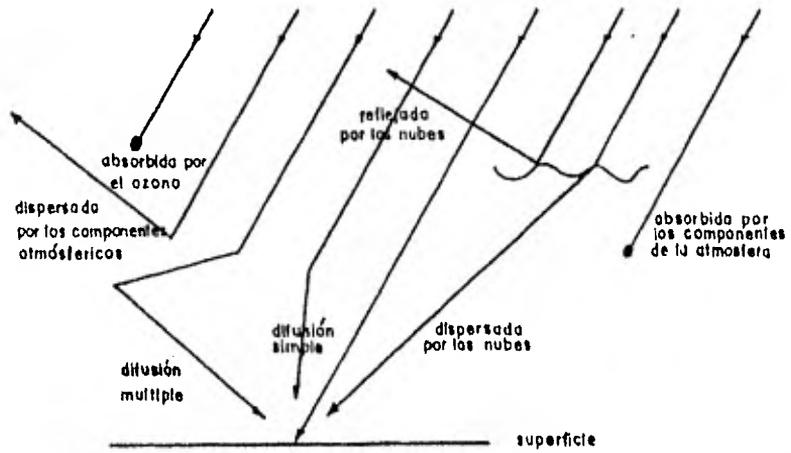
---

## II.1 INTERACCION DE LA LUZ SOLAR CON LA ATMOSFERA TERRESTRE.

LA RADIACIÓN DEL SOL AL ABANDONAR SU SUPERFICIE SOLAR, TARDA UNOS OCHO MINUTOS TRANSMITIENDOSE A UNA VELOCIDAD DE 300,000 KM POR SEGUNDO EN ALCANZAR LA ORBITA DE LA TIERRA. DESPUÉS ATRAVIESA UNA SUPERFICIE QUE TIENE 150 MILLONES DE KM DE RADIO (LA ENERGÍA PRODUCIDA POR EL SOL ES TAN GRANDE QUE LA INTENSIDAD POR UNIDAD DE SUPERFICIE, INCLUSO A ESTA DISTANCIA ES APROXIMADAMENTE 1,300 WATIOS POR METRO -- CUADRADO).

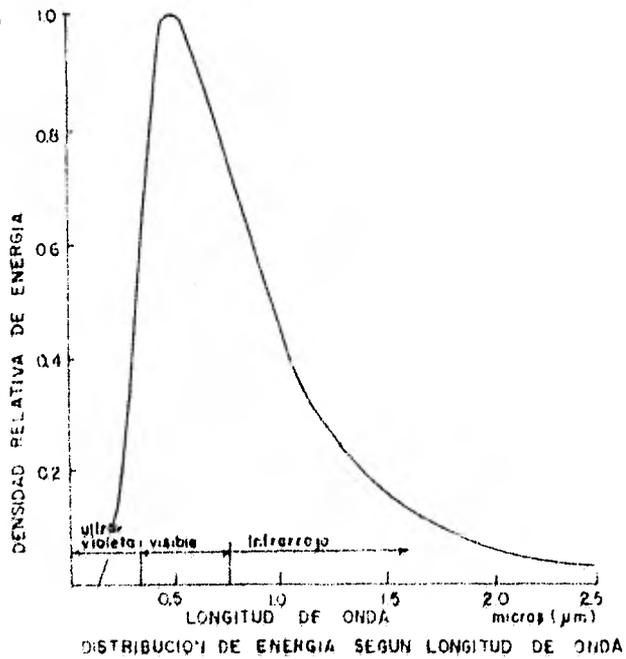
LA TIERRA INTERCEPTA SOLAMENTE UNA FRACCIÓN MINÚSCULA DE ENERGÍA SOLAR, LA QUE INCIDE EN LA ALTA ATMÓSFERA DURANTE UN PERIODO DADO, ES EQUIVALENTE A DECENAS DE MILES DE VECES LAS NECESIDADES ACTUALES DE ENERGÍA PARA TODO EL MUNDO DURANTE ESE PERIÓDO. SIN EMBARGO NO TODA ESTA ENERGÍA LLEGA A LA SUPERFICIE DE LA TIERRA DEBIDO A UNA SERIE DE COMPLEJAS INTERACCIONES CON LA ATMÓSFERA, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA.

Interacción de la energía solar con la atmósfera.



INTERACCION DE LA RADIACION SOLAR CON LA ATMOSFERA

LA RADIACIÓN QUE SALE DEL SOL Y LLEGA AL ESPACIO, -  
SE DISTRIBUYE EN LONGITUDES DE ONDA COMO SE MUESTRA  
LA FIGURA.



DENTRO DE LA BANDA ULTRAVIOLETA, CON LONGITUD DE ONDA MENOR DE 0,35 MICROMETROS HAY MUY POCAS RADIACIONES, AUNQUE HAY MÁS DENTRO DE LA INFRARROJA, POR ENCIMA DE LA BANDA VISIBLE QUE CONTRIBUYEN A LA SENSACIÓN DE CALOR AUNQUE NO PODAMOS APRECIARLA VISUALMENTE.

EN LOS NIVELES MÁS ALTOS POR ENCIMA DE LOS 25 KM DE LA SUPERFICIE SE DESARROLLA UN PROCESO EN EL QUE SE ELIMINA PRACTICAMENTE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA, -- TRANSFORMANDOLA EN FOTONES DE MENOR ENERGÍA POR FORTUNA PARA NOSOTROS, YA QUE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA QUEMA LA PIEL, DAÑA LOS OJOS E INCLUSO PUEDE SER LETAL EN DOSIS MODERADAS.

LA LONGITUD DE ONDA DENTRO DEL ESPECTRO VISIBLE E INFRARROJA, INTERACCIONAN CON LAS MOLÉCULAS GASEOSAS Y CON LAS PARTÍCULAS DE POLVO DE AIRE DE MANERA MÁS O MENOS UNIFORME DE MODO QUE PARTE DE LA RADIACIÓN REGRESA DE NUEVO AL ESPACIO. ÉSTE TIPO DE DIFUSIÓN TIENE MAYOR INFLUENCIA EN LA RADIACIÓN DE PEQUEÑA LONGITUD DE ONDA. COMO CONSECUENCIA, LA RADIACIÓN DIFUSA QUE NOS LLEGA DE TODAS LAS PARTES DE LA ATMÓSFERA, DAN AL CIELO SU COLOR AZUL CARACTERÍSTICO, CUANDO SE LE OBSERVA DESDE Poca ALTURA. LAS PE-

QUEÑAS GOTAS QUE SE ENCUENTRAN EN EL AIRE TAMBIÉN HACE QUE SE DISPERSE FUERTEMENTE LA RADIACIÓN Y, -- CUANDO SU CONCENTRACIÓN ES GRANDE, COMO EN LAS NUBES DENSAS LA DISPERSIÓN MÚLTIPLE PUEDE HACER QUE - HASTA UN 80% DE LOS FOTONES INCIDENTES VUELVAN AL - ESPACIO. COMO LA CANTIDAD MEDIA DE NUBES OCUPA EN - LA TIERRA ALREDEDOR DEL 50% DE SU SUPERFICIE, ESTE ES UN MECANISMO IMPORTANTE PARA LA DISMINUCIÓN DE - LA ENERGÍA SOLAR.

OTRA BARRERA IMPORTANTE QUE SE INTERPONE EN LOS RAYOS INCIDENTES ES LA ABSORCIÓN REAL QUE SE PRODUCE EN LAS MOLÉCULAS DE VAPOR DE AGUA, DIÓXIDO DE CARBONO Y OTROS ELEMENTOS. DEPENDE DE LA LONGITUD DE ONDA, EXISTIENDO UNA SERIE DE BANDAS DE FUERTE ABSORCIÓN, FUNDAMENTALMENTE DENTRO DEL ESPECTRO INFRARROJO.

ESTAS INTERACCIONES CON LA ATMÓSFERA REDUCEN LA INTENSIDAD DE LA RADIACIÓN SOLAR EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA A POCO MÁS DE LA MITAD DE SU INTENSIDAD - EN LA ALTA ATMÓSFERA. ADEMÁS, PRODUCEN VARIACIONES EN LA DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE LA ENERGÍA, POR ABSORCIÓN, Y EN LA DIRECCIÓN EN LA QUE LA ENERGÍA LLEGA A LA SUPERFICIE, POR DIFUSIÓN. ESTOS EFECTOS DE-

PENDEN DE LA COMPOSICIÓN LOCAL DE LA ATMÓSFERA, VARIANDO DE FORMA MUY SIGNIFICATIVA DE UN LUGAR A OTRO. LA CONTAMINACIÓN EN LAS PROXIMIDADES DE LOS CENTROS DE POBLACIÓN, EL ALTO CONTENIDO DE VAPOR DE AGUA CERCA DE LA COSTA, Y LA VARIABILIDAD DE LA CUBIERTA NUBOSA, SON FACTORES QUE DIFICULTAN LA PREDICCIÓN DE LAS INTENSIDADES ENERGÉTICAS.

AUNADO A LO ANTERIOR, TENEMOS QUE LOS EFECTOS QUE PRODUCE LA RADIACIÓN SOLAR AL INCIDIR SOBRE LA TIERRA, ES EL CALENTAMIENTO DE ÉSTA PROVOCANDO CORRIENTES ASCENDENTES DE AIRE CALIENTE, GENERANDO ASÍ LOS VIENTOS.

POR OTRO LADO LA EVAPORACIÓN DEL AGUA DE LOS RÍOS Y MARES, ASÍ COMO DE LA HUMEDAD DE LA TIERRA Y LAS PLANTAS SON LOS INICIADORES DE LA FORMACIÓN DE LAS NUBES, PARA QUE UNA VEZ CONDENSADA EL AGUA EVAPORADA SE PRECIPITE A TIERRA EN FORMA DE LLUVIA, CERRANDO ASÍ UN CICLO REPETITIVO DE LA NATURALEZA, DE GRAN IMPORTANCIA.

## II.2 PRECIPITACION.

DE ACUERDO A LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS QUE INDUCEN LA PRECIPITACIÓN SE HAN CLASIFICADO OCHO REGIO-

Efectos que produce la radiación solar al incidir sobre la tierra.

NES CON CARACTERÍSTICAS DEFINIDAS Y HOMOGENEAS EN EL PAÍS.

DE ACUERDO A LA FIGURA LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES SON:

- + REGIÓN 1.- EN ESTA REGIÓN SE PRESENTAN LLUVIAS IMPORTANTES DURANTE LOS MESES DE INVIERNO.
- + REGIÓN 2.- ESTA REGIÓN ES EXTREMADAMENTE SECA, OCASIONALMENTE HAY ALGUNAS PRECIPITACIONES.
- + REGIÓN 3.- EN ESTA REGIÓN SE PRESENTAN ESCASAS LLUVIAS QUE SE ORIGINAN POR EFECTOS CONVECTIVOS Y OROGRÁFICOS.
- + REGIÓN 4.- ESTA REGIÓN ES SEMIÁRIDA, LAS LLUVIAS QUE SE ORIGINAN SON PRINCIPALMENTE POR LA ACCIÓN CONVECTIVA Y LOS EFECTOS OROGRÁFICOS.
- + REGIÓN 5.- EN ESTA REGIÓN LA PRECIPITACIÓN ES MEDIA.
- + REGIÓN 6 Y 7.- EN ESTAS REGIONES LA PRECIPITACIÓN ES ALTA.
- + REGIÓN 8.- LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN ESTA REGIÓN DEBIDO A LAS CARACTERÍSTICAS OROGRÁFICAS Y LA POSICIÓN GEOGRÁFICA, ES INTENSA.

La precipitación en 8 regiones del país y sus características.

LA PRECIPITACIÓN ANUAL ES DEL ORDEN DE 780 MM., EN EL NORTE DEL PAÍS ES MÁS VARIABLE. EN EL SURESTE -- DEL PAÍS LA LLUVIA ES MÁS ESTABLE.

### 11.3 INDICE DE ARIDEZ.

EL CLIMA DESÉRTICO ÁRIDO ESTA DELIMITADO, EN EL NOR OESTE DE SONORA Y UNA FAJA EN EL CENTRO Y ORIENTE - DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA. EL CLIMA ÁRIDO ABARCA EL RESTO DE LA PENÍNSULA, CASI TODO COAHUILA, -- MITAD DE CHIHUAHUA Y CASI TODO SONORA. EL CLIMA --- SEMI-ÁRIDO ABARCA CENTRO Y NORTE DE TAMAULIPAS, TO DO NUEVO LEÓN, GRAN PARTE DE LOS ESTADOS DE SAN --- LUIS POTOSÍ, ZACATECAS Y DURANGO Y PENETRA EN PARTE DE LOS ESTADOS DE QUERÉTARO, HIDALGO, GUANAJUATO Y JALISCO, ADEMÁS DE LA DEPRESIÓN DEL BALSAS. EL RES TO DE LAS COSTAS, TANTO DEL GOLFO DE MÉXICO COMO EL PACÍFICO, SON HÚMEDOS O SUBHÚMEDOS JUNTO CON EL RES TO DEL PAÍS, SALVO LA FAJA COSTERA DEL NORTE DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN QUE ES SEMI-ÁRIDO.

Zonas del país con índice de aridez.

#### II.4 NUBOSIDAD.

LA CUBIERTA DE NUBES EN LA REPÚBLICA MEXICANA, SE REGULA PRINCIPALMENTE POR LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CIRCULACIÓN GENERAL DE LA ATMÓSFERA EN NUESTRAS LATITUDES. LA DISTRIBUCIÓN GLOBAL DE LA NUBOSIDAD EN NUESTRO PAÍS SE CARACTERIZA POR UNA MAYOR NUBOSIDAD EN LA PARTE ORIENTAL QUE EN LA OCCIDENTAL, QUE DISMINUYE GRADUALMENTE EN LA DIRECCIÓN NOROESTE-SUROESTE.

Características de la distribución global de la nubosidad en nuestro país.

LA ESTACIÓN DEL AÑO CON MAYOR ÍNDICE DE NUBOSIDAD RESULTA SER EL VERANO, COINCIDIENDO ASÍ CON LA ESTACIÓN DE MÁXIMA PRECIPITACIÓN PLUVIAL.

EL ASCENSO FORZADO DEL AIRE HÚMEDO SOBRE UN DECLIVE OROGRÁFICO, CONTRIBUYE A LA FORMACIÓN DE CADENAS DE NUBES SOBRE LAS VERTIENTES DE LAS BARRERAS MONTAÑOSAS.

EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, EL ALTIPLANO Y EL SUROESTE DE MÉXICO SE PRESENTAN ELEVADOS ÍNDICES DE NUBOSIDAD DE ORIGEN CONVECTIVO DEBIDO AL INTENSO CALENTAMIENTO DE LA SUPERFICIE CONTINENTAL, NOTORIAMENTE DURANTE EL VERANO Y EL OTOÑO.

## 11.5 LOS CLIMAS CON RESPECTO A LA RADIACION SOLAR.

LOS VALORES MÁXIMOS ABSOLUTOS DE RADIACIÓN SOLAR TOTAL SE TIENEN: MENSUALMENTE EN MAYO Y JUNIO (700 -- Lu/día) EN EL NORTE DEL ESTADO DE CHIHUAHUA, ESTACIONALMENTE EN LA MISMA REGIÓN DURANTE EL VERANO -- (650 Lu/día) Y ANUALMENTE EN EL VALLE DEL MEZQUITAL HGO. (525 Lu/día). LOS VALORES MÁXIMOS ANUALES SON IMPORTANTES TAMBIÉN EN EL NORTE DEL ESTADO DE CHIHUAHUA, BAJA CALIFORNIA SUR, NOROESTE Y COSTA SUROESTE DE SONORA, BOLSÓN DE MAPIMÍ Y LA REGIÓN COMPRENDIDA POR EL ESTADO DE AGUASCALIENTES Y NOROESTE DE JALISCO (500 Lu/día).

LOS VALORES MÍNIMOS ABSOLUTOS DE RADIACIÓN SOLAR TOTAL SE TIENEN: MENSUALMENTE, EN DICIEMBRE EN LAS REGIONES DE CÓRDOBA, VER. Y SAN PEDRO MÁRTIR, B.C.N. (250 Lu/día) ESTACIONALMENTE DURANTE EL INVIERNO EN CÓRDOBA, VER. (275 Lu/día) Y ANUALMENTE EN LA MISMA REGIÓN (325 Lu/día).

HAY TAMBIÉN EN EL PAÍS REGIONES DONDE EN FORMA PERMANENTE O SEMIPERMANENTE SE LOCALIZAN MÁXIMOS O MÍNIMOS RELATIVOS DE INTENSIDAD DE RADIACIÓN SOLAR TOTAL, LOS CUALES SON: UNA GRAN PORCIÓN DEL ESTADO DE

Los valores absolutos de radiación solar total se localizan en diferentes regiones y épocas del año.

HIDALGO CENTRADA EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, EL --- BOLSÓN DE MAPIMÍ, LA REGIÓN COMPRENDIDA POR EL ESTADO DE AGUASCALIENTE Y LA PARTE NOROESTE DEL ESTADO DE JALISCO, LA REGIÓN COMPRENDIDA POR BAJA CALIFORNIA SUR Y EL SUROESTE DE SONORA, LA COSTA SUR DEL ESTADO DE GUERRERO, LA COSTA NOROESTE DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN Y LA REGIÓN QUE COMPRENDE: EL SUROESTE DEL DISTRITO FEDERAL, SUR DEL ESTADO DE MÉXICO, ESTADO DE MORELOS, NORTE DE GUERRERO Y SUROESTE DEL ESTADO DE PUEBLA. EN ESTA ÚLTIMA SE LOCALIZA LA DEPRESIÓN AUSTRAL O DEL BALSAS.

LAS REGIONES CON MÍNIMAS PERMANENTES O SEMIPERMANENTES SON: LA PORCIÓN DEL ESTADO DE VERACRUZ CENTRADA EN CÓRDOBA QUE ABARCA HASTA ORIZABA Y JALAPA, LA -- PARTE CENTRAL DE LA SIERRA DE CHIHUAHUA Y DURANGO, LA SIERRA DE SAN PEDRO MÁRTIR EN BAJA CALIFORNIA -- NORTE, LA MESETA CENTRAL DE CHIAPAS Y SIERRA DE SOMOMISCO, LA SIERRA MADRE DEL SUR, LA PORCIÓN CEN--- TRAL DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN EN ESPECIAL MONTERREY, LA PARTE OCCIDENTAL DEL DISTRITO FEDERAL Y ÁREAS VECINAS DEL ESTADO DE MÉXICO HASTA TOLUCA, LA SIERRA NAYARITA Y POR ÚLTIMO, SE TIENE UNA FRANJA ORIENTADA ESTE-OESTE QUE ATRAVIESA EL ESTADO DE MICHOACÁN A LA ALTURA DE MORELIA, ESTO ES, SOBRE LA CORDILLE-

RA NEOVOLCÁNICA.

LA DISTRIBUCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN EL PAÍS ES TÁ FUERTEMENTE INFLUENCIADA POR LOS SISTEMAS MONTAÑOSOS, ASÍ MISMO EL GRADIENTE DE RADIACIÓN SE ACENTÚA A FINALES DE PRIMAVERA Y DURANTE EL VERANO, PERÍODO QUE CORRESPONDE A LA TEMPORADA DE LLUVIAS EN EL PAÍS; ESTE GRADIENTE DECRECE DURANTE EL INVIERNO, ES DECIR, DURANTE LA TEMPORADA DE SECAS.

EL GRAN FRENTE QUE PRESENTA LA SIERRA MADRE ORIENTAL A LA CORRIENTE DE LOS ALISIOS, INTENSIFICA EL GRADIENTE DE RADIACIÓN HACIA LA PLANICIE COSTERA DE BIDO A QUE NUBES OROGRÁFICAS EMPIEZAN A FORMARSE A MÁS TEMPRANA HORA DEL DÍA. UN GRADIENTE TAMBIÉN FUERTE ES OBSERVADO DE LA SIERRA MADRE DEL SUR HACIA LA COSTA, AQUÍ LA OROGRAFÍA SE COMBINA CON LA INFLUENCIA DE LOS CICLONES TROPICALES QUE DURANTE EL VERANO SON FRECUENTES EN ESTA ZONA. DURANTE EL INVIERNO SE OBSERVAN VALORES INFERIORES DE INTENSIDAD DE RADIACIÓN TOTAL EN LA VERTIENTE DEL GOLFO DE MÉXICO EN RELACIÓN CON LOS VALORES OBSERVADOS EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO, ESTO PUEDE SER ATRIBUIDO A LA PRESENCIA DE LOS FRENTE FRIOS LLAMADOS "NORTES" QUE FRECUENTEMENTE INVADEN LA VERTIENTE DEL GOLFO Y

LA PENÍNSULA DE YUCATÁN EN ESTA ÉPOCA DEL AÑO, TRAYENDO CONSIGO NUBOSIDAD Y PRECIPITACIÓN LIGERA, QUE DANDO LA COSTA DEL PACÍFICO SUR LIBRE DE LA INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS FRIOS POR EL HECHO DE ENCONTRARSE A SOTAVENTO DE LA INVASIÓN DE LOS MISMOS.

DESDE FINES DE PRIMAVERA Y DURANTE EL VERANO SE TIENEN ALTOS VALORES DE INTENSIDAD DE RADIACIÓN TOTAL EN EL NORTE DE CHIHUAHUA Y EN EL NOROESTE DE SONORA, ESTO ES DEBIDO: A LA INFLUENCIA DE UNA ALTA LATITUD RELATIVA, YA QUE LOS DÍAS SON MÁS LARGOS DURANTE ESTA ÉPOCA DEL AÑO; A LA AUSENCIA DE LOS SISTEMAS ORográficos IMPORTANTES Y A LA DIVERGENCIA ASOCIADA EN ESTAS LATITUDES A LA CELDA HADLEY, QUE OCASIONA SUBSIDENCIA, LA CUAL INHIBE LA FORMACIÓN DE NUBES. EN LA REGIÓN DEL ESTADO DE HIDALGO, CENTRADA EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, TENEMOS UN MÁXIMO DE INCIDENCIA RELATIVA DURANTE TODO EL AÑO, ESTO SE DEBE A QUE DURANTE EL VERANO ESTA REGIÓN QUEDA "PROTEGIDA" POR LA SIERRA MADRE ORIENTAL, ES DECIR, A SOTAVENTO DE LA CORRIENTE DE LOS ALISIOS, ASÍ COMO LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO COMPRENDIDA POR EL ESTADO DE AGUASCALIENTES Y EL NOROESTE DE JALISCO, QUEDA RELATIVAMENTE ALEJADA DE LA INFLUENCIA DE LOS CICLONES TROPICALES. DURANTE EL INVIERNO, LA BAJA LATITUD RELATIVA

DE ESTAS REGIONES HACE QUE LA REDUCCIÓN DE LA DURACIÓN DEL DÍA SEA POCA. ÉSTA BAJA LATITUD RELATIVA - AUNADA A FACTORES OROGRÁFICOS DISMINUYE LA INFLUENCIA DE LOS FRENTE FRIOS EN ESTA ÉPOCA DEL AÑO.

EN LA REGIÓN CENTRADA DE MONTERREY, SE ENCUENTRA UN MÍNIMO RELATIVO DE RADIACIÓN QUE PERSISTE CASI TODO EL AÑO, ESTE MÍNIMO ES BÁSICAMENTE DE CARACTER OROGRÁFICO, ASÍ COMO LOS OBSERVADOS EN LAS DISTINTAS SIERRAS DEL PAÍS.

EXISTE UN FUERTE GRADIENTE DE RADIACIÓN EN LA PARTE NORTE DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN DESDE LA PRIMAVERA HASTA MEDIADOS DEL OTOÑO, SIENDO MÁXIMA LA INCIDENCIA DE RADIACIÓN EN EL NOROESTE DE LA PENÍNSULA Y - DISMINUYENDO HACIA EL CENTRO DE LA MISMA. ÉSTO ES - DEBIDO A LA DIVERGENCIA OCASIONADA POR EL FLUJO DE LOS ALISIOS QUE CORRE PARALELO A LA COSTA NORTE DE LA PENÍNSULA, FAVORECIENDO UNA MAYOR FRECUENCIA DE CIELOS DESPEJADOS HACIA EL NOROESTE DE LA MISMA; -- TAMBIÉN EL MAYOR CALENTAMIENTO DEL AIRE EN EL INTERIOR DE LA PENÍNSULA PROPICIA LOS MOVIMIENTOS CONVECTIVOS Y ASIMISMO EL AUMENTO DE LA NUBOSIDAD.

SON REGIONES DE ALTA INSOLACIÓN DURANTE FINES DE LA

PRIMAVERA Y TODO EL VERANO EN ESPECIAL: EL BOLSÓN - DE MAPIMÍ, LA MAYOR PARTE DE LA PENÍNSULA DE BAJA - CALIFORNIA Y LA COSTA SUROESTE DE SONORA.

EN EL NORTE DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, A - LA INVERSA QUE EN EL RESTO DEL PAÍS, LOS GRADIENTES HORIZONTALES DE INTENSIDAD DE RADIACIÓN SE VE AUMENTADO DURANTE EL INVIERNO, ESTO ES DEBIDO AL RÉGIMEN MEDITERRÁNEO DE LLUVIAS QUE PREVALECE EN ESTA PARTE DEL PAÍS, EL CUAL SE CARACTERIZA POR VERANOS SECOS E INVIERNOS LLUVIOSOS.

LOS GRADIENTES DE RADIACIÓN ALREDEDOR DE LA SIERRA DE CHIHUAHUA Y DURANGO DISMINUYE DURANTE EL INVIERNO, PORQUE ADEMÁS, SE ENCONTRA ESTA ESTACIÓN DENTRO DE UNA TEMPORADA RELATIVAMENTE SECA, TENEMOS LA INFLUENCIA, EN ESTA PARTE DEL PAÍS ENTRE OTRAS, DE LOS SISTEMAS POLARES, LOS CUALES INDUCEN SU PROPIA NUBOSIDAD, RESTÁNDOLE ASÍ IMPORTANCIA AL FACTOR OROGRÁFICO Y TENDIENDO A UNIFORMIZAR EL CAMPO HORIZONTAL DE RADIACIÓN.

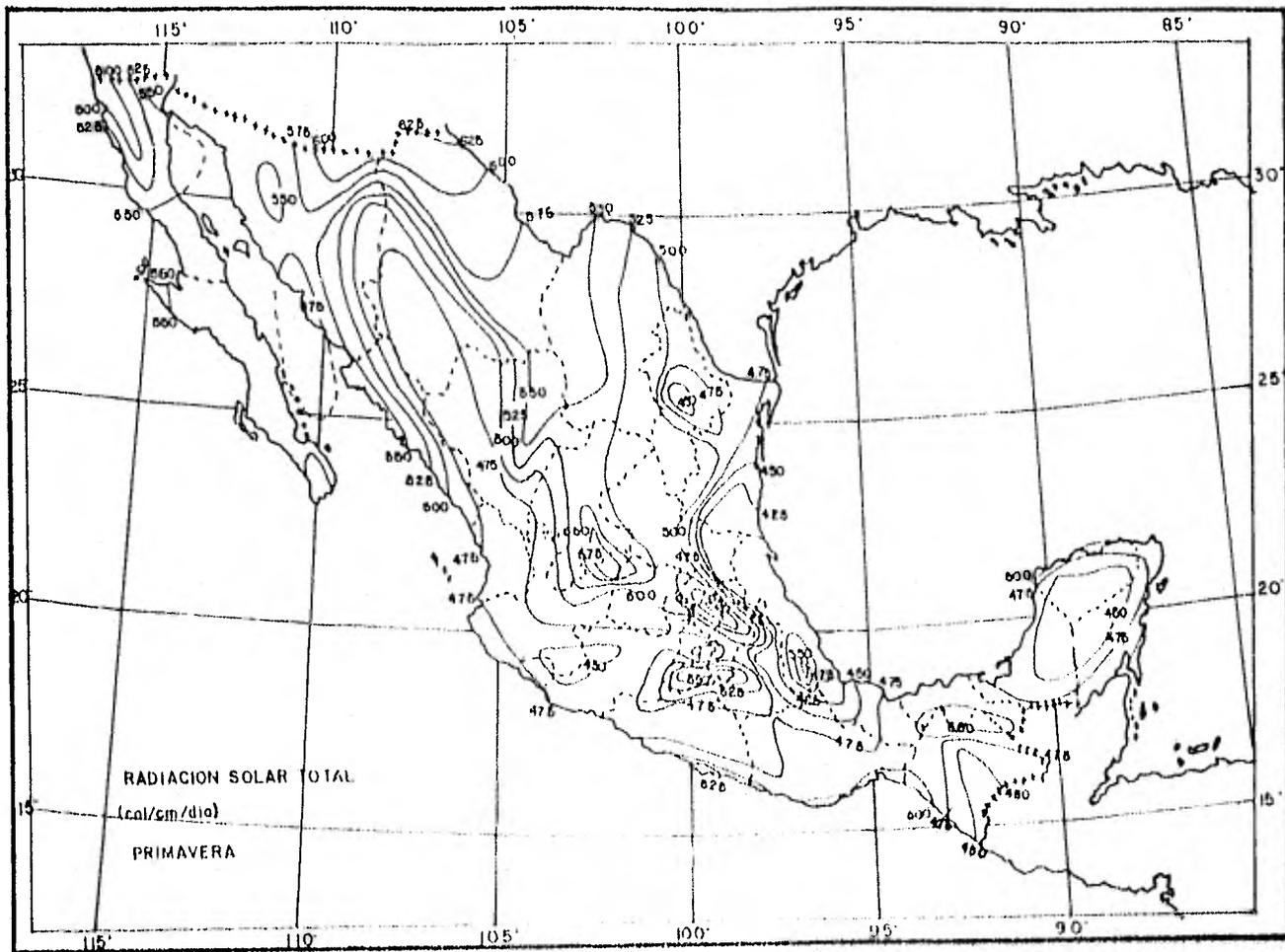
ESTAS RADIACIONES SOLARES TIENEN UN POTENCIAL PROMEDIO DE  $5.5 \text{ kWh/m}^2\text{-DÍA}$ , PARA LA EXTENSIÓN TERRITORIAL NACIONAL  $1\ 972\ 547 \text{ km}^2$ , LA ENERGÍA SOLAR RECI-

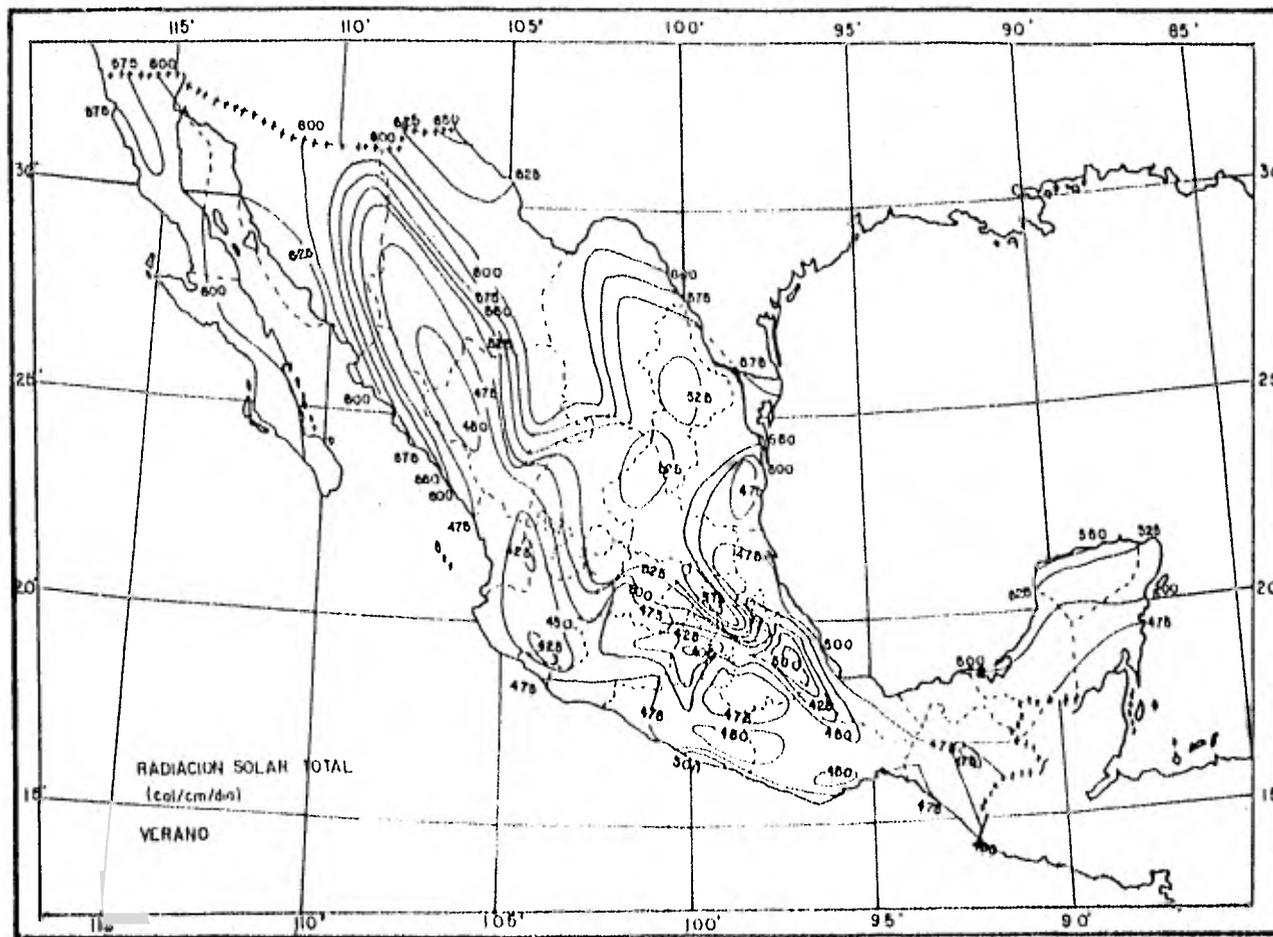
BIDA DIARIAMENTE SOBRE TODO EL PAÍS ES DE  $10.85 \times 10^{12}$  KWH-DÍA O SEA  $39.52 \times 10^{14}$  KWH-AÑO.

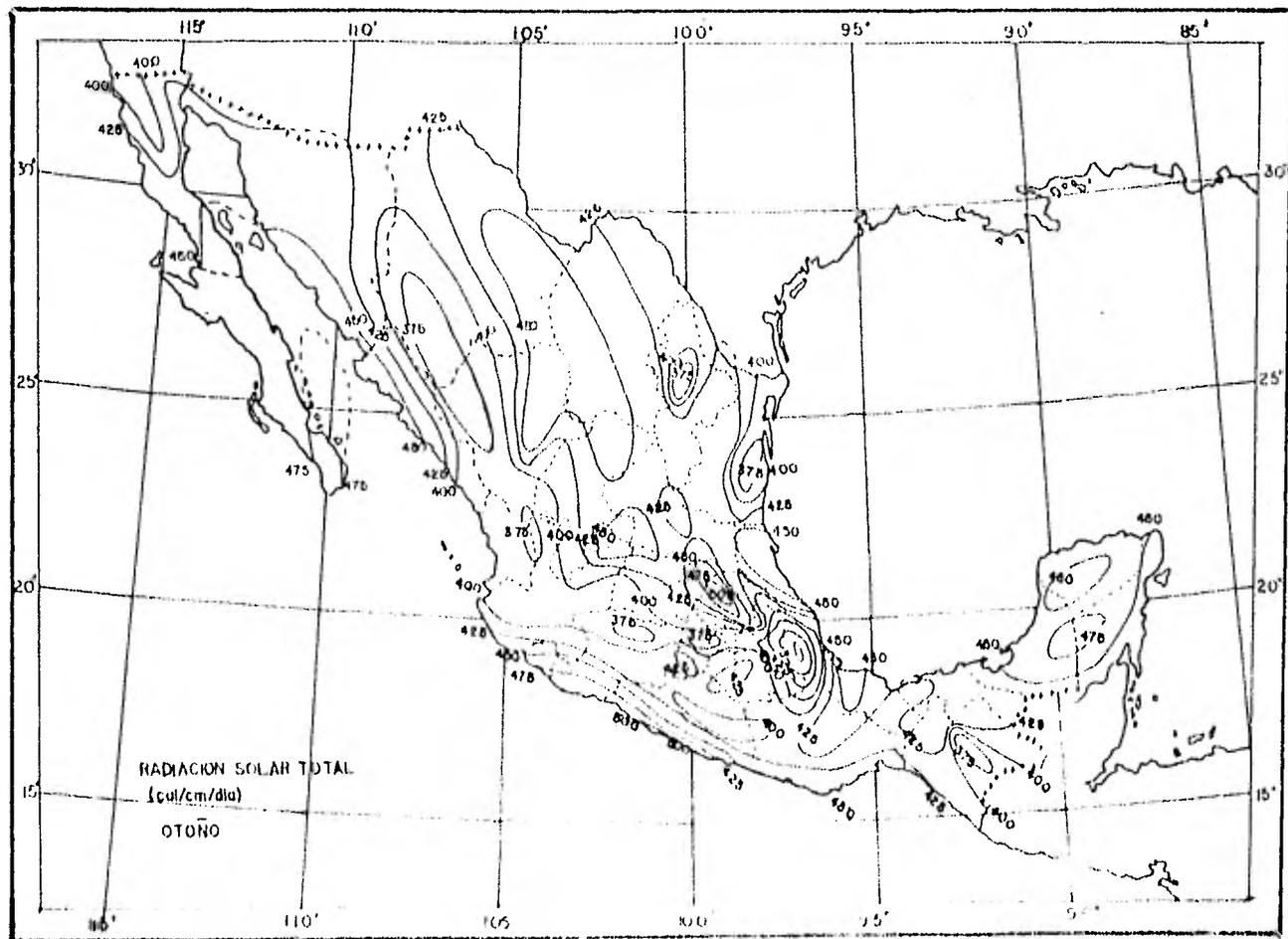
SE ANEXAN LAS GRÁFICAS POR LATITUD DE TODO EL PAÍS CON RESPECTO A LA RADIACIÓN SOLAR TOTAL POR ESTACIÓN EN  $(\text{CAL}/\text{CM}^2/\text{DÍA})$ . TAMBIÉN ABARCANDO GRADO POR GRADO DE LATITUD QUE CUBRE A NUESTRO PAÍS EN VARIAS REGIONES (ANEXO "A"), EN ESTAS GRÁFICAS PODEMOS OBSERVAR QUE EN LA PARTE QUE CORRESPONDE A LAS ABCISAS TENEMOS UNA RELACIÓN DE DÍAS POR MES HASTA CUBRIR EL AÑO, (D1 = 10 PRIMEROS DÍAS DEL MES, D2 = 10 DÍAS DESPUÉS Y D3 = LOS 10 ÚLTIMOS DÍAS DEL MES). POR EL LADO DE LAS ORDENADAS SE MUESTRAN LOS KWH RECIBIDOS EN CUATRO PLANOS QUE SON:

- 1.- PLANO ORIENTADO HORIZONTALMENTE
- 2.- PLANO ORIENTADO AL ESTE U OESTE
- 3.- PLANO ORIENTADO AL SUR
- 4.- PLANO ORIENTADO AL NORTE











**Aspectos ambientales  
del uso de energéticos**

---

### III.1 CONCEPTOS BASICOS

LAS MODALIDADES PREVALECIENTES DE DESARROLLO EN EL MUNDO PRODUJERON UNA DEGRADACIÓN IMPORTANTE DEL MEDIO AMBIENTE, DETERIORANDO A VECES LA CALIDAD MISMA DE LA VIDA Y PONIENDO EN PELIGRO EL ABASTECIMIENTO DE ALGUNOS RECURSOS NATURALES PARA LAS FUTURAS GENERACIONES.

LOS ELEMENTOS VIVOS E INANIMADOS QUE INTERACTUAN EN LA TIERRA, SE AGRUPAN EN LOS LLAMADOS ECOSISTEMAS. ELLOS CONTIENEN PLANTAS Y ANIMALES (MACRO Y MICROORGANISMOS) QUE PROCESAN ENERGÍA, MANTIENEN ESTRUCTURAS, SOSTIENEN CICLOS DE NUTRIENTES Y OPERAN DE ACUERDO A LAS LEYES DE LA ENERGÍA.

Ecosistemas.

LOS ECOSISTEMAS QUE TIENEN COMO FUENTE DE ENERGÍA AL SOL, ESTÁN FORMADOS POR PLANTAS QUE UTILIZAN PRECISAMENTE LA LUZ SOLAR PARA PRODUCIR MATERIA ORGÁNICA. EXISTEN DENTRO DE LOS ECOSISTEMAS, ORGANISMOS QUE PRODUCEN MATERIA ORGÁNICA Y OTROS QUE LA CONSUMEN Y PRESTAN SERVICIOS PARA EL SISTEMA MANTENIÉNDOSE ASÍ MISMOS Y RECICLANDO MATERIALES. EN LA NATURALEZA SE VA CAPTANDO LA ENERGÍA SOLAR Y SE TRANSFORMA CONTINUAMENTE. TAMBIÉN SE ACUMULA Y ES ESA LA ENERGÍA QUE ENCONTRAMOS EN LOS COMBUSTIBLES FÓSILES.

El sol fuente de energía de ecosistemas.

EL HOMBRE AL EXTRAER ESE RESERVORIO DE ENERGÍA, GENERA PROBLEMAS AMBIENTALES COMO:

- A. AGOTAMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES.
- B. INTRODUCCIÓN DE CONTAMINANTES TÓXICOS EN EL CICLO DE NUTRIENTES.
- C. DEGENERACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS NUTRIENTES Y POR LO TANTO IMPEDIMIENTO AL RECICLAJE DE LOS - MISMOS.

NO CABE DUDA QUE EL SER HUMANO AL INTERFERIR EN LOS CICLOS NATURALES, PRODUCEN ALTERACIONES QUE CON FRECUENCIA RESULTAN EN PROBLEMAS AMBIENTALES. NO PARECE, SIN EMBARGO, REALISTA NI ADECUADO DETENER EL DESARROLLO POR ESTA RAZÓN. LO QUE SE IMPONE ES LA NECESIDAD DE CONOCER EL FUNCIONAMIENTO NATURAL Y LOS DIVERSOS IMPACTOS QUE LAS MANIOBRAS HUMANAS, PROPIAS DEL DESARROLLO, PUEDEN PRODUCIR SOBRE ÉL. ASÍ SERÁ POSIBLE INCLUIR ESTAS CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS EN LA PLANIFICACIÓN MISMA DEL DESARROLLO Y ESPECÍFICAMENTE EN LA UTILIZACIÓN DE LOS ENERGÉTICOS -- (ELIGIENDO LAS MEJORES OPCIONES A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO) QUE PERMITAN UN DESARROLLO QUE RESPETE LO MÁS POSIBLE AL MEDIO AMBIENTE Y QUE POR LO TANTO SEA SOSTENIBLE.

Alteraciones del  
medio ambiente

### III.2 ASPECTOS AMBIENTALES DE LAS FUENTES CONVENCIONALES DE ENERGIA.

LA GENERACIÓN DE ENERGÍA A TRAVÉS DE LA COMBUSTIÓN DE ELEMENTOS FÓSILES, TIENE IMPLICACIONES AMBIENTALES, QUE FUERON AUMENTANDO CONFORME EL MISMO CONSUMO DE ENERGÍA Y LAS TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN SE INCREMENTABAN Y CAMBIABAN HISTÓRICAMENTE.

La generación de energía convencional y los efectos en el medio ambiente.

EN ESTE ESTUDIO, LAS FUENTES CONVENCIONALES DE ENERGÍA QUE SE ANALIZAN SON:

- COMBUSTIBLES FÓSILES (CARBÓN, PETRÓLEO, GAS).
- URANIO.
- LEÑA.
- GEOTERMIA.
- RECURSOS HIDRÁULICOS.

DEBIDO A QUE ESTAS FUENTES ENERGÉTICAS HAN SIDO UTILIZADAS POR MUCHOS AÑOS, LOS EFECTOS AMBIENTALES DE LAS MISMAS SE CONOCEN EN MUCHO MAYOR DETALLE QUE EL DE LAS FUENTES ENERGÉTICAS NO CONVENCIONALES.

### III.3 GENERACION DE ENERGIA A TRAVES DE FUENTES ENERGETICAS DE LA NATUPALEZA.

#### III.3.1 C A R B O N.

EL CARBÓN ES UTILIZADO COMO FUENTE DE ENERGÍA DESDE HACE MUCHO TIEMPO. "LA CRISIS DEL PETRÓLEO" INCREMENTÓ EL USO DE ESTE COMBUSTIBLE QUE TIENE LA VENTAJA DE SER UN RECURSO ABUNDANTE.

La minería una --  
fuente de contami-  
nación al medio -  
ambiente y al hom-  
bre.

LA MINERÍA SUBTERRÁNEA PUEDE AFECTAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS AL CONTAMINARSE ÉSTAS CON -- LOS AFLUENTES ÁCIDOS QUE SALEN DE LA MINA, LOS TRABAJADORES QUE LABORAN EN ESTAS MINAS ESTÁN EXPUESTOS A VARIAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS, TALES COMO BRONQUITIS, DISNEA Y PRINCIPALMENTE SILICOSIS.

LA MINERÍA SUPERFICIAL TIENE COMO PRINCIPAL PROBLEMA AMBIENTAL EL USO MISMO DEL TERRENO Y LA DESTRUCCIÓN DEL PASAJE. CUANDO ESTE TIPO DE MINERÍA SE LLEVA A CABO CERCA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS, EXISTE UNA GRAN POSIBILIDAD DE QUE ESTOS SE VEAN AFECTADOS POR LA EXPLOTACIÓN DE LA MINA, DEBIDO A QUE -- LOS MATERIALES SULFÚREOS ASOCIADOS AL CARBÓN PUEDEN OXIDARSE CUANDO ENTAN EN CONTACTO CON EL AIRE O -- CON EL AGUA.

OTROS EFECTOS QUE LA UTILIZACIÓN DEL CARBÓN IMPONE SOBRE EL ENTORNO SON AQUELLOS ASOCIADOS A LA DESCARGA Y ALMACENAMIENTO MISMO QUE ORIGINA POLVOS. TAM--

BIÉN EN SU COMBUSTIÓN SE EMITEN GASES TÓXICOS TALES COMO: ÓXIDO DE AZUFRE, ÓXIDO DE NITROGENO, MONÓXIDO DE CARBONO Y PARTÍCULAS QUE CONSUMEN GRANDES CANTIDADES DE AGUA.

### III.3.2. PETRÓLEO.

LA UTILIZACIÓN DEL PETRÓLEO COMO COMBUSTIBLE REQUIERE DE VARIAS ETAPAS, LAS CUALES SON LAS SIGUIENTES: EXPLORACIÓN, EXTRACCIÓN, TRANSPORTE Y TRATAMIENTO. TODAS ELLAS, ASÍ COMO LA UTILIZACIÓN MISMA DEL PETRÓLEO LLEVAN ASOCIADOS EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE.

El petróleo principal causante de efectos contaminantes en el medio ambiente.

LA EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DEL PETRÓLEO SE LLEVA A CABO TANTO EN TIERRA COMO FRENTE A LAS COSTAS. CUALQUIER ACCIDENTE O FALLA OPERACIONAL EN EL MANEJO DE PETRÓLEO, PUEDEN CAUSAR GRAVES DAÑOS AL ENTORNO FÍSICO Y AL SER HUMANO. PARTICULARMENTE, LOS DERRAMES DE PETRÓLEO EN ECOSISTEMAS MARINOS CAUSAN DAÑO A LA FAUNA Y FLORA ESTUARIANA (QUE ES LA ZONA DE MAYOR PRODUCTIVIDAD ECOLÓGICA) Y LITORAL, PUEDEN LLEVAR A ANIQUILAR TODA POSIBILIDAD DE VIDA EN HABITANTES ACUÁTICOS.

LOS EFECTOS DE UN DERRAME DE PETRÓLEO PUEDE OCASIO-

NAR EN UN ECOSISTEMA MARINO LOS SIGUIENTES CASOS:

- A) TOXICIDAD LETAL DIRECTA DEBIDO A HIDROCARBUROS AROMÁTICOS SOLUBLES.
- B) PERTURBACIÓN SUBLETAL DE LAS ACTIVIDADES FISIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS.
- C) IMPREGNACIÓN DE PETRÓLEO, A LAS AVES, MAMÍFEROS Y ESPECIES LITORALES Y SUBLITORALES.
- D) ALTERACIÓN DE LOS SUBSTRATOS HACIENDO INHABITABLE LOS HÁBITAT PARA LAS ESPECIES QUE LOS OCUPAN NORMALMENTE.
- E) INCORPORACIÓN DE HIDROCARBUROS A LOS TEJIDOS DEL ORGANISMO PRODUCIENDO LA ACUMULACIÓN DE CANCERÍGENOS POTENCIALES.

EN LA PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO, LOS PROBLEMAS DE EVACUACIÓN DE DESECHOS, EMISIONES AL AIRE Y OLORES PROVENIENTES DE LAS REFINERÍAS SON DE IMPORTANCIA CONSIDERABLE. POR OTRA PARTE, LOS DESECHOS QUE DEBEN EVACUARSE CONTIENEN PETRÓLEO CRUDO Y OTROS COMPONENTES NATURALES DEL PETRÓLEO, O BIEN PRODUCTOS AÑADIDOS EN LOS PROCESOS DE PURIFICACIÓN Y SEPARACIÓN TALES COMO LOS COMPUESTOS DE AZUFRE Y DE VANADIO DEL PETRÓLEO CRUDO, LOS FENÓLES FORMADOS DURANTE LA PIROLISIS Y LOS CATALIZADORES UTILIZADOS EN LA REFINACIÓN. ALGUNOS DE ESTOS DESECHOS COMO LOS QUE SE EN-

CUENTRAN EN LA FRACCIÓN OLEOSA EVACUADA POR LAS REFINERÍAS SON DE CARÁCTER TÓXICO.

### III.3.3 G.A.S.

EL GAS ES QUIZÁS UNA DE LAS FUENTES CONVENCIONALES DE ENERGÍA QUE MENOS CONTAMINACIÓN (EN AIRE Y AGUA) GENERA.

El gas, su efecto en el ambiente es mínimo.

EL GAS ES TRANSPORTADO NORMALMENTE POR DUCTOS EN FORMA GASEOSA Y EN TANQUES EN FORMA LICUADA, PERO SU EFECTO AMBIENTAL ES MÍNIMO YA QUE NO SE DESCARGA NINGÚN LASTRE NOCIVO NI TAMPOCO AGUAS RESIDUALES DURANTE LAS OPERACIONES PORTUARIAS.

### III.3.4 URANIO.

LOS PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR SON LAS QUE SE SUCITAN EN LA EXTRACCIÓN Y TRATAMIENTO DEL MINERAL, EN EL ENRIQUECIMIENTO Y FABRICACIÓN DEL COMBUSTIBLE, EN EL FUNCIONAMIENTO DEL REACTOR NUCLEAR, EN EL TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE, EN EL REPROCESAMIENTO DEL COMBUSTIBLE Y EN LOS PROBLEMAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS. EL PROBLEMA MÁS GRAVE ES LA DISPOSICIÓN DE DESECHOS RADIOACTIVOS Y EL EFECTO DE TRANSFERENCIA DE CALOR QUE SE PRODUCE AL CONDENSAR EL

VAPOR QUE SALE DE LA TURBINA.

EL TRATAMIENTO DEL URANIO TIENE COMO OBJETIVO PURIFICAR EL MINERAL. EL PROBLEMA AMBIENTAL ASOCIADO -- CON ESTA ETAPA, ES LA EVENTUAL REACCIÓN DE FISIÓN -- QUE PUEDEN OCURRIR CAUSANDO BREVES PERO INTENSAS -- EMISIONES RADIOACTIVAS.

EL REPROCESAMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES CONLLEVA A -- LA POSIBLE CONTAMINACIÓN POR LA MAYOR PARTE DE LOS PRODUCTOS DE FISIÓN, SE TRANSFORMAN EN DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS RADIOACTIVOS QUE PUEDEN AFECTAR LA SALUD O CAUSAR LA MUERTE. LOS DESECHOS RADIOACTIVOS TIENEN QUE SER TRATADOS Y ALMACENADOS, YA QUE SU -- ACTIVIDAD SE PROLONGA POR MILES DE AÑOS.

### III.3.5 LEÑA.

UNA DE LAS MANERAS MÁS ANTIGUAS EN QUE EL HOMBRE HA EXTRAÍDO ENERGÍA DE SU MEDIO AMBIENTE, ES LA QUEMA DE LEÑA.

UTILIZAR EL RECURSO BOSQUE CON OBJETO DE QUEMAR LEÑA PARA PRODUCIR ENERGÍA EN FORMA DE CALOR, PRESENTA PROBLEMAS AMBIENTALES COMO:

Los desechos radioactivos pueden afectar la salud y ocasionar la muerte en gran parte del medio ambiente que los rodea.

Leña, fuente de múltiples efectos en el medio ambiente.

- A) DESFORESTACIÓN, POR LA EXPLOTACIÓN INDISCRIMINADA QUE SE HACE DE LOS BOSQUES, SIN RESPETAR LA LÓGICA DE SU CICLO ECOLÓGICO DE REPRODUCCIÓN, - LA CUAL ATENTA CONTRA LA EXISTENCIA DEL MISMO - RECURSO.
- B) LA ELIMINACIÓN DE LOS BOSQUES, PRODUCE CAMBIOS EN LOS MICROCLIMAS, LO QUE FACILITA EL AVANCE - DE LA EROSIÓN, LA DESERTIFICACIÓN, Y EN ALGUNOS CASOS PROVOCA INUNDACIONES.

EN LAS REGIONES RURALES DONDE SE CONSUME MÁS LEÑA - PARA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA, DEBIDO A QUE ESTA FORMA DE OBTENER ENERGÍA REPRESENTA PARA EL CAMPESINO CASI LA ÚNICA POSIBILIDAD DE ABASTECERSE DE CALOR EN FORMA INMEDIATA Y RELATIVAMENTE BARATA. ADEMÁS LA - QUEMA DE LA LEÑA ESTÁ ASOCIADA CON EL MODO DE CULTIVO CARACTERÍSTICO DE LA AGRICULTURA TRADICIONAL CONOCIDO COMO "ROSA, TUMBA Y QUEMA".

### III.3.6 GEOTERMIA

EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA, SE LLEVA A CABO PERFORANDO POZOS A VARIAS PROFUNDIDADES - (ENTRE 300 Y 2,000 M) Y SIGUIENDO TÉCNICAS SIMILARES A LAS DEL PETRÓLEO. SI LOS SONDEOS ALCANZAN UNA

La geotermia una - fuente de energía que requiere de - atención especial para su explota- - ción.

OCCLUSIÓN CON AGUA CALIENTE A PRESIÓN, O VAPOR SECO, O UNA MEZCLA DE AMBOS, ÉSTOS BROTARÁN AL EXTERIOR -- POR LAS PERFORACIONES.

LA UTILIZACIÓN DEL AGUA CALIENTE O VAPOR, HÚMEDO O SECO ES PARA CALEFACCIÓN Y GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD.

EN PRINCIPIO, LOS EFECTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A -- LA GEOTERMIA SON AQUELLOS PROPIOS DE LOS SONDEOS SOBRE EL TERRENO. ADEMÁS, COMO LOS POZOS ESTÁN DISPERSOS SOBRE GRANDES ÁREAS, EL TERRENO NO PUEDE SER -- UTILIZADO PARA FINES AGRÍCOLAS.

LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE PRODUCIDA VARÍA MUCHO DE UNOS POZOS GEOTÉRMICOS A OTROS. EL EFECTO SOBRE EL AGUA ES TAMBIÉN MUY VARIABLE Y DEPENDE DEL LUGAR Y DEL TIPO DE APROVECHAMIENTO.

LA CONTAMINACIÓN TÉRMICA ES MUCHO MAYOR EN LAS CENTRALES GEOTÉRMICAS QUE EN LAS CONVENCIONALES, YA -- QUE TIENEN MUCHO MENOR RENDIMIENTO. SU EFECTO, DEPENDE DEL EMPLAZAMIENTO Y POSIBILIDADES DE VERTIDO Y DILUCIÓN DE AGUA GEOTÉRMICA UTILIZADA.

EL RUIDO EXCESIVO PUEDE SER UN FUERTE INCONVENIENTE EN LAS PROXIMIDADES DE LOS POZOS. CUANDO EL VAPOR - SE ESCAPA A ALTA PRESIÓN, PRODUCE UN RUIDO MUY FUERTE (MÁS DE 100 DB) QUE NO SÓLO ES MOLESTO, SINO QUE PUEDE PRODUCIR LESIONES PERMANENTES AL SISTEMA AUDITIVO HUMANO Y ES NECESARIO EVITARLO CON SILENCIADORES. EN LAS CENTRALES GEOTÉRMICAS, EL RUIDO ES EL MISMO QUE EN LAS CENTRALES HIDRÁULICAS.

El ruido generado por el escape del vapor, puede producir serios problemas para los asentamientos humanos cercanos.

#### III.4 GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA A TRAVES DEL RECURSO HIDPAULICO.

LOS RECURSOS HIDRÁULICOS REPRESENTAN UNA IMPORTANTE POSIBILIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA CON UN MÍNIMO DE CONTAMINACIÓN. SIN EMBARGO, SE HAN CONSTATADO -- CAMBIOS ECOLÓGICOS DE IMPORTANCIA A CONSECUENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE GRANDES PRESAS. ESTO PLANTEA LA NECESIDAD DE CONOCER LOS CAMBIOS ECOLÓGICOS E IMPACTOS AMBIENTALES, TANTO POSITIVOS COMO NEGATIVOS Y -- CONSIDERAR SERIAMENTE ESTE CONOCIMIENTO EN LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS.

La generación de energía eléctrica por medio de la hidrología produce varios efectos ambientales.

ENTRE LOS EFECTOS AMBIENTALES PRINCIPALES AL CONSTRUIR UNA REPRESA SE ENCUENTRAN:

- CON LA CONSTRUCCIÓN DE PRESAS CON FINES DE GENE-

RACIÓN HIDROELÉCTRICAS SE CREA LA POSIBILIDAD DE AUMENTAR ÁREAS DE IRRIGACIÓN, LO CUAL CONLLEVA BENEFICIOS SOCIO-ECONÓMICOS.

- DESPLAZAMIENTO DE POBLACIÓN Y ASENTAMIENTOS HUMANOS.
- CAMBIO DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LA REGIÓN.
- CAMBIOS DEL ECOSISTEMA NATURAL LOCAL, CON LA CONSEQUENTE PÉRDIDA DE RECURSOS, AUMENTO EN LA EROSIÓN DE LOS SUELOS ALEDAÑOS, INUNDACIÓN DE ZONAS BOSCOSAS, PÉRDIDA DE LOS NUTRIENTES DEL SUELO, CAMBIO DE RÉGIMEN HÍDRICO LOCAL, CAMBIOS EN EL CLIMA.

### III.5 OTROS ASPECTOS AMBIENTALES DEL USO DE LAS FUENTES CONVENCIONALES DE LA ENERGÍA.

UNA DE LAS CONSIDERACIONES PRINCIPALES RESPECTO AL IMPACTO AMBIENTAL QUE LA UTILIZACIÓN DEL PETRÓLEO (COMO FUENTE ENERGÉTICA) IMPONE SOBRE EL MEDIO AMBIENTE ES, ADEMÁS DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EL ASOCIADO CON EL TRANSPORTE MODERNO.

El petróleo y sus derivados; la utilización de estos generan contaminantes en el medio ambiente.

DEL PETRÓLEO SE OBTIENE LA GASOLINA QUE ES LA BASE PRINCIPAL PARA EL TRANSPORTE, LA MECANIZACIÓN DEL CAMPO Y MUCHAS OPERACIONES INDUSTRIALES.

LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA QUE OPERAN CON GASOLINA, PRODUCEN ELEMENTOS CONTAMINANTES QUE VAN A DEPOSITARSE EN EL AIRE. ÉSTOS CONTAMINANTES SON LIBERADOS PRINCIPALMENTE EN EL PROCESO DE CONVERSIÓN EN LA MÁQUINA DE COMBUSTIÓN INTERNA EN VEHÍCULOS -- AUTOMÓTORES Y OTROS USOS (AUTOMÓVILES, CAMIONES, -- AUTOBUSES). EL MONÓXIDO DE CARBÓN ES PARTICULARMENTE DAÑINO Y PELIGROSO, YA QUE NO TIENE COLOR, NI -- OLOR, NI SABOR. CONCENTRACIONES TALES COMO DE 0.1% (EN VOLUMEN) PRODUCEN DESMAYO EN UNA HORA Y MUERTE EN CUATRO HORAS. ÓXIDOS DE NITRÓGENO SON PELIGROSOS TAMBIÉN PERO NO TANTO COMO LOS MONÓXIDOS DE CARBONO.

CASI TODAS LAS CIUDADES GRANDES EN EL MUNDO PADECEN HOY EN DÍA DEL EFECTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS QUE GENERAN "SMOG FOTOQUÍMICO" (QUE ES EL RESULTADO DE LA INTERACCIÓN ENTRE BIÓXIDO DE NITRÓGENO Y LA ENERGÍA). ESTE CONTAMINANTE PRODUCE LOS SIGUIENTES EFECTOS AMBIENTALES:

- DAÑOS A LA VEGETACIÓN.
- IRRITACIÓN DE LOS OJOS.
- ENFERMEDADES RESPIRATORIAS.
- REDUCCIÓN EN VISIBILIDAD.
- MALOS OLORES.
- DAÑO A MATERIALES.

El "smog" resulta de la interacción entre bióxido de nitrógeno y la energía.

ADEMÁS DEL EFECTO DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE, LA OPERACIÓN DE AUTOMOTORES Y MAQUINARIA A BASE DE GASOLINA PRODUCE DOS EFECTOS AMBIENTALES IMPORTANTES:

- CALENTAMIENTO DEL ENTORNO.
- GENERACIÓN DE DESECHOS PARTICULADOS.

TRES CUARTAS PARTES DE LA ENERGÍA POTENCIAL DE LA GASOLINA ES DISIPADA EN FORMA DE CALOR AL AMBIENTE. SÓLO UNA CUARTA PARTE ES CONVERTIDA EN FORMA DE MOVIMIENTOS. SIN EMBARGO, A DIFERENCIA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE, LA CONTAMINACIÓN TÉRMICA TIENE DOS IMPORTANTES CARACTERÍSTICAS:

- ES UN RESULTADO INELUDIBLE DE TODA CONVERSIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL, Y
- ESTA CONTAMINACIÓN NO SE ACUMULA INDEFINIDAMENTE, SINO QUE ES RADIADA A UNA TASA FIJA. ESTE TIPO DE CONTAMINACIÓN TÉRMICA ES TRANSPARENTE A TRAVÉS DEL AIRE O DEL AGUA.

LOS ASPECTOS PRINCIPALES DE LA CONTAMINACIÓN TÉRMICA EN EL AGUA SON:

- AL ELEVARSE SU TEMPERATURA, DECRECE LA CAPACIDAD DE RETENER EL OXÍGENO DISUELTO (REDUCCIÓN APROXIMADA DE UN 17%).

La contaminación  
técnica en el --  
agua.

- AL ELEVARSE SU TEMPERATURA, SE DA UN AUMENTO EN LA TASA DE OCURRENCIA DE LAS RELACIONES QUÍMICAS.

### III.6 ASPECTOS AMBIENTALES DE LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA.

LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA TIENEN DIVERSOS ASPECTOS ATRACTIVOS. POR UNA PARTE, SU FÁCIL ACCESO Y, POR OTRA, EL HECHO APARENTE DE QUE EL IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO A SU UTILIZACIÓN ES (COMPARÁNDOLO CON EL GENERADO POR LAS FUENTES CONVENCIONALES DE ENERGÍA) MUCHO MANOR. ES NECESARIO SIN EMBARGO, TOMAR EN CUENTA QUE ACTUALMENTE LAS FUENTES NO CONVENCIONALES NO REPRESENTAN VERDADERAMENTE UNA ALTERNATIVA ENERGÉTICA (ESPECIALMENTE EN LO QUE SE REFIERE A LA GENERACIÓN DE ENERGÍA PARA CONSUMO INDUSTRIAL NI AL TRANSPORTE) SINO MÁS BIEN SON UN COMPLEMENTO ENERGÉTICO QUE PUEDE ABASTECER ALGUNAS NECESIDADES DE LOS SECTORES RURAL Y URBANO.

AUNQUE ALGUNAS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA NO CONVENCIONAL SE HAN UTILIZADO DESDE HACE MUCHOS AÑOS (COMO LA SOLAR Y LA EÓLICA), AÚN NO EXISTE INFORMACIÓN RESPECTO AL IMPACTO AMBIENTAL QUE LAS TECNOLOGÍAS DISEÑADAS PARA UTILIZAR ESTA ENERGÍA GENERAN. EN FORMA COMPARATIVA, EXISTE MUCHO MAYOR CONOCIMIENTO,

Las fuentes no convencionales de energía, no tiene efectos contaminantes en el medio ambiente.

Y ESTUDIOS DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LAS -  
FUENTES CONVENCIONALES DE ENERGÍA QUE DE LAS NO CON-  
VENCIONALES. PESE A ELLO, SE TRATARÁ DE ANALIZAR --  
LOS IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA UTILIZACIÓN  
DE ESTAS ÚLTIMAS.

### III.6.1 ENERGÍA SOLAR.

AUNQUE TODA LA ENERGÍA QUE RECIBE A LA MAYOR PARTE  
DE LA QUE TIENE ALMACENADA LA TIERRA ES EN REALIDAD  
DE ORIGEN SOLAR, ESTE ESTUDIO HACE REFERENCIA A LA  
ENERGÍA SOLAR DIRECTA. LAS PRINCIPALES APLICACIONES  
DESARROLLADAS SON EL CALENTAMIENTO DE AGUA Y ESPA--  
CIOS, EL SECADO DE GRANOS, LA DESTILACIÓN DE AGUA,  
LOS HORNOS SOLARES, ETC.

ENTRE LAS VENTAJAS PRINCIPALES DE LA UTILIZACIÓN DE  
ENERGÍA SOLAR DESDE EL PUNTO DE VISTA DE MEDIO AM--  
BIENTE, SE DESTACA EL HECHO DE QUE ES UN RECURSO IN-  
FINITO Y QUE EL APROVECHAMIENTO DE ESTE TIPO DE ---  
ENERGÍA NO CONLLEVA UN PROCESO DE COMBUSTIÓN EN EL  
QUE SE DESPRENDAN PARTÍCULAS O GASES CONTAMINANTES,  
NI TIENE EL PELIGRO DE PROPAGAR RADIACIONES.

La energía solar  
recurso infinito.

LOS ASPECTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA UTILIZACIÓN  
DE LA ENERGÍA SOLAR A TRAVÉS DE PLANTAS TERMOSOLA--

RES INCLUYEN: INCREMENTO EN LA HUMEDAD LOCAL DEBIDO AL VAPOR DE AGUA EMITIDO POR LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO, CAMBIO DE MICROCLIMAS LOCALES, NECESIDAD DE ESPACIOS AMPLIOS PARA SU INSTALACIÓN (SE CALCULA -- QUE UNA CENTRAL TERMOSOLAR DE 1,000 Mwe, REQUIERE - DE UNA SUPERFICIE DE APROXIMADAMENTE 30 KM<sup>2</sup>), REQUE- RIMIENTOS DE AGUAS MAYORES QUE LOS QUE OTRAS FUEN- TES DE ENERGÍA NECESITAN, LIMITACIONES DEL DESARRO- LLO DE OTRAS ACTIVIDADES, TALES COMO EXTRACCIÓN DE MINERALES, RECREACIÓN O CUALQUIER OTRO PROCESO IN- TENSIVO EN EL USO DEL SUELO EN EL ESPACIO DONDE SE INSTALE Y LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN DICHO SITIO PUEDE SER ALTERADA, YA QUE LA LUZ SOLAR SERÁ CONCEN- TRADA HACIA LA PLANTA, LIMITANDO LUZ A LA COMUNIDAD BIOLÓGICA ASENTADA EN LOS ALREDEDORES.

### III.6.2 ENERGIA EOLICA.

LOS MOLINOS DE VIENTO FUERON DISPOSITIVOS TECNOLÓGI- COS UTILIZADOS DESDE HACE VARIOS SIGLOS PARA GENE- RAR ENERGÍA MECÁNICA Y POSTERIORMENTE ELÉCTRICA. EL POTENCIAL DE ESTE RECURSO ES MUY AMPLIO, PERO AÚN - NO SE HA INVENTARIADO CON EXACTITUD. LOS EFECTOS AM- BIENTALES QUE LA TECNOLOGÍA DE "MOLINOS DE VIENTO" LLEVA ASOCIADOS, SON POCOS CONOCIDOS.

La energía eólica ha tenido a los mo- linos como distin- tivo de su uso, no genera contamina- ción, pero pueden hacerlo cuando hay varios en la ---- región.

MUCHOS MOLINOS DE VIENTO CONCENTRADOS PUEDEN ALTERAR EL RÉGIMEN LOCAL DE VIENTOS, PRODUCIENDO TURBULENCIAS Y CAMBIANDO LA VELOCIDAD DEL VIENTO, EL DETERIORO DE LA ESTÉTICA LOCAL DEBIDO A LA IMPLANTACIÓN DE UNA GRAN CANTIDAD DE MOLINOS DE VIENTO Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN QUE ALIMENTEN LAS REDES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA. PUEDE SER CONSIDERABLE TAMBIÉN COMO UN EFECTO AMBIENTAL, CUANDO LOS ROTORES DE LOS MOLINOS SON DE METAL, YA QUE AL GIRAR PRODUCEN: INTERFERENCIAS CON LA RECEPCIÓN DE FRECUENCIAS (DE RADIO Y TELEVISIÓN) Y RUIDO (CUANDO LA VELOCIDAD DEL GIRO ES MAYOR DE 100 M/SEG), LO QUE PUEDE AFECTAR EL BIENESTAR DE ASENTAMIENTOS CERCANOS.

### III.6.3 ENERGÍA DE LA BIOMASA.

APARTE DE LA ENERGÍA SOLAR DIRECTA, LA PRINCIPAL Y CASI ÚNICA FUENTE DE CALOR QUE HA TENIDO LA HUMANIDAD HASTA EL SIGLO XVIII HA SIDO LA QUE LE PROPORCIONABAN LOS VEGETALES Y EN PARTICULAR LA LEÑA. ACTUALMENTE, UNA GRAN PARTE DE LA POBLACIÓN SIGUE UTILIZANDO LOS VEGETALES Y LOS RESIDUOS ANIMALES COMO ÚNICA FUENTE DE ENERGÍA, SIENDO SU PRINCIPAL ATRACTIVO EL HECHO DE SER RENOVABLE Y BARATO.

La biomasa permite el reuso de desechos orgánicos, colaborando a la limpieza del medio ambiente.

DESDE QUE EL HOMBRE SE HIZO AGRICULTOR, SU PREOCUPA

CIÓN HA SIDO OBTENER DE LOS VEGETALES EL MAYOR RENDIMIENTO ALIMENTICIO POR LO QUE LAS PLANTAS SE HAN IDO SELECCIONANDO CON ESTE CRITERIO A LO LARGO DE MUCHOS SIGLOS. ACTUALMENTE HA NACIDO LA AGROENERGÉTICA QUE ESTUDIA LAS PLANTAS DESDE EL PUNTO DE VISTA ENERGÉTICO DEL CULTIVO DE LOS VEGETALES, PARA PRODUCIR ENERGÍA. LAS PLANTAS TIENEN UN CRECIMIENTO INICIALMENTE LENTO, SIGUE UNA FASE JUVENIL DE DESARROLLO RÁPIDO, SE DETIENE CON LA FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN, DESDE EL PUNTO DE VISTA ENERGÉTICO, INTERESAN LAS PLANTAS DE CRECIMIENTO MÁS RÁPIDO.

#### III.6.4 DESECHOS URBANOS.

LA POSIBILIDAD DE REUTILIZAR LOS DESECHOS URBANOS - PLANTEA EL GRAN ATRACTIVO AMBIENTAL DE AHORRAR ESPACIO QUE SE NECESITARÍA PARA SU EVENTUAL DISPOSICIÓN Y DE EVITAR LA PROPAGACIÓN DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y MEJORAR EL SANEAMIENTO AMBIENTAL EN GENERAL. EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS DESECHOS URBANOS ES DE HECHO UNA POTENCIAL FUENTE ENERGÉTICA, QUE DE SER APROVECHADA, GENERARÍA SUBPRODUCTOS MUY POSITIVOS PARA EL MEDIO AMBIENTE.

COMO LOS DESECHOS URBANOS SON RICOS EN MATERIAS ORGÁNICAS, CONSTITUYEN UN PRODUCTO PARECIDO EN CIER-

Los desechos urbanos volver a usarlos, tanto orgánicos e inorgánicos es una decisión que es de lo más acertado para la existencia de un medio ambiente ideal.

TOS ASPECTOS A LA BIOMASA Y PUEDEN TENER EL MISMO O PARECIDO TRATAMIENTO. LAS CARACTERÍSTICAS DE TEJIDO, PAPEL, CARBÓN, DEPENDEN DEL GRADO DE DESARROLLO DE LA POBLACIÓN QUE LOS PRODUCE.

SU ELIMINACIÓN HA CONSTITUIDO UN PROBLEMA PERMANENTE. ACTUALMENTE SE HA VISTO LA POSIBILIDAD DE SU -- APROVECHAMIENTO, REUTILIZANDO LOS MATERIALES RECUPERABLES (METALES, CHATARRA, CRISTALES) Y APROVECHANDO COMO COMBUSTIBLE EL RESTO, QUEDANDO COMO RESIDUO CENIZAS QUE PUEDEN SER APROVECHADAS COMO ABONO.

La eliminación de desechos.

EN LA ACTUALIDAD, EL APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA Y LOS DESECHOS ORGÁNICOS SE EFECTÚA EN LAS SIGUIENTES FORMAS: POR COMBUSTIÓN DIRECTA CON O SIN TRATAMIENTO PREVIO DE TROCEADO, SECADO O BRIQUETEADO, O CON MEZCLA DE OTROS COMBUSTIBLES; POR BIOCONVERSIÓN, TRATAMIENTO BIOLÓGICO ANAEROBICO ENTRE 30 Y 50°C. -- (ESTOS RESIDUOS TIENEN GRAN CANTIDAD DE PROTEÍNAS -- POR LO QUE INTERESA SU UTILIZACIÓN COMO PIENSOS Y -- ABONOS); POR PIRÓLISIS, DESTILACIÓN FUERA DEL CONTACTO CON EL AIRE A 500 Y 900°C; POR REACCIÓN QUÍMICA, CON MONÓXIDO DE CARBONO Y VAPOR EMPLEADO PARA -- TRANSFORMAR LOS DESECHOS ORGÁNICOS EN COMBUSTIBLE, A TEMPERATURAS ENTRE 300 Y 350°C Y A PRESIONES EN --

140 Y 350 ATMÓSFERAS, QUE CONVIERTE EN HIDROCARBU--  
ROS EL 85 AL 90% DEL CARBÓN CONTENIDO EN LOS DESE--  
CHOS SECOS.

EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS, UN PROBLEMA ECOLÓGICO -  
IMPORTANTE ES LA DISPOSICIÓN DEL CIENO ORGÁNICO QUE  
QUEDA DESPUÉS DE LA DIGESTIÓN Y QUE LLEGA HASTA EL  
40% EN PESO DE MATERIAL INICIAL. UNA VEZ PRODUCIDO  
EL COMBUSTIBLE, LOS EFECTOS ECOLÓGICOS DE SU UTILI--  
ZACIÓN SON LOS MISMOS QUE LOS COMBUSTIBLES ORDINA--  
RIOS.

### III.6.5 PEQUEÑAS CAIDAS DE AGUA.

LA GENERACIÓN DE ENERGÍA A TRAVÉS DEL APROVECHAMIENT  
TO DE PEQUEÑAS CAÍDAS DE AGUA MEDIANTE EL USO DE --  
MICROTURBINAS HIDRÁULICAS, CONLLEVA IMPACTOS AMBIEN  
TALES RELACIONADAS A LA CALIDAD DEL MISMO RECURSO -  
HÍDRICO DEL CUAL SE OBTIENE LA ENERGÍA. LA ALTERA--  
CIÓN DEL RÉGIMEN HÍDRICO LOCAL, LA REMOCIÓN DE NU--  
TRIENTES ACUÁTICOS QUE SIRVEN DE SUSTENTO A ALGUNAS  
COMUNIDADES ECOLÓGICAS QUE VIVEN Y SE DESARROLLAN -  
DENTRO DE ESTOS RÍOS, SON EJEMPLOS DE LOS EFECTOS -  
AMBIENTALES QUE EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE PE  
QUEÑAS CAÍDAS DE AGUA PUEDE TENER.

Las pequeñas caídas  
de agua, podrían --  
alterar el medio --  
su utilización que  
es mínima.

---

**IV**

**Energia  
Solar**

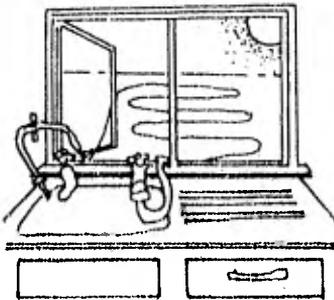
---

#### IV.1 INTRODUCCION.

ES OBVIO QUE EL ASPECTO MÁS IMPORTANTE DE CUALQUIER CONSTRUCCIÓN SOLAR Ó SISTEMAS DE CALOR ES LA MANERA EN LA CUAL LOS RAYOS DEL SOL SON COLECCIONADOS; A | PODEMOS OBSERVAR QUE CAPTAR LA ENERGÍA SOLAR PUEDE SER MUY SENCILLO.

EN LAS REGIONES MÁS SOLEADAS HAY GENTE QUE SE ABAS-  
TECE DE AGUA CALIENTE DURANTE LOS MESES CALUROSOS,  
SACANDO SIMPLEMENTE UNA MANGUERA AL JARDÍN Y EXTEN-  
DIÉNDOLA EN FORMA DE SERPENTÍN AL SOL CONECTAN UNO  
DE LOS EXTREMOS DE LA MANGUERA DE GOMA AL GRIFO Y -  
EN EL OTRO RECIBEN EL AGUA CALIENTE DONDE LA PRECI-  
SEN. (FIG. IV.1)

Abastecimiento de  
agua caliente en  
regiones soleadas.



En un clima cálido,  
el agua puede calen-  
tarse mediante una  
manguera expuesta  
al sol.

CUANDO EL CLIMA ES MENOS PROPICIO, LOS SISTEMAS DE  
CAPTACIÓN HAN DE SER FORZOSAMENTE MÁS SOFISTICADOS,  
ES PRECISO UTILIZAR TODO EL SOL QUE SE PUEDA DURAN-

TE EL MAYOR TIEMPO POSIBLE Y ALMACENAR SU ENERGÍA, DE FORMA QUE DURE POR LO MENOS EL TIEMPO QUE TRANSCURRE ENTRE UNA MAÑANA SOLEADA Y LA HORA DE MAYOR DEMANDA A LA CAÍDA DE LA TARDE. PARA VISLUMBRAR LA FORMA DE INTRODUCIR TALES PERFECCIONAMIENTOS SERÁ DE GRAN AYUDA DETENERNOS A CONSIDERAR COMO LA ENERGÍA - EN PARTICULAR EL CALOR - SE PROPAGA Y CÓMO SE COMPORTA LA RADIACIÓN SOLAR AL INDUCIR SOBRE LOS -- OBJETOS.

#### IV.1.1 ALGUNOS PRINCIPIOS BASICOS.

##### IV.1.2 TRANSMISION DE CALOR.

EL CALOR SE TRANSMITE DE TRES MODOS DIFERENTES: CONDUCCIÓN, CONVECCIÓN Y RADIACIÓN. LA CONDUCCIÓN SE PRODUCE CUANDO LA ENERGÍA CALORÍFICA VIAJA DE UNA MOLÉCULA A OTRA AL EXISTIR CONTACTO FÍSICO DIRECTO. ASÍ ES COMO SE CALIENTA, POR EJEMPLO, UNA SARTÉN SOBRE LA PLACA DE UNA COCINA. LA CONVECCIÓN SÓLO SE DA EN LOS FLUIDOS.

Transmisión de calor por conducción, convección y radiación.

LOS LÍQUIDOS Y GASES SE EXPANSIONAN AL SER CALENTADOS, LO QUE IMPLICA QUE CADA UNIDAD VOLUMÉTRICA DE LOS MISMOS SE HACE RELATIVAMENTE MÁS LIGERA. EL FLUIDO CALENTADO TIENDE, POR TANTO, A ELEVARSE, RO-

DEANDO LA MATERIA MÁS FRÍA Y DE ESTA FORMA EL CALOR ESCAPA HACIA ARRIBA, DANDO LUGAR A LO QUE LLAMAMOS CORRIENTES DE CONVECCIÓN. EL EJEMPLO MÁS COMÚN SON LAS NUBES DE VAPOR QUE EMANAN DE UN RECIPIENTE EN EL QUE SE CALIENTA AGUA.

#### IV.1.3 ENERGÍA RADIANTE.

EL SOL IRRADIA ENERGÍA DEL MISMO MODO QUE LO HACE UNA RESISTENCIA ELÉCTRICA. LA ENERGÍA RADIANTE, AL CONTRARIO QUE LA CONDUCTIDA O LA DE CONVECCIÓN, NO NECESITA UN MEDIO FÍSICO PARA PROPAGARSE; PUEDE ATRAVESAR EL VACÍO DESDE UN OBJETO CALIENTE A UNO FRÍO. ÉSTA ES LA RAZÓN POR LA CUAL LA ENERGÍA SOLAR ES CAPAZ DE ATRAVESAR EL ESPACIO Y APORTAR CALOR A LA TIERRA. SE DESPLAZA EN ONDAS SIMILARES A LAS QUE PRODUCIRÍAMOS AL LANZAR UNA PIEDRA A UN ESTANQUE.

El calor se desplaza en ondas.

CUERPOS CALIENTES Y FRÍOS: LOS CUERPOS MUY CALIENTES IRRADIAN ENERGÍA DE ESTA MANERA, EN LA RADIA---CIÓN QUE PRODUCEN, LA DISTANCIA ENTRE LAS CRESTAS DE CADA ONDA ES MUY PEQUEÑA; ES EL CASO DE LO QUE CONOCEMOS POR "ONDAS CORTAS". LOS CUERPOS MÁS FRÍOS EMITEN, POR SU PARTE, ONDAS MÁS LARGAS. MÁS ADELANTE SE VERÁ CÓMO ESTA DIFERENCIA EN LAS LONGITUDES DE ONDA DE LA ENERGÍA RADIANTE DA LUGAR AL "EFECTO

La longitud de onda en base al calor.

INVERNADERO", DE GRAN IMPORTANCIA EN EL DISEÑO DE -  
SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR.

#### IV.1.4 EN CONTACTO CON LA RADIACION.

A UN CUERPO SITUADO EN UN CAMPO DE ENERGÍA RADIANTE LE PUEDEN OCURRIR TRES COSAS: QUE EL CUERPO TRANSMITA LA ENERGÍA A TRAVÉS DE SU MASA, QUE LA REFLEJE O QUE LA ABSORBA. EL COMPORTAMIENTO DEPENDERÁ DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUERPO, LA LONGITUD DE ONDA DE LA RADIACIÓN Y EL ÁNGULO DE INCIDENCIA DE LA MISMA.

Comportamiento de los cuerpos con la radiación.

#### IV.1.5 TRANSMISION.

LOS MATERIALES TRANSPARENTES, COMO EL VIDRIO, SON BUENOS CONDUCTORES DE LA ENERGÍA SOLAR. SI LA RADIACIÓN INCIDE SOBRE UNA LÁMINA DE VIDRIO PERPENDICULARMENTE A ÉSTA, CASI TODA LA ENERGÍA PASARÁ A TRAVÉS DE LA MISMA. LA MAYOR PARTE DE LA QUE NO LO HACE ES REFLEJADA. CUANTO MÁS OBLICUO SEA EL ÁNGULO FORMADO POR EL PLANO DEL CRISTAL Y LOS RAYOS DEL SOL MAYOR SERÁ LA PROPORCIÓN DE ENERGÍA REFLEJADA. ESTO EXPLICA LA INTENSA REVERBERACIÓN QUE VEMOS EN LAS VENTANAS ORIENTADAS AL SUR, CUANDO EL SOL ESTÁ A PUNTO DE PONERSE. EN CONSECUENCIA, ESTE FENOMENO

La transmisión de la energía solar varía de acuerdo con los materiales.

NOS INDICA CÓMO LA RADIACIÓN A TRAVÉS DE UN CRISTAL PUEDE HACERSE MÁXIMA, SIN MÁS QUE INCLINARLA HASTA QUE QUEDE PERPENDICULAR A LOS RAYOS DEL SOL.

#### IV.1.6 LONGITUD DE ONDA Y COLOR.

LA RADIACIÓN SOLAR ESTÁ CONSTITUIDA POR ONDAS DE -- DISTINTAS LONGITUDES. LA MAYOR PARTE DE LA ENERGÍA DEL SOL NOS LLEGA EN FORMA DE ONDAS MUY CORTAS, QUE LOS CIENTÍFICOS MIDEN CON UNIDADES LLAMADAS ----- "MICRAS", EQUIVALENTES CADA UNA DE ELLAS A UN DIEZMILAVO DE CENTÍMETROS. SORPRENDEMENTE, NUESTROS OJOS PUEDEN DISTINGUIR ENTRE ONDAS CUYAS LONGITUDES DIFIEREN EN FRACCIONES DE MICRAS; LO QUE OCURRE ES QUE NO DESCRIBIMOS LO QUE VEMOS EN TALES TÉRMINOS, SINO QUE EMPLEAMOS PALABRAS COMO VIOLETA, INDIGO Y AZUL PARA LAS ONDAS MÁS CORTAS, Y ROJO, ANARANJADO Y AMARILLO PARA LAS MÁS LARGAS. NO OBSTANTE, NO TODA LA RADIACIÓN SOLAR ES VISIBLE; EL COMPONENTE ULTRAVIOLETA TIENE UNA LONGITUD DE ONDA DEMASIADO CORTA PARA NUESTROS OJOS, Y EL LLAMADO INFRARROJO, DEMASIADO LARGA.

Las variaciones de las longitudes de onda nos proporcionan los diferentes colores.

#### IV.1.7 REFLEXION Y ABSORCION.

TODOS LOS COLORES QUE VEMOS EN UN PAISAJE SON COMPO

NENTES DE LA RADIACIÓN SOLAR; LA CUAL SE REFLEJA, DE ACUERDO CON SUS LONGITUDES DE ONDA, EN LOS DISTINTOS CUERPOS. LA DIFERENCIA ENTRE UN NARCISO AMARILLO Y UNA ROSA ROJA ESTIBA EN QUE EL PRIMERO ABSORBE LA MAYOR PARTE DE LA RADIACIÓN, EXCEPTUADAS LAS LONGITUDES DE ONDA QUE PERCIBIMOS COMO AMARILLO. ÉSTE SE REFLEJA EN LOS PÉTALOS Y PENETRA EN NUESTROS OJOS. POR EL CONTRARIO, LA ROSA ABSORBE LAS ONDAS AMARILLAS, PERO REFLEJA LAS ROJAS. OTRA FLOR CON UNA ESTRUCTURA QUÍMICA DIFERENTE Y ASÍ HASTA DAR CON UN NÚMERO DE POSIBILIDADES PRÁCTICAMENTE ILIMITADAS. CUANDO TODOS LOS COLORES SE REFLEJAN JUNTOS VEMOS OBJETOS BLANCOS, Y EN EL CASO OPUESTO, CUANDO CASI LA TOTALIDAD DE LAS ONDAS DE DISTINTAS LONGITUDES QUEDAN ABSORBIDAS, OBJETOS NEGROS. (FIG. IV,2)

Algunas ondas se reflejan y otras se absorben en los objetos.

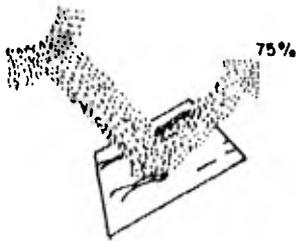


Fig. IV.2  
Las superficies  
brillantes re-  
flejan la radia-  
ción.

SABIENDO ESTO PODEMOS AUMENTAR LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE ENERGÍA DE UN CUERPO, SIMPLEMENTE PINTÁNDOLO DE NEGRO (VER FIG. IV,3)

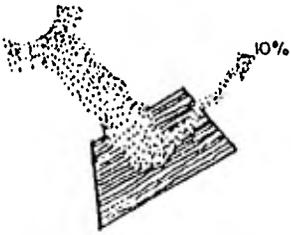


Fig. IV.3 Las superficies negras absorben la radiación.

LA ENERGÍA RADIANTE ABSORBIDA SE TRANSFORMA EN CALOR. PENSEMOS EN LOS RAYOS DEL SOL QUE, DESPUÉS DE HABER RECORRIDO CIENTO CUCENTA MILLONES DE KÍLOMETROS A TRAVÉS DEL ESPACIO SE ESTRELLAN RAPIDAMENTE CONTRA LA SUPERFICIE ABSORBENTE DE UN OBJETO. EL "CHOQUE" DE LAS ONDAS HACE QUE LOS ELECTRONES DE LAS MOLÉCULAS VIBREN MÁS RAPIDAMENTE. CUANDO ESTA AGITACIÓN DE LOS ELECTRONES ES LO SUFICIENTEMENTE VIOLENTA, PODEMOS SENTIR REALMENTE SU MOVIMIENTO EN FORMA DE CALOR Y MEDIR EL CAMBIO OPERADO LEYENDO EL INCREMENTO DE TEMPERATURA.

AHORA BIEN SE PUEDE ENTENDER POR SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE ENERGÍA SOLAR A TODOS AQUELLOS EQUIPOS Y SU SUPERFICIES EXPUESTOS EXPRESAMENTE AL SOL PARA INTERCEPTAR ENERGÍA Y LUZ RADIANTE, PARA QUE DE ESTA MANERA SE LOGRE UN APROVECHAMIENTO REAL DE DICHA ENER

La energía radiante absorbida se transforma en calor.

GÍA (A ESTO SE LES DENOMINA COLECTORES),

## IV.2 COLECTORES.

### IV.2.1 CLASIFICACIONES.

LOS COLECTORES SOLARES PUEDEN SER CLASIFICADOS EN TRES CATEGORÍAS:

- 1.- BAJA TEMPERATURA DE TEMP. AMB. A 282°C
- 2.- MEDIA TEMPERATURA DE 282°C A 582°C
- 3.- ALTA TEMPERATURA DE 582°C A 3 982°C

Clasificación de los colectores solares.

LOS SISTEMAS QUE CAPTAN ENERGÍA SE PUEDEN CLASIFICAR DE LA SIGUIENTE MANERA:

#### A.- TERMICOS

TRANSFORMAN LA ENERGÍA SOLAR EN CALOR.

##### A.1 PLANOS

FUNCIONAN CON ENERGÍA SOLAR DIRECTA Y DIFUSA.

##### A.2 POR CONCENTRACIÓN.

SOLO FUNCIONAN CON RADIACIÓN DIRECTA Y REQUIEREN DE MECANISMOS E INSTRUMENTOS QUE LOS MANTIENEN SIEMPRE ORIENTADOS HACIA EL SOL.

#### B.- FOTOVOLTAICOS.

TRANSFORMAN LA ENERGÍA SOLAR EN UN POTENCIAL ELÉCTRICO.

## IV.2.2 COLECTORES SOLARES TERMICOS.

### IV.2.2.1 COLECTORES PLANOS.

#### IV.2.2.1.1 INTRODUCCION.

ESTE TIPO DE COLECTORES SON GENERALMENTE FIJOS, --  
 APROVECHAN LA RADIACIÓN SOLAR DIRECTA Y DIFUSA, NO  
 CONCENTRAN LA RADIACIÓN Y SE USAN BÁSICAMENTE PARA  
 TEMPERATURAS DE LA PRIMERA CATEGORÍA.

EXISTE UNA GRAN VARIEDAD DE DISEÑOS DE COLECTORES -  
 PLANOS CONTANDO LA MAYORÍA CON CINCO ELEMENTOS BÁSI  
 COS.

#### IV.2.2.1.2 COMPONENTES.

A.- COMPONENTES DEL COLECTOR PLANO:

##### 1. CUBIERTA TRANSPARENTE,

FORMADA POR UNA Ó VARIAS PLANCHAS DE VIDRIO Ó  
 PLÁSTICO AYUDA EFICAZMENTE A ELEVAR LA TEMPERA  
 TURA.

CADA CAPA DE VIDRIO DISMINUYE LA PÉRDIDA DE CA  
 LOR, PERO POR OTRA PARTE, REDUCE LA CANTIDAD -  
 DE ENERGÍA SOLAR QUE ENTRA EN LA TRAMPA DE CA  
 LOR YA QUE CADA PLANCHA DE VIDRIO SUFRE UNA --  
 PÉRDIDA DEL 8% POR REFLEXIÓN, ÉSTA REFLEXIÓN -  
 PUEDE ATENUARSE SOMETIENDO A UN TRATAMIENTO LA

Cada plancha de vi  
 drio sufre de una  
 pérdida del 8% por  
 reflexión

SUPERFICIE, CABE SEÑALAR QUE, CADA PLANCHA ADICIONAL DE VIDRIO REPRESENTA UN AUMENTO EN LOS GASTOS.

EN LUGAR DE PLANCHAS DE VIDRIO, PUEDEN UTILIZARSE LÁMINAS DE PLÁSTICO TRANSPARENTE QUE DISMINUYEN EL ENFRIAMIENTO DEBIDO AL AIRE CIRCULANTE, PERO EN SU MAYORÍA DEJAN PASAR LOS RAYOS INFRARROJOS Y SOLO REDUCEN LIGERAMENTE LAS PÉRDIDAS POR NUEVA RADIACIÓN.

UNA EXCEPCIÓN DE IMPORTANCIA ES UN PLÁSTICO -- TRATADO CON FLUOR QUE SE FABRICA AÚN CON CARACTER EXPERIMENTAL.

ESTE MATERIAL REÚNE LAS CONDICIONES IDEALES, -- YA QUE ES TRANSPARENTE, SÓLIDO, NO DEJA PASAR LOS RAYOS INFRARROJOS Y PUEDE SOPORTAR UNA EXPOSICIÓN PROLONGADA A LA LUZ DEL SOL.

#### B.- PLACA ABSORBENTE.

POR LO COMÚN ES DE METAL DE ALTA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA, USUALMENTE DE ACERO, COBRE Ó ALUMINIO; LA SUPERFICIE ES PINTADA DE NEGRO MATE (NO BRILLANTE).

#### C.- TUBOS Ó CONDUCTOS .

PUEDEN SER INTEGRADOS O CONECTADOS A LA PLACA,

POR LOS QUE CIRCULA UN FLUIDO (GENERALMENTE -- AIRE O AGUA).

D.- MATERIAL AISLANTE.

RODEA LA PLACA, PARA MINIMIZAR PÉRDIDA DE CALOR, (FIBRA DE VIDRIO, HULE ESPUMA, ETC.).

E.- CAJA.

GENERALMENTE DE FORMA RECTANGULAR, DE Poca PROFUNDIDAD, AISLADO POR LOS COSTADOS Y EN EL FONDO.

DENTRO DE ÉL SE ENCUENTRA LA PLACA ABSORBENTE Y DEMÁS COMPONENTES, QUEDANDO TODO CUBIERTO -- POR LA TAPA TRANSPARENTE, PROTEGIÉNDOLOS DE LA LLUVIA, EVITANDO LA SALIDA DE AIRE Y LAS PÉRDIDAS DE CALOR.

EXISTEN OTROS FACTORES QUE OCASIONAN PÉRDIDAS QUE AFECTAN SU EFICIENCIA COMO PUEDEN SER: REFLEXIÓN DE LA CUBIERTA TRANSPARENTE Y DE LA -- PLACA ABSORBEDORA, ABSORCIÓN DE LA CUBIERTA -- TRANSPARENTE Y REFLEXIÓN POR POLVO EN LA CUBIERTA, PÉRDIDAS TÉRMICAS POR RERRADIACIÓN, -- CONDUCCIÓN Y CONVECCIÓN.

Factores que ocasionan pérdidas:  
Reflexión en la -- placa, absorción -- de la cubierta, -- pérdidas térmicas.

#### IV.2.2.1.3 CONSTRUCCION.

LA LÁMINA NEGRA APOSRBENTE ES COLOCADA AL FONDO DE

LA CAJA Y EN LA PARTE EXTERIOR A 1 O 2 CMS., DE ---  
 ELLA SE COLOCA LA PLACA TRANSPARENTE.

ESTA PANTALLA DE VIDRIO DISMINUYE LA PÉRDIDA DE CA-  
 LOR DEBIDA A LA RADIACIÓN Y AL AIRE CIRCULANTE Y --  
 CONFORME LA RADIACIÓN LLEGA A LA PLACA ABSORBENTE,  
 LA TEMPERATURA DE ÉSTA SE ELEVA Y EMITE RADIACIONES  
 EN LONGITUDES DE ONDA QUE SE TRANSMITEN A TRAVÉS --  
 DEL VIDRIO (A ESTO SE LE DENOMINA TRAMPA DE CALOR).

ESTA TRAMPA DEBE SER HERMÉTICA Y PARA ELLO SE UTILI-  
 ZA MATERIAL AISLANTE CON EL OBJETO DE REDUCIR LAS -  
 PÉRDIDAS DE CALOR HACIA EL AIRE CIRCUNDANTE.

La trampa de calor  
 debe ser hermética.

PARA CALENTADORES DE AGUA, LOS TUBOS SON UNIDOS A -  
 LA PARTE POSTERIOR DEL CAPTADOR DE MODO QUE ASEGURE  
 UN BUEN CONTACTO TÉRMICO DADO QUE EL CALOR ATRAPADO  
 POR LA PLACA SE TRANSFIERE AL FLUIDO QUE CIRCULA --  
 POR LOS TUBOS.

#### IV.2.2.1.4 ORIENTACION.

LA ORIENTACIÓN DEPENDE DEL TAMAÑO Y PESO DE LOS CAP-  
 TADORES, LATITUD, CLIMA Y LOS REQUERIMIENTOS DE ---  
 CONSTRUCCIÓN.

LA MÁXIMA CANTIDAD DE RADIACIÓN SE CAPTA CUANDO EL COLECTOR ESTÁ SITUADO PERPENDICULARMENTE A LOS RAYOS SOLARES. CUANTO MÁS OBLICUO ESTÉ, LAS PÉRDIDAS SERÁN MAYORES O, LO QUE ES LO MISMO, LA RADIACIÓN QUE REALMENTE RECIBE EL CUERPO, MENOS INTENSA.

Quando el colector está perpendicular a los rayos solares se capta mayor radiación.

UN COLECTOR SOLAR IDEAL DEBERÍA IR PASTREANDO CONTINUAMENTE LA RUTA DEL SOL: SU TRAYECTORIA DIARIA Y SU ALTURA, QUE VARIAN A LO LARGO DE LAS ESTACIONES DEL AÑO. EL MECANISMO CAPAZ DE ELLO ES INJUSTIFICABLEMENTE COMPLICADO Y CARO PARA CUANDO MONTEMOS COLECTORES SOLARES PLANOS. ÉSTOS NO EXIGEN UN ENFOQUE PRECISO DEL SOL; OBTENIENDO RESULTADOS MUY SATISFACITORIOS CON UNA INSTALACIÓN SOLAR FIJA DE ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DENTRO DE LOS LÍMITES QUE SE SUGIERE A CONTINUACIÓN:

#### IV.2.2.1.5 ANGULO DE INCLINACION.

EL ANGULO DE INCLINACIÓN A QUE NOS REFERIMOS ES EL QUE TOMA EL PLANO DEL COLECTOR CON LA HORIZONTAL. HAY OPINIONES QUE SOSTIENEN QUE LA INCLINACIÓN IDEAL DE UN PANEL SOLAR ES IGUAL A LA LATITUD DE SU EMPLAZAMIENTO MÁS 10 O 15 GRADOS. EN ZONAS DE ABUNDANTE NUBOSIDAD ESTA SIMPLIFICACIÓN PUEDE INDUCIR A ERRORES. POR EJEMPLO EN LONDRES, QUE ESTÁ SITUADO

¿Cuál es la inclinación ideal?.

EN LA LATITUD  $52^{\circ}\text{N}$ , EL COLECTOR QUE MAYOR RADIACIÓN RECIBE ES EL QUE TIENE UNA INDICACIÓN DE TAN SÓLO  $34^{\circ}$ ; SEGÚN SE HA COMPRORADO EXPERIMENTALMENTE. ÉSTA DISCREPANCIA SE DEBE AL HECHO DE QUE CASI LA MITAD DE LA ENERGÍA CAPTADA NO PROCEDE DIRECTAMENTE DEL SOL, SINO DE LA RADIACIÓN DIFUSA DEL MANTO NUBOSO, Y ÉSTE OCUPA TODO EL HEMISFERIO CELESTE. EL ÁNGULO IDEAL DE UN COLECTOR QUE PRETENDA EL APROVECHAMIENTO DE DICHA RADIACIÓN SERÁ, POR TANTO, CERO; ES DECIR, LA POSICIÓN ÓPTIMA DEL PANEL ES HORIZONTAL --- (VER FIG. IV.4). EN EL CASO DE CALEFACCIÓN DE LOCALS, EL SISTEMA ESTARÁ SOLICITADO AL MÁXIMO EN EL INVIERNO, PRECISAMENTE CUANDO EL SOL ESTÁ MÁS BAJO. EN TALES CASOS SI SERÁ ADECUADO UN ÁNGULO DE INCLINACIÓN MAYOR.

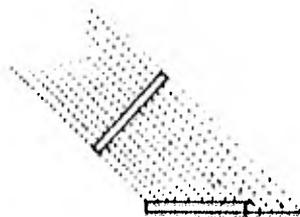


Fig. IV.4 Radiación directa. La inclinación aumenta la absorción.

EN SITUACIONES COMO ÉSTAS ES NECESARIO OPTIMIZAR EL SISTEMA PARA LOS MESES DE INVIERNO, CUANDO LA CANTIDAD DE SOL ES MUCHO MENOR. NO OBSTANTE, EN LA EDIFICACIÓN CONVENCIONAL, LA IDEA ES AHORRAR AL MÁXIMO - EL GAS O ELECTRICIDAD QUE EMPLEEMOS PARA CALENTAR - AGUA, Y PARA ELLO LO MEJOR ES OPTIMIZAR EL SISTEMA DE CARA A LA PRIMAVERA Y EL OTOÑO. ÉSTA DISCUSIÓN - SOBRE ÁNGULOS CORRECTOS PUEDE CARECER DE SENTIDO SI SE TRATA DE INSTALAR COLECTORES SOLARES SOBRE UN TEJADO PREEXISTENTE. ALTERAR LA PENDIENTE DE LOS PANELES CON SOPORTES ESPECIALES NO MERECE LA PENAL. CON QUE EL TEJADO TENGA UNA INCLINACIÓN ENTRE  $30^\circ$  Y  $60^\circ$  SERÁ SUFICIENTE. LAS PENDIENTES MAYORES O MENORES - IMPLICARÁN CIERTA REDUCCIÓN EN LA CAPTACIÓN DE ENERGÍA, PROBLEMA FÁCILMENTE SALVABLE DISPONIENDO COLECTORES DE MAYOR SUPERFICIE.

Hay que optimizar el sistema de cara a la primavera y el otoño.

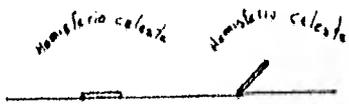


Fig. IV.1 Radiación difusa.  
La inclinación reduce la absorción.

#### IV.2.2.1.6 ANGULO DE ORIENTACION.

AUNQUE LO PREFERIBLE ES, EVIDENTEMENTE, MONTAR EL PANEL DE CARA AL SUR, EXISTE UN MARGEN DE  $30^\circ$  HACIA EL ESTE Y EL OESTE, RESPECTIVAMENTE, ENTRE LOS CUALES LA DIFERENCIA DE ENERGÍA CAPTADA RESPECTO A LA POSICIÓN ÓPTIMA ES DESPRECIABLE. PARA DESVIACIONES MAYORES DE  $40^\circ$ , LA REDUCCIÓN ADQUIERE MAYOR IMPORTANCIA ESPECIALMENTE DURANTE LOS MESES DE INVIERNO.

Siempre será preferible montar el panel de cara al sur.

LOS PANELES QUE TENGAN UN ÁNGULO DE INCLINACIÓN GRANDE SUFRIRÁN PROPORCIONALMENTE MAYORES PÉRDIDAS CUANTO MÁS DESVIADOS ESTÉN DE LA ORIENTACIÓN SUR EXACTA. AL APARTARSE DE ÉSTA (SOL DE MEDIO DÍA), DEPENDEN MUCHO MÁS DE LA RADIACIÓN DIFUSA Y, POR OTRA PARTE, AL ESTAR MÁS PRÓXIMOS A LA VERTICALIDAD, PIERDEN CASI LA MITAD DE LA MISMA.

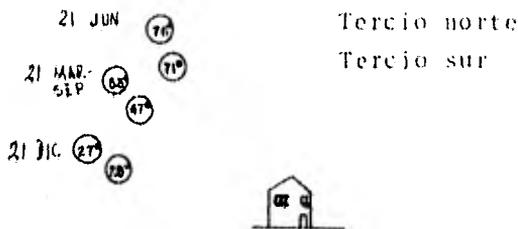


Fig. IV.5 Variación de la altura solar.

#### IV.2.2.1.7 SUPERFICIE DEL COLECTOR.

PODEMOS CONSIDERAR LA ENERGÍA SOLAR COMO UNA CASCA-  
DA INFINITA CAYENDO SOBRE LA SUPERFICIE TERRESTRE.  
SI INTENTÁSEMOS INTERCEPTAR SU CAUDAL, A MAYOR SU-  
PERFICIE DE CAPTACIÓN, TENDRÍAMOS EVIDENTEMENTE MA-  
YOR FLUJO RECOGIDO. ÉSTO ES PRECISAMENTE LO QUE OCU-  
RRE CON LOS COLECTORES SOLARES.

A mayor superficie  
de captación mayor  
flujo recogido.

NO OBSTANTE, ES RAZONABLE LIMITAR LA EXTENSIÓN SU-  
PERFICIAL DE LOS COLECTORES, AÚN PENSANDO QUE SU DI-  
MENSIONAMIENTO GENEROSO NOS SERÁ PARTICULARMENTE --  
ÚTIL EN CIERTAS OCASIONES. LA EXPLICACIÓN NOS LA DA  
EL HECHO DE QUE LOS COLECTORES DE GRAN SUPERFICIE,  
QUE SERÍAN UTILÍSIMOS EN INVIERNO, RESULTAN EXCESI-  
VOS EN VERANO, YA QUE PRODUCEN MÁS CALOR DEL QUE ES  
POSIBLE CONSUMIR.

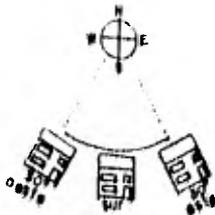


Fig. IV.6 Ori-  
entaciones más con-  
venientes para --  
cubiertas inclina-  
das.

PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE DOMÉSTICA SE --  
ACEPTA LA REGLA DE UN METRO CUADRADO DE COLECTOR --  
POR CADA 50-65 LITROS. EL GASTO MEDIO FAMILIAR ES -  
DE UNOS 160 LITROS/DÍA, O BIEN 60 LITROS/PERSONA/--  
DÍA, AUNQUE DESDE LUEGO DE UN INDIVIDUO A OTRO VA--  
RÍA ENORMEMENTE EL CONSUMO DE AGUA CALIENTE. LA SU--  
PERFICIE NECESARIA DE PANELES SOLARES PARA UNA VI--  
VIENDA UNIFAMILIAR ESTÁ ENTRE 3 Y 6 METROS CUADRA--  
DOS. MENORES EXTENSIONES SE CONSIDERAN NO ECONÓMI--  
CAS, A CAUSA DE LA REPERCUSIÓN DEL COSTE DE LOS ELE--  
MENTOS AUXILIARES DE LA INSTALACIÓN (TUBERÍAS, BOM--  
BAS, ETC.,,) QUE ES PRÁCTICAMENTE EL MISMO PARA ---  
CUALQUIER TIPO DE COLECTOR.

El gasto medio fa-  
miliar es de 160 -  
litros/día.

DIAGRAMA DE UN COLECTOR SOLAR Y SU SECCIÓN TRANSVER-  
SAL MOSTRANDO EL FENÓMENO DEL EFECTO INVERNADERO,

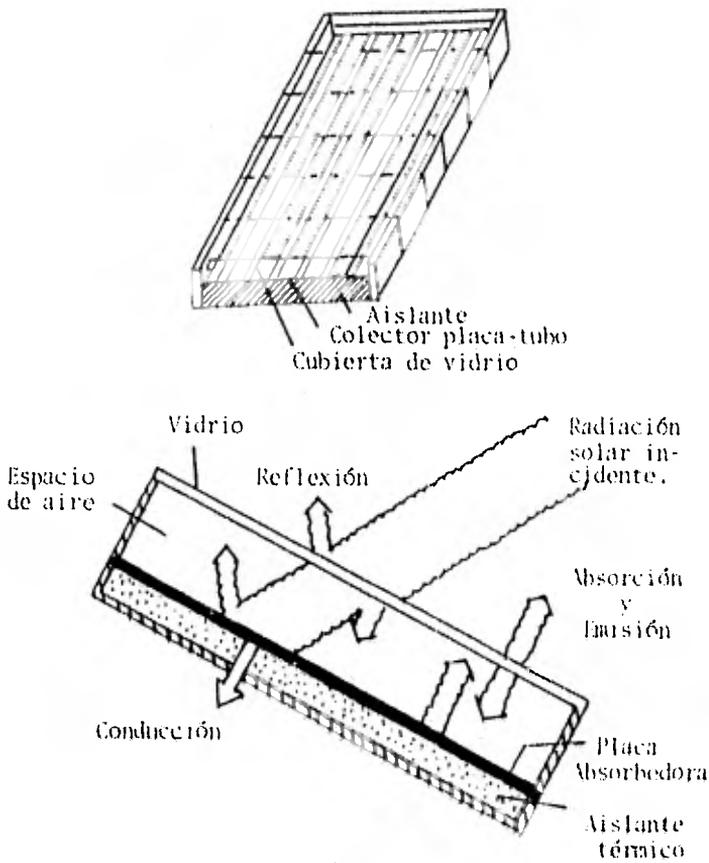


Fig. IV.7

## IV.2.2.2 COLECTORES CONCENTRADOS.

### IV.2.2.2.1 INTRODUCCION.

DENTRO DE LOS DISPOSITIVOS QUE APROVECHAN LA ENERGÍA SOLAR, LOS COLECTORES CONCENTRADORES HAN LOGRADO UN DESARROLLO TECNOLÓGICO IMPORTANTE A ÚLTIMAS FECHAS, DEBIDO A LAS DIFERENTES APLICACIONES QUE TIENEN, ESPECIALMENTE EN EL ÁREA DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD Y OBTENCIÓN DE CALOR DE PROCESO DE ALTA TEMPERATURA.

EL COLECTOR CONCENTRADOR ES UN DISPOSITIVO QUE CAPTA LA RADIACIÓN SOLAR DIRECTA EN UNA SUPERFICIE Y LA CONCENTRA EN UN TUBO DE ABSORCIÓN QUE CONTIENE EL FLUIDO DE TRABAJO.

### IV.2.2.2.2 TIPOS DE CONCENTRADORES.

ESTA CONCENTRACIÓN SE PUEDE LLEVAR A CABO A TRAVÉS DE REFLEXIÓN O DE REFRACCIÓN.

LOS CONCENTRADORES DE REFLEXIÓN CAPTAN LA RADIACIÓN SOLAR DIRECTA EN UNA SUPERFICIE QUE REFLEJA LOS RAYOS HACIA UN TUBO DE ABSORCIÓN QUE A SU VEZ TRANSMITEN LA ENERGÍA AL FLUIDO DE TRABAJO. LAS GEOMETRÍAS DE ESTOS COLECTORES VARÍAN DESDE EL MÁS COMUN

Los concentradores de reflexión captan la radiación solar directa.

ES EL COLECTOR CILÍNDRICO-PARABÓLICO, EL PARABOLOIDE DE REVOLUCIÓN, ESPEJOS PLANOS ENFOCADOS, HASTA LOS COLECTORES CON GEOMETRÍAS MUY SOFISTICADAS.

#### COLECTOR CILÍNDRICO-PARABÓLICO

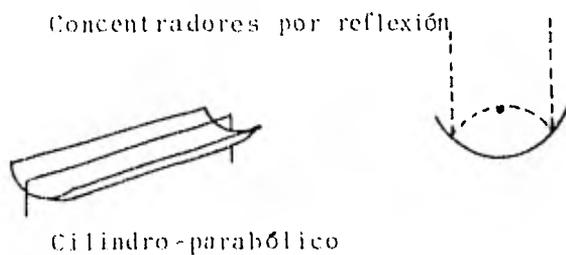


Fig. IV.8

#### EL PARABOLOIDE DE REVOLUCIÓN

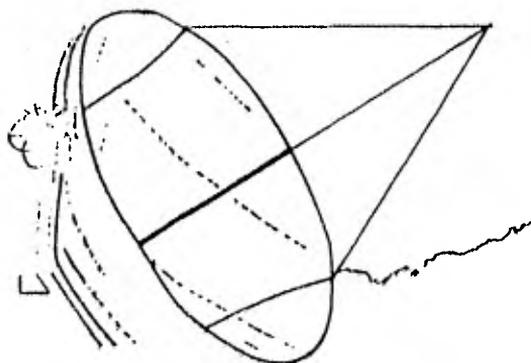


Fig. IV.9

ESPEJOS PLANOS ENFOCADOS

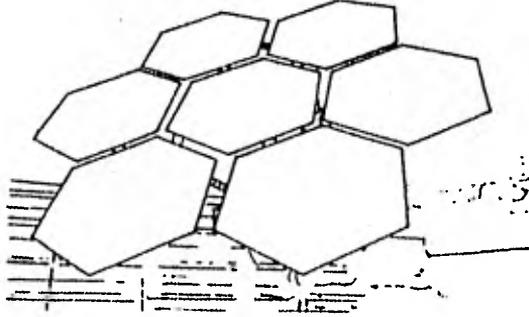


Fig. IV.10

COLECTORES CON GEOMETRÍAS MUY SOFISTICADAS.

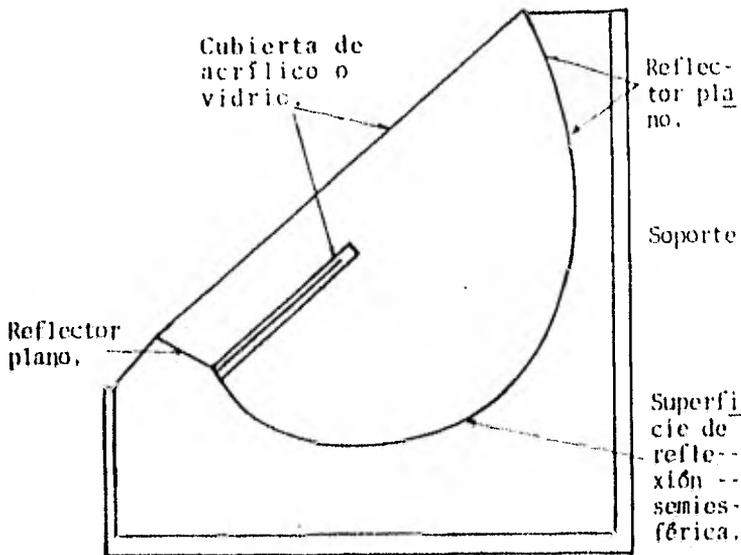


Fig. IV.11

LOS CONCENTRADORES DE REFLEXIÓN CAPTAN LA RADIACIÓN SOLAR EN UNALENTE Y LA CONCENTRA YA SEA EN UN TUBO O PLACA DE ABSORCIÓN QUE A SU VEZ TRANSMITEN LA --- ENERGÍA AL FLUIDO DE TRABAJO. DENTRO DE ESTE TIPO - DE COLECTORES LOS MÁS COMUNES SON LOS QUE CONCEN--- TRAN TODA LA RADIACIÓN EN UN PUNTO A TRAVÉS DE UNALENTE BICONVEXA.

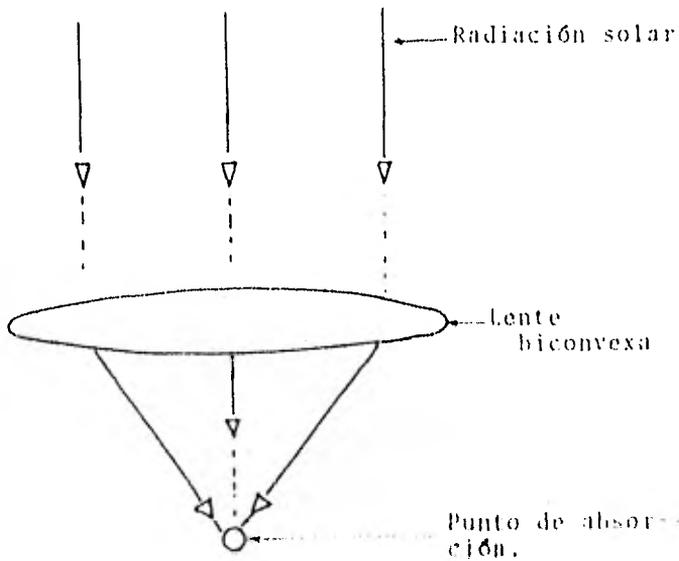


Fig. IV.12

TAMBIÉN EXISTEN LOS QUE UTILIZAN UNALENTE CILÍNDRICA BICONVEXA.

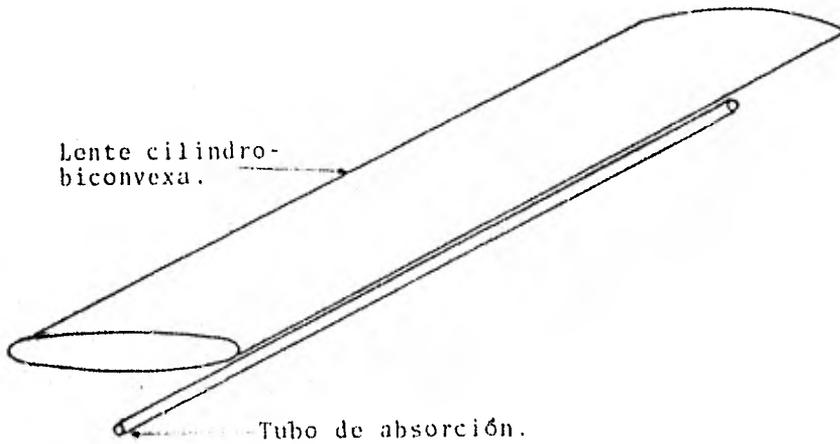


Fig. IV.13

LOS DE TIPO FRESNEL DE REVOLUCIÓN Y LOS DE TIPO FRESNEL LINEAL.

DENTRO DE LOS COLECTORES CONCENTRADORES, LOS QUE HAN LOGRADO MAYOR DESARROLLO TECNOLÓGICO HASTA LA FECHA SON LOS DE TIPO CILÍNDRICO-PARABÓLICO.

#### IV.2.2.2.3 DESCRIPCION DEL DISPOSITIVO.

##### A.- SUPERFICIE REFLEJANTE

GENERALMENTE SE TRATA DE UNA SUPERFICIE DE ---

CRISTAL CON UNA CAPA REFLEJANTE DE PLATA EN LA PARTE POSTERIOR, O BIEN PUEDE ESTAR HECHA DE ALGÚN PLÁSTICO REFLEJANTE O METALES BIEN PULIDOS.

EN LA REFLEXIÓN SE PIERDE APROXIMADAMENTE UN 8%.

#### A.1 GEOMETRÍA ADECUADA

EN EL CASO DE LOS REFLECTORES CILÍNDRICO-PARABÓLICOS DEBE SER LO MÁS EXACTO POSIBLE, YA QUE DE ESTO DEPENDE QUE LOS RAYOS SOLARES SE CONCENTREN SIN DISPERSIÓN EN LA TUBERÍA DE ABSORCIÓN.

### B.- TUBO DE VIDRIO

ESTE TUBO ENVUELVE AL TUBO DE ABSORCIÓN Y SU PRINCIPAL FINALIDAD ES LA DE EVITAR PÉRDIDAS TÉRMICAS POR CONVECCIÓN Y RERRADIACIÓN DEL TUBO DE ABSORCIÓN. ÉSTE TUBO DE VIDRIO DEBE TENER CIERTAS CUALIDADES A SABER:

#### B.1 COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN

ESTE COEFICIENTE ESTA DADO POR EL COCIENTE DE LA RADIACIÓN PROVENIENTE DE LA SUPERFICIE REFLEJADA ENTRE LA RADIACIÓN NETA QUE PASA HACIA EL TUBO DE ABSORCIÓN, Y MIENTRAS MAYOR SEA ESTE COEFICIENTE, MAYOR DISPONIBILIDAD DE ENER-

A mayor coeficiente de transmisión, mayor disponibilidad de energía.

GÍA TENDREMOS EN EL TUBO DE ABSORCIÓN.

PARA LOGRAR ESTO, ES CONVENIENTE QUE EL VIDRIO CONTENGA FIERRO EN FORMA DE ÓXIDO FÉRRICO Y -- SEA LO MÁS DELGADO POSIBLE SIN DISMINUIR SU RESISTENCIA MECÁNICA.

EN LA TRANSMISIÓN SE PIERDE APROXIMADAMENTE UN 5% DE LA ENERGÍA.

#### B.2 RESISTENCIA DE CHOQUE TÉRMICO.

EN LOS COLECTORES CONCENTRADORES, LAS TEMPERATURAS QUE SE ALCANZAN PUEDEN SER BAÑTANTE ELEVADAS, POR LO QUE EL TUBO DE VIDRIO DEBE RESISTIR ALTAS TEMPERATURAS COMO EFECTOS DE DILATACIÓN TÉRMICA. POR ÉSTO LAS CONEXIONES DE ESTOS TUBOS EN LOS EXTREMOS, DEBEN PREVEER ESTE TIPO DE EFECTO DE DILATACIÓN.

#### B.3 RESISTENCIA MECÁNICA.

ES NECESARIO QUE EL TUBO, PARALELAMENTE A LA BUENA TRANSMISIÓN Y A LA RESISTENCIA TÉRMICA - PRESENTE BUENAS PROPIEDADES MECÁNICAS.

#### C.- TUBO ABSORBEDOR

ESTE TUBO CONTIENE EL FLUIDO DE TRABAJO Y LA RADIACIÓN ABSORBIDA POR ÉL, ES TRANSMITIDA POR CONDUCCIÓN AL FLUIDO. ÉSTE TUBO DEBE TENER LAS

SIGUIENTES PROPIEDADES:

C.1 BUENA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.

C.2 SUPERFICIE ABSORBEDORA DE BUENA CALIDAD.

#### D.- FLUIDO DE TRABAJO

NORMALMENTE LOS FLUIDOS DE TRABAJO PARA TEMPERATURAS DE ALREDEDOR DE  $300^{\circ}\text{C}$ , SON ACEITES LLAMADOS TÉRMICOS Y PARA TEMPERATURAS MÁS ALTAS - SUELE UTILIZARSE SODIO LÍQUIDO. DEBE TENER ALGUNAS CALIDADES ESPECIALES COMO SON:

D.1 BUENA CAPACIDAD CALORÍFICA.

MIENTRAS MAYOR SEA LA CAPACIDAD CALORÍFICA DEL FLUIDO DE TRABAJO, SE PODRÁ REMOVER DE LOS TUBOS Y ACUMULAR UNA MAYOR CANTIDAD DE ENERGÍA - POR UNIDAD DE VOLÚMEN DEL FLUIDO.

D.2 BAJA VISCOSIDAD.

PARA EVITAR UN GASTO EXCESIVO DE ENERGÍA EN EL BOMBEO ES NECESARIO QUE EL FLUIDO DE TRABAJO - TENGA UNA BAJA VISCOSIDAD. EN GENERAL EL FLUIDO DE TRABAJO "TRANSPORTARÁ" LA ENERGÍA CALORÍFICA Y DE ACUERDO AL USO DE ÉSTA ENERGÍA, PODRÁ TRANSFORMARSE EN ENERGÍA MECÁNICA, ELÉCTRICA O UTILIZARSE COMO TAL EN PROCESOS QUE REQUIERAN CALOR.

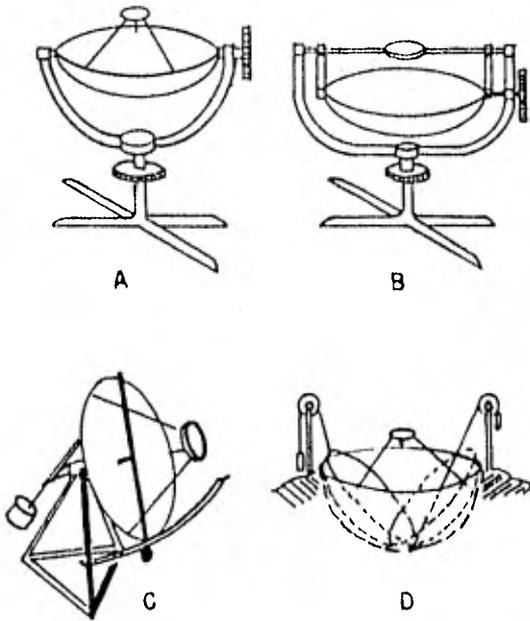


Fig. IV.14 Montajes para seguir al sol con colectores solares circulares.  
 A. Montaje azimutal con dos movimientos.  
 B. Montaje azimutal modificado con dos movimientos que permiten la utilización de un receptor fijo.  
 C. Montaje ecuatorial con un movimiento.  
 D. Cáscaras esféricas deslizantes con receptor fijo.

#### IV.2.3 ELECCION DEL COLECTOR.

LA ELECCION DEL TIPO MÁS APROPIADO DEPENDE DE DIVERSOS FACTORES.

LOS COLECTORES DE ENFOQUE PERMITEN ALCANZAR TEMPERA

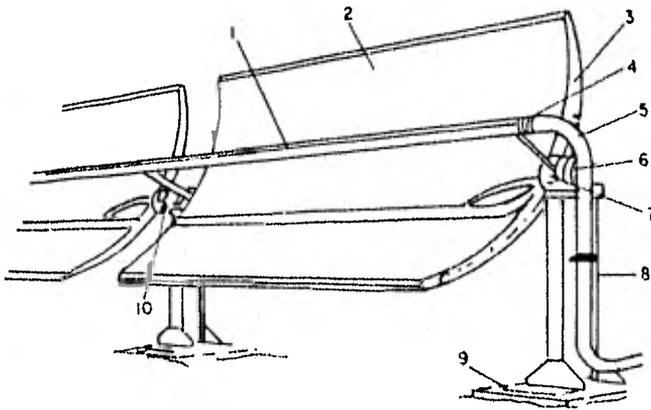
TURAS MÁS ALTAS QUE LOS PLANOS FIJOS, POR LO QUE REPRESENTAN VENTAJAS PARA ALGUNAS APLICACIONES. SON LA OPCIÓN MÁS ATRACTIVA PARA APLICACIONES DE BAJAS TEMPERATURAS (60°C), PERO EXISTE UNA SERIE DE APLICACIONES INTERMEDIAS PARA LAS QUE LA ELECCIÓN ES MÁS COMPLEJA.

ALGUNOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN EMPLEAN COLECTORES PLANOS Y OTROS RECURREN A SISTEMAS DE ENFOQUE. LA GENERACIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA PUEDE LOGRARSE EMPLEANDO COLECTORES PLANOS Y UN FLUIDO ORGÁNICO, O BIEN COLECTORES DE ENFOQUE Y AGUA. EN ESTOS CASOS ES SUMAMENTE IMPORTANTE CONOCER LOS COMPONENTES DIRECTO Y DIFUSO DE LA RADIACIÓN SOLAR EN EL SITIO DONDE SE PIENSE INSTALAR EL SISTEMA, PUESTO QUE LOS COLECTORES PLANOS APROVECHAN AMBOS Y LOS DE ENFOQUE SOLO LA RADIACIÓN DIRECTA. ADEMÁS, SI BIEN ÉSTOS ÚLTIMOS PERMITEN LOGRAR TEMPERATURAS MÁS ALTAS Y REQUIEREN MENOR ÁREA DE CAPTACIÓN, SON MÁS COSTOSOS DEBIDO A LA NECESIDAD DE MECANISMOS ORIENTADORES Y DE ESTRUCTURAS SÓLIDAS PARA RESISTIR EL VIENTO. SÓLO ES POSIBLE EVALUAR CON PRECISIÓN UN COLECTOR EXAMINANDO SU FUNCIONAMIENTO COMO PARTE DE UN SISTEMA (TEMPERATURA A LA QUE SE REQUIERE EL FLUIDO, VELOCIDAD, TAMAÑO Y TIPO DE EQUIPO DE ALMA-

Hay que conocer los componentes directo y difuso de la radiación solar en el sitio donde se piense instalar el sistema.

CENAMIENTO) EN UN SITIO ESPECÍFICO (CANTIDAD DE RADIACIÓN DIRECTA Y DIFUSA, DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO, TEMPERATURA LOCAL, VELOCIDAD DEL VIENTO) Y CORRELACIONANDO DEMANDA DE ENERGÍA, CLIMA Y DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA SOLAR.

Fig. IV.15 Colector solar de enfoque.  
(Diseño parabólico).



1. Tubo receptor de acero cromado en negro, rodeado por un anillo de aire/argón seco y protegido por cristal Pyrex.
2. Superficie del espejo cubierta con una película de material acrílico metálico.
3. Perfil parabólico de las nervaduras de aluminio colado.
4. Fuelles para expansión térmica.
5. Codo de acero inoxidable, con su aislamiento.
6. Baleros sellados autoalineables.
7. Brida (o reborde) de acero forjado.
8. Poste de soporte de acero galvanizado.
9. Pasadores de montaje.
10. Junta soporte de carga.

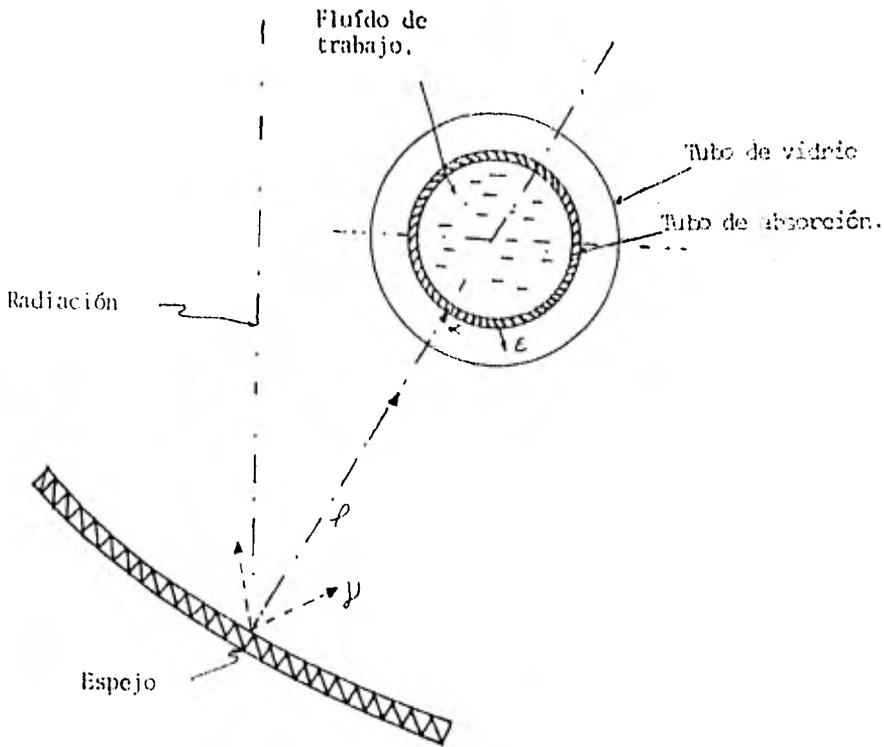


Fig. IV.16

#### IV.2.4 PROPIEDADES DE MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE CAPTADORES SOLARES.

##### IV.2.4.1 VIDRIO.

ES EL MATERIAL TRANSPARENTE MÁS ANTIGUO ELABORADO - POR EL HOMBRE, UTILIZADO EXTENSAMENTE COMO CUBIERTA DE CAPTADORES PLANOS Y COMO ESPEJOS PARA CAPTADORES DE ENFOQUE. ES PERMANENTE Y NO SUFRE DETERIORO CON EL TIEMPO (CLIMATOLÓGICO) PERO ES PESADO Y QUEBRADIZO Y REQUIERE DE ESTRUCTURAS FUERTES PARA SOSTENERLO FIRMEMENTE. EL VIDRIO ES TRANSPARENTE A LA MAYOR

PARTE DE LA LUZ SOLAR, EXCEPTO LA ULTRAVIOLETA, PERO ES OPACO A LA INFRARROJA, ASÍ QUE ACTÚA COMO UN CAPTADOR EFECTIVO DE CALOR CUANDO ES USADO COMO CUBIERTA. LA REFLEXIÓN EN CADA ESPACIO DE AIRE Y VIDRIO ES DE APROXIMADAMENTE 4% Y LA ABSORCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR POR EL VIDRIO MISMO PUEDE SER DE BAJO PORCENTAJE, ASÍ QUE LA TRANSMISIÓN ES REDUCIDA EN UN 10% CUANDO LA LUZ SOLAR PASA A TRAVÉS DE UN VIDRIO.

#### IV.2.4.2 PLÁSTICO.

EL APROVECHAMIENTO DE LÁMINAS DE PLÁSTICO DELGADAS Y RESISTENTES CON PROPIEDADES PARTICULARES ES IMPORTANTE EN EL MEJORAMIENTO DEL USO DE LA ENERGÍA SOLAR. EL MATERIAL PLÁSTICO ES TRANSPARENTE Y APROVECHABLE EN ESPESORES DESDE 0.006 MM. A 0.24 MM. Y OTROS.

ES RESISTENTE, FÁCILMENTE TRANSPORTABLE, NO QUEBRADIZO Y NO SE EXPANDE. EL COSTO EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIONES SOLARES, ES MUCHO MENOR CON PLÁSTICOS QUE CON VIDRIO. EL DETERIORO CON LA LUZ SOLAR Y EL CLIMA HA SIDO UNA DESVENTAJA, PERO COMPANÍAS INDUSTRIALES HAN DESARROLLADO AHORA VARIOS PLÁSTICOS CON CARACTERÍSTICAS EXCELENTES. ALGUNOS DE ESTOS POLÍMI

NILO SON EL MYLAR (MYLAR W) Y TEDLAR (FLUORITO). EL MYLAR W, CON UN REVESTIMIENTO PARA ABSORBER LA LUZ ULTRAVIOLETA, TIENE UNA VIDA APROXIMADA DE 3 AÑOS Ó MÁS EN FLORIDA. EL MATERIAL TEDLAR DE 5 AÑOS O MÁS EL ACLAR (ALIED CHEMICAL CO.) ES OTRO FLUORURO DE POLIVINILO CON UNA BUENA RESISTENCIA A LA LUZ SOLAR Y AL CLIMA.

ALGUNOS DE LOS PLÁSTICOS COMUNES ASÍ COMO EL POLIETILENO, CELULOIDE, ACETATO, CLORURO DE POLIVINILO Y POLIESTIRENO, POSEEN UNA VIDA MUY CORTA CUANDO SON EXPUESTOS AL CLIMA EXTERIOR.

LA TRANSMISIÓN DE LUZ A TRAVÉS DE PLÁSTICO DEPENDE DEL ÍNDICE REFRACTIVO DEL MATERIAL Y EN LA REFLEXIÓN DE LAS DOS INTERFASES DEL AIRE-PLÁSTICO.

#### IV.2.4.3 METALES

VARIOS METALES SUMAMENTE PULIDOS TIENEN BUENA REFLECTIVIDAD PARA LA LUZ SOLAR: LA PLATA ES UNO DE ELLOS, PERO SE MANCHA CON FACILIDAD; EL COBRE Y ALGUNOS OTROS METALES DAN BUENA REFLEXIÓN PERO RÁPIDAMENTE SE OXIDAN. EL METAL RODIO PLATEADO FUE USADO EN GRANDES CANTIDADES DE REFLECTORES RASTREADORES. EL ACERO INOXIDABLE, EL NIQUEL Y EL CROMO SON PERMA

NENTES Y SE APROXIMAN A SER BRILLANTES, CON EL INCONVENIENTE QUE ES BAJA SU REFLEXIÓN A LA LUZ SOLAR.

EL ALUMINIO ES QUIZÁS EL MEJOR METAL Y MÁS BARATO PARA LA REFLEXIÓN DIRECTA DE LA LUZ SOLAR. CUANDO ESTÁ SUMAMENTE PULIDO TIENE UNA ALTA REFLECTIVIDAD Y LA PELÍCULA PROTECTORA DE ÓXIDO DE ALUMINIO ( $Al_2O_3$ ) QUE SE FORMA INSTANTÁNEAMENTE, NO PENETRA PROFUNDAMENTE EN EL METAL Y ES LO SUFICIENTEMENTE TRANSPARENTE PARA REDUCIR LA REFLEXIÓN. LA REFLECTIVIDAD DEPENDE EN GRAN FORMA DE LA PUREZA DEL ALUMINIO Y DEL GRADO DE PULIMENTO DEL METAL. LAS PRUEBAS DE DIFERENTES TIPOS DE ALUMINIO EN FORMA DE LÁMINAS DIERON REFLEXIONES DE 60 A 70%, LAS QUE SE CONSIDERAN ACEPTABLES.

#### IV.2.5 SUPERFICIES SELECTIVAS DE RADIACION

PARA UNA OPERACIÓN EFICIENTE DE MOTORES, MÁQUINAS REFRIGERANTES Y HORNOS, SE NECESITAN TEMPERATURAS ALTAS, ÉSTOS REQUIEREN DE UN EQUIPO ESPECIAL SI LA ENERGÍA SOLAR ES LA FUENTE DE CALOR, LAS PÉRDIDAS PUEDEN SER MUY GRANDES, ORIGINANDO FUGA DEL CALOR NECESARIO AL ABSORBEDOR SOLAR, ÉSTAS PÉRDIDAS PUEDEN REDUCIRSE HASTA EN UN 79% MEDIANTE EL USO DE SUPERFICIES SELECTIVAS.

Las pérdidas de calor pueden reducirse mediante el uso de superficies selectivas de radiación.

SI UN CUERPO ABSORBE ENERGÍA SOLAR ES NATURAL QUE -  
EMITA ENERGÍA RADIANTE DEBIDO A LA TEMPERATURA QUE  
SU SUPERFICIE POSEE. LA TEMPERATURA EN EQUILIBRIO FI-  
NAL DEL CUERPO ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA RE-  
LACIÓN  $\alpha / \epsilon$  , DONDE ALFA ES LA ABSORTANCIA Y EPSI-  
LON LA EMITANCIA. PARA ELLO SE NECESITA UNA SUPERFEL-  
CIE CON ALTA ABSORCIÓN EN LA BANDA DE EMISIÓN SOLAR  
Y BAJA EMITANCIA EN EL INTERVALO DE EMISIÓN DE UN -  
CUERPO NEGRO; A ESTA SUPERFICIE SE LE LLAMA SELECTI-  
VA.

DESPUÉS DE REALIZAR DIVERSOS TRABAJOS EXPERIMENTA--  
LES PARA ENCONTRAR SUPERFICIES DE MUY ALTA SELECTI-  
VIDAD SE ENCONTRÓ QUE EL MEJOR RESULTADO SE OBTENÍA  
DE PLATEAR UNA SUPERFICIE BRILLANTE. SOBRE ESTA SU-  
PERFICIE SE APLICA UNA DELGADA CAPA DE MATERIAL ES-  
TABLE DE MUY ALTA ABSORTIVIDAD. DIFERENTES SUPERFI-  
CIES SELECTIVAS DE RADIACIÓN PREPARADAS POR ELECTRÓ-  
LISIS FUERON DESARROLLADAS Y PROBADAS PARA ESTABI-  
LIDAD, PARTICULARMENTE EN ALTAS TEMPERATURAS.

EL INSTITUTO DE INGENIERÍA REALIZA ACTUALMENTE VA--  
RIOS PROYECTOS SOBRE ENERGÍA SOLAR, EN LOS QUE EL -  
DESARROLLO DE SUPERFICIES SELECTIVAS ES IMPORTANTE  
YA QUE AUMENTAN LA EFICIENCIA DE DIFERENTES DISPOSJ

TIVOS TALES COMO LOS CAPTADORES DE ENFOQUE EN LOS QUE EL ABSORBEDOR PUEDE DISMINUIR SUS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN Y POR TANTO AUMENTAR LAS TEMPERATURAS DE LOS FLUIDOS CON LOS QUE SE TRABAJA, OBTENIENDO DE ESTA FORMA MAYOR EFICIENCIA.

LAS SUPERFICIES SELECTIVAS MÁS COMÚNES SON PELÍCULAS DE ÓXIDO METÁLICOS SOBRE SUSTRATOS METÁLICOS -- POR EJEMPLO, LAS DE ÓXIDO CÚPRICO ( $CuO$ ), ÓXIDO CUPROSO ( $Cu_2O$ ) Y OTROS DE FIERRO Y ALUMINIO ( $Fe_3O_4$ ,  $Al_2O_3$ , ETC.).

### IV.3 CALENTADORES SOLARES DE AGUA

#### IV.3.1 INTRODUCCION

LOS CALENTADORES SOLARES CONSTITUYEN LA APLICACIÓN DIRECTA DE LA ENERGÍA SOLAR QUE MÁS SE HA COMERCIALIZADO, Y SU USO SE INCREMENTA RÁPIDAMENTE POR TODAS PARTES DEL MUNDO,

UN CALENTADOR SOLAR DE AGUA PUEDE DEFINIRSE COMO UN DISPOSITIVO QUE PERMITE APROVECHAR UNA PARTE DE LA RADIACIÓN SOLAR RECIBIDA PARA CALENTAR AGUA CONFORME LO REQUIERA LA DEMANDA DONDE SE ENCUENTRE INSTALADO.

#### IV.3.2 ALGUNAS APLICACIONES DE CALENTAMIENTO DE AGUA.

SE HA ESTIMADO UNA DEFINICIÓN DE LAS APLICACIONES - EN FUNCIÓN DE LAS TEMPERATURAS REQUERIDAS Y DEL VOLÚMEN DE AGUA A CALENTAR.

##### A) DOMÉSTICO:

CON TEMPERATURA DE 40°C A 60°C Y CON VOL = F -- (NO, USUARIOS)

##### B) ALBERCA:

CON TEMPERATURAS DE 23°C A 25°C Y CON VOLÚMENES GRANDES.

##### C) INDUSTRIA:

SE USAN COLECTORES DE PLACA PLANA Ó CON CONCENTRADORES YA QUE SU TEMPERATURA VARÍA DE 40°C A 300°C Y SU VOLÚMEN TAMBIÉN VARÍA DEPENDIENDO -- DEL TIPO DE USO.

#### IV.3.2.1 DOMESTICO

PARA USOS DOMÉSTICOS , EL AGUA OBTENIDA DEL CALENTADOR SOLAR A UNA TEMPERATURA ENTRE 40°C Y 50°C SE -- CONSIDERA ADECUADA EN UN CONSUMO APROXIMADO DE --- 70 LTS, POR PERSONA CADA DÍA Y EN CIFRAS ESTADÍSTICAS EN ZONAS URBANAS EL CONSUMO POR FAMILIAS ES DE 200 LTS. DIARIOS AUNQUE HAY QUE TENER EN CUENTA QUE

PUEDE TENER CIERTAS VARIACIONES CONSIDERABLES (HASTA EN UN 50%) DEBIDO A FACTORES CULTURALES Y DE HÁBITO PERSONAL. DEBEMOS TOMAR EN CUENTA QUE SI LLEGARA A EXPANDERSE EL USO DE ESTOS CALENTADORES SOLARES DE AGUA, ES FACTIBLE ASEVERAR QUE LA INSTALACIÓN DE ESTE DISPOSITIVO PUEDE REDUCIR EL CONSUMO DE GAS Ó ENERGÍA ELÉCTRICA ARRIBA DEL 50%. EXISTEN SISTEMAS DE CALENTADORES SOLARES DE AGUA CON PRECIO DE ADQUISICIÓN QUE FLUCTÚAN ALREDEDOR DE \$24,000.00 LO QUE SIGNIFICA QUE EL AHORRO DE COMBUSTIBLE PUEDE AMORTIZAR EL COSTO DE LA INSTALACIÓN SOLAR EN UN PROCESO DE 4 AÑOS APROXIMADAMENTE, (CONSIDERANDO QUE LOS COSTOS ACTUALES DE GAS NO SUBIRÁN EN ESE LAPSO); EL CALENTADOR SOLAR DEBE TENER UNA VIDA ÚTIL MAYOR DE 15 AÑOS, OPERANDO DURANTE ESTE TIEMPO CON MANTENIMIENTO MÍNIMO. CADA METRO CUADRADO ES CAPAZ DE CALENTAR 50 LTS., DE AGUA DE 15°C DE TEMPERATURA MEDIA DE SALIDA DEL CALENTADOR SOLAR.

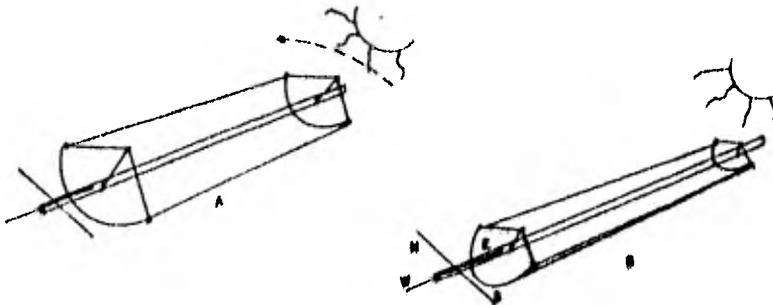


Fig. IV.17 Montajes para captadores solares cilíndricos.

- A) Captador móvil con eje axial de norte-sur.
- B) Captador estacionario con su eje orientado de este-oeste.

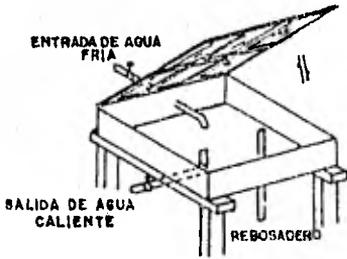


Fig. IV.19 Bandeja calentadora de agua con cubierta de vidrio.



Fig. IV.20 Bandeja calentadora de agua inclinada con cubierta de vidrio.

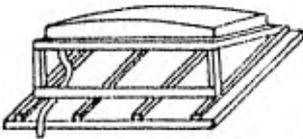


Fig. IV.21 Calentador plástico de agua tipo almohadilla.

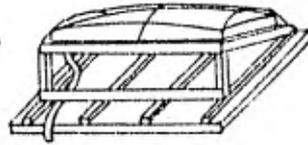


Fig. IV.22 Calentador plástico de agua tipo almohadilla, con cubierta plástica.

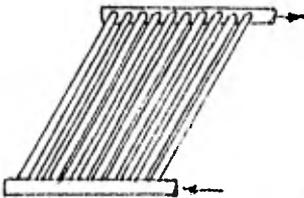


Fig. IV.23 Tubos paralelos para calentar agua.

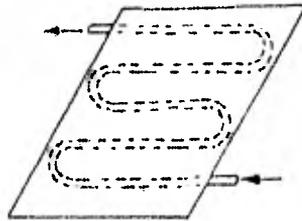


Fig. IV.24 Receptor de metal negro para calentar agua.

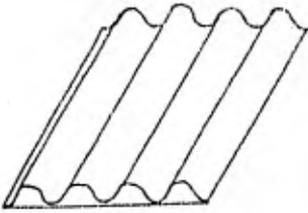


Fig. IV.25 Calentador de agua de hierro inclinado soldado a una lámina de metal.

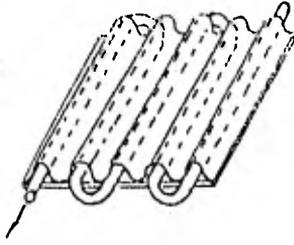


Fig. IV.26 Hierro ondulado soldado a una lámina de metal con tubos de plástico a presión.



Fig. 27 Calentador de agua con tubos formados hidráulicamente.

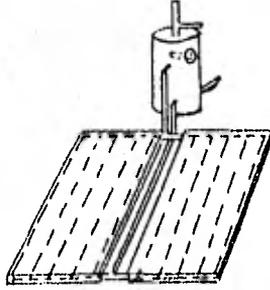


Fig. IV.28 Calentador solar de agua con depósito de almacenamiento.

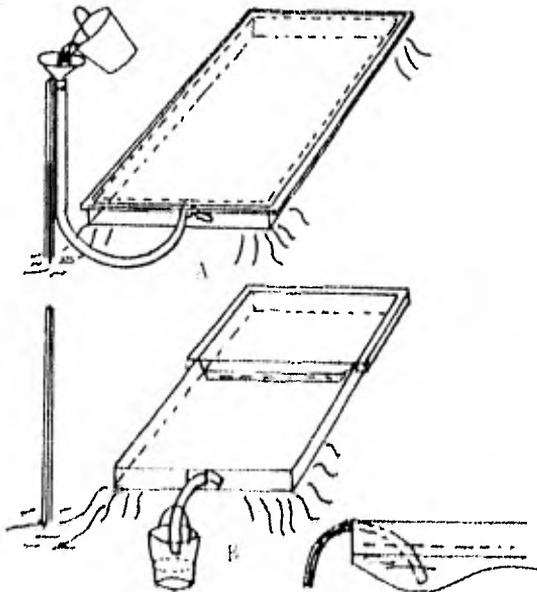


Fig. IV.29 Calentador solar de agua barato. A. Llenado de agua fría. B. Vaciado con sifón. C. Vista lateral, restringiendo la posición del sifón.

#### IV.3.2.1.1 TIPOS DE CALENTADORES SOLARES.

SE HA DESARROLLADO UNA VARIEDAD CONSIDERABLE DE CALENTADORES SOLARES (VER FIG. IV.19 A IV.29). HAY DIVERSAS FORMAS DE TRANSFERIR EL CALOR AL AGUA Y DIFERENTES MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS CAPTADORES. PUEDEN SER SISTEMAS ACTIVOS DE CIRCULACIÓN FORZADA DONDE INTERVIENEN BOMBAS O SISTEMA PASIVO DE CIRCULACIÓN POR TERMOSIFÓN. EN CUANTO AL DISEÑO EXISTEN DOS QUE SON BÁSICOS: EL CALENTADOR SOLAR DOMÉSTICO TIPO "CONVENCIONAL" (FABRICADO ACTUALMENTE EN MÉXICO ADEMÁS DE SER EL MÁS COMÚN), Y EL TIPO "INTEGRAL" (TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y CAPTADOR SOLAR INTEGRADOS); SIENDO SUS PRINCIPALES DIFERENCIAS LAS SIGUIENTES:

- 1) CON IGUAL CAPACIDAD TÉRMICA Y VOLUMÉTRICA (DE AGUA), EL CALENTADOR INTEGRAL OCUPA MENOS ESPACIO QUE EL CONVENCIONAL.
- 2) EN PRODUCCIONES PEQUEÑAS, QUE SON LAS QUE SE REALIZAN EN MÉXICO, EL TIPO CONVENCIONAL RESULTA MÁS ECONÓMICO DE FABRICAR (POR SU DISEÑO SENCILLO); SIN EMBARGO PARA GRANDES PRODUCCIONES DONDE SE REQUIERA AUTOMATIZACIÓN DE LA FABRICACIÓN, EL CALENTADOR INTEGRAL RESULTA MAS ECONÓMICO DE FABRICAR.

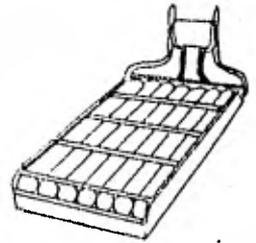


Fig. IV.18 Calentador de agua tipo con ductor (conductos de plástico o acero inoxidable). Costaba de 100 a 150 dólares en 1970 para 200 litros. Temperatura alcanzada en Japón: 71°C en verano, 34°C en invierno.

- 3) LA TÉCNICA DE FABRICACIÓN Y DE OPERACIÓN DEL -- CALENTADOR INTEGRAL ES MÁS SATISFACTORIA QUE LA DE TIPO CONVENCIONAL.
- 4) EL DISEÑO INTEGRAL ES MÁS EFICIENTE TÉRMICAMENTE QUE EL TIPO CONVENCIONAL, DEBIDO A QUE NO -- TIENE TUBERÍAS DONDE EXISTAN PÉRDIDAS DE CALOR, NI TAMPOCO CAÍDAS DE PRESIÓN POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS.

LA DIFERENCIA FUNDAMENTAL ENTRE EL TIPO "CONVENCIONAL" Y EL "INTEGRAL", ES QUE EL PRIMERO TIENE SU -- TANQUE DE ALMACENAMIENTO FUERA DEL CAPTADOR, Y EL -- INTEGRAL TIENE SU TANQUE DE ALMACENAMIENTO ACOPLADO EN LA PARTE INFERIOR DEL CAPTADOR OCUPANDO POR LO -- TANTO MENOS ESPACIO QUE EL PRIMERO.

EL CALENTADOR DEL TIPO CONVENCIONAL CONSISTE BÁSICAMENTE DE UN COLECTOR DE PLACA (YA VISTO ANTERIORMENTE) CONECTADO A UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.

LOS SISTEMAS PASIVOS OPERÁN SIN NECESIDAD DE OTRAS FUENTES DE ENERGÍA, PUESTO QUE EL AGUA CIRCULA POR CONVECCIÓN NATURAL (TERMOSIFÓN) A TRAVÉS DE LA PLACA ABSORBENTE ESTANDO SITUADO EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO A UNA DETERMINADA ALTURA POR ARRIBA DEL CO-

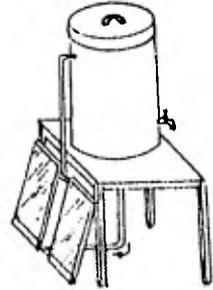


Fig. IV.30 Esquema de un calentador solar de agua compuesto de un colector de placa plana y de un tanque de agua.

LECTOR YA QUE EL AGUA CALENTADA EN EL COLECTOR, SE HACE MÁS LIGERA, SE ELEVARÁ Y EL AGUA MÁS FRÍA (MÁS PESADA) SERÁ ABSORBIDA DEL FONDO DEL DEPÓSITO. CUANTO MAYOR SEA LA DIFERENCIA DE ALTURA ( ), TANTO MAYOR SERÁ LA CORRIENTE (INDUCIDA POR LA MISMA DIFERENCIA DE TEMPERATURA). UNA CORRIENTE MAYOR AUMENTARÁ LA EFICIENCIA DE CAPTACIÓN Y REDUCIRÁ ASIMISMO LA TEMPERATURA DE CAPTACIÓN.

#### DIAGRAMA CON TANQUE HORIZONTAL

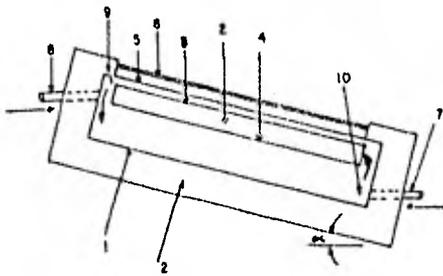


Fig. IV.31

PARA DARNOS UNA IDEA DE LA ALTURA DEL DEPÓSITO RESPECTO AL COLECTOR; QUIERO MENCIONAR QUE EN UNA SERIE DE EXPERIMENTOS SE HAN LOGRADO LAS SIGUIENTES EFICIENCIAS:

Si  $D = 0$  EFICIENCIA = 0.46  
 $D = 0$  EFICIENCIA = 0.55

#### IV.3.2.1.2 DESCRIPCION DE COMPONENTES DE LOS CALENTADORES SOLARES.

##### A) CALENTADOR CONVENCIONAL:

- 1.- TUBO PARA GARANTIZAR UNA CARGA DETERMINADA.
- 2.- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CALIENTE.
- 3.- TUBERÍA DE AGUA CALIENTE DE 19 MM Ø AISLADO TÉRMICAMENTE.
- 4.- CAPTADORES DE LÁMINA DE 1.22 x 1.52 CADA UNO (SUPERFICIE NEGRA).
- 5.- SOPORTE DE ALAMBRE PARA LA CUBIERTA DE --- PLÁSTICO.
- 6.- TUBERÍA DE AGUA FRÍA DE 19 MM. Ø
- 7.- TUBERÍA DE AGUA FRÍA DE 25,4 MM. Ø
- 8.- SALIDA DE AGUA CALIENTE PARA SU USO.
- 9.- TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA FRÍA.
- 10.- SOPORTE BASE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO. (ÁNGULO DE 60,8 x 60,8 M).
- 11.- SOPORTE DE LOS CAPTADORES. (ÁNGULO DE 38 x 38 MM).

## B) CALENTADOR INTEGRADO:

- 1.- TANQUE DE ALMACENAMIENTO FORMADO CON LÁMINA GALVANIZADA DE CALIBRE 24.
- 2.- MATERIAL AISLANTE (ESPUMA DE POLIETILENO).
- 3.- PLACA NEGRA DEL CAPTADOR, CALIBRE 24 RECUBIERTA CON PINTURA NEGRO MATE PLÁSTICA.
- 4.- PLACA QUE SE COMPLEMENTA CON LA PARTE 3 PARA FORMAR UNA CAJA HERMÉTICA QUE IMPIDE EL CONTACTO DEL AGUA CON EL AISLAMIENTO.
- 5.- VIDRIO DE 6 MM. DE ESPESOR (VIDRIO TEMPLADO PARA EVITAR FRACTURAS POR CHOQUE TÉRMICO).
- 6.- VIDRIO DE 6 MM. DE ESPESOR (VIDRIO COMÚN).
- 7.- TUBERÍA DE DESCARGA DE AGUA CALIENTE.
- 8.- TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA FRÍA.
- 9.- VALVULA TIPO "CHECK" QUE IMPIDE LA CIRCULACIÓN INVERSA DEL AGUA EN LA NOCHE.
- 10.- DIFUSOR QUE IMPIDE QUE LA TURBULENCIA CAUSADA POR LA ADMISIÓN DE AGUA FRÍA EN EL TANQUE DESTROYA LA ESTRATIFICACIÓN TÉRMICA.

Dibujo con tanque vertical.

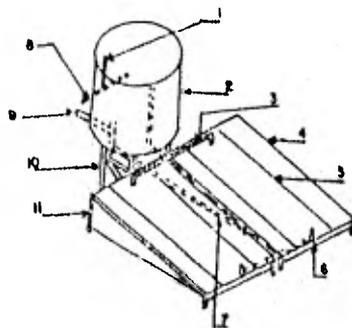


Fig. IV.32

ALGUNOS CONDUCTORES USAN DOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO, UNO PARA EL AGUA CALIENTE QUE PUEDE RECIRCULAR POR EL COLECTOR Y OTRO PARA EL AGUA FRÍA PARA IMPEDIR QUE BAJE LA TEMPERATURA DEL AGUA YA CALIENTA

DA, OTROS SIN EMBARGO PREFIEREN EXCLUSIVAMENTE UN -  
SOLO TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

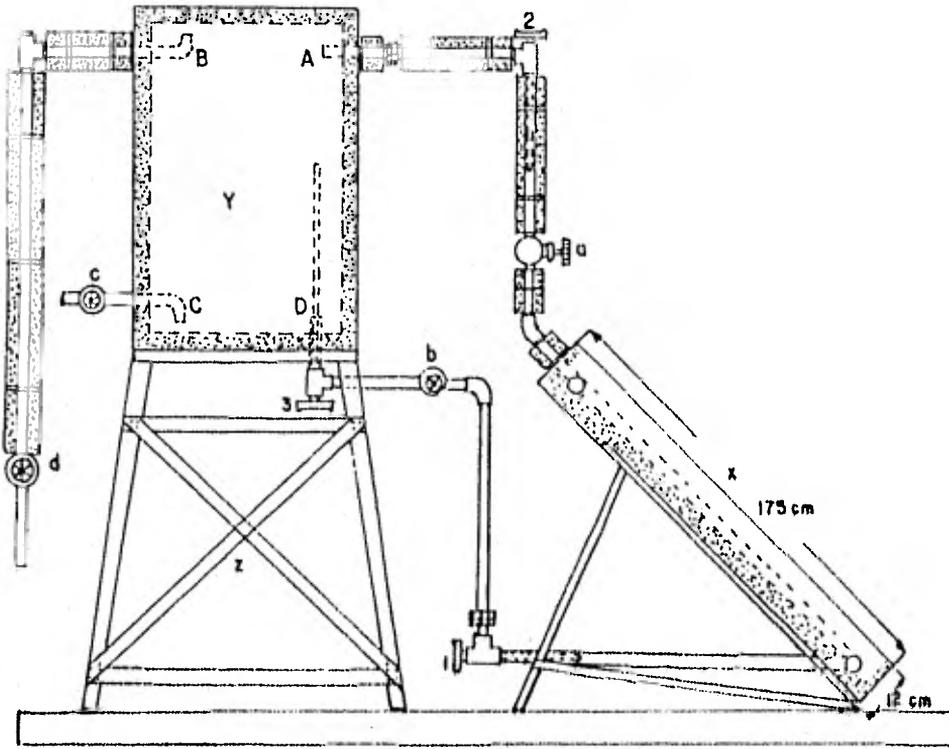


Fig. IV.33 Vista lateral de la instalación experi-  
mental mostrando la localización de los termopares  
y las válvulas.

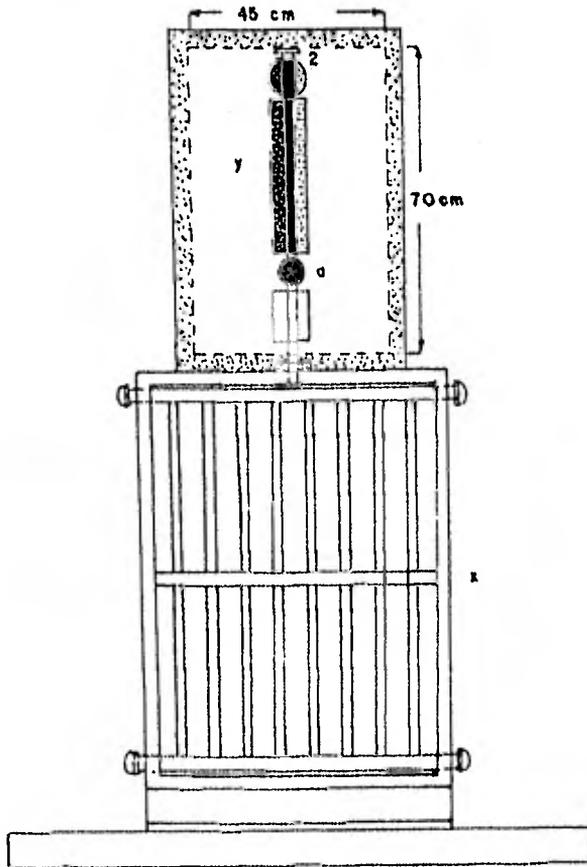


Fig. W.34 Vista frontal del calentador solar, mostrando el tanque de almacenamiento y el colector con su cambiador de calor.

EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO BIEN AISLADO TIENE COMO PRINCIPAL FUNCIÓN ALMACENAR EL MAYOR VOLUMEN POSIBLE DE AGUA CALIENTE Y QUE DISIPE UNA CANTIDAD MÍNIMA DE CALOR PARA DISPONER DE ELLA POR LA NOCHE. EL TANQUE SE AISLA PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE CALOR, CON ESPUMA DE POLIURETANO GENERALMENTE, U OTROS MATERIALES AISLANTES (DE DESECHOS) COMO EL ASERRÍN O VIRUTA DE MADERA, POLIESTIRENO, ETC.

LA CIRCULACION INTERNA DEL AGUA EN EL CALENTADOR SOLAR SE EFECTÚA POR DIFERENCIA DE DENSIDAD; EL AGUA FRÍA DEL SISTEMA SE DEPOSITA EN LA PARTE INFERIOR DEL CAPTADOR, Y CONFORME SE CALIENTA ASCIENDE POR CONVECCIÓN NATURAL HASTA EL CABEZAL DE AGUA CALIENTE (TUBO DE SALIDA), QUE SE COMUNICA AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO (CALENTADOR CONVENCIONAL) POR MEDIO DE UN TUBO DE PLÁSTICO (PVC), EL CUAL EN EL INTERIOR DEL TANQUE ESTÁ PROVISTO DE PERFORACIONES A VARIOS NIVELES PERMITIENDO DESCARGAR EL AGUA A LA ALTURA CORRESPONDIENTE A SU DENSIDAD (Ó SEA CON RESPECTO A SU TEMPERATURA), EN LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUE.

LA CIRCULACIÓN DEL AGUA ENTRE EL CAPTADOR SOLAR AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y VICEVERSA SE EFECTÚA POR

MEDIO DE GRADIENTES TÉRMICOS (DIFERENCIA DE DENSIDAD), LO QUE SIGNIFICA QUE SIENDO EL AGUA CALIENTE MENOS DENSA, SE DEPOSITA EN LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO (COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE), MIENTRAS EL AGUA FRÍA SE UBICA EN LA PARTE INFERIOR, CIRCULANDO POSTERIORMENTE AL CAPTADOR PARA SU CALENTAMIENTO, A ESTE EFECTO SE LE DENOMINA "TERMOSIFÓN". SE EVITA LA CIRCULACIÓN INVERSA DEL AGUA CALIENTE (DEL TANQUE ALMACENADOR AL CAPTADOR) POR LAS NOCHES CUANDO LA SUPERFICIE CAPTADORA SE ENFRÍA E INDUCE A INVERTIR EL CICLO POR MEDIO DEL ORIFICIO MÁS BAJO DEL TUBO VERTICAL DE PLÁSTICO (PVC) QUE DEPOSITA EL AGUA CALIENTE EN EL INTERIOR DEL TANQUE ALMACENADOR. DE ESTA FORMA LA CANTIDAD DE AGUA QUE LLEGA A ENFRIARSE ES MÍNIMA, CONSERVÁNDOSE CALIENTE EN LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUE; ALGUNOS AUTORES RECOMIENDAN USAR ANTICONGELANTE EN UN CICLO CERRADO CUANDO EXISTE FRÍO EXTREMO PARA EVITAR RUP-TURA DE LAS TUBERÍAS, ESTO EN REALIDAD RESULTA TÓXI-CO Y EN MÉXICO NO TENEMOS ESTOS FRÍOS.

AL CALENTARSE EL AGUA EN EL CAPTADOR PLANO, EXISTEN PÉRDIDAS DE CALOR: POR EVAPORACIÓN DEL AGUA, POR RADIA-CIÓN INFRARROJA, POR CONVECCIÓN AL AIRE CIRCUN-DANTE Y POR CONDUCCIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DEL CAPTA

DOR, PERO A PESAR DE ESTAS PÉRDIDAS COMO YA HEMOS EXPLICADO ANTERIORMENTE LA EFICIENCIA TÉRMICA ES -- BASTANTE ALTA. HAY ALGUNOS CALENTADORES FABRICADOS CON TUBOS UNIDOS A UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE -- AGUA, LOS CUALES OBTIENEN TAMBIÉN EFICIENCIAS ALTAS.

CALENTADORES HÍBRIDOS: OTRO TIPO DE ARREGLO SON LOS LLAMADOS "CALENTADORES HÍBRIDOS" Y RECIBEN ESTE NOMBRE, DEBIDO A QUE NO SOLAMENTE APROVECHAN LA ENERGÍA SOLAR PARA CALENTAMIENTO DE AGUA, SINO TAMBIÉN POSEE UNA FUENTE AUXILIAR DE CALENTAMIENTO, PUDIENDO SER ELÉCTRICA O DE GAS (CONSIDERANDO FACTIBILIDAD Y ECONOMÍA). ÉSTE CALENTADOR PUEDE SER "DE DEPÓSITO" Ó "DE PASO", GENERALMENTE SE USAN LOS CALENTADORES DE PASO POR LAS VENTAJAS QUE PRESENTAN, Y SE CONECTAN EN SERIE CON EL CALENTADOR SOLAR, COMO SUCEDER ACTUALMENTE EN LA MAYORÍA DE LOS CALENTADORES SOLARES EN MÉXICO, ESTO NOS REPORTAN AHORROS HASTA DE 69% EN COMBUSTIBLE.

CABE HACER MENCIONAR DE QUE EXISTEN SISTEMAS QUE -- CUENTAN CON FUENTES CONVENCIONALES COMO ES EL CASO DE AQUELLOS QUE REQUIEREN DE UNA BOMBA ACCIONADA -- POR UN MOTOR ELÉCTRICO PARA ELEVAR EL AGUA. EN MÉXICO EXISTEN ACTUALMENTE ALPEDEDOR DE 25 FABRICANTES

Los calentadores que poseen una -- fuente auxiliar -- de calentamiento se denominan calentadores híbridos.

DE CALENTADORES SOLARES DE AGUA. LA PRODUCCIÓN DE ESTOS EQUIPOS EN PEQUEÑA ESCALA SE INICIÓ EN GUADAJARA, DONDE UNA COMPAÑÍA OPERA DESDE 1942.

#### IV.3.2.2 ALBERCAS

EL CALENTAMIENTO DEL AGUA DE ALBERCAS REQUIERE DE GRANDES CANTIDADES DE ENERGÍA.

El calor necesario de una alberca es de bajo grado.

UNA ALBERCA TÍPICA, CON  $85 \text{ m}^3$  DE AGUA, EXIGIRÁ CASI 100 KW/H DE CALOR POR CADA  $^{\circ}\text{C}$  DE AUMENTO DE TEMPERATURA. NO OBSTANTE, EL CALOR NECESARIO ES DE BAJO GRADO. UNA TEMPERATURA DE ALBERCA CONFORTABLE SE SITUÁ ENTRE 21 Y  $25^{\circ}\text{C}$ , Y ES ADECUADO SUMINISTRAR CALOR SOLAMENTE UNOS POCOS GRADOS POR ENCIMA DE ESTA TEMPERATURA.

COMO LA EFICIENCIA DE LOS COLECTORES SOLARES ES MÁXIMA CON UNA TEMPERATURA DE CAPTACIÓN MÍNIMA, SU EMPLEO PARA CALENTAR EL AGUA DE LAS ALBERCAS ES RENTABLE, INCLUSO EN LUGARES EN LOS QUE EL CALENTAMIENTO DE AGUA O DE ESPACIOS NO ESTÉ ECONÓMICAMENTE JUSTIFICADO.

EN LAS INSTALACIONES DE ALBERCAS, LA BOMBA DE CIRCU

LACIÓN NORMALMENTE YA EXISTE, DADO QUE ABASTECE LA PLANTA DE FILTRACIÓN.

LOS PANELES DE CALEFACCIÓN SOLAR PUEDEN SER CONECTADOS EN SERIE CON ELLA, A PESAR DE QUE ALGUNOS INSTALADORES PREFIEREN TENER LA LIBERTAD DE DISPONER DE UN SISTEMA DE CIRCULACIÓN INDEPENDIENTE YA QUE ESTO LES PERMITE REGULAR EL RÉGIMEN DE CORRIENTE AL ÓPTIMO DESEABLE.

EL COLECTOR UTILIZADO PARA ESTE FIN ES NORMALMENTE DE CONSTRUCCIÓN MÁS SIMPLE QUE EL DESTINADO AL CALENTAMIENTO DE AGUA DOMÉSTICA. COMO LA TEMPERATURA DE CAPTACIÓN ES MÁS BAJA, NO ES NECESARIO INSTALAR CRISTALES DOBLES. HAY DISPONIBLES POCOS DE ESTOS -- PRODUCTOS EN MÉXICO, EN EL EXTRANJERO EXISTEN GRAN VARIEDAD, AUNQUE ALGUNOS DE ELLOS SON INJUSTIFICADAMENTE CAROS Y ESTAN DESTINADOS A LOS SECTORES DE -- PRODUCTOS DE LUJO DEL MERCADO.

La construcción es más simple

PARA OBTENER EL MÁXIMO BENEFICIO DE UNA INSTALACION ASÍ, ES ACONSEJABLE EVITAR (O COMO MÍNIMO, REDUCIR) LA PÉRDIDA DE CALOR DURANTE LA NOCHE POR LA SUPERFICIE DE LA ALBERCA, MEDIANTE ALGÚN TIPO DE COBERTURA,

Tapar la alberca de noche ayuda a obtener un beneficio máximo.

LO MÁS SIMPLE PUEDE SER UNA LONA DE POLIETILENO, --  
ENROLLADA EN UN EXTREMO DE LA ALBERCA DURANTE EL --  
DÍA. OTRO MÉTODO SON LAS BOLSAS DE PLÁSTICO INFLA--  
DOS ETC., ESTO ADEMÁS AYUDA A MANTENER LIMPIA EL --  
AGUA DE LA ALBERCA.

#### IV.3.2.3 APLICACION INDUSTRIAL

POR OTRO LADO, ES MUY AMPLIO EL POTENCIAL DE EMPLEO  
DE CALENTADORES SOLARES DE AGUA PARA PROCESOS AGRO-  
INDUSTRIALES. SE ESTIMA QUE EN MÉXICO EL 40% DEL --  
CONSUMO INDUSTRIAL DE ENERGÍA SE EMPLEA PARA CALEN-  
TAR AGUA Y AIRE A TEMPERATURAS CERCANAS A LOS 200°C;  
INDUDABLEMENTE QUE LA EVOLUCIÓN EN EL PRECIO DE LOS  
HIDROCARBUROS INFLUIRÁ DE MANERA IMPORTANTE EN LA -  
DIFUSIÓN DE LOS CALENTADORES SOLARES DE AGUA.

#### AGUA EN EBULLICION.

PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA HIRVIENTE SE REQUIERE GE-  
NERÁLMENTE DE UN CAPTADOR DE ENFOQUE, YA QUE LOS --  
CAPTADORES PLANOS PRESENTAN BAJA EFICIENCIA A ALTA  
TEMPERATURA. SE ACOSTUMBRA USAR PARA ESTE FIN, POR  
EJEMPLO: UN CAPTADOR CILÍNDRICO PARABÓLICO, CON EL  
QUE SE OBTIENE LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN DEL ---  
AGUA, DISPONIENDO DE ESA FORMA DE VAPOR, EL CUAL --

Para obtener agua  
hirviente se re--  
quiere un captador  
de enfoque.

PUEDE SER UTILIZADO EN DIVERSAS APLICACIONES, SIENDO UNA DE ELLAS EL DE APROVECHARLO EN UNA TURBINA DE VAPOR, OBTENIENDO DE LA ENERGÍA CALORÍFICA DE ENERGÍA MECÁNICA (DE AGUA) EN EL DESIERTO Ó PARA IMPULSAR UN GENERADOR DE CORRIENTE ELÉCTRICA.

#### IV.4 DESTILACION DE AGUA MEDIANTE EL CALOR SOLAR.

##### IV.4.1 INTRODUCCION

LA FALTA DE AGUA CONSTITUYE UN PROBLEMA ECONÓMICO Y SOCIAL GRAVÍSIMO EN LAS ZONAS ÁRIDAS, YA QUE SOLO DISPONEN DE AGUAS SALOBRES PARA LOS GANADOS, EL HOMBRE Y EL RIEGO.

EL APROVISIONAMIENTO DE AGUA NATURAL TIENE IGUAL IMPORTANCIA Y LA MISMA CANTIDAD DE PROBLEMAS PARA EL DESARROLLO DEL HOMBRE COMO LA ENERGÍA.

COINCIDENTEMENTE EN LAS ZONAS ÁRIDAS ES DONDE SE TIENEN LOS MÁXIMOS GRADOS DE INSOLACIÓN, Y EN DONDE MUCHAS OCASIONES SE TIENEN CERCA GRANDES CANTIDADES DE AGUA NO POTABLE, TAL ES EL CASO DE LAS COSTAS, DONDE SE TIENE EL RECURSO INAGOTABLE DEL AGUA DEL MAR, Y ADEMÁS ALTOS GRADOS DE INSOLACIÓN.

#### IV.4.2 COMPONENTES DEL DESTILADOR SOLAR

LA MAYORÍA DE LOS DESTILADORES SE COMPONEN BÁSICAMENTE DE 4 PARTES:

- 1.- CUBIERTA
- 2.- CHAROLA
- 3.- CANALES DE RECOLECCIÓN
- 4.- AISLANTE TÉRMICO

ESTAS CUATRO PARTES FORMAN UN ESPACIO HERMÉTICO.

DESTILADOR SOLAR MÁS COMÚN.

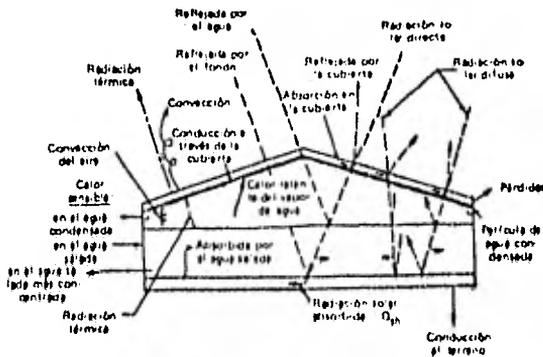


FIG. 33. Diagrama del flujo de energía en un alambique solar tipo estanque.  
 - - - - - Radiación solar sustancialmente por debajo de  $2\mu$   
 - - - - - Radiación térmica sustancialmente por encima de  $2\mu$

#### IV.4.3 FUNCIONAMIENTO DEL DESTILADOR SOLAR

EL DESTILADOR TRABAJA DE LA SIGUIENTE FORMA: PARA OBTENER AGUA DULCE A PARTIR DE AGUA SALADA O SALOBRE, LA RADIACIÓN SOLAR PASA A TRAVÉS DE LA CUBIERTA TRANSPARENTE INCLINADA E INCIDE EN EL AGUA SALADA QUE ESTÁ EN LA CHAROLA, EL AGUA AL ABSORBER LA RADIACIÓN INCIDENTE EN ELLA SE CALIENTA A UNA TEMPERATURA MAYOR QUE LA DE LA CUBIERTA TRANSPARENTE, PERO MÁS BAJA QUE SU PUNTO DE EBULLICIÓN, CONSECUENTEMENTE LA MEZCLA AIRE-VAPOR EN LA SUPERFICIE DEL AGUA SALADA TIENE UNA TEMPERATURA MÁS ALTA Y UNA MENOR DENSIDAD QUE LA MEZCLA AIRE-VAPOR INMEDIATA BAJO LA CUBIERTA TRANSPARENTE. DE ESTA FORMA SE PRODUCE UNA CONVECCIÓN NATURAL ENTRE LAS MEZCLAS AIRE-VAPOR DE LA SUPERFICIE DEL AGUA SALADA Y LA CERCANA A LA CUBIERTA TRANSPARENTE, ASÍ, LA MEZCLA AIRE-VAPOR SATURADA CON AGUA CERCANA A LA SUPERFICIE DEL AGUA SALADA SE MUEVE HACIA ARRIBA, DONDE ES ENFRIADA POR CONTACTO POR LA CUBIERTA, SE SATURA Y CONDENSA PARCIALMENTE, FLUYENDO UNA PARTE POR LAS PAREDES DE LA CUBIERTA HACIA LOS CANALES DE RECOLECCIÓN Y LA OTRA REGRESA AL LÍQUIDO. A MAYOR DIFERENCIA DE TEMPERATURAS ENTRE LA CUBIERTA Y LA SUPERFICIE DEL AGUA SALADOBRE LA CIRCULACIÓN SERÁ MAYOR.

EL VOLÚMEN DE AIRE TOTAL NO PARTICIPA PORQUE LA CONDUCCIÓN Y DIFUSIÓN DE CALOR SON BAJAS, LO QUE SI RESULTA DE BENEFICIO ES CONSERVAR LA DISTANCIA ENTRE LA SUPERFICIE Y LA CUBIERTA, ASÍ COMO EL ÁNGULO ENTRE LA CUBIERTA Y LA HORIZONTAL TAN PEQUEÑO COMO SEA POSIBLE.

#### IV.4.4 DIFERENTES TIPOS DE DESTILADORES.

EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE DESTILADORES SOLARES EL MÁS COMÚN ES EL DE TECHO A DOS AGUAS O EN FORMA DE PIRÁMIDE.

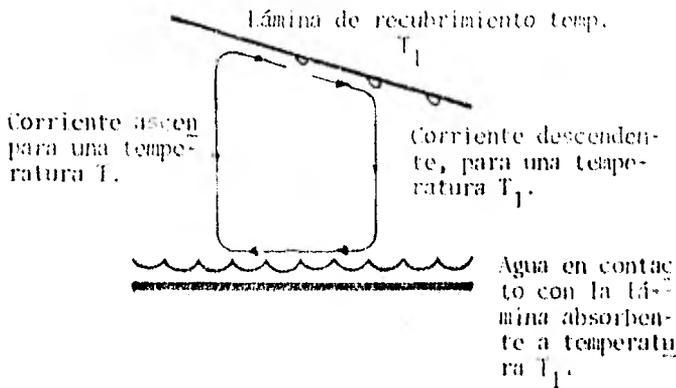


Fig. IV.56 Esquema aproximado de la convección en una destiladora solar.

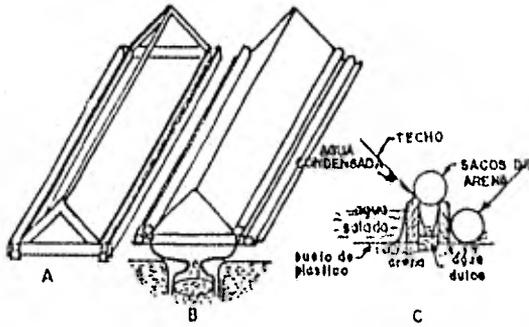


Fig. IV. 38 Alambique solar de plástico con sacos de arena.  
 A. Estructura. B. El alambique cubierto con un techo de plástico transparente, sujeto con sacos de arena. C. Sección aumentada del canalón.

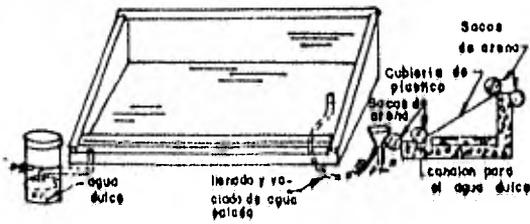


Fig. IV. 39 Alambique solar de berrigón con cubierta plástica.

ESTE TIPO DE DESTILADOR PUEDE DAR HASTA 6 LTS. DE AGUA POR M<sup>2</sup> POR DÍA, CON UNA EFICIENCIA DE HASTA EL 70% (LA EFICIENCIA SE DEFINE COMO LA RELACIÓN ENTRE EL CALOR UTILIZADO PARA CALENTAR Y EVAPORAR EL AGUA EN LA BANDEJA Y LA ENERGÍA RADIANTE INCIDENTE).

SE HAN USADO UN GRAN NÚMERO DE VARIACIONES EN EL DISEÑO, SIENDO ÉSTAS PRINCIPALMENTE EN LOS MATERIALES EMPLEADOS PARA SU CONSTRUCCIÓN, SU GEOMETRÍA, LA FORMA DE SOPORTE Y FIJAR LA SUPERFICIE TRANSPARENTE Y EN LA FORMA DE LA ENTRADA Y DESCARGA DEL AGUA SALOBRE Y DULCE.

Existen un gran número de variaciones.

A CONTINUACIÓN SE PRESENTAN LAS FIGURAS DE DIFERENTES TIPOS DE DESTILADORES SOLARES.



Fig. 14.35 Destilador solar.

#### IV.4.5 CONSTRUCCION

PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DESTILADOR SE PUEDE UTILIZAR DIVERSOS MATERIALES. POR EJEMPLO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RECIPIENTE QUE VA A CONTENER EL AGUA, SE RECOMIENDA QUE SEA IMPERMEABLE Y DE PREFERENCIA DE COLOR NEGRO.

PARA LA TAPA SE REQUIERE MATERIAL TRANSPARENTE, SIENDO ESTE CRISTAL, PLACA DE PLÁSTICO Ó PELÍCULA PLÁSTICA. EL CRISTAL ES EL MÁS ADECUADO, AUNQUE TAMBIÉN EL MÁS CARO, ESTE PERMITE QUE SE CONDENSE EL AGUA EN FORMA DE PELÍCULA EN SU SUPERFICIE PROVOCANDO ESTO UN MEJOR ESCURRIMIENTO. LA PLACA DE PLÁSTICO SIENDO UN POCO MÁS BARATA QUE EL CRISTAL, HACE QUE LA CONDENSACIÓN SE PRODUZCA EN FORMA DE GOTAS, PROVOCANDO CON ESTO QUE ALGUNAS GOTAS ESCURRAN Y CAIGAN DE NUEVO EN EL RECIPIENTE, DISMINUYENDO ASI POR UN LADO LA EFICIENCIA, Y POR OTRO LADO AL HABER MÁS GOTAS EN LA SUPERFICIE REDUCE LA ENTRADA DE RADIACIÓN; ADEMÁS EL PLÁSTICO ES MÁS SUCEPTIBLE DE DEGRADACIÓN POR CAUSA DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA. LA PELÍCULA PLÁSTICA ES MUCHO MÁS BARATA QUE LA PLACA PLÁSTICA, PERO REQUIERE UNA COLOCACIÓN ESPECIAL PARA QUE NO SE CUELQUE POR EL PESO HACIENDO QUE LAS

Para la tapa se requiere material transparente.

GOTAS CAIGAN DE NUEVO EN LA CHAROLA DE AGUA, ADEMÁS QUE SU VIDA ÚTIL ES MENOR QUE LA DE VIDRIO.

FONDO Y COSTADOS: EN LA PARTE INFERIOR DE LA TAPA - SE COLOCA UN CANAL PARA RECIBIR EL AGUA CONDENSADA EN ESTA Y EVACUARLA A UN RECIPIENTE AISLADO PARA -- QUE NO SE MEZCLE CON EL AGUA SALOBRE.

PARA UNA MAYOR EFICIENCIA, SE ACONSEJA AISLAR TÉRMI CAMENTE EL FONDO Y LOS COSTADOS DE LA CHAROLA PARA EVITAR QUE EL CALOR SE FUGE E IMPIDA UNA RÁPIDA -- EVAPORACIÓN DEL AGUA.

INCLUSO SE PUEDE PONER DOBLE CRISTAL EN LA TAPA PA- RA AUMENTAR LA EFICIENCIA DEL DESTILADOR, PERO SE - INCURRE EN UN MAYOR GASTO POR LOS CRISTALES, Y SE - DISMINUYE PARTE DE LA RADIACIÓN QUE ENTRA HASTA LA CHAROLA POR QUE CADA CRISTAL ABSORBE UNA CIERTA CAN TIDAD DE RADIACIÓN, APARTE DE LA QUE REFLEJA.

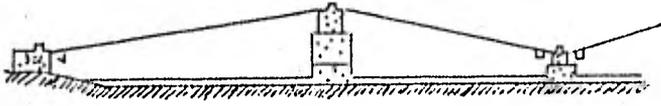


Fig. IV.38 Panales de vidrio continuo sobre un recipiente.

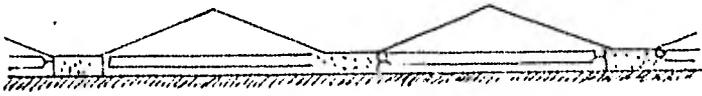


Fig. IV.39 Techo de vidrio a dos aguas.

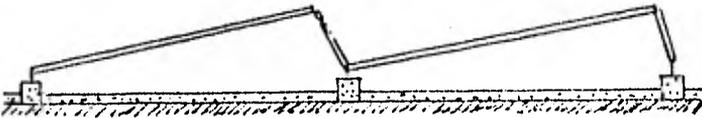


Fig. IV.40 Techo "diente de sierra".

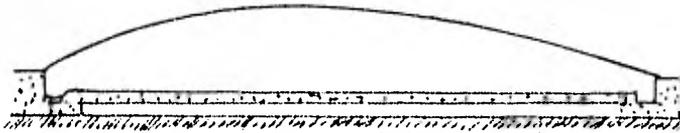


Fig. IV.41 Techo de plástico inflado.

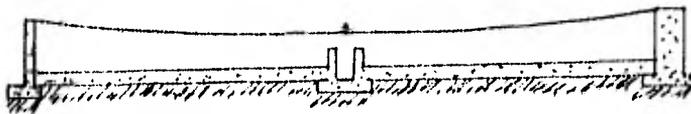


Fig. IV.42 Techo de plástico desinflado.

## IV.4.6 CONSIDERACIONES GENERALES

### IV.4.6.1 LUGAR

PARA ELEGIR EL LUGAR ES NECESARIO TOMAR EN CUENTA QUE SEA UN LUGAR, DONDE SIEMPRE INCIDA LA RADIACIÓN SOLAR SOBRE LOS DESTILADORES, QUE ESTE CERCA DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA SALOBRE E IGUALMENTE DEL LUGAR DE CONSUMO, SI ESTÁ CERCA A LA COSTA, EVITAR LUGARES CERCANOS A LA BRISA DEL MAR PARA DARLES LA PROTECCIÓN ADECUADA PARA EVITAR QUE SEAN DAÑADOS.

Buscar un lugar donde siempre incida la radiación solar

### IV.4.6.2 COSTOS

EL COSTO DEL DESTILADOR ES MUY VARIABLE YA QUE ESTA EN FUNCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS Y TAMBIÉN DE LA MANO DE OBRA EMPLEADA PARA SU CONSTRUCCIÓN, LO CUAL REDUNDRÁ EN EL COSTO DE LITRO DE AGUA OBTENIDO.

Los costos son variables y están en función de los materiales empleados.

UNA VENTAJA QUE PRESENTAN LOS DESTILADORES ES SU FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN LO QUE EVITA EL USO DE MANO DE OBRA CALIFICADA. EL COSTO DEL AGUA DESTILADA PARA PEQUEÑAS CANTIDADES NO DISMINUYE PARA VOLUMENES MAYORES, DEBIDO A QUE ES EN FUNCIÓN DEL ÁREA DEL

DESTILADOR Y ESTO TIENE UN COSTO DETERMINADO.

#### IV.4.6.3 EFICIENCIA.

ES FUNCIÓN PRINCIPALMENTE DE LA INSOLACIÓN SOLAR --  
POR LO QUE LA CANTIDAD DE DESTILADO SERÁ IGUALMENTE  
EN FUNCIÓN DE LA INSOLACIÓN, TENIENDOSE ASÍ, ALTAS  
CANTIDADES DE DESTILADO EN EL VERANO Y BAJAS EN EL  
INVIERNO, LA PRODUCCIÓN MEDIA DIARIA DE DESTILADO -  
PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE COLECTORES ES DEL OR--  
DEN DE 3 A 5 LTS/M<sup>2</sup>.

#### IV.4.7 MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION

##### CUBIERTA:

VIDRIO

P.V.C. TRANSPARENTE

POLIETILENO TRANSPARENTE RESISTENTE A LOS  
RAYOS ULTRAVIOLETA,

TEDLAR

##### CHAROLA:

ASBESTO

FIBRA DE VIDRIO

POLIETILENO NEGRO

##### CANALES:

TUBOS INTEGRADOS A LA CHAROLA

ALUMINIO

TUBOS DE P.V.C

MATERIAL (SELLADOR SILICON)

AISLANTE TERMICO BAJO LA CHAROLA:

ARENA

TIERRA

#### IV.4.8 PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

LA DIRECCIÓN GENERAL DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS -- SALINAS Y ENERGÍA SOLAR DE LA SAHOP, HA INSTALADO -- CUANDO MENOS 4 PLANTAS DESTILADORAS SOLARES EN PE-- QUEÑAS LOCALIDADES. LAS PLANTAS TIENEN CAPACIDAD DE 0.5 - 1.5 m<sup>3</sup>/DÍA Y EL AGUA SE EMPLEA BÁSICAMENTE PA RA CONSUMO DOMÉSTICO. COMO MATERIALES SE EMPLEARON BASES DE FIBRA DE VIDRIO REFORZADO (0.93 x 1.06 M), CUBIERTAS DE VIDRIO (30° DE INCLINACIÓN Y TUBERÍAS - DE PVC. SE REPORTA UN RENDIMIENTO ANUAL PROMEDIO DE HASTA 4 LTS/DÍA POR CHAROLA; SU COSTO EN 1977 ERA - DE \$1000/MÓDULO. SIN EMBARGO, SE HAN PRESENTADO PRO BLEMAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO; POR EJEMPLO, - PARA LIMPIAR LA CHAROLA NECESITA DESPRENDERSE LA CU BIERTA DE VIDRIO SELLADO Y ESTO OCASIONA ALTOS COS- TOS DE MATERIAL SELLADOR.

OTROS PROBLEMAS SE ORIGINAN POR FUGAS Y DEFECTOS DE INSTALACIÓN QUE DIFICULTAN EL LLENADO Y VACIADO DE LAS CHAROLAS. ACTUALMENTE SE PRUEBAN NUEVOS PROTOTIPOS.

#### IV.5 ENFRIAMIENTO Y REFRIGERACION

##### IV.5.1 INTRODUCCION

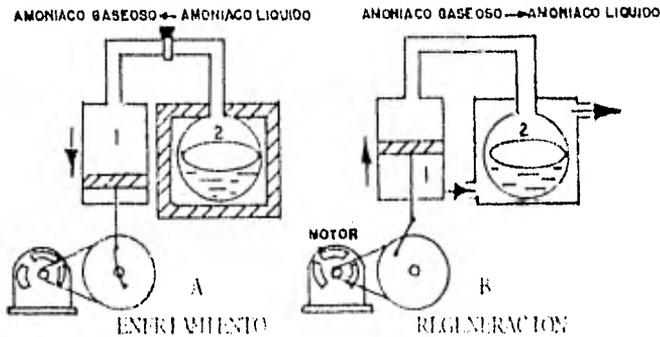
DE TODOS LOS USOS POSIBLES DE LA ENERGÍA SOLAR, EL QUE HA SIDO ACOGIDO CON MÁS ENTUSIASMO ES POSIBLE-- MENTE EL DE ENFRIAMIENTO SOLAR, YA QUE EXISTE LA POSIBILIDAD DE SOLUCIONAR GRAVES PROBLEMAS, COMO POR EJEMPLO, EN ALGUNAS ZONAS RURALES NO SE CONSUME TRADICIONALMENTE LECHE Y CARNE DEBIDO EN PARTE A QUE NO SE PUEDE CONSERVAR.

Solucionar grandes problemas, sobre todo en las zonas rurales.

LA ATENCIÓN MÉDICA EN LAS COMUNIDADES RURALES DEPENDE EN GRAN MEDIDA DE SI HAY Ó NO REFRIGERACIÓN POR VACUNAS, SUEROS E INYECCIONES QUE DEPENDEN DE ELLO, ASÍ COMO PARA POBLACIONES PESQUERAS QUE SE ENCUENTRAN EN SITUACIÓN PARECIDA, Y PIERDEN ANUALMENTE -- UNA GRAN PARTE DE SU PRODUCTO POR FALTA DE CÁMARAS DE CONSERVACIÓN,

## IV.5.2 PRINCIPIOS GENERALES

LOS PRINCIPIOS GENERALES DEL ENFRIAMIENTO CON ENERGÍA ELÉCTRICA O CALOR SON BIEN CONOCIDOS. EL REFRIGERADOR DOMÉSTICO FUNCIONA POR MEDIO DE UN FLUIDO - COMO EL AMONÍACO O SIMILAR QUE ALTERNATIVAMENTE SE EVAPORA A BAJA PRESIÓN Y SE CONDENSA COMO LÍQUIDO A PRESIÓN SUPERIOR.



- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Amoníaco gaseoso expandiéndose a través de una válvula de expansión.</li> <li>2. Depósito de amoníaco líquido colocado en una caja aislante o en una habitación enfriada con el amoníaco que se evapora.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pistón comprimiendo el amoníaco líquido.</li> <li>2. Aire o agua circulante a la temperatura ambiente para extraer el calor de condensación.</li> </ol> |
|---|---|

Fig. IV.43

LA VAPORIZACIÓN EXTRAER CALOR DEL AMBIENTE CIRCUNDANTE Y ENFRÍA UNA HABITACIÓN O UN REFRIGERADOR, O BIEN CONGELA AGUA. EL SISTEMA SE REGENERA COMPRIMIENDO EL AMONÍACO GASEOSO PARA PASARLO A LÍQUIDO.

EL CALOR PRODUCIDO CON LA LIQUEFACCIÓN SE ELIMINA A TEMPERATURA SUPERIOR HACIÉNDOLO PASAR A UNA CORRIENTE DE AGUA O AIRE. LAS DOS OPERACIONES DE ENFRÍAMIENTO O REFRIGERACIÓN SE COMBINAN FÁCILMENTE EN EL CICLO CONTINUO.

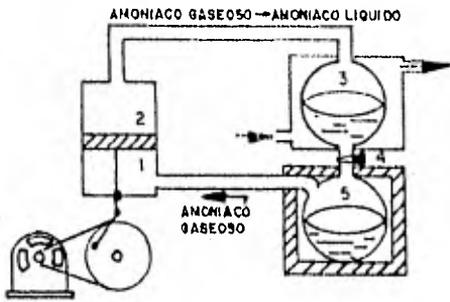


Fig. IV.44

#### C FUNCIONAMIENTO CONTINUO.

1. Amoníaco gaseoso a baja presión.
2. Amoníaco gaseoso a alta presión.
3. Amoníaco que se condensa a alta presión y se refrigera con el agua o el aire circulantes.
4. Válvula de expansión que separa el amoníaco líquido a alta y baja presión.
5. Amoníaco que se evapora.

LOS REFRIGERADORES COMERCIALES UTILIZAN HIDROCARBONOS FLUORADOS, QUÍMICAMENTE INERTES (FREONES), EN LUGAR DE AMONÍACO, QUE ES TÓXICO.

LA ENERGÍA SOLAR SE PUEDE UTILIZAR PARA HACER FUNCIONAR UN MOTOR DE CALOR, Y ÉSTE A SU VEZ PUEDE MOVER UN APARATO REFRIGERADOR O DE AIRE ACONDICIONADO CON UN COMPRESOR STANDARD; SIN EMBARGO, LOS MOTORES SOLARES TIENEN UN RENDIMIENTO BAJO, Y NORMALMENTE -

ES MÁS SENCILLO Y BARATO UTILIZAR EL SOL DIRECTAMENTE EN UN CICLO DE ABSORCIÓN-VAPORIZACIÓN.

#### IV.5.3 ENFRIAMIENTO POR ABSORCIÓN-VAPORIZACIÓN

EL ENFRIAMIENTO PRODUCIDO POR LA ABSORCIÓN DE VAPORES Y LA VAPORIZACIÓN DE UN LÍQUIDO LO PRODUJO FARADAY EN 1824, UTILIZANDO AMONÍACO LÍQUIDO Y CLORURO DE PLATA. DURANTE LOS ÚLTIMOS CUARENTA AÑOS SE HAN VENDIDO REFRIGERADORES DE ABSORCIÓN-VAPORIZACIÓN -- QUE UTILIZABAN KEROSENO O GAS NATURAL. CON ALGUNAS MODIFICACIONES SE PUEDEN HACER FUNCIONAR UTILIZANDO LA RADIACIÓN SOLAR. EL PRINCIPIO DEL ENFRIAMIENTO -- CON LA ABSORCIÓN-VAPORIZACIÓN, ES SIMILAR AL DESCRITO PARA LA CONDENSACIÓN Y VAPORIZACIÓN (VER FIG. ) EXCEPTO QUE LA VAPORIZACIÓN DE A2 A A1 SE PRODUCE -- CON UNA REDUCCIÓN EN LA PRESIÓN DE VAPOR DEL AMONÍACO POR ABSORCIÓN EN UNA SOLUCIÓN.

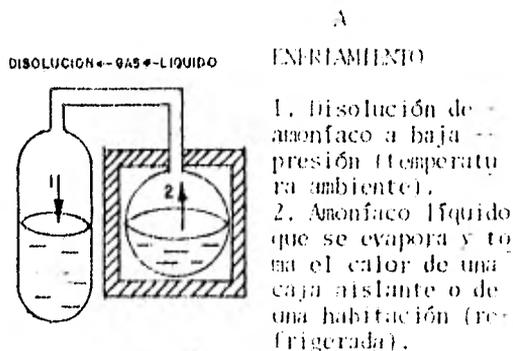
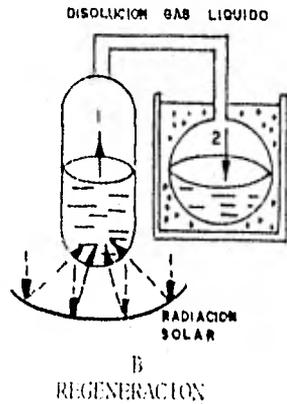


Fig. IV.15

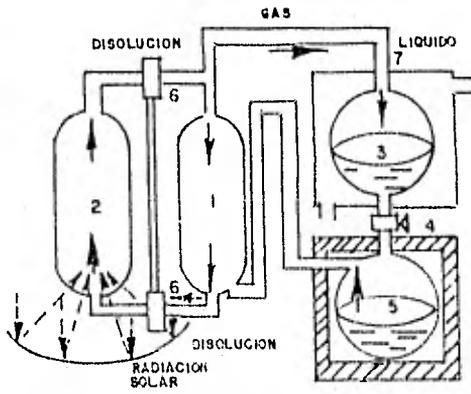
LA CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO SE REGENERA AÑADIENDO CALOR A LA SOLUCIÓN EN B.1, HACIENDO CRECER LA PRESIÓN DE VAPOR DEL AMONÍACO DE MANERA QUE ÉSTE SE -- DESTILE DE LA SOLUCIÓN EN B.1 Y SE CONDENSE EN B.2.



1. Disolución de amoníaco con radiación solar a alta presión (caliente).
2. Amoníaco líquido condensándose; se mantiene fría con el agua circundante (temperatura ambiente).

Fig. IV.46

EN LUGAR DE REALIZARLO CON UN PISTÓN MÓVIL QUE COMPRIMA EL VAPOR, LA DISOLUCIÓN DEL RECIPIENTE GRANDE ESTÁ TAN CONCENTRADA QUE LA PRESIÓN DE VAPOR DEL -- AMONÍACO ES CONSIDERABLEMENTE MENOR QUE LA DEL AMONÍACO PURO, Y HACE FALTA UNA TEMPERATURA SUPERIOR -- PARA QUE EL AMONÍACO SALGA DE LA SOLUCIÓN, COMO EN EL CASO DE LA REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN, EL PROCESO SE PUEDE HACER CÍCLICO.



EXISTEN DOS CIRCUITOS DE FLUIDO; UNO DE AMONÍACO - PURO LÍQUIDO Y GASEOSO A LA DERECHA EN C.1, C.3, Y C.5; Y OTRO DE DISOLUCIÓN DE AMONÍACO EN C.1 Y C.2, QUE SE CALIENTA EN C.2 (VER DIAGRAMA ANTERIOR), PARA DESTILAR EL AMONÍACO GASEOSO PROVENIENTE DEL REFRIGERADOR (C.5). SE CALIENTA DE NUEVO EN C.2 PARA DESTILAR EL AMONÍACO GASEOSO ABSORBIDO, FORMANDO UN CICLO CONTÍNUO. EL AMONÍACO GASEOSO DESTILADO DE LA SOLUCIÓN CALIENTE SE ENFRÍA A LA TEMPERATURA AMBIENTE (VER C.3) Y SE CONDENSA EN FORMA DE LÍQUIDO, DE DONDE SE EVAPORA (C.5) PARA CONSEGUIR EL EFECTO REFRIGERANTE. EL AMONÍACO GASEOSO EVAPORADO SE REABSORBE EN LA SOLUCIÓN EN C.1 A LA TEMPERATURA AMBIENTE Y SE VUELVE A CALENTAR EN C.2 PARA CONTINUAR EL CICLO.

SE COLOCAN INTERCAMBIADORES DE CALOR (VER DIAGRAMA ANTERIOR) PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE CALOR ENTRE DOS CIRCUITOS; CAUSADAS POR LOS ESCAPES DE AMONÍACO CALIENTE C.2. EL CALOR DESPRENDIDO POR EL AMONÍACO GASEOSO CALIENTE SE UTILIZA EN PARTE PARA CALENTAR LA SOLUCIÓN FRÍA EN C.1 CUANDO PASA A C.2. SE DEBE PRODUCIR CALOR NO SÓLO PARA EVAPORAR EL AMONÍACO -- SINO TAMBIÉN PARA SUBIR LA TEMPERATURA DE LA SOLUCIÓN DEL RECIPIENTE; Y SE DEBE ENFRIAR TANTO EL AMO

AMONÍACO GASEOSO PARA CONDENSARLO COMO LA SOLUCIÓN CALIENTE HASTA QUE ALCANCE LA TEMPERATURA AMBIENTE. EL COEFICIENTE DE RENDIMIENTO (COR) DE UN INSTRUMENTO REFRIGERANTE SOLAR INCLUYE DOS COEFICIENTES DE RENDIMIENTO, UNO PARA EL REFRIGERADOR:

$$(COR)_R = \frac{\text{CALOR ABSORBIDO POR EL LÍQ. REFRIGERANTE AL EVAPORARSE}}{\text{CALOR SUMINISTRADO AL GENERADOR}}$$

Y OTRO PARA EL COLECTOR SOLAR.

$$(COR)_C = \frac{\text{CALOR SUMINISTRADO AL GENERADOR}}{\text{CALOR SOLAR INCIDENTE EN EL COLECTOR.}}$$

EL PRODUCTO DE LOS DOS COR NOS DA EL COEFICIENTE DE RENDIMIENTO TOTAL:

$$(COR) = \frac{\text{CALOR ABSORBIDO POR EL LÍQ. REFRIGERANTE AL EVAPORARSE}}{\text{CALOR SOLAR INCIDENTE EN EL COLECTOR.}}$$

LOS PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE ABSORCIÓN-EVAPORIZACIÓN SE HAN ILUSTRADO CON DISOLUCIONES DE AMONÍACO, PERO SE PUEDEN UTILIZAR MUCHOS OTROS SISTEMAS. EN EL RESTO DE ÉSTE CAPÍTULO SE DAN BREVES DESCRIPCIO-

NES DE OTROS SISTEMAS EN INFORMES CIENTÍFICOS, CONSIDERANDO EN PRIMER LUGAR LA REFRIGERACIÓN DE HIELO, Y DESPUÉS EL AIRE ACONDICIONADO QUE NECESITA ENFRIAMIENTOS MÁS MODERADOS.

#### IV.5.4 REFRIGERACION

##### IV.5.4.1 SISTEMA DE AMONIACO-AGUA

WILLIAMS Y COLABORADORES HAN DESCRITO UN PEQUEÑO REFRIGERADOR QUE UTILIZABA UN REFLECTOR PARABÓLICO SOLAR DE 120 CM DE DIÁMETRO, QUE ENFOCABA LA LUZ SOLAR SOBRE UN RECIPIENTE DE ACERO CONTENIENDO AMONÍACO Y AGUA EN UN SISTEMA CERRADO.

EL AMONÍACO SE DESTILABA CON EL CALOR Y SE CONDENSABA EN UN PEQUEÑO RECIPIENTE CONECTADO POR UN TUBO DE ACERO O DE GOMA CAPAZ DE SOPORTAR ALTAS PRESIONES. LA PRESIÓN DEL AMONÍACO CALIENTE SUPERABA LAS 10 ATMÓSFERAS, Y SE CONDENSABA EN EL RECIPIENTE EXTERNO, ENFRIANDO EN UN CUBO DE AGUA. UNA VEZ DESTILADO Y CONDENSADO EL AMONÍACO EL SISTEMA DE LOS DOS RECIPIENTES, QUE PESABA UNOS 11 KILOGRAMOS, SE TRANSPORTABA A LA CASA Y EL PEQUEÑO RECIPIENTE DE AMONÍACO LÍQUIDO SE COLOCABA EN UNA CAJA AISLADA TÉRMICAMENTE CON UNA CAPACIDAD DE 6.3 LITROS. AL QUI

TAR LA SOLUCIÓN ACUOSA DE LA LUZ SOLAR ENFOCADA, SE ENFRIABA Y REABSORBÍA EL AMONIACO, LA EVAPORACIÓN DEL AMONIACO LÍQUIDO MANTENÍA LA CAJA AISLADA FRÍA. CON UNA EXPOSICIÓN DE 4 HORAS A LA LUZ SOLAR BRILLANTE SE MANTENÍA EL REFRIGERADOR POR DEBAJO DE  $5^{\circ}\text{C}$  DURANTE LAS 24 HORAS DEL DÍA.

#### IV.5.4.2 SISTEMA DE AMONIACO-TIOCIANATO DE SODIO

EL SISTEMA DE AMONIACO-AGUA TIENE LA DESVENTAJA DE QUE PARTE DEL AGUA SE EVAPORA JUNTO CON EL AMONIACO, Y CADA CIERTO TIEMPO SE DEBE DE VOLVER A INTRODUCIR EL AGUA EN EL RECIPIENTE GRANDE QUE CONTIENE LA SOLUCIÓN AMONIACO-AGUA. ES DESEABLE ELIMINAR EL AGUA, LO QUE PUEDE CONSEGUIRSE UTILIZANDO SOLUCIONES MUY CONCENTRADAS DE SALES EN AMONIACO LÍQUIDO. LA PRESIÓN DE VAPOR DEL AMONIACO LÍQUIDO PUEDE REDUCIR A LA TEMPERATURA AMBIENTE, DE 10 ATMÓSFERAS A MENOS DE 1 ATMÓSFERA, Y LAS SALES TIENEN PRESIONES DE VAPOR DESPRECIABLES INCLUSO A ALTAS TEMPERATURAS.

SE HA PROBADO EN EL LABORATORIO EL SISTEMA DE AMONIACO-TIOCIANATO DE SODIO PARA LA REFRIGERACION SOLAR. UN CILINDRO DE ACERO DE 9KG, CONTENIENDO 5,4KG DE UNA SOLUCIÓN DE AMONIACO Y TIOCIANATO DE SODIO

EN PARTES IGUALES EN PESO SE COLOCÓ EN FOCO DE UNA COCINA SOLAR PARABÓLICA DE 120 CM. EL CILINDRO ESTABA CONECTADO POR MEDIO DE UN TUBO FLEXIBLE RESISTENTE A LA PRESIÓN, A OTRO RECIPIENTE MÁS PEQUEÑO SUMERGIDO EN AGUA A LA TEMPERATURA AMBIENTE PARA LA LICUEFACCIÓN DEL AMONÍACO. DESPUÉS DE APROXIMADAMENTE 4 HORAS LA MAYOR PARTE DEL AMONÍACO HABÍA ABANDONADO LA SOLUCIÓN, Y EL CILINDRO SE QUITÓ DEL FOCO Y SE ENFRÍO HASTA LA TEMPERATURA AMBIENTE.

EL RECIPIENTE DE AMONÍACO LÍQUIDO SE COLOCÓ DURANTE LA NOCHE EN UN RECIPIENTE AISLADO LLENO DE AGUA, Y SE PRODUJERON 4,5 KG DE HIELO. SE PODÍA HABER FABRICADO MÁS HIELO UTILIZANDO EL MISMO COLECTOR DURANTE OTRO PERÍODO DE 4 HORAS Y OTRO JUEGO DE RECIPIENTES. EN CASO DE QUE NO BRILLE EL SOL, EL HIELO SE PUEDE FABRICAR UTILIZANDO COMBUSTIBLE ORDINARIO.

UNA CARTA PUBLICADA EN SOLAR ENERGY AFIRMABA QUE SI SE PUDIESE CONSEGUIR UN REFRIGERADOR SOLAR CAPAZ DE PRODUCIR  $5 \text{ KG DÍA}^{-1}$  DE HIELO Y QUE COSTASE MENOS DE 200 DÓLARES, EN LOS PAÍSES TROPICALES COMO BURMA -- EXISTIRÍA UN GRAN MERCADO. SE PUEDE CREER QUE ESTAS CONDICIONES SE HAN ALCANZADO.

#### IV.5.5 ENFRIAMIENTO DE ALIMENTOS

APARENTEMENTE EL CICLO REFRIGERANTE DE ABSORCIÓN VA  
 PORIZACIÓN ES EL MEJOR MÉTODO PARA EL ENFRIAMIENTO  
 CON LA ENERGÍA SOLAR. PARA LA REFRIGERACIÓN DE CAR-  
 NE Y LECHE Y LA PRODUCCIÓN DE HIELO, LA TEMPERATURA  
 DE REGENERACIÓN DE REFRIGERANTE ES NORMALMENTE SUPE-  
 RIOR A LOS 100°C, A TEMPERATURAS TAN ALTAS QUE LOS  
 COLECTORES PLANOS NO SON PRÁCTICOS Y SE DEBEN UTILI-  
 ZAR COLECTORES FOCALES MÓVILES. AUNQUE LA REFRIGERA-  
 CIÓN ES CARA CON EL COMBUSTIBLE ORDINARIO Y AUN MÁS  
 CARA CON CALOR SOLAR, SE DEBE TENER EN CUENTA LA RE-  
 FRIGERACIÓN SOLAR EN AQUELLOS LUGARES EN QUE ACTUAL-  
 MENTE LA ELECTRICIDAD Y EL COMBUSTIBLE SON CAROS O  
 INEXISTENTES, EL SISTEMA AMONIACO-TIOCIANATO DE SO-  
 DIO MERECE MÁS PRUEBAS Y DESARROLLO.

LAS GRANDES PLANTAS INDUSTRIALES DE REFRIGERACION -  
 PUEDEN ALCANZAR GRANDES RENDIMIENTOS DE HASTA EL --  
 70 POR CIENTO, PERO LAS UNIDADES PEQUEÑAS TIENDEN A  
 SER MENOS EFICACES. LAS UNIDADES MUY PEQUEÑAS TIE--  
 NEN RENDIMIENTOS AÚN MEJORES, AUNQUE SE PUEDE AR--  
 GUIR EN FAVOR DE LA REFRIGERACION SOLAR QUE LOS COS-  
 TES DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ELECTRICIDAD A PEQUE--  
 ÑOS CONSUMIDORES SON MUY ALTOS. SI SE CONSIDERA QUE

Actualmente el ciclo de absorción -  
 vaporización es el mejor método para  
 el enfriamiento --  
 con la energía so-  
 lar.

Las grandes plantas  
 pueden alcanzar --  
 grandes rendimien-  
 tos de hasta el 70  
 por ciento.

EL TRABAJO NECESARIO PARA HACER FUNCIONAR UN REFRIGERADOR SOLAR DOMÉSTICO ES GRATIS, QUIZÁS LAS PEQUEÑAS UNIDADES PUEDAN TENER UN LUGAR. POR OTRO LADO, RESULTA BASTANTE COMPLICADO EL FUNCIONAMIENTO DE UN REFRIGERADOR SOLAR, Y HACE FALTA UNA CIERTA HABILIDAD Y EXPERIENCIA MECÁNICA, Y PUEDE SER MÁS PRÁCTICO CONSIDERAR LA PRODUCCIÓN SOLAR DE HIELO COMO UNA INDUSTRIA PEQUEÑA A NIVEL DE ALDEA QUE COMO UN ASUNTO DOMÉSTICO. EL REFRIGERADOR DOMÉSTICO SOLAR TIENE QUE SER INVESTIGADO MÁS PARA CONSEGUIR UN MANTENIMIENTO SENCILLO Y SIN PROBLEMAS.

UNA DE LAS DIFICULTADES DE LA PRODUCCIÓN DE HIELO ES EL LENTO CRECIMIENTO DE LOS CRISTALES DE HIELO. ES ACONSEJABLE COLOCAR VARIOS REGENERADORES AL SOL DURANTE EL DÍA Y DEJAR LA PRODUCCIÓN DE HIELO PARA LA NOCHE.

SE HA DISCUTIDO CAPAZMENTE LA ECONOMÍA DEL ENERGIAMIENTO SOLAR. ALGUNOS SACAN LA CONCLUSIÓN DE QUE EL COSTO DE FUNCIONAMIENTO DE UN REFRIGERADOR SOLAR SERÍA ALREDEDOR DEL DOBLE DE UNO QUE FUNCIONASE CON FUELOIL.

OTROS COMPARAN LOS COSTOS DEL HIELO PRODUCIDO EN DI

En la actualidad resulta bastante complicado el funcionamiento de un refrigerador solar.

Existen diversidad de opiniones en cuanto al costo de los refrigeradores solares.

VERSOS PAÍSES DEL MUNDO Y CONCLUYEN QUE LA PRODUCCIÓN SOLAR DE HIELO "NO ESTÁ MUY LEJOS DE RESULTAR ECONÓMICA", Y QUE EN ALGUNAS PARTES DEL MUNDO, PARTICULARMENTE EN ÁFRICA, EL HIELO PRODUCIDO SOLAMENTE PUEDE SER MÁS BARATO QUE EL PRODUCIDO EN FÁBRICAS ACTUALMENTE.

ES MUCHO MÁS FÁCIL REFRIGERAR HASTA LOS 10 Ó 15°C Y CONSEGUIR UNA HUMEDAD REDUCIDA QUE REFRIGERAR LA COMIDA HASTA LA TEMPERATURA DE CONGELACIÓN. COMO SE HA DICHO ANTERIORMENTE, SE PODRÍAN CONSEGUIR AHORROS CONSIDERABLES ENFRIANDO MODERADAMENTE LAS COSECHAS DE VEGETALES COMO PATATAS Y TOMATES, AUMENTANDO LA TEMPORADA DE CONSUMO DE LOS MISMOS. SE DEBEN REALIZAR INVESTIGACIONES INTENSIVAS PARA CONSEGUIR EQUIPOS BARATOS CAPACES DE PRODUCIR UN ENFRIAMIENTO DE ESTE TIPO EN DEPÓSITOS PARA VEGETALES, PARCIALMENTE ENTERRADOS. SE PODRÍAN UTILIZAR COLECTORES PLANOS FIJOS EN VEZ DE COLECTORES FOCALES MOVILES, Y LA MANO DE OBRA SERÍA MÁS BARATA EN CIERTAS ÁREAS QUE LA UTILIZACIÓN DE MÁQUINAS AUTOMÁTICAS QUE REQUIEREN GRANDES INVERSIONES DE CAPITAL. EL MANTENIMIENTO DE LOS REFRIGERADORES SOLARES ES UN PROBLEMA DESAFIANTE EN LAS ÁREAS REMOTAS EN DONDE NO EXISTE ELECTRICIDAD.

## IV.6 HORNOS SOLARES

### IV.6.1 INTRODUCCION

CONSIDERÁNDOLO BAJO UN PUNTO DE VISTA GENERAL PARECE SER QUE DE ENTRE TODAS LAS POSIBILIDADES DE APLICACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR, LA MÁS POPULAR Y SENCILLA ES LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS Y BREBAJES YA -- QUE ES ALGO EN QUE TODO EL MUNDO UTILIZA GRAN PARTE DE ENERGÍA Y TRABAJO HUMANO.

LOS HORNOS SOLARES SON DISPOSITIVOS QUE SE UTILIZAN EN LA CONCENTRACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR CAPTADA EN UN DETERMINADO LUGAR (UN PUNTO FIJO), O SEA QUE PROPORCIONAN UN ENFOQUE DE LA RADIACIÓN SOLAR RECIBIDA.

ESTA CONCENTRACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR ENFOCADA ES APLICADA EN DIVERSAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS; LOS HORNOS ESTÁN CONDICIONADOS A OPERAR EXCLUSIVAMENTE CUANDO PREDOMINE EL BUEN TIEMPO CLIMATOLÓGICO (CIELO DESPEJADO), ÉSTO ES DEBIDO A QUE ÚNICAMENTE PUEDE UTILIZAR LA RADIACIÓN DIRECTA EN SU FUNCIONAMIENTO.

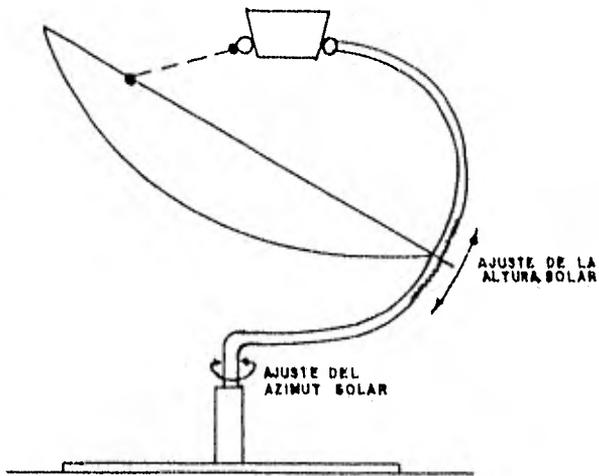


Fig. IV. 48 Horno solar con espejo parabólico.

## IV.6.2 CLASIFICACION

EXISTEN TRES TIPOS BÁSICOS DE HORNOS SOLARES:

- 1.- EL PRIMERO CONSISTE EN UNA CAJA CON FONDO NEGRO Y UNO O MÁS CUBIERTAS TRANSPARENTES QUE SE COMPLEMENTA CON UN CONCENTRADOR CÓNICO, O CON UN CONJUNTO DE TAPAS CON LA CARA INFERIOR REFLEJANTE QUE AL ABRIRSE Y COLOCARSE CON DETERMINADA INCLINACIÓN, FORMAN UN CONCENTRADOR PIRAMIDAL Y AUMENTAN LA RADIACIÓN QUE RECIBE LA CAJA.
- 2.- LA DIRECTA, Ó COCINA DE ENFOQUE, EN LA QUE LOS ALIMENTOS (O EL RECIPIENTE QUE LOS CONTIENE) - SE COLOCAN EN EL PUNTO FOCAL DE UN ESPEJO Ó CONCENTRADOR PARABÓLICO EN UN BRAZO O BASE EN SU FOCO PARA SOSTENER EL RECIPIENTE.
- 3.- POR ÚLTIMO, EL TERCER TIPO CONSISTE EN UN COLECTOR PLANO (POR EL QUE CIRCULA AGUA) Y UNA CÁMARA AISLADA QUE RECIBE EL VAPOR PARA COCINAR.

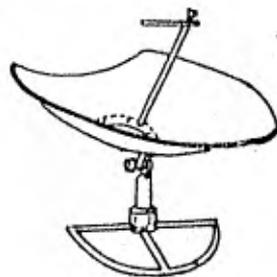


Fig. IV.49

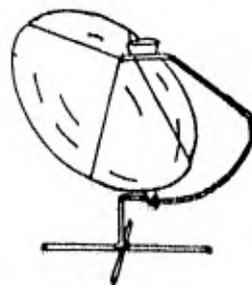


Fig. IV.50

## IV.6.3 VENTAJAS

LAS RESPECTIVAS VENTAJAS DE ESTAS ESTUFAS RADICAN EN QUE LAS DE ENFOQUE ALCANZAN TEMPERATURAS MÁS AL

TAS, PERO REQUIEREN REORIENTARSE Y SÓLO APROVECHAN LA RADIACIÓN DIRECTA, ADEMÁS DE QUE PUEDEN O NO --- ADAPTARSE A TÉCNICAS PARTICULARES DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS. ALGUNOS DISEÑOS EXPERIMENTALES EMPLEAN - ACEITE U OTROS FLUIDOS PARA ALMACENAR ENERGÍA.

EL INTERÉS POR EL EMPLEO DE ESTUFAS SOLARES NACE DE LA INTENCIÓN DE REDUCIR EL RITMO DE DESFORESTACIÓN EN MUCHAS ZONAS RURALES Y DE PRESENTAR ALTERNATI-- VAS PARA COCINAR ALIMENTOS EN AQUELLAS ÁREAS DONDE LOS RECURSOS FORESTALES NO EXISTEN Ó CASI HAN DESA-- PARECIDO. SEGÚN EL CENSO DE POBLACIÓN DE 1970, EN - MÉXICO 21 MILLONES DE HABITANTES EMPLEABAN COMBUSTI-- BLES VEGETALES; ESTO QUE EN LAS ZONAS RURALES LA MA-- DERA SIGUE SIENDO EL PRINCIPAL COMBUSTIBLE PARA --- USOS DOMÉSTICOS Y EN MUCHOS CASOS SU RECOLECCIÓN -- EXIGE UNA PARTE IMPORTANTE DEL TRABAJO FAMILIAR. -- SIN EMBARGO, ESTO NO INDICA EN QUÉ PROPORCIÓN CO--- RRESPONDE AL CONSUMO ENERGÉTICO DOMÉSTICO EL DETE-- RIORO DE LOS RECURSOS FORESTALES. LA INFORMACIÓN SO-- BRE EL ÁREA FORESTAL DEL PAÍS Y EL GRADO DE DESFO-- RESTACIÓN PARA FINES COMERCIALES O COMO LEÑA, ES -- BASTANTE IMPRECISA. SEGÚN DATOS DE FAO, CITADOS EN UN RECIENTE ESTUDIO DEL PNUA, SÓLO EL 25% DEL VOLÚ-- MEN DE MADERA (EN M<sup>3</sup>) CORTADO EN 1973 SE CONSUME CO

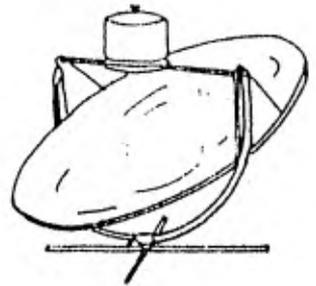


Fig. IV.51 Cocinas - directas (de enfoque).

MO LEÑA. ESTO INDICA QUE TIENE UN PESO MÁS IMPORTANTE EN LA DEGRADACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES SU EXPLOTACIÓN CON FINES NO-ENERGÉTICOS, POR LO QUE ESTE PROBLEMA REQUIERE UN ANÁLISIS DETALLADO Y NO SÓLO LA BÚSQUEDA DE SUSTITUTOS ENERGÉTICOS. ADEMÁS, - TANTO REGIONALMENTE COMO POR GRUPOS DE INGRESOS, EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LEÑA DEBE CONOCERSE PARA ESTIMAR LAS CAUSAS E IMPACTOS POSIBLES DE SU ESCASEZ.

#### IV.6.4 DESVENTAJAS

A PESAR DE QUE UNA COMPARACIÓN DE COSTOS DE ESTUFAS SOLARES CON OTRAS ALTERNATIVAS PUDIERA SER MUY VENTAJOSA PARA LAS PRIMERAS, HAN FRACASADO VARIOS INTENTOS DE INTRODUCIR ESTOS EQUIPOS EN ALGUNOS PAÍSES.

A FALTA DE UN ANÁLISIS DETALLADO DE LAS CAUSAS DE TALES FRACASOS, PUEDE DECIRSE QUE LOS EQUIPOS TIENEN VARIOS INCONVENIENTES PARA SU USO COTIDIANO; ENTRE ELLOS, QUE ALGUNOS DISEÑOS NO PUEDEN EMPLEARSE EN DÍAS NUBLADOS NI FUERA DE DETERMINADO HORARIO Y QUE MUCHAS VECES NO SE ADECUAN A LOS HÁBITOS VIGENTES DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS.

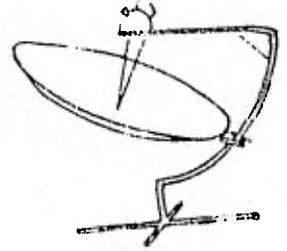


Fig. IV.52

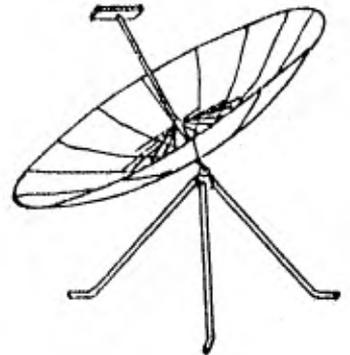


Fig. IV.53

#### IV.6.5 TIPOS DE HORNOS SOLARES

LAS COCINAS DEL TIPO DE CAJA U HORNO PUEDEN DISPONERSE POR LO MENOS DE UNAS POSIBILIDADES DE ALMACENAMIENTO A CORTO PLAZO. LA COCINA DISEÑADA POR MARÍA TELKES ES UNA CESTA CON UN REVESTIMIENTO PESADO DE BARRO, UNA TAPA DE CRISTAL Y CUATRO ESPEJOS PLEGABLES. EL FONDO REDONDEADO FACILITA SU INCLINACIÓN CUANDO SE LA COLOCA EN UN AGUJERO NO MUY PROFUNDO SOBRE EL SUELO. LA SIGUIENTE FIGURA ILUSTRAR ESTE HORNO DE CESTA, ASÍ COMO UNA VERSIÓN ALGO MÁS ELABORADA CON UN CUERPO DE ALUMINIO Y UN MARCO TUBULAR.

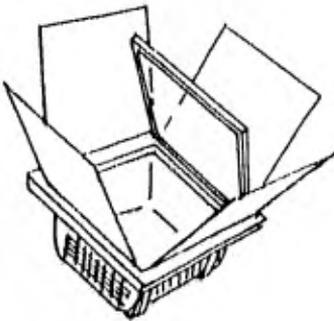


Fig. IV.54

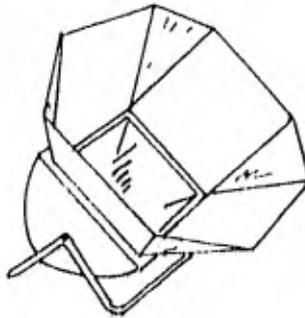


Fig. IV.55

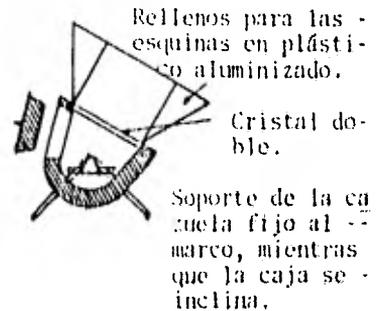


Fig. IV.56

UN HORNO CILÍNDRICO, CON UN PAR DE ESPEJOS CILÍNDRICO-  
-PARABÓLICO HA SIDO DESARROLLADO EN PORTUGAL.

Ventana 630 x 100 mm.

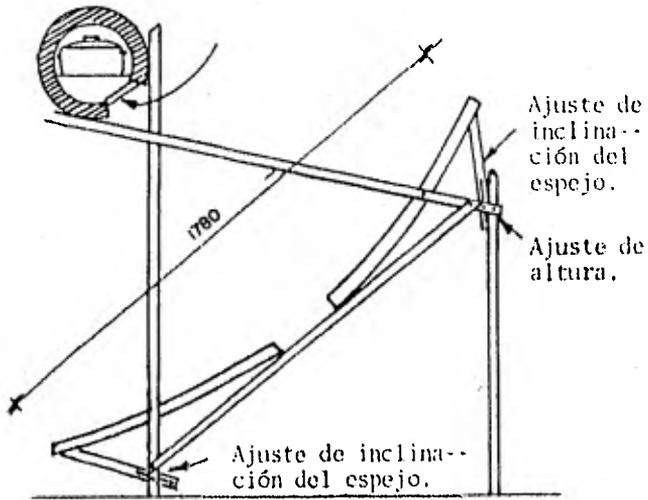


Fig. IV.57

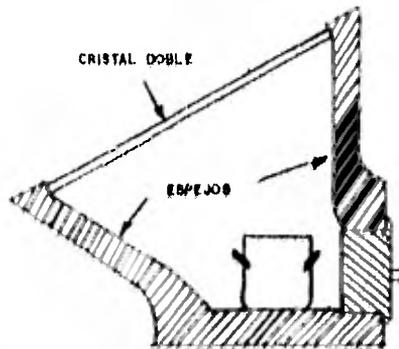


Fig. IV.58

Y OTRA VERSIÓN, EN LA QUE LOS ESPEJOS ESTÁN DENTRO DE LA TAPA DE CRISTAL DE HORNO, FUE PRODUCIDO EN EL CAIRO.

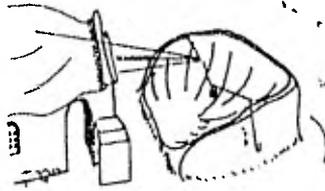


Fig. IV.59

TODAS ESTAS COCINAS PUEDEN ALCANZAR TEMPERATURAS ENTRE LOS 180 A 250°C, MÁS QUE ADECUADOS PARA COCINAR. LAS COCINAS DIRECTAS SON MÁS APROPIADAS PARA HERVIR.

UNA IDEA INTERESANTE HA SIDO DESARROLLADA POR LOS HOLANDESES, COMO SE MUESTRA EN EL SIGUIENTE DIAGRAMA.

EN ESTE CASO SE MOLDEA UN REFLECTOR ESFÉRICO DE BARRO Y SE CUBRE CON LÁMINA DE ALUMINIO APLICADA CON UN ADHESIVO BITUMINOSO. COMO EL REFLECTOR ES FIJO, EL PUNTO FOCAL SE DESPLAZA INVERSAMENTE AL MOVIMIENTO DEL SOL. LA CACEROLA PARA COCINAR QUEDA SUSPENDIDA POR UNA CADENA Y PUEDE DESPLAZARSE HORIZONTALMENTE MEDIANTE CABLES PARA SEGUIR EL MOVIMIENTO DEL PUNTO FOCAL.

EL ALIMENTO MISMO NO SE CALENTARÁ MÁS DE  $100^{\circ}\text{C}$  EN NINGÚN CASO, YA QUE SU CONTENIDO EN AGUA PONE UN LÍMITE AL AUMENTO DE LA TEMPERATURA, PERO EN LA MAYORÍA DE LOS PROCESOS EL CALOR DEBE SER SUMINISTRADO A UNA TEMPERATURA SUSTANCIALMENTE MÁS ELEVADA.

EL QUEMADOR DE GAS Ó LA PLACA ELÉTRICA MEDIA DAN CALOR A UN RÉGIMEN DE ALREDEDOR DE 1 KW, QUE RESULTA SUFICIENTE PARA HACER HERVIR 2 LITROS DE AGUA EN CERCA DE 10 MINUTOS. PARA IGUALAR ESTE RÉGIMEN, SE NECESITARÁ UNA ÁREA DE CAPTACIÓN DE  $2\text{ m}^2$  APROXIMADAMENTE.

#### IV.6.6 PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

LAS ESTUFAS SOLARES DESARROLLADAS EN MÉXICO SON DEL TIPO QUE EMPLEA COLECTORES DE ENFOQUE. EN EL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM SE CONSTRUYÓ UN PROTOTIPO CUYO COLECTOR ES UN PARABOLOIDE DE REVOLUCIÓN. EL MATERIAL REFLEJANTE EMPLEADO FUE MYDAR ALUMINIZADO Y LA ESTRUCTURA ES DE ACRÍLICO TERMOFORMADO. EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS SE DISEÑÓ Y CONSTRUYÓ UNA ESTUFA SOLAR CON CAPTADOR CÓNICO, CON UNA LÁMINA DE ALUMINIO COMO SUPERFICIE REFLEJANTE. FINALMENTE, EN EL DEPARTAMENTO DE ENERGÍA DE LA UAM-AZCAPÓTZALCO SE CONSTRUYÓ UNA ESTUFA CON CAPTADOR PARABÓLICO.

### IV.7 SECADO DE GRANO

#### IV.7.1 INTRODUCCION

ESTE PUNTO ES DE GRAN IMPORTANCIA DEBIDO A QUE NUESTRA POBLACIÓN SE ENCUENTRA DISEMINADA POR TODO EL TERRITORIO NACIONAL Y EN MUCHOS CASOS ALEJADA DE CUALQUIER VIDA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO, IMPIDIENDO LE UTILIZAR LOS SISTEMAS CONVENCIONALES DE SECADO QUE FUNCIONAN CON PETRÓLEO, GASOLINA, ETC.

#### IV.7.2 FUNCIONAMIENTO

EL SECADO DE GRANO, CONSISTE EN EXTRAER LA HUMEDAD EXCEDENTE CONTENIDA EN EL GRANO HASTA NIVELES SEGUROS, PARA SU ALMACENAMIENTO DURANTE LARGOS PERÍODOS DE TIEMPO. EL MÉTODO QUE SE EMPLEA COMUNNEMENTE ES -- HACER PASAR AIRE CALIENTE A TRAVÉS DEL GRANO. ESTE AIRE TIENE DOS FUNCIONES PRIMORDIALES QUE SON:

- SUMINISTRAR EL CALOR NECESARIO PARA EVAPORAR EL AGUA CONTENIDA EN EL GRANO.
- ABSORBER EL AGUA QUE EN FORMA DE VAPOR ES, DES--- PRENDIDA POR EL GRANO.
- LA TEMPERATURA DEL AIRE DE SECADO ES DE SUMA IM- PORTANCIA EN EL SECADO DE GRANO POR LAS SIGUIEN- TES RAZONES:
  - LA CAPACIDAD DE ABSORBER AGUA POR EL AIRE --- AUMENTA AL AUMENTAR LA TEMPERATURA.
  - EL DESARROLLO DE HONGOS TAMBIÉN AUMENTA CON - LA TEMPERATURA, QUE BAJO CIRCUNSTANCIAS ESPE- CIALES, PUEDE SER MÁS RÁPIDO EL CRECIMIENTO - DE HONGOS DE LO QUE SE REDUCE EL TIEMPO DE ES - TE AIRE SE LE DENOMINA COMO AIRE DE SECADO, - COMO ESTE PUNTO REPRESENTA UN INCONVENIENTE, - EN LA TABLA QUE SE PRESENTA A CONTINUACIÓN, - PRESENTAMOS LOS TIEMPOS PERMISIBLES DE SECADO A DIFERENTES TEMPERATURAS, LA CUAL PUEDE APLI

Consiste en extra-  
er la humedad exce-  
dente contenida en  
el grano hasta ni-  
veles seguros.

CARSE EN FORMA GENERAL PARA CUALQUIER TIPO DE  
GRANO

MAXIMO TIEMPO PERMISIBLE DE SECADO PARA EVITAR EL -  
DESARROLLO FUGOSO EN EL GRANO.

TEMP. (BULBO HUMEDO) <sup>1</sup> DE GRANO.	TIEMPO DE SECADO SEGURO PARA BAJAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL GRANO -- APROXIMADAMENTE A 15.5% ANTES DEL DESARROLLO -- FUNGOSO.
--	---

°C	°F	HORAS	DIAS
32.22*	90*	100*	4.1
26.67	80	140	5.8
21.11*	70*	195*	8.1
18.33	65	230	9.6
15.56	60	265	11.0
12.78	55	315	13.5
10.00*	50*	370*	15.4
7.22	45	440	18.3

1 ES EL NOMBRE QUE SE LE DA A LA TEMPERATURA MEDI-  
DA CON UN TERMÓMETRO CUYA PUNTA O BULBO ESTÁ CU-  
BIERTO CON UNA TELA HÚMEDA.

\* EN ESTA TABLA PUEDE NOTARSE LA COMPARACIÓN QUE -

EN LOS TIEMPOS DE SECADO SEGURO CORRESPONDIENTES A LAS TEMPERATURAS DE 32.22, 21.11, Y 10°C, EL DESARROLLO FUNGOSO APROXIMADAMENTE DOBLA SU VELOCIDAD POR CADA 11°C (20F) DE ACUERDO EN LA TEMPERATURA DEL GRANO.

#### IV.7.3 PROBLEMAS

UNO DE LOS PROBLEMAS QUE MÁS AFECTA LA PRODUCCIÓN DE GRANOS EN NUESTRO PAÍS, ES OCASIONADO POR:

EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL GRANO COSECHADO, ESTO SE DEBE A QUE EL GRANO HUMEDO SUFRE CAMBIOS QUÍMICOS DESARROLLANDO HONGOS Y FAVORECIENDO EL ATAQUE DE INSECTOS.

Contenido de humedad de grano.

LO ÚLTIMO OCASIONA QUE EL GRANO SE PUDRA O INFECTE, DE TAL FORMA QUE DE UNA COSECHA NORMAL SE PIERDA ENTRE EL 10 Y 30% DEL GRANO AL NO CONTAR CON UN PROCESO ADECUADO DE SECADO Y ALMACENAMIENTO.

SI SE SOLUCIONARA EL PROBLEMA ANTERIOR, CON UN MÉTODO DE SECADO SEGURO, SE AUMENTARÍA EL RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA COSECHADA, QUE ADEMÁS DE AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE GRANO, EVITARÍA EL GASTO

DE PREPARAR TIERRAS PARA CULTIVO CON EL FIN DE OBTENER LA MISMA CANTIDAD DE GRANO QUE SE OBTIENE AL AUMENTAR EL RENDIMIENTO.

PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA ANTES DESCRITO SE PENSO EN VARIAS ALTERNATIVAS, ENCONTRANDO QUE LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN LOS PROCESOS DE SECADO ES LA MÁS FACTIBLE POR CONTAR CON LAS SIGUIENTES VENTAJAS.

#### IV.7.4 VENTAJAS

- ES UNA FUENTE INAGOTABLE DE ENERGÍA Y NO PRESENTA COSTO DE EXPLOTACIÓN.
- SOMOS UNO DE LOS PAÍSES QUE CONTAMOS CON UN ALTO ÍNDICE DE INSOLACIÓN EN NUESTRO TERRITORIO.
- NO PRESENTA PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN QUÍMICA Ó TÉRMICA.
- EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS SE PUEDE APROVECHAR DIRECTAMENTE EN CUALQUIER LUGAR SIN PROBLEMAS DE TRANSPORTE, Y ADEMÁS DURANTE EL DÍA, SIN PROBLEMAS DE ALMACENAMIENTO.

#### IV.7.5 MÉTODOS

DENTRO DEL SECADO DE GRANO CONTAMOS CON 3 MÉTODOS - DE SECADO, LOS CUALES SE CLASIFICAN DE ACUERDO A -- LAS TEMPERATURAS DEL AIRE DE SECADO, DE LA SIGUIENTE FORMA.

- SECADO CON AIRE NATURAL.

EN ESTE TIPO DE MÉTODO EL AIRE AMBIENTE SE USA COMO AIRE DE SECADO.

- SECADO CON EL CALOR SUPLEMENTARIO.

ES CUANDO SE AGREGAN CANTIDADES DE CALOR, AL --- AIRE DE SECADO SUFICIENTES PARA REDUCIR SU HUMEDAD RELATIVA, PARA EFECTUAR EL SECADO. CON AUMENTOS DE TEMPERATURA ENTRE 5 Y 10°C.

- SECADO CON AIRE NATURAL.

CUANDO EL AIRE DE SECADO SE CALIENTA CONSIDERABLEMENTE, HASTA 50°C O MÁS

#### SECADO SOLAR DE GRANO

DENTRO DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO SOLAR, -- CONTAMOS CON LOS SISTEMAS PARA EL SECADO DE GRANO - QUE SON LOS SECADORES SOLARES DE GRANO (SSG). SE DENOMINA COMO S.S.G. AQUELLOS DONDE EL CALOR NECESARIO PARA EL PROCESO DE SECADO ES SUMINISTRADO POR - LA ENERGÍA SOLAR.

ESTOS SECADORES PUEDEN UBICARSE DENTRO DEL MÉTODO DE SECADO CON AIRE CALENTADO, DEBIDO A QUE EN LOS S.S., SE CONSIGUEN AUMENTOS DE TEMPERATURAS SUPERIORES A LOS 15°C.

#### SECADO SOLAR.

EN LAS COSECHAS QUE TIENEN UN MARCADO CARACTER ESTACIONAL, HABITUALMENTE SE RECOGEN CANTIDADES MUCHO MAYORES DE LAS QUE SE PUEDAN UTILIZAR DE FORMA INMEDIATA, POR LO QUE HAN DE CONSERVARSE PARA SU USO POSTERIOR. LA ELIMINACIÓN DE AGUA EN EL SECADO PRODUCE UNAS CONDICIONES QUE NO SON FAVORABLES PARA LA ACCIÓN BACTERIANA, PERMITIENDO ALMACENAR ALGUNOS ALIMENTOS SIN QUE SE DESCOMPOGAN DURANTE UN PERIODO RELATIVAMENTE LARGO DE TIEMPO.

#### IV.7.6 APLICACIONES

EL SECADO SOLAR SE PUEDE APLICAR A DIVERSOS PRODUCTOS, ENTRE ELLOS LOS MÁS IMPORTANTES SON LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS; AGRÍCOLAS Y PERQUEROS. ALGUNOS DISEÑOS SE HAN ESTADO USANDO SATISFACTORIAMENTE EN EL SECADO DE CAFÉ, FRUTAS Y TABACO. EL PROCESO CONSISTE EN ELEVAR LA TEMPERATURA DEL AIRE UNOS 10 O 15°C MÁS QUE LA TEMPERATURA AMBIENTE PARA DISMINUIR A ME

Los más importantes productos en que se puede aplicar es en los productos alimenticios.

NOS DE LA MITAD DE SU HUMEDAD RELATIVA RESPECTO AL MEDIO.

EL AIRE SE CALIENTA EN COLECTORES DE PLACA PLANA PAR  
RECIDOS A LOS UTILIZADOS EN LOS CALENTADORES DE ---  
AGUA, PERO QUE A DIFERENCIA, NO PRESENTAN PROBLEMAS  
IMPORTANTES DE CORROSIÓN, FUGAS, CONGELAMIENTO O --  
PRESIÓN, LA DENSIDAD Y CALOR ESPECÍFICO RELATIVAMEN  
TE BAJOS DEL AIRE, ORIGINAN COLECTORES MENOS VOLUMI  
NOSOS.

El aire se calienta en colectores de placa plana.

#### IV.7.7 FUNCIONES

EL AIRE CALIENTE PASA A TRAVES DEL MATERIAL A SECAR  
CON DOS FUNCIONES PRIMORDIALES:

##### IV.7.7.1 SUMINISTRO

SUMINISTRAR EL CALOR NECESARIO PARA EVAPORAR EL ---  
AGUA CONTENIDA EN EL MATERIAL A SECAR.

##### IV.7.7.2 ABSORCION

ABSORBER EL AGUA QUE EN FORMA DE VAPOR ES DESPRENDI  
DA DEL MATERIAL A SECAR.

QUEDANDO EL MATERIAL CON UNA HUMEDAD MÍNIMA PARA UN ALMACENAMIENTO SEGURO POR MÁS TIEMPO.

#### IV.7.8 TIPOS DE SECADORES

EXISTEN DOS TIPOS BÁSICOS DE SECADORES SOLARES; EN EL PRIMERO, EL CALOR NECESARIO SE OBTIENE EXPONIENDO LOS PRODUCTOS DIRECTAMENTE A LA RADIACIÓN SOLAR (A TRAVÉS DE UNA CUBIERTA TRANSPARENTE). LA RADIACIÓN, ADEMÁS DE SECAR, PERMITE (EN CASO DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS) LA DESCOMPOSICIÓN DE LA CLOROFILA RESIDUAL EN LOS TEJIDOS DE LOS FRUTOS VERDES POR EFECTO DE LA INSOLACIÓN DIRECTA, DESARROLLANDO SU COLOR. LA DESVENTAJA EN ESTE TIPO DE SECADOR, RADICA EN OCASIONALES SOBRECALENTAMIENTOS DAÑANDO EL PRODUCTO A SECAR. EN EL SEGUNDO TIPO, LOS PRODUCTOS SE SECAN CIRCULANDO AIRE PRECALENTADO EN LOS COLECTORES PLANOS, ABSORBIENDO EL VAPOR DE AGUA CONTENIDO EN LOS PRODUCTOS, ACELERANDO DE ESTA MANERA EL SECADO, EVITANDO EL SOBRECALENTAMIENTO YA SEA POR CONVECCIÓN NATURAL (SISTEMA PASIVO) O FORZANDO EL AIRE CON VENTILADORES (SISTEMA ACTIVO).

Existen dos tipos básicos de secadores solares.

CON CUALQUIERA DE LOS TIPOS DE SECADORES, SE RECOMIENDA CONOCER LA TEMPERATURA ÓPTIMA DE SECADO PARA

EVITAR POR UN LADO UN SOBRECALENTAMIENTO EN LOS PRODUCTOS, Y POR EL OTRO NO FAVORECER UNA TEMPERATURA Ó TIEMPO DE SECADO PARA EL DESARROLLO DE HONGOS.

PARA ESTO ÚLTIMO NO BASTA SOLAMENTE EL SECADO, SINO QUE REQUIERE TAMBIÉN DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO ADECUADOS.

#### 14.7.9 OTRA CLASIFICACION

LOS SECADORES SOLARES TAMBIÉN SE PUEDEN CLASIFICAR POR LA FORMA EN QUE SE CAPTA Ó APROVECHA LA RADIA--CIÓN SOLAR

- 1) SECADO SOLAR DIRECTO
  - 2) SECADO SOLAR INDIRECTO
  - 3) SECADO SOLAR MIXTO
- 
- 1) SECADO SOLAR DIRECTO: EN ESTOS SECADORES, EL MATERIAL A SECAR ES COLOCADO EN UNA CÁMARA CERRADA, CON UNA CUBIERTA TRANSPARENTE EN LA PARTE SUPERIOR, PERMITIENDO QUE LOS RAYOS SOLARES INCIDAN DIRECTAMENTE SOBRE EL MATERIAL A SECAR Y LAS PAREDES INTERIORES, DE ESTA FORMA SE SUMINISTRA EL CALOR NECESARIO PARA EXPANDER EL AIRE DE SECADO ENCERRADO PROVOCANDO LA REMOCIÓN DE LA HUMEDAD POR LA CIRCULACIÓN DE AIRE.

- 2) SECADO SOLAR INDIRECTO: EN ESTOS SECADORES LA RADIACIÓN NO INCIDE DIRECTAMENTE SOBRE EL MATERIAL A SECAR. ÉSTA ES APROVECHADA PARA CALENTAR EL AIRE DE SECADO, EN UN COLECTOR SOLAR DE AIRE Y ES CONDUCIDO HASTA LA CÁMARA DE SECADO PARA SECAR EL MATERIAL.
- 3) SECADO SOLAR MIXTO: EN ESTOS SECADORES SE USA LA ACCIÓN COMBINADA DE EL SECADO SOLAR DIRECTO, DE TAL MANERA QUE SE APROVECHAN TANTO LA RADIACIÓN QUE INCIDE DIRECTAMENTE SOBRE EL MATERIAL A SECAR Y EL AIRE PRECALENTADO EN UN COLECTOR SOLAR DE AIRE PARA SECAR EL MATERIAL.

SECADOR SOLAR DIRECTO:

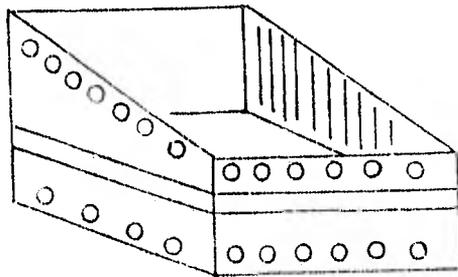


Fig. IV.60

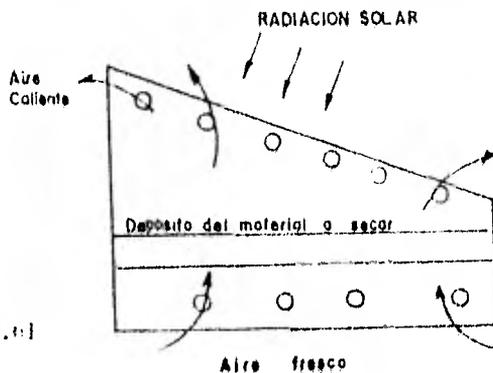


Fig. IV.61

SECADOR SOLAR INDIRECTO.

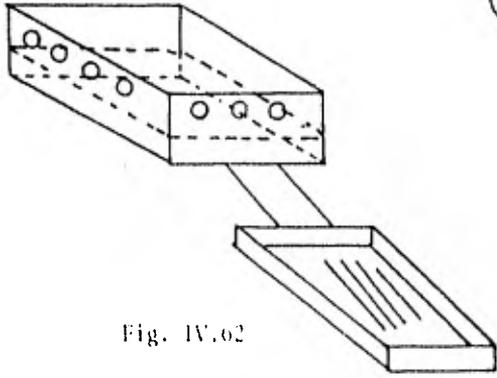


Fig. IV.62

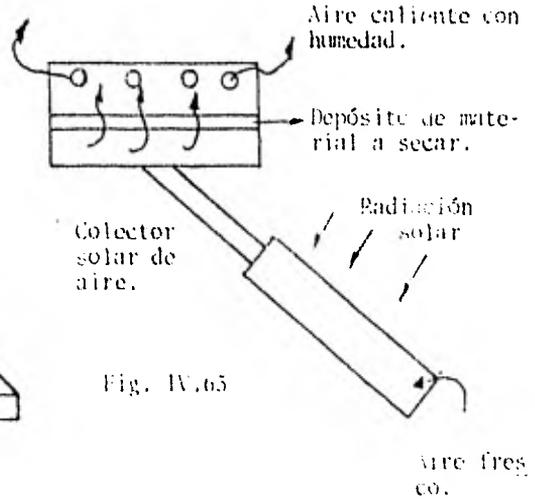


Fig. IV.65

SECADOR SOLAR MIXTO.

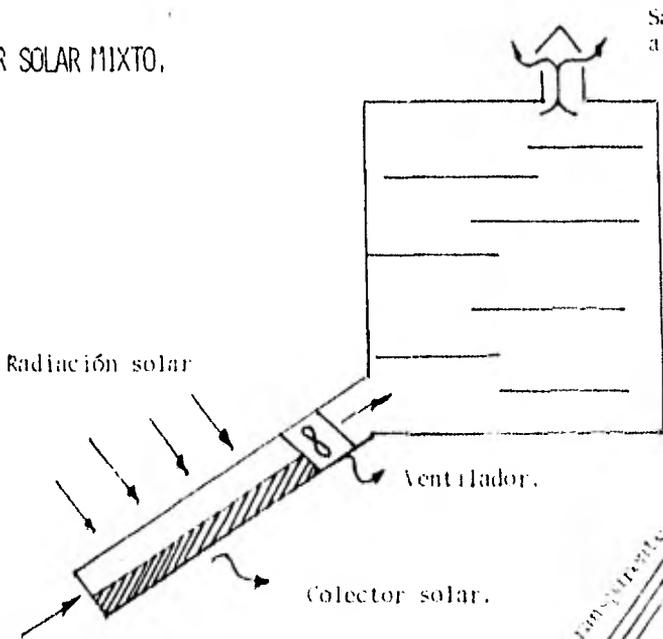


Fig. IV.64

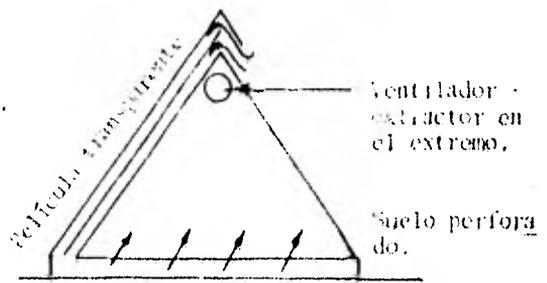


Fig. IV.65

## IV.8 INERNADEROS

### IV.8.1 INTRODUCCION.

EN MÉXICO, AÚN CUANDO LOS ALTOS NIVELES DE INSOLACIÓN CON QUE SE CUENTA EN GRAN PARTE DEL TERRITORIO PUEDEN GENERAR INNUMERABLES BENEFICIOS, EL MISMO FENÓMENO, SI NO ES APROVECHADO ADECUADAMENTE, TAMBIÉN PUEDEN OCASIONAR TRASTORNOS COMO LOS QUE DESDE HACE MUCHOS AÑOS SE HAN VENIDO SUFRIENDO EN LA AGRICULTURA Y GANADERÍA, SOLO POR MENCIONAR ALGUNOS EJEMPLOS.

#### IV.8.2 OBJETIVO

EL OBJETIVO DEL INVERNADERO ES PROPORCIONAR UN AMBIENTE ÓPTIMO Y ESTABLE EN CUANTO A TEMPERATURA, HUMEDAD E ILUMINACIÓN SE REFIERE, PARA FAVORECER ASÍ EL DESARROLLO DE PLANTAS Y CULTIVOS SENSIBLES A LOS CAMBIOS BRUSCOS DE TEMPERATURA Y PERMITIR DESARROLLARSE INCLUSO EN REGIONES ÁRIDAS Y SECAS. DE MANERA SECUNDARIA EL INVERNADERO APORTA BENEFICIOS EN DIVERSAS FORMAS, AUMENTANDO ASÍ SUS VENTAJAS.

#### IV.8.3 APLICACIONES

LAS APLICACIONES PRÁCTICAS MÁS IMPORTANTES QUE SE LES DA A LOS INVERNADEROS SON:

CLIMATIZACIÓN DE CULTIVOS; COMO UN APOYO PARA INCREMENTAR Y MEJORAR LA DIETA ALIMENTICIA DE LOS HABITANTES DEL CAMPO, ASÍ COMO PROPICIAR EL ARRAIGO DE LOS MISMOS EN SUS LUGARES DE ORIGEN, EL USO DE INVERNADEROS RESULTA SUMAMENTE ÚTIL EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS NUTRITIVOS Y RENTABLES NO PROPIOS DE LA REGIÓN QUE DE SER INTENTADOS A LA INTEMPERIE, SOLO PRODUCIRÍAN PÉRDIDAS DE TIEMPO Y DINERO POR NO PODER LOGRARSE,

PROTEGIENDO DICHS CULTIVOS DE LOS CAMBIOS DRÁSTI--  
COS DE TEMPERATURA ENTRE DÍAS Y NOCHES POR MEDIO DE  
INVERNADEROS O REALIZANDOLOS AÚN CUANDO LA CLIMATO--  
LOGÍA DE LA ZONA NO SEA LA MÁS ADECUADA, EL CAMPESI  
NO PODRÁ AGREGAR A SU DIETA, LAS VERDURAS Y FRUTAS  
QUE TRADICIONALMENTE DESCONOCE POR NO PODERLOS CUL--  
TIVAR. ADEMÁS DE NEGOCIAR CON PRODUCTOS EXCEDENTES,  
INCLUYENDO FLORES DE ORNATO, TODO ELLO PRODUCIDO --  
POR LO MENOS 3 VECES POR AÑO, CON LO QUE SE DEDUCE  
UNA MEJORA NOTABLE EN SU ECONOMÍA.

#### IV.8.4 CLIMATIZACION DE VIVIENDAS

COMO UN RECURSO ADICIONAL PARA PROVEER DE CALEFAC--  
CIÓN A VIVIENDAS CUYAS ZONAS SON DE INTENSO FRÍO DU--  
RANTE EL INVIERNO, O BIEN CON REGULARIDAD SUFREN --  
FUERTE BAJAS DE TEMPERATURA POR LAS NOCHES, EL USO  
DE UN INVERNADERO EMPOTRADO AL MURO SUR DE LA VI--  
VIENDA PUEDE ACUMULAR EL CALOR NECESARIO DURANTE --  
UNO O VARIOS DÍAS PARA SUMINISTRARLO POR CIRCULA--  
CIÓN NATURAL AL INTERIOR HABITACIONAL.

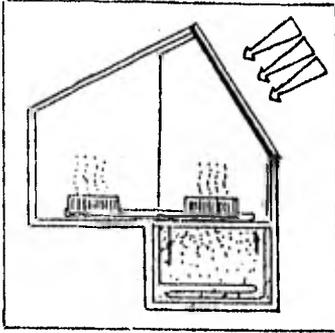


Fig. IV.60 Calefacción solar; colectores planos en el tejado y amplio depósito acumulador enterrado.

#### IV.8.5 CLIMATIZACIÓN DE CULTIVOS PISCICOLAS

UN INVERNADERO IMPLEMENTADO ADECUADAMENTE, PUEDE FAVORECER EL CULTIVO DE PECES Y DISTINTAS ESPECIES MARÍTIMAS, DADO QUE ENTRE LAS CONDICIONES CRÍTICAS DE ESTA ACTIVIDAD ESTA DE MANTENER EL AMBIENTE DE CULTIVO, TAN ESTABLE CLIMATOLÓGICAMENTE COMO SEA POSIBLE.

DEJANDO LA OPCIÓN ABIERTA AL INTERESADO DEL USO DEL INVERNADERO A UN CASO ESPECÍFICO, ASÍ COMO EL MAYOR APROVECHAMIENTO DE LOS BENEFICIOS QUE PROPORCIONA -

EL INVERNADERO, YA SEA UTILIZÁNDOLO PARA CULTIVOS -  
 AGRÍCOLAS Y A LA VEZ PARA CALEFACCIÓN DE VIVIENDAS,  
 Ó CULTIVOS AGRÍCOLAS Y CULTIVOS PISCÍCOLAS, ETC., -  
 AUMENTANDO DICHS BENEFICIOS Y EL RENDIMIENTO QUE -  
 BRINDA ESTAS CONSTRUCCIONES.

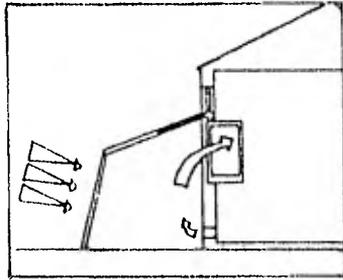


Fig. IV.67 Calefacción solar, "sistema pasivo"; - el invernadero adosado a una pared al sur del edificio proporciona aire caliente.

## TIPOS DE INVERNADEROS

ACONTINUACIÓN DESCRIBIREMOS BREVEMENTE ALGUNOS DE -  
 LOS TIPOS DE INVERNADEROS MÁS COMUNES Y QUE NO RE--  
 QUIEREN DE CONSTRUCCIONES MUY SOFISTICADAS. INVERNA--  
 DERO TIPO DOS AGUAS; ESTE MODELO NORMALMENTE CONS--  
 TRUIDO CON VIDRIO COMO CAPA TRANSPARENTE, SE UTILI--  
 ZA PREFERENTEMENTE EN ZONAS CUYOS PROMEDIOS DE RA--  
 DIACIÓN DIRECTA SON MÁS BIEN ALTOS, PUES NO TODAS -

SUS CARAS SON TRANSPARENTES SI NO QUE CONSISTE EN --  
 BARBADO DE CONCRETO ADOBE O TABIQUE DE DONDE PARTEN  
 LAS PLACAS DE VIDRIO. ÉSTA ESTRUCTURA LE PRMITE A  
 ESTE TIPO DE INVERNADERO, TENER DIMENSIONES MAYORES  
 QUE CUALQUIER OTRO MODELO SIN QUE SEA FRÁGIL A FENÓ  
 MENOS METEOROLÓGICOS.

DEBIDO A QUE ESTE MODELO APROVECHA PREFERENTEMENTE  
 LA RADIACIÓN QUE INCIDE PERPENDICULARMENTE AL SUELO  
 (RADIACIÓN ENTRE LAS 12:00 AM Y 2:00 PM) LA ORIENTA  
 CION QUE SE LE DA NORMALMENTE ES CON SUS EXTREMOS -  
 APUNTANDO EN DIRECCIÓN NORTE-SUR.

INVERNADERO TIPO DE TECHO DE DOS AGUA

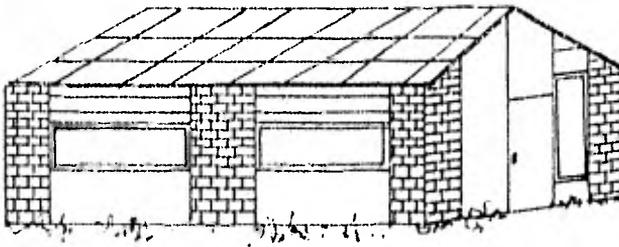


Fig. IV.68

INVERNADERO TIPO TÚNEL; DISEÑADO PARA CLIMAS TEMPLADOS (POCA RADIACIÓN DIRECTA), ESTE TIPO DE INVERNADERO ASEMEJA UN CILINDRO CORTADO LONGITUDINALMENTE Y COLOCADO EN POSICIÓN HORIZONTAL, CON UNA ESTRUCTURA HECHA A BASE DE VARILLA DOBLADA CIRCULARMENTE, ANCLADO EN DADOS DE CONCRETO Y CON UNA CAPA TRANSPARENTE YA SEA DE VIDRIO, PLÁSTICO, O MATERIAL SIMILAR.

DADO QUE TODAS SUS CARAS SON TRANSPARENTES, SU ORIENTACIÓN NORMAL ES DE NORTE A SUR EN SUS EXTREMOS, A FIN DE QUE APROVECHE LA RADIACIÓN SOLAR DESDE LAS PRIMERAS HORAS DEL DÍA, Y POR LA TARDE AL ABATIRSE EL ÁNGULO DE INCIDENCIA E INTENSIDAD DE LA RADIACIÓN, EL INVERNADERO CONTINUA ALMACENANDO EL CALOR QUE REQUERIRÁ PARA SOSTENER UN CLIMA INTERIOR ESTABLE DURANTE LA NOCHE.

INVERNADERO TIPO CILINDRICO HORIZONTAL.

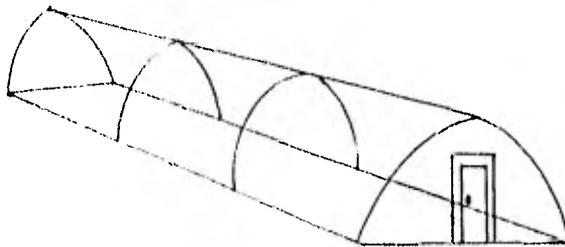


Fig. IV.69

INVERNADERO TRADICIONAL; EL INVERNADERO TRADICIONAL CONSTA DE UNA ESTRUCTURA SENCILLA YA SEA DE MADERA Ó METÁLICA Y CUBIERTO POR PLACAS DE CRISTAL O PLÁSTICO, ES MÁS USADO EN CLIMAS MENOS AGRESIVOS Y SIN RIESGOS DE FENÓMENOS METEOROLÓGICOS FUERTES (COMO HURACANES O TEMPORALES), ESTE TIPO TIENE LAS MISMAS CUALIDADES QUE LOS ANTERIORES SOLO LO DIFERENCIA LA SENCILLEZ DE SU CONSTRUCCIÓN.

EN ESTE TIPO DE INVERNADERO COMO EN LOS ANTERIORES SE CUENTA CON VENTANAS O VENTILAS PARA REGULAR LA TEMPERATURA EN CASO NECESARIO DE DÍAS MUY CALUROSOS, CERRANDOLAS ANTES DE CAER LA NOCHE PARA EVITAR UN ENFRIAMIENTO BRUSCO.

LA SELECCIÓN DE UN TIPO DE INVERNADERO EN ESPECIAL, DEPENDE DE LAS CONSIDERACIONES QUE SE TENGAN SOBRE LA CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA, ASÍ COMO DEL PROPÓSITO QUE SE PERSIGA EN SU UTILIZACIÓN (YA SEA AGRÍCOLA, CALEFACCIÓN, USOS COMBINADOS, ETC.).

## IV.9 MAQUINAS SOLARES

### IV.9.1 INTRODUCCION

LAS MÁQUINAS SOLARES SERÁN DESARROLLADAS CON UN RAN-  
GO DE 100 A 1000 WATTS Ó DE POCOS KWATTS, LAS CUA-  
LES SE UTILIZARÍAN EN AREAS AISLADAS. LLEVAR EMER-  
GÍA ELÉCTRICA A ESTAS ZONAS IMPLICA UN ELEVADO COS-  
TO, POR LA DIFICULTAD QUE PRESENTA EL TENDIDO DE LI-  
NEAS DE TRANSMISIÓN DE DICHAS AREAS Y POR LA CANTI-  
DAD DE MATERIAL QUE SE EMPLEARÍA; ASÍ COMO EL TRAS-  
LADO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN PARA PLANTAS DE LUZ,  
REPRESENTARÍA UN ELEVADO COSTO DE OPERACION DEBIDO  
A LA INEXISTENCIA DEL COMBUSTIBLE EN ESAS ZONAS.

LAS PRIMERAS APLICACIONES DE LAS MÁQUINAS SOLARES,  
SERÍAN EN LAS BOMBAS DE AGUA PARA IRRIGACIÓN EN EL  
CAMPO, LAS CUALES NO REQUIEREN ALMACENADOR DE POTEN-  
CIA, POR LO QUE SE CONSIDERA QUE LOS PROSPECTOS ECO-  
NÓMICOS (COSTO INICIAL Y MANTENIMIENTO) SON PASTAN-  
TE ACEPTABLES PARA FOMENTAR DE INMEDIATO LA INVESTI-  
GACIÓN Y EL DESARROLLO DE ESTAS MÁQUINAS SOLARES.

### IV.9.2 PRINCIPIOS DE MAQUINAS SOLARES

TODAS LAS MÁQUINAS DE CALOR POSEEN EL MISMO PRINCI-

PIO CONSISTENTE DE UN FLUIDO QUE SE EXPANDE PARA -- ABSORBER CALOR A ALTAS TEMPERATURAS Y POSTERIORMENTE SE CONTRAE PARA LIBERAR CALOR A BAJAS TEMPERATURAS. EL TRABAJO MECÁNICO PRODUCIDO EN LA EXPANSIÓN MUEVE EL PISTÓN EN UN CILINDRO Ó GIRA EL ÁLABE DE UNA TURBINA. EL TRABAJO MECÁNICO ES FACTIBLE CONVERTIRLO EN ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DE UN DÍNAMO -- APLICADO AL SISTEMA.

#### IV.9.3 MAQUINAS DE VAPOR

LAS MÁQUINAS DE VAPOR FUERON LAS PRIMERAS MÁQUINAS DE CALOR QUE SE DESARROLLARON, OPERAN A ALTAS PRESIONES Y SON TODAVÍA HASTA LA FECHA ECONÓMICAS. EN LAS MÁQUINAS SOLARES EL PRINCIPAL PROBLEMA LO CONSTITUYEN LOS CAPTADORES SOLARES, YA QUE ESTOS SON -- MÁS COSTOSOS QUE LAS MÁQUINAS MISMAS.

#### IV.9.4 MAQUINAS DE AIRE CALIENTE

LA MÁQUINA DE AIRE CALIENTE ES UN MOTOR DE TIPO SIMPLE EN EL CUAL, EL AIRE ORDINARIO ES EXPANDIDO POR CALENTAMIENTO A ALTA TEMPERATURA Y POSTERIORMENTE -- ES COMPRIMIDO A BAJA TEMPERATURA; PARTE DE LA DIFERENCIA DE ENERGÍA ENTRE LAS DOS OPERACIONES SE APROVECHA COMO TRABAJO MECÁNICO.

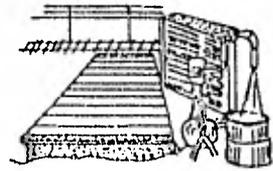


Fig. IV.70 Motor solar de vapor con colector plano. Fila delia, 1907, 1911.

MÁQUINAS TÉRMICAS REGENERATIVAS DE TIPO STERLING -- PUEDEN SER USADAS NO SOLAMENTE PARA OBTENER POTENCIA MECÁNICA DEL CALOR, SINO TAMBIÉN PARA ENFRIAMIENTO Y PARA LA PRODUCCIÓN DE AIRE LÍQUIDO ASÍ COMO TAMBIÉN EN BOMBAS DE CALOR. SE HAN DESARROLLADO POR MEDIO DE INVESTIGACIONES, MÁQUINAS DE AIRE CALIENTE CON UNA EFICIENCIA DEL 30%. UNO DE LOS FACTORES QUE RESTRINGEN LA OPERACIÓN ÓPTIMA DE LAS MÁQUINAS DE AIRE CALIENTE ES LA TRANSFERENCIA (POCO EFICIENTE) DE CALOR A TRAVÉS DE LA CABEZA DEL CILINDRO DEL MOTOR, DEBIDO A QUE EL ÁREA ES PEQUEÑA Y ES DIFÍCIL PROVEER SUFICIENTE CALOR AL AIRE QUE SE ENCUENTRA EN EL INTERIOR DEL CILINDRO.

#### IV.9.5 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

ESTE ASPECTO SE CONSIDERA IMPORTANTE EN LA OPERACIÓN EFICIENTE DE MÁQUINAS SOLARES, NO PARA ECONOMIZAR COMBUSTIBLE, EL CUAL ES ABUNDANTE Y LIBRE (ENERGÍA SOLAR), SINO PARA REDUCIR EL COSTO DEL CAPTADOR DE ENFOQUE, EL CUAL COMPRENDE GRAN PARTE DEL CAPITAL INICIAL UTILIZADO PARA LA INSTALACIÓN SOLAR. SE HAN REALIZADO ESTUDIOS SOBRE LOS FACTORES ECONÓMICOS, INERTES EN EL USO DE MÁQUINAS SOLARES DE CALOR PARA GENERAR POTENCIA. ESTA INVERSIÓN SE CONSIDERA

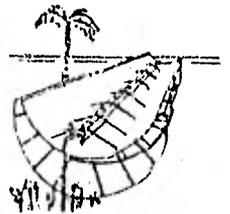


Fig. IV.71 Motor solar de vapor, El Cairo, 1915.

MAYOR QUE EL REQUERIDO EN MÁQUINAS DE CALOR DE COMBUSTIÓN, POR TANTO LOS COSTOS DE OPERACIÓN Y DE REPARACIÓN DE LAS MÁQUINAS SOLARES DEBEN SER MANTENIDOS MÍNIMOS CON RESPECTO A LOS COSTOS DE LAS MÁQUINAS CONVENCIONALES DE COMBUSTIÓN. LAS SIGUIENTES UNIDADES SON LAS QUE SE UTILIZAN EN LAS CONSIDERACIONES ECONÓMICAS DE LAS MÁQUINAS SOLARES DE CALOR.

$Q$  = RADICACIÓN SOLAR ANUAL TOTAL EN KW-HR/M<sup>2</sup>.

$A$  = AREA DEL CAPTADOR EN M<sup>2</sup>.

$E^{\circ}$  = EFICIENCIA DEL CAPTADOR.

$E_T$  = EFICIENCIA DE LA TURBINA.

$C$  = COSTO DE CAPTADORES EN DÓLAR/M<sup>2</sup>.

$T$  = COSTO DE LA TURBINA Y ACCESORIOS.

$J_c$  = COSTO DE INVERSIÓN ANUAL DE CAPTADORES, EXPRESADOS COMO FRACCIÓN DEL COSTO DEL CAPTADOR.

$J_T$  = COSTO DE LA INVERSIÓN ANUAL DE LA TURBINA.

$X$  = FACTOR DE UTILIZACIÓN.

POTENCIA PRODUCIDA POR AÑO ( $K$ ) ES :  $QE^{\circ}E_T A$  (KW-HR)

= $K$ , SIENDO LA POTENCIA USADA POR AÑO:  $K$  POR  $X$  = (POTENCIA PRODUCIDA POR AÑO)  $X$  (FACTOR DE UTILIZACIÓN).

CAPITAL INVERTIDO:  $C A + T$  (\$).

CARGAS ANUALES EN INVERSIÓN:  $C A J_0 + T J_T$  (\$).

$$\text{COSTO POR KW-HR} = \frac{C A J_0 + T J_T}{XQE \cdot E_T A}$$

#### IV.10 GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA POR MEDIO DE ENERGIA SOLAR.

LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE LA ENERGÍA SOLAR, CONSTA DE DOS GRANDES MÉTODOS GENERALIZADOS, QUE SON: EL MÉTODO DIRECTO Y EL MÉTODO INDIRECTO; EL PRIMERO COMPRENDE LA CONVERSIÓN FOTOVOLTAICA (CELDA FOTOVOLTAICA DE SILICIO), CUYA APLICACIÓN ES CRECIENTE EN LA INDUSTRIA ESPACIAL, TENIENDO COMO PRINCIPAL INCONVENIENTE SU PEQUEÑA CAPACIDAD, YA QUE ÚNICAMENTE LE ES POSIBLE GENERAR POTENCIAS ELÉCTRICAS MÍNIMAS (DEL ORDEN DE MICROVOLTS). EL MÉTODO INDIRECTO LE ES POSIBLE GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN POTENCIAS ELEVADAS (CONVERSIÓN TERMOELÉCTRICA) DEL ORDEN DE UNO A VARIOS KILOWATTS; ESTE MÉTODO INDIRECTO SE SUBDIVIDE EN DOS GRANDES RAMAS QUE SON: LA PRODUCCIÓN FOTOQUÍMICA DE ELECTRICIDAD QUE NO TRATAREMOS EN ESTA TESIS Y LA CONVERSIÓN TERMOELÉCTRICA (GENERADORES TERMOELÉCTRICOS) QUE GENERA

POTENCIAS DE VARIOS KILOWATTS; A PESAR DE QUE EN ESTA CONVERSIÓN SE SUSCITAN MÁS PÉRDIDAS DE ENERGÍA - QUE EN EL MÉTODO DIRECTO, SE CONSIDERA QUE EN UN FUTURO MEDIATO ES EL SISTEMA DE CONVERSIÓN QUE MÁS SE DESARROLLARÁ E IMPULSARÁ; ÉSTO DEBIDO A QUE REPRESENTA LA ÚNICA ALTERNATIVA QUE PODRÁ SOLVENTAR (EN CIERTA MEDIDA) LA CRISIS DE ENERGÉTICOS QUE EXISTE ACTUALMENTE EN EL MUNDO Y QUE TIENDE A AUMENTAR CON FORME SE AGOTEN LOS RECURSOS NO RENOVABLES.

POR TAL MOTIVO, SE CONCENTRA ESTE ESTUDIO SOBRE EL MÉTODO INDIRECTO Y SE LE OTORGA UN ESPECIAL ÉNFASIS, DEBIDO A LA IMPORTANCIA QUE REPRESENTA EN MATERIA DE ENERGÉTICOS (COMO FUENTE DE ENERGÍA). EN EL MÉTODO INDIRECTO SE INCLUYE TAMBIÉN, AL FINAL DEL INCISO LOS DIVERSOS TIPOS DE ALMACENAMIENTO DE POTENCIA QUE EXISTEN (ELÉCTRICA, MECÁNICA Y ALGUNOS TIPOS DE CELDAS COMBUSTIBLES).

#### IV.10.1 METODO DIRECTO.

##### IV.10.1.1 CONVERSION FOTOVOLTAICA.

###### IV.10.1.1.1 INTRODUCCION.

EN LÍNEAS ANTERIORES SE HA DISCUTIDO LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR BAJO FORMA DE CALOR. SE HAN SE-

ÑALADO LAS LIMITACIONES, TALES COMO LAS PÉRDIDAS DE CALOR QUE OCURREN EN LOS ELEMENTOS QUE FUNCIONAN A LAS ALTAS TEMPERATURAS NECESARIAS PARA GARANTIZAR UN INTERCAMBIO EFECTIVO DE CALOR Y UN RENDIMIENTO ALTO. CONSIDERAREMOS AHORA LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN FORMA DE LUZ EN VEZ DE CALOR; YA QUE ES POSIBLE CONVERTIR DIRECTAMENTE LA ENERGÍA SOLAR EN ENERGÍA ELÉCTRICA, SIN UNA ETAPA TÉRMICA INTERMEDIA. LA CONVERSIÓN FOTOVOLTAICA SE BASA EN LAS PROPIEDADES DE ALGUNOS SÓLIDOS CONOCIDOS COMO SEMI-CONDUCTORES SON LOS COMPONENTES BÁSICOS DE LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS, ESTE TIPO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS QUE TUVIERON SUS INICIOS EN LA AERONÁUTICA ESPACIAL, DESDE 1956 APROXIMADAMENTE Y QUE A LA FECHA SIGUEN SIENDO VITALES CONSTITUYENTES DE LOS MODERNOS SATÉLITES DE COMUNICACIÓN, DE OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA, ETC., SE APLICARON POR PRIMERA VEZ EN NUESTRO PLANETA EN 1960.

SE LE ATRIBUYE ESTE PRINCIPIO A RADIO TECHNIQUE-COMPELEC.

LA EXPERIENCIA ESPACIAL DE AEG- TELEFUNKEN EN ALEMANIA, PHILIPS EN HOLANDA Y FRANCIA, O.C.L.I. (ACTUALMENTE APPLIED SOLAR ENERGY CORPORATION) Y SPECTRO-

Se considerará la utilización de la energía solar en forma de luz en vez de calor.

Se iniciaron estos sistemas desde 1956 aproximadamente.

LAB EN E.U. POR MENCIONAR FIRMAS DE PRIMERA LINEA, ES AHORA RECONOCIDA TANTO POR LAS POTENCIAS MUNDIALES COMO POR PAÍSES COMO EL NUESTRO QUE AÚN SE APLICARÁ EN SU PRIMERA ETAPA EN LAS REGIONES QUE CARECEN EN PRIMER LUGAR DE ELECTRIFICACIÓN, EDUCACIÓN, COMUNICACIÓN, ATENCIÓN MÉDICA Y ALIMENTACIÓN.

#### IV.10.1.1.2 PRINCIPIOS DE LA CONVERSION.

EN ESTE ASPECTO SE TRATA EL FUNCIONAMIENTO DE UNA CELDA DE SILICIO, COMO EJEMPLO PARA ILUSTRAR LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS, DONDE SE CONSIDERAN LOS PRINCIPIOS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA SOLAR A ENERGÍA ELÉCTRICA.

LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS O CELDAS DE CAPAS-LÍMITE, CONSISTEN DE UNA UNIÓN (P-N) EN UN SEMICONDUCTOR ENTRE UNA CAPA POSITIVA (P) QUE CONTIENE CARGAS POSITIVAS MÓVILES Ó "HUECOS" Y UNA CAPA NEGATIVA (N) CON CARGAS MÓVILES NEGATIVAS (ELECTRONES). CUANDO LA LUZ DE SUFICIENTE ENERGÍA PENETRA AL CRISTAL, LOS ELECTRONES SON LIBERADOS Y SE PRODUCE UN FLUJO DE ÉSTOS HACIA UN ELECTRODO, Y A TRAVÉS DE UN ALAMBRE FLUYEN HACIA EL OTRO ELECTRODO DONDE SE COMBINAN CON LOS "HUECOS POSITIVOS", UNA BARRERA EN LA

UNIÓN P-N EVITA LA RECOMBINACIÓN AL INSTANTE DE ---  
ELECTRONES Y "HUECOS" POSITIVOS FORZADOS A QUE LOS  
ELECTRONES FLUYAN POR EL ALAMBRE, GENERANDO EN ESA  
FORMA ELECTRICIDAD UTILIZABLE. EN ESTA OPERACIÓN NO  
SE CONSUME MATERIAL ALGUNO Y LA CELDA PUEDE OPERAR  
POR TIEMPO INDEFINIDO. A CONTINUACIÓN SE ANALIZA LA  
CELDA DE SILICIO QUE ES AMPLIAMENTE USADA ENTRE LAS  
DIVERSAS CELDAS FOTOVOLTAICAS.

#### IV.10.1.1.3 CELDAS FOTOVOLTAICAS DE SILICIO.

EL SILICIO ES UN ELEMENTO QUE POSEE VALENCIA 4 EN -  
LA TABLA PERIÓDICA. EN UN CRISTAL PURO LOS ÁTOMOS -  
ESTÁN COLOCADOS EN UNA ESTRUCTURA MOLECULAR REGULAR  
Y UNIFORME. LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ES MUY BAJA.  
SI UN ELEMENTO CON VALENCIA 5, COMO EL ARSENICO, ES  
INTRODUCIDO COMO UNA IMPUREZA DENTRO DEL SILICIO --  
FUNDIDO, EL LÍQUIDO ADMITIDO (ARSÉNICO) PARA EN---  
FRIAR LENTAMENTE EL CRISTAL SERÁ UNIFORME PERO ALGU  
NOS ÁTOMOS DE SILICIO SERÁN DESPLAZADOS EN LA ES--  
TRUCTURA MOLECULAR POR ÁTOMOS DE ARSÉNICO. CUATRO -  
DE LOS CINCO ELECTRONES DE LOS ÁTOMOS DE ARSÉNICO  
SON UTILIZADOS EN EL ENLACE DE LOS CRISTALES, CO---  
RESPONDIENDO EXACTAMENTE CON LOS CUATROS ELECTRO--  
NES DE LOS ÁTOMOS DE SILICIO, QUEDANDO EL QUINTO --  
ELECTRÓN LIBRE PARA DESPLAZARSE Y ACTUAR COMO UN --

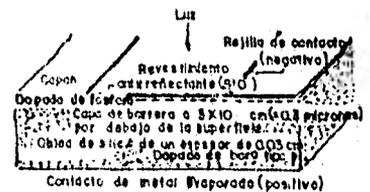


Fig. IV.7. Sección esquemática de una célula solar de silicio convencional.

PORTADOR DE LA ELECTRICIDAD, ASIMISMO CUANDO UN ELEMENTO DE VALENCIA 3, COMO EL BORO ES INTRODUCIDO COMO UNA IMPUREZA EN LA ESTRUCTURA DE CRISTAL (SILICIO) TOMA UN ELECTRÓN EXTRA, Y EL ELECTRÓN TOMADO DESDE LA ESTRUCTURA MOLECULAR DE LOS ÁTOMOS DE SILICIO DEJAN UN "HUECO" POSITIVO EXTRA EL CUAL ES LIBRE PARA DESPLAZARSE. AUNQUE EL CRISTAL PURO DE SILICIO ES UN AISLANTE, LLEGA A CONVERTIRSE EN UN BUEN CONDUCTOR ELÉCTRICO CONOCIDO COMO SEMICONDUCTOR CUANDO SE COMBINA CON ESTAS IMPUREZAS.

#### FORMACION DE UNA CELDA FOTOVOLTAICA.

UNA CELDA FOTOVOLTAICA ESTÁ FORMADA POR UNA CAPA NEGATIVA -N (QUE ESTÁ COMBINADA CON CARGAS POSITIVAS, Y CON ELECTRONES EN MOVIMIENTO), QUE SE ENCUENTRA EN CONTACTO CON UNA CAPA -P POSITIVA (COMBINADA CON ELECTRONES FIJOS Y HUECOS POSITIVOS CON DESPLAZAMIENTO). EN EL PLANO DE CONTACTO LOS ELECTRONES LIBRES PROVENIENTES DE LA CAPA -N SE COMBINAN CON LOS HUECOS PROVENIENTES DE LA CAPA -P. ESTAS CARGAS LLEGAN A SER NEUTRALIZADAS EN LA FRONTERA, DEJANDO EN LA PARTE POSTERIOR LOS IONES DE ARSÉNICO CARGADOS POSITIVAMENTE EN EL LADO -N (NEGATIVO) Y LOS IONES DE BORO CARGADOS NEGATIVAMENTE EN EL LADO -P. EN LA

SIGUIENTE FIGURA SE OBSERVA LA CONFIGURACIÓN DE UNA CELDA FOTOVOLTAICA.

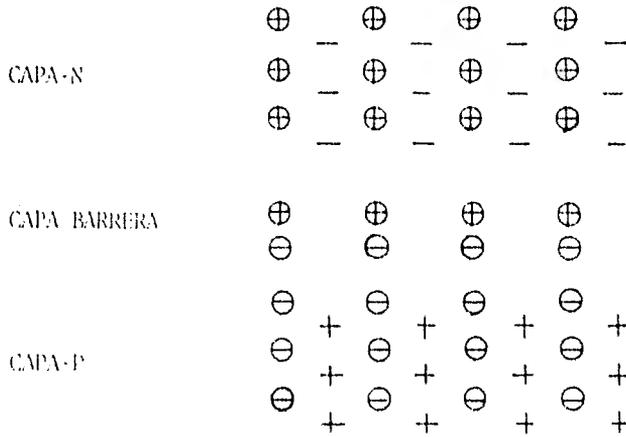


Fig. IV.73 Principio de la celda fotovoltaica. Las cargas en círculo no están libres de movimiento; las otras sí están libres de desplazamiento.

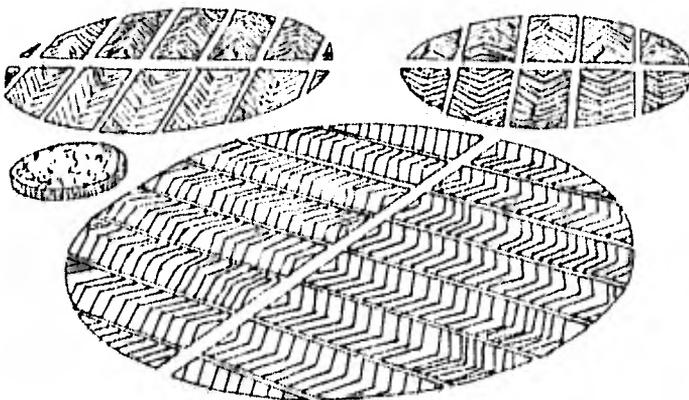


Fig. IV.74 Tipos de células solares, rodando de silicio para uso terrestre (Solarco, P.O. Box 111, M.D.).

CUANDO LA LUZ DE SUFICIENTE ENERGÍA ES ABSORBIDA, -  
CADA UNIDAD DE LUZ (CADA FOTÓN) PRODUCE UN ELECTRÓN  
Y UN "HUECO" POSITIVO. EN UN CRISTAL ORDINARIO SE--  
RÍA RECOMBINADO INMEDIATAMENTE, CON EL RESULTADO NE-  
TO DE QUE LA LUZ SERÁ CONVERTIDA EN CALOR. DEBIDO A  
LA BARRERA POTENCIAL EN LA UNIÓN "P-N", LOS ELECTRO-  
NES PRODUCIDOS POR LA LUZ EN LA CAPA -N SON CONDUCI-  
DOS HACIA EL ELECTRODO CORRESPONDIENTE Y LOS "HUE-  
COS" POSITIVOS PRODUCIDOS POR LA LUZ EN LA CAPA -P  
SON GUIADOS TAMBIÉN HACIA EL OTRO ELECTRODO. COMO -  
ESTOS ELECTRONES Y "HUECOS" SE ENCUENTRAN ACUMULA--  
DOS EN CADA ELECTRODO RESPECTIVAMENTE, SE CREA UNA  
DIFERENCIA DE POTENCIAL Y UNA CORRIENTE ELÉCTRICA -  
FLUYE A TRAVÉS DE UN ALAMBRE CONECTADO ENTRE LOS --  
ELECTRODOS.

HAY UNA TENDENCIA EN LOS ELECTRONES Y "HUECOS" EXIS-  
TENTES EN CADA CAPA, DE COMBINARSE ANTES DE LLEGAR  
A LOS ELECTRODOS Y DISMINUIR EN ESA FORMA LAS CAR--  
GAS ÚTILES EN LOS ELECTRODOS, DEBIDO A LA NATURALE-  
ZA DE ESTA RECOMBINACIÓN QUE ES INCREMENTADA POR --  
IRREGULARIDADES EN LA ESTRUCTURA MOLECULAR DEL CRIS-  
TAL CAUSADO POR LA PRESENCIA DE IMPUREZAS DE OTROS  
ELEMENTOS, ES NECESARIO UTILIZAR MATERIALES EXTREMA-  
DAMENTE PUROS. EL SILICIO Y OTROS MATERIALES CON AL

TA PUREZA SON OBTENIDOS POR REFINAMIENTO. TAMBIÉN IRREGULARIDADES EN LA SUPERFICIE DE UN CRISTAL CATALIZAN LA RÁPIDA RECOMBINACIÓN DE ELECTRONES Y "HUECOS".

LA ENERGÍA (DE LUZ) REQUERIDA PARA INCREMENTAR LOS ELECTRONES A UN NIVEL DE ENERGÍA SUFICIENTE PARA -- PERMITIRLES MOVERSE LIBREMENTE EN LA "BANDA DE CONDUCCIÓN" DEL CRISTAL, DEPENDE DEL ENLACE QUÍMICO -- DEL ELEMENTO.

LA LUZ SOLAR POSEE LONGITUD DE ONDA LARGA (RAYOS INFRARROJOS) QUE ES DESPERDICIADA PORQUE SU ENERGÍA -- ES DEMASIADO BAJA PARA LIBERAR ELECTRONES Y DE ESA FORMA HACE EL CRISTAL CONDUCTIVO. LA LUZ Y LOS "HUECOS", HACIA EL OTRO ELECTRODO HACIÉNDOLO POSITIVO.

#### CONSIDERACIONES DE LA CELDA FOTOVOLTAICA.

LA CELDA FOTOVOLTAICA DE SILICIO EXPUESTA A LA LUZ SOLAR BRILLANTE, PROPORCIONA UN VOLTAJE DE 0,5 A -- 0,6 VOLTS. LA RESISTENCIA INTERNA DEPENDE DE LOS -- CONTACTOS DEL ELECTRODO. VARIAS CELDAS PUEDEN SER -- UTILIZADAS EN SERIE, PERO PARA UN FUNCIONAMIENTO -- MÁXIMO CADA CELDA DEBE ESTAR SUJETA A LA MISMA INTENSIDAD DE LUZ.

La celda fotovoltaica de silicio expuesta a la luz solar brillante proporciona un voltaje de 0,5 a 0,6 volts.

SE CONSIDERA QUE APROXIMADAMENTE EL 45% DE LUZ SOLAR INCIDE EN LA CELDA FOTOVOLTAICA PUEDE SER APROVECHADA PARA LIBERAR ELECTRONES. TAMBIÉN SE HA CONSIDERADO QUE LA MITAD DE ESTA ENERGÍA ES APROVECHADA COMO ENERGÍA ELÉCTRICA (22.5%), EXISTIENDO PÉRDIDAS DEBIDO A LA LUZ REFLEJADA EN LA SUPERFICIE Y PÉRDIDAS POR LA RECOMBINACIÓN DE ELECTRONES Y "HUECOS" PARTICULARMENTE CUANDO SON LIBERADOS SOBRE Ó - BAJO LA UNIÓN P-N. COMO RESULTADO DE ÉSTAS PÉRDIDAS SE OBTIENE UNA EFICIENCIA DEL 14% QUE PUEDE SER APROVECHADA ÍNTEGRAMENTE, LOGRÁNDOLO EN ALGUNAS CELDAS FOTOVOLTAICAS, PRINCIPALMENTE EN LAS DE SILICIO.

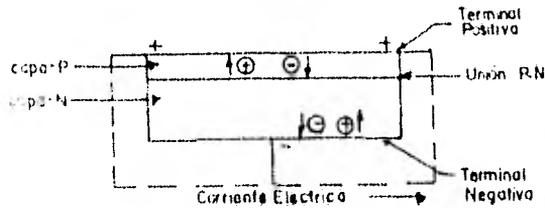


Fig. 3.1.7. Arreglo de una celda fotovoltaica.

#### IV.10.1.1.4 OTROS TIPOS DE CELDAS FOTOVOLTAICAS.

AUNQUE EN LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS DE SILICIO SE HAN OBTENIDO EFICIENCIAS ACEPTABLES, OTROS CRISTALES HAN SIDO ELABORADOS CON UNIONES P-N Y PROPIEDADES FOTOVOLTAICAS ADECUADAS, CON EFICIENCIA INFERIORES A LA DEL SILICIO.

ALGUNOS MATERIALES UTILIZADOS EN CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA LA CONVERSIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN ENERGÍA ELÉCTRICA, SE ENUMERAN A CONTINUACIÓN CON SUS EFICIENCIAS OBTENIDAS RESPECTIVAMENTE.

MATERIALES Y EFICIENCIAS OBTENIDAS EN CELDAS SOLARES.

SILICIO	14%
ARSENURO DE GALIO	10%
SULFURO DE CADMIO	8%
TELURO DE CADMIO	4%
FOSFURO DE INDIO	3%
FOSFURO DE GALIO	1%
SELENIO	1%

LAS CELDAS DE SELENIO OPERAN CON UNA EFICIENCIA APROXIMADA DE 0.6 A 1% Y SON COMUNMENTE USADAS EN

INTERRUPTORES OPERADOS CON LUZ (FOTOELÉCTRICOS).

#### IV.10.1.1.5 MEJORAMIENTO DE CELDAS FOTOVOLTAICAS.

EL USO DE CRISTALES ESPECIALES EN CELDAS FOTOVOLTAICAS PRESENTAN UN OBSTÁCULO SERIO EN REDUCIR EL COSTO PARA SU USO EN GENERAL.

LA DIFICULTAD SE PRESENTA CON LOS MÉTODOS ORDINARIOS EN LA ELABORACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS, LOS QUE PRODUCEN MATERIAL MICROCRISTALINO CON UN ÁREA GRANDE, LOS CUALES CATALIZAN LA RECOMBINACIÓN DE ELECTRONES Y "HUECOS" ANTES QUE ÉSTOS PUEDAN ALCANZAR LOS ELECTRODOS. TAMBIÉN LA RESISTENCIA ELÉCTRICA SE INCREMENTA CUANDO LOS ELECTRONES TIENEN QUE ATRAVESAR UNA ENTRECAPA DE DIFERENTES CRISTALES.

LAS CELDAS DE SILICIO SON USADAS PARA PROVEER POTENCIA ELÉCTRICA AUXILIAR EN SATÉLITES Y VEHÍCULOS ESPACIALES, PERO SE HA ENCONTRADO QUE DESPUÉS DE SER EXPUESTAS POR PERÍODOS LARGOS A TODA RADIACIÓN IONIZANTE DE ALTA INTENSIDAD (COMO EL QUE EXISTE EN LA FRANJA DE VAN ALLEN EN EL ESPACIO), SUFREN UN DECREMENTO SERIO (DEGRADACIÓN) EN SU EFICIENCIA. SE INTENDEN DESARROLLAR CELDAS DE SILICIO U OTROS MATE-

Las celdas de silicio son usadas para proveer potencia eléctrica.

RIALES QUE SEAN MÁS RESISTENTES A LA RADIACIÓN INTENSA.

#### IV.10.1.1.6 ELECTRODOS FOTOVOLTAICOS EN SOLUCION.

SI LOS ELECTRODOS CON UNA CUBIERTA ESPECIAL EN SUS SUPERFICIES SON COLOCADOS EN UNA SOLUCIÓN ELECTROLITICA Y UNO DE ELLOS ES EXPUESTO A LA LUZ, Y EL OTRO ES COLOCADO EN LA OSCURIDAD, SE DESARROLLA UN POTENCIAL ELÉCTRICO, POR LO QUE PUEDE FLUIR UNA CORRIENTE DESDE LOS ELECTRODOS DE LA MISMA MAGNITUD DEL ELECTRODO ILUMINADO. ESTE ES UN FENÓMENO EL CUAL MERECE UNA ATENCIÓN MÁS AMPLIA PARA LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR Y QUE POR MOTIVOS DE ESPACIO EN ESTE TRABAJO NO SE LE DA.

EN ESTE FENÓMENO EL ELECTRODO PUEDE SER CUBIERTO CON UNA PELÍCULA DE UN MATERIAL FORMADO POR OXIDACIÓN, U OTRA ACCIÓN QUÍMICA Y COLOCAR LAS UNIONES P-N CERCA DE LA SUPERFICIE.

#### IV.10.1.1.7 APLICACIONES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

PARA SATISFACER ESTOS REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS EN LAS ÁREAS RURALES Y MARÍTIMAS, SE PRESENTAN LAS

ALTERNATIVAS FOTOVOLTAICAS DADAS SUS VENTAJAS DE --  
CAPTACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA LOCALMENTE,  
DISEÑO MODULAR, MÍNIMO MANTENIMIENTO, NO CONTAMINA--  
CIÓN Y MÍNIMOS COSTOS A LO LARGO DE 10 A 20 AÑOS DE  
VIDA ÚTIL QUE GARANTIZAN LOS FABRICANTES, QUE POR -  
RESULTADOS ESPACIALES HAN SIDO AMPLIAMENTE REBASA--  
DOS (MÁS DE 35 000 HORAS EN EL PROGRAMA SKYLAB).

Para el empleo te--  
rrestre de las fo--  
toceldas solares,  
son necesarios --  
también los sub--  
sistemas de acumu--  
lación, regulación  
y control.

PARA EL EMPLEO TERRESTRE DE LAS FOTOCELDAS SOLARES,  
SON NECESARIOS TAMBIÉN LOS SUBSISTEMAS DE ACUMULA--  
CIÓN, REGULACIÓN Y CONTROL QUE TRATAREMOS PARA CADA  
CASO APLICATIVO, CONCLUYENDO CON LAS RECOMENDACIO--  
NES DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

#### TELEVISION EDUCATIVA.

LA TELEVISIÓN EDUCATIVA QUE EN OTROS PAÍSES HA CO--  
BRADO UN GRAN INTERÉS, ES AHORA UN INSTRUMENTO COM--  
PLEMENTARIO PARA LA EDUCACIÓN TÉCNICA, BÁSICA Y SU--  
PERIOR EN MÉXICO.

LA TELESECUNDARIA EXIGE ACTUALMENTE:

- TELEVISOR A COLORES
- + HORARIO DE RECEPCIÓN DE 6 HORAS POR DÍA
- PROFESORADO COMPLEMENTARIO
- PANTALLA DE 24 PULGADAS (61 CMTS.)

- 3 AULAS CON TELEVISOR CADA UNO Y TALLER DE PRÁCTICAS.

EXISTE HASTA EL MOMENTO UNA TELESECUNDARIA FOTOVOLTAICA INSTALADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN PÚBLICA Y EL C.I.E.A. - I.P.N. (CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL) INSTALADA EN LA POBLACIÓN DE BIENVENIDO DE GALEANA, SIERRA NORTE DE PUEBLA, DESDE 1977, MISMA QUE OPERA COMO PROTOTIPO DEMOSTRATIVO Y PROPORCIONA EL SERVICIO EDUCATIVO PARA CERCA DE 100 ESTUDIANTES.

CON LA ALTA DEMANDA DE EDUCACIÓN QUE HAY, ES ABSOLUTAMENTE NECESARIO ENCONTRAR LA O LAS SOLUCIONES PARA DISEÑAR LOS EQUIPOS DE RETRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE MICROONDAS ADECUADOS PARA EL EMPLEO SOLAR EN LAS ÁREAS POBLADAS QUE CARECEN DE ELECTRIFICADO CONVENCIONAL.

UNA TELESECUNDARIA FOTOVOLTAICA ESTARÍA INTEGRADA POR LO SIGUIENTE:

1. UN APREGLO FOTOVOLTAICO QUE COMPRENDE DE 10 A -

Integración de una telesecundaria fotovoltaica.

Arreglo fotovoltaico

18 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS, DEPENDIENDO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ESTOS.

2. UN DÍODO DE BLOQUEO QUE SE CONECTA EN EL POLO POSITIVO QUE SALE DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO HACIA EL REGULADOR DE VOLTAJE Y CAJA DE CONEXIONES DE LOS MÓDULOS.
3. UN REGULADOR DE VOLTAJE AL QUE SE CONECTAN EL ARREGLO FOTOVOLTAICO, EL BANCO DE BATERÍAS Y LA CARGA.
4. UN BANCO DE BATERÍAS QUE PROPORCIONEN ALREDEDOR DE 300 AMPÉRES-HORA APROXIMADAMENTE.
5. 3 APARATOS TELEVISORES QUE OPEREN EN CORRIENTE DIRECTA, A 24 VOLTIOS Y CON UN CONSUMO APROXIMADO 70-80 WATTS.
6. UNA ESTRUCTURA PARA LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS PREFERENTEMENTE DE ALUMINIO O ACERO INOXIDABLE.
7. UN EQUIPO DE MONITOR Y VIDEOCASETERA SERÍA IDÓNEO PARA CAPACITAR TÉCNICAMENTE A PESCADORES, GANADEROS, AGRARIOS, OPERADORES DE PEQUEÑAS FÁBRICAS DE PRODUCCIÓN SITUADOS EN REGIONES RURALES, COMO POR EJEMPLO PARA LA PRODUCCIÓN DE CERA PARA CANDILILLA, ARTESANÍA, ETC.

Diodo de bloqueo

Regulador de voltaje

Banco de baterías.

Televisores.

Estructuras

Equipo monitor.

TELEVISIÓN RURAL DE MÉXICO, DEPENDIENTE DE LA SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN, ES LA DIRECCIÓN QUE TIENE A SU CARGO LA TAREA DE PROPAGAR A NIVEL NACIONAL LA RED DE MICROONDAS PARA FINES EDUCATIVOS O RECREACIONALES EN RADIO Y TELEVISIÓN, TIENE ACTUALMENTE CERCA DE 100 INSTALACIONES DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN, CON PROYECTOS INMEDIATOS DE TERMINAR LA INSTALACIÓN DE ALGUNAS ESTACIONES DE ALTA POTENCIA (MÁS DE 20 KWATTS CADA UNO) PARA CUBRIR LA DEMANDA NACIONAL A CORTO TIEMPO. ES VARIABLE LA CAPACIDAD INSTALADA, DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES. SE ESTIMA QUE CON 200 KILOWATTS APROXIMADAMENTE EN UN SATÉLITE ESPACIAL PARA ALIMENTAR UNA ESTACIÓN REPETIDORA, ES POSIBLE LA COMUNICACIÓN A TODOS LOS PUNTOS DE NUESTRO PAÍS.

Televisión Rural de México, tiene a su cargo la tarea de propagación.

UNA ESTACIÓN REPETIDORA ESTARÍA INTEGRADA POR LOS MISMOS COMPONENTES DE UNA TELESECUNDARIA, CON LA DIFERENCIA DE QUE AQUÍ EL TAMAÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO Y EL BANCO DE BATERÍAS DEPENDE DE LA POTENCIA DE OPERACIÓN, Y ESTA A SU VEZ DE LAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS, GEOGRÁFICAS Y SOBRE TODO DE LAS DISTANCIAS ENTRE POBLADO Y POBLADO.

SI EL SISTEMA ES GRANDE SE INSTALAN VARIOS DIODOS -

DE BLOQUEO Y DE POTENCIA.

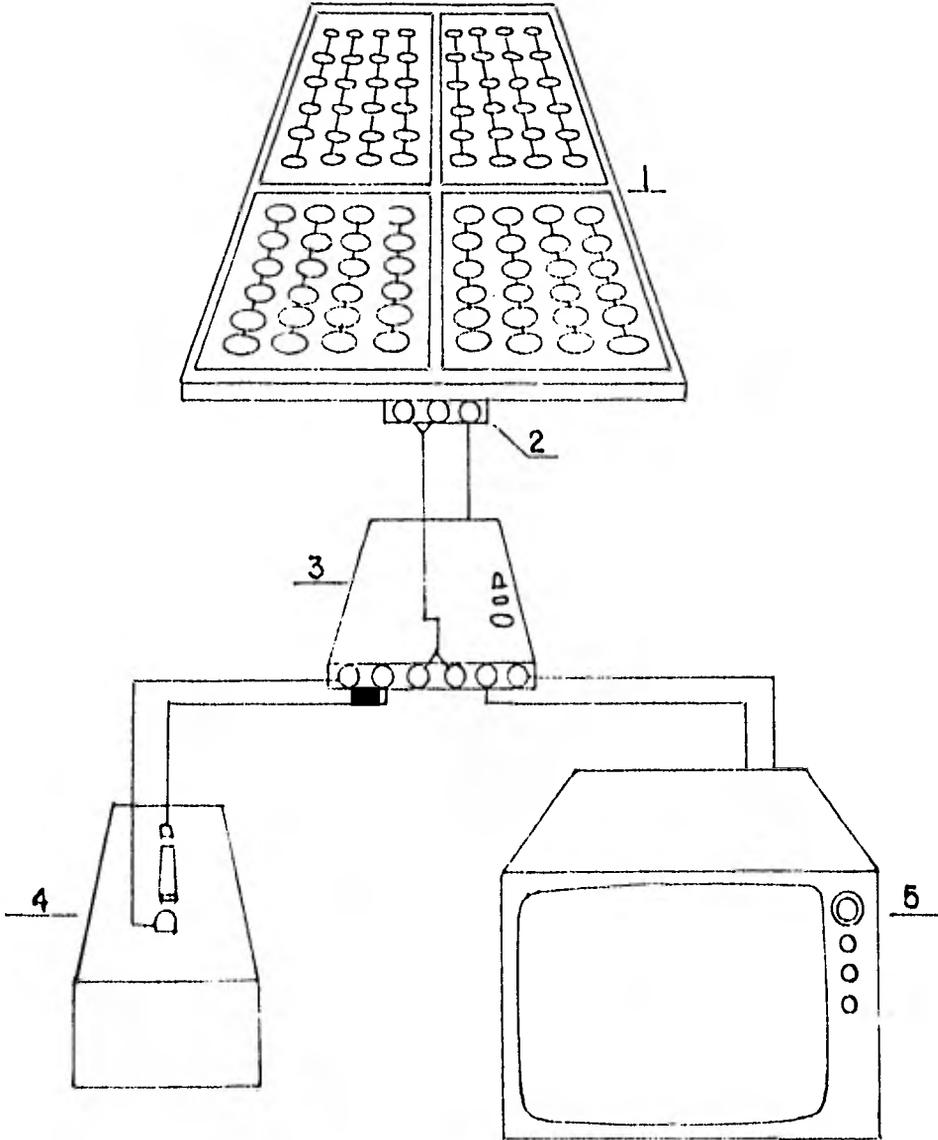


Fig. 14. Diagrama del televisor fotovoltaico.

## RADIOTELEFONIA RURAL

MÉXICO POR SU EXTENSIÓN TERRITORIAL ENCUENTRA EN LA RADIOTELEFONÍA RURAL UN GRAN POTENCIAL PARA LA APLICACIÓN DE FOTOCELDAS SOLARES, TANTO EN PEQUEÑOS PUEBLOS, COMO PARA LA COMUNICACIÓN DE DESTACAMENTOS MILITARES, GRUPOS DE RESCATE Y SALVAMENTO ENTRE OTROS.

EXISTEN EN NUESTRO PAÍS 8 EQUIPOS EN EL ESTADO DE PUEBLA, INSTALADOS POR LA COMISIÓN DE TELECOMUNICACIONES RURALES, DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, EN CUYO CASO LOS SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES SON ALIMENTADOS POR FOTOCELDAS SOLARES.

Existen en nuestro país 8 equipos en el Estado de Puebla.

LA POTENCIA PICO ESTÁ COMPRENDIDA ENTRE 20 Y 35 WATTS.

EL SISTEMA ESTÁ COMPUESTO POR:

1. EQUIPO DE RADIOTELÉFONO QUE OPERA EN VHF O UHF, CON UNA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA EN CORRIENTE CONTÍNUA, A 24 VOLTIOS.
2. UN DIODO DE BLOQUEO INSTALADO COMO EN EL CASO DE LA TELESECUNDARIA FOTOVOLTAICA.
3. UN REGULADOR DE VOLTAJE QUE SE INSTALA COMO EN

Está compuesto por Radiotelefono.

Diodo de bloqueo

Regulador.

EL CASO TAMBIÉN DE ESE EJEMPLO.

4. UN BANCO DE BATERÍAS CON RESERVA DETERMINADA -- POR EL DISEÑO DEL SISTEMA.
5. UN GENERADOR FOTOVOLTAICO COMPUESTO POR 4 MÓDULOS (GENERALMENTE) DE UNOS 10 WATTS C/U O EQUIVALENTES, Y UNA ESTRUCTURA PARA SOPORTE DEL GENERADOR SOLAR, PREFERENTEMENTE DE ALUMINIO O -- ACERO INOXIDABLE.

Banco de baterías

Generador fotovoltaico

#### SEÑALAMIENTOS.

EN EL CASO DE LOS SEÑALAMIENTOS MARÍTIMOS, LA DIRECCIÓN GRAL. DE SEÑALAMIENTO MARÍTIMO DE LA S.C.T. -- TRABAJA ACTUALMENTE EN UN PROGRAMA PARA SUBSTITUIR PROGRESIVAMENTE EL GAS ACETILENO EMPLEADO HASTA HACER POCO COMO COMBUSTIBLE PARA LOS QUEMADORES DE LAS BOYAS Y BALIZAS, Y EN SU LUGAR UTILIZAR MÓDULOS FOTOVOLTAICOS CON RESERVA MEDIANTE ACUMULADORES.

CON ESTE EQUIPO SOLAR SE REDUCE EL RIESGO DE TRASLADO, MONTAJE Y DESMONTAJE DE LOS TANQUES DE GAS, SE REDUCE EL MANTENIMIENTO AL MÍNIMO, SE OBTIENE MAYOR CONFIABILIDAD Y SE REDUCEN LOS COSTOS TOTALES.

POR ELLO ESA DEPENDENCIA TIENE APROXIMADAMENTE EL -

Existe una gran tendencia a incrementar el uso de boyas y balizas solares.

28% DE SUS BOYAS Y BALIZAS CON GENERADORES SOLARES, CON TENDENCIA A INCREMENTARSE.

EL SISTEMA, POR ESTAR SUJETO A SEVERAS CONDICIONES COMO LO SON LOS GOLPES DE MAREA, SALINIDAD, ALTAS VELOCIDADES DE VIENTO, DEPÓSITOS DE EYECCIONES DE LAS AVES, TEMPESTADES, HAN SIDO OPTIMIZADOS LOS ENCAPSULANTES PARA LOS CIRCUITOS IMPRESOS, Y CONEXIONES, CON PELÍCULAS DE SILICÓN.

LA ESTRUCTURA O CUERPO ES DE FIBRA DE VIDRIO; CON LO QUE SE OBTIENE LIGEREZA Y RESISTENCIA. EL CONSUMO POR BOYA OSCILA ENTRE LOS 7 Y LOS 40 WATTS EN PROMEDIO A 12 VOLTIOS EN CORRIENTE CONTINUA.

El consumo por boya oscila entre los 7 y los 40 watts en promedio a 12 voltios en corriente continua.

EL SISTEMA COMPRENDE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

- 1- GENERADOR FOTOVOLTAICO DE 4 MÓDULOS DE 10 WATTS APROXIMADAMENTE QUE DAN 12 VOLTIOS AL SER CONECTADOS EN PARALELO. ESTAN SOPORTADOS EN LA PARTE SUPERIOR DEL CUERPO DE LA BOYA O BALIZA EN UNA ESTRUCTURA DE METAL INOXIDABLE. DIODO DE BLOQUEO INSTALADO EN EL POLO POSITIVO QUE SALE DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO A LAS BATERIAS, PARA EVITAR UNA REGRESIÓN DE CORRIENTE DE ÉSTAS AL GENERADOR EN LAS NOCHES.

- 2- LÁMPARA COMPUESTA POR LA ÓPTICA, EL DESTELLADOR Y LA CAJA DE SOPORTE.
- 3- SUBSISTEMA DE ALMACENAMIENTO, COMPUESTO DE UNA BATERÍA DE PLOMO-ÁCIDO CON UNA RESERVA APROXIMADA A LOS 100 AMPERIOS-HORA.

PARA LAS CONEXIONES, VER LOS DIAGRAMAS QUE SE PRESENTAN A CONTINUACIÓN.

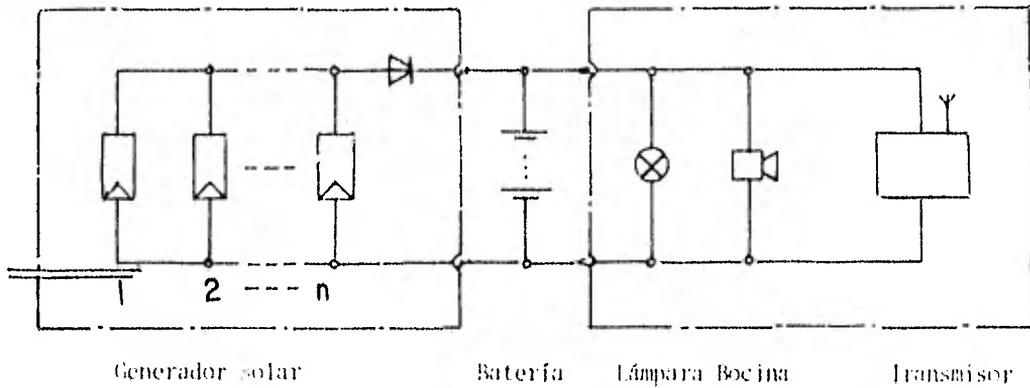


Fig. IV.77 Esquema de la instalación de un sistema de señalamientos.

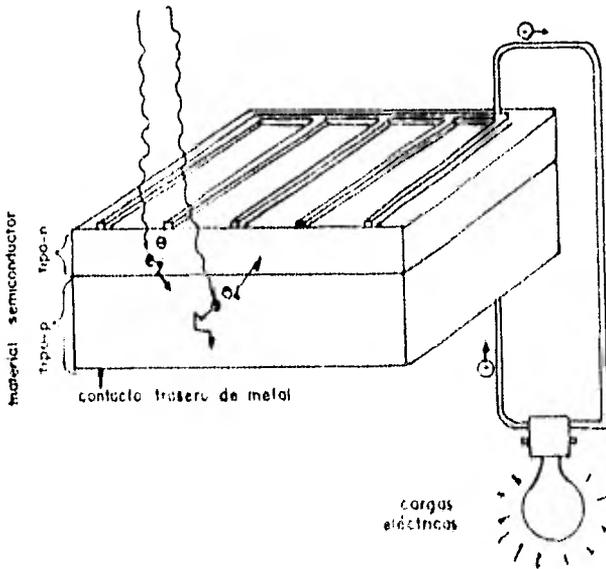
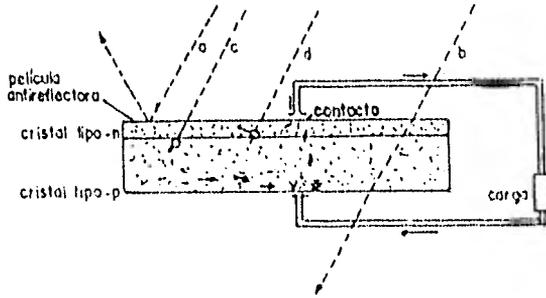


Fig. 14.7. Esquema de un artefacto de un tipo p-n.

ESTOS EQUIPOS ESTÁN CONTROLADOS EN SU OPERACIÓN POR UNA CELDA QUE ACTÚA COMO FOTOSENSOR, QUE AL RECIBIR DETERMINADA CANTIDAD DE LUZ SOLAR, CIERRA EL CIRCUITO DEL ACUMULADOR A LA CARGA Y ABRE EL DE RECARGA DEL GENERADOR AL ACUMULADOR; CUANDO OBSCURECE, EL FOTOSENSOR ACTÚA INVERSAMENTE PARA ENCENDER LA LÁMPARA.

Están controlados por una celda que actúa como fotosensor.

EN PROMEDIO A LA SEÑALIZACIÓN EN LOS CRUCEROS EN CARRETERAS CON LA RED FERROVIARIA, EL SISTEMA PODRÍA SER ADEMÁS DE VISUAL, ACÚSTICO Y/O MECÁNICO DE TAL FORMA QUE ACCIONARÍA UNA PALANCA PARA CERRAR EL TRÁFICO DE AUTOMÓVILES Y A LA VEZ UN SEMÁFORO Y UNA SIRENA O CAMPANA.

EL VOLTAJE DE OPERACIÓN PUEDE SER DE 12 O 24 VOLTIOS EN CORRIENTE CONTÍNUA, Y EL CONSUMO DE UNOS 60 WATTS.

El voltaje de operación puede ser de 12 o 24 voltios en corriente continua, y el consumo de unos 60 watts.

OTRA ALTERNATIVA SERÍA LA INSTALACIÓN DE LUCES PREVENTIVAS EN AQUELLOS LUGARES EN CARRETERAS QUE SE ENCUENTREN EN REPARACIÓN, OBSTRUCCIÓN POR DESLAVES, ETC.

EN CUANTO A LA NAVEGACIÓN AÉREA, LA INSTALACIÓN ES-

TRATÉGICA DE BALIZAS EN CUMBRES DE MONTAÑAS Y OTROS ACCIDENTES GEOGRÁFICOS, PUEDEN SER DE GRAN EFICACIA EN LA PREVENSIÓN DE PERCANCES. SOBRE TODO EN LAS -- ÁREAS PRÓXIMAS A LOS AEROPUERTOS.

DIAGRAMA DE SEÑALAMIENTO DE TRAFICO AEREO.

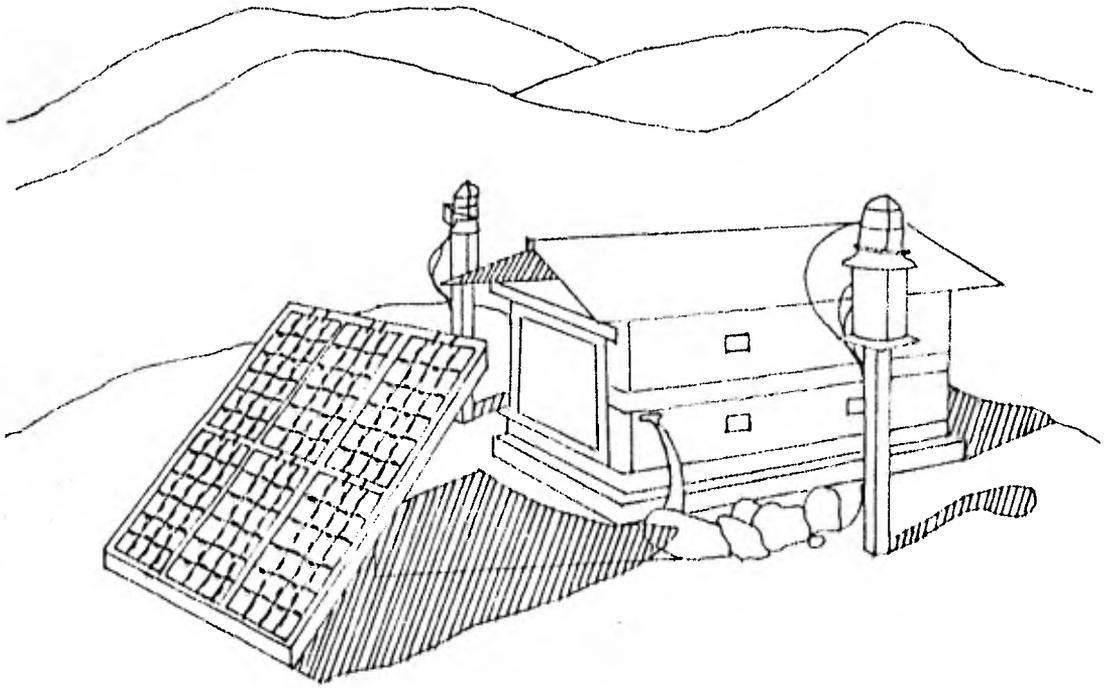
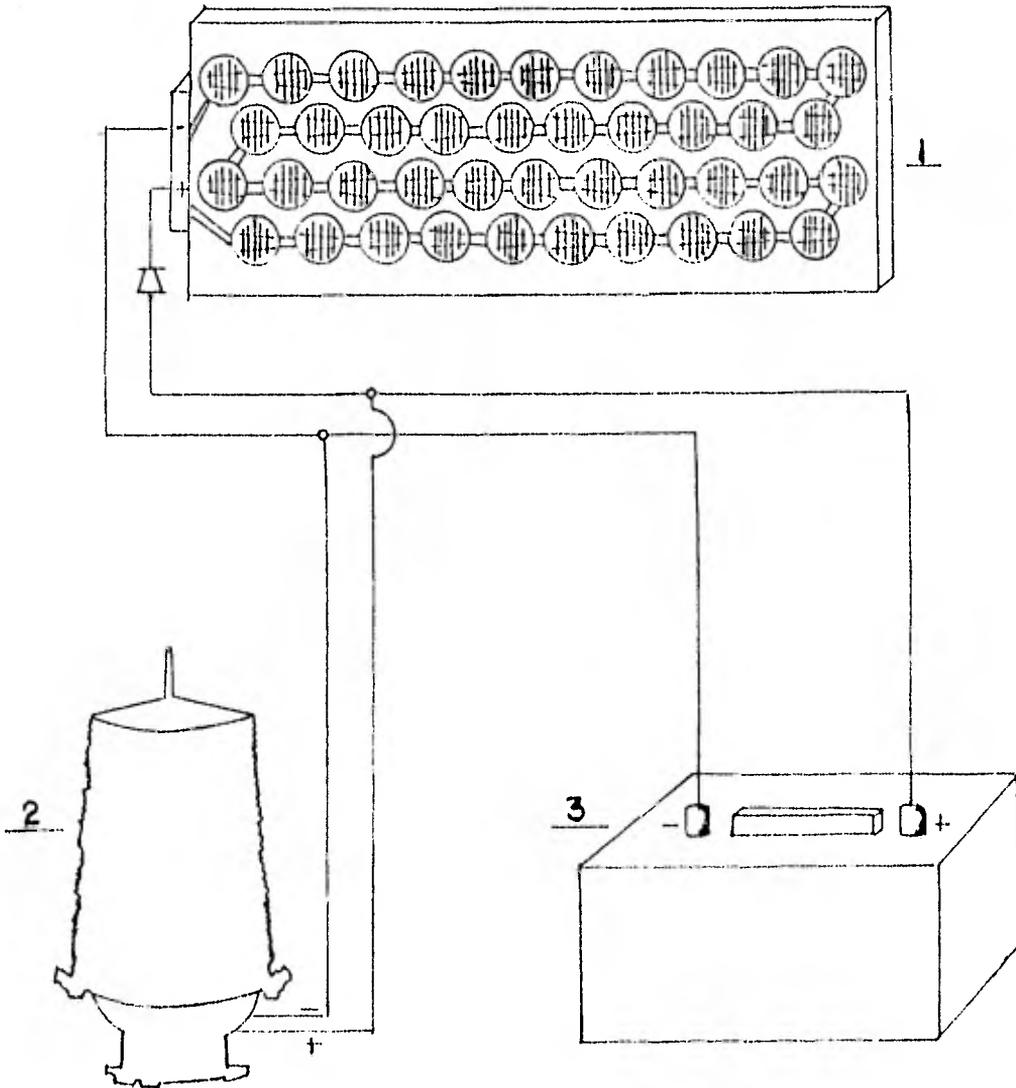


Fig. IV.79

EL ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE SEÑALAMIENTOS PRESENTA COMPONENTES QUE SERÍAN SIMILARES A LAS DE LOS SEÑALAMIENTOS MARÍTIMOS:



1. Generador fotovoltaico
2. Beca o baliza.
3. Acumulador.

Fig. IV.80

## REFRIGERACION.

EN AQUELLOS CASOS EN DONDE NO SE DISPONGA DE ELLA, LAS FOTOCELDAS SOLARES SE PRESENTAN COMO UNA BUENA ALTERNATIVA.

EL SISTEMA TIENE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

- 1- APARATO REFRIGERADOR, CON VOLÚMEN ENTRE 15 Y --  
LOS 100 LITROS, CON UN PROMEDIO DE CONSUMO DE --  
40 WATTS, A 24 VOLTIOS EN CORRIENTE CONTINUA --  
POR EL SISTEMA DE COMPRESIÓN.
- 2- GENERADOR FOTOVOLTAICO. LA POTENCIA-PICO DEBE --  
ESTAR ENTRE LOS 100 Y LOS 180 WATTS, Y SI SE EM --  
PLEAN MÓDULOS DE 10 WATTS C/U, TENDREMOS DE 10 --  
A 18. EN ARREGLO SERIE-PARALELO.
- 3- RESERVA. SE REQUIEREN DE 35 A 60 AMPÉRES-HORA --  
QUE SE ALCANZAN CON DOS ACUMULADORES (ARREGLO --  
SERIE).
- 4- REGULADOR DE VOLTAJE.
- 5- DIODO DE BLOQUEO.

EL SISTEMA PUEDE SER DE REFRIGERACIÓN O DE PRODUC--  
CIÓN DE HIELO, A CONTINUACIÓN SE PRESENTAN LOS DIA--  
GRAMAS DE LOS SISTEMAS ANTES MENCIONADOS.

DIAGRAMA DE UN SISTEMA DE REFRIGERACION.

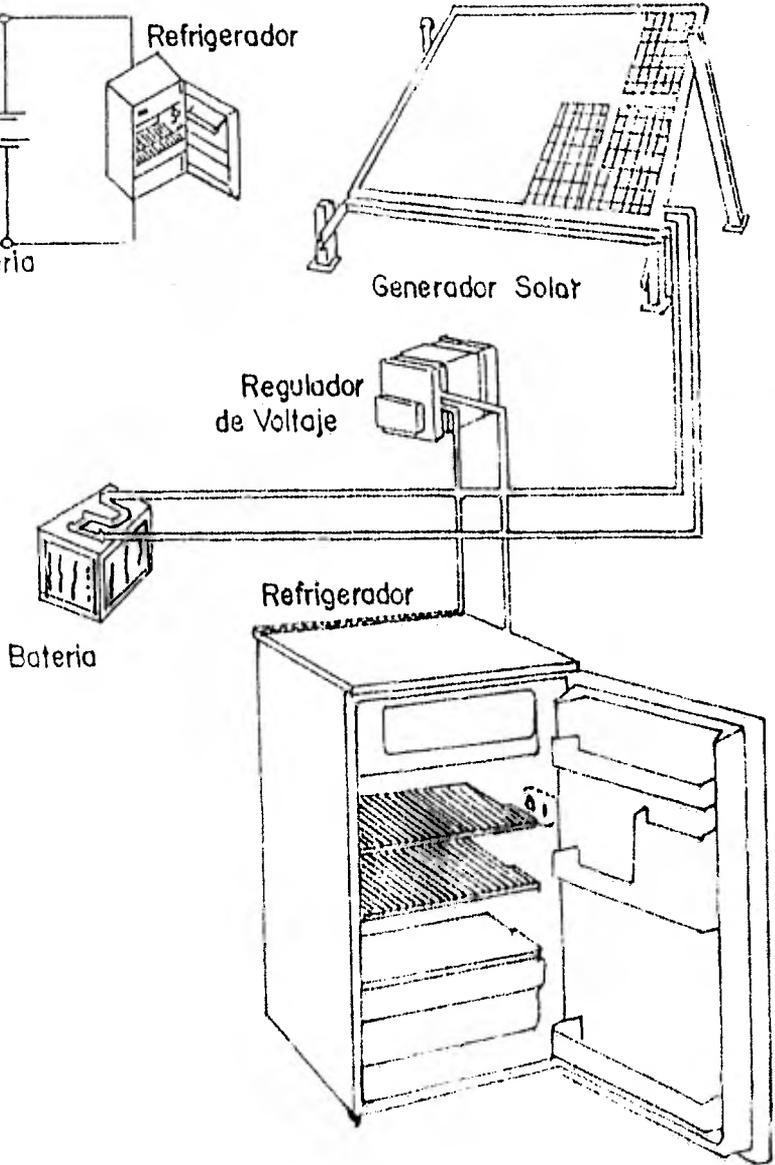
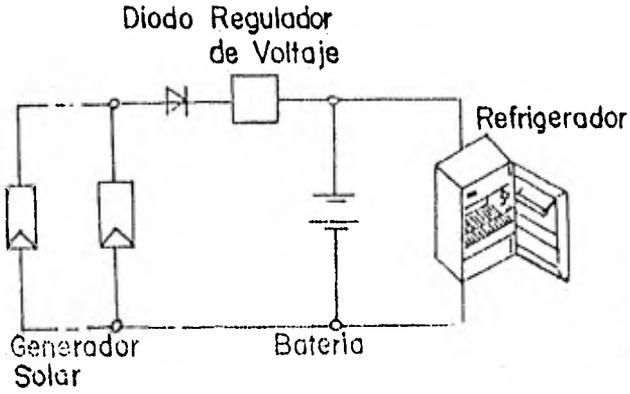


Fig. B-81

DIAGRAMA DE UN SISTEMA DE PRODUCCION DE HIELO.

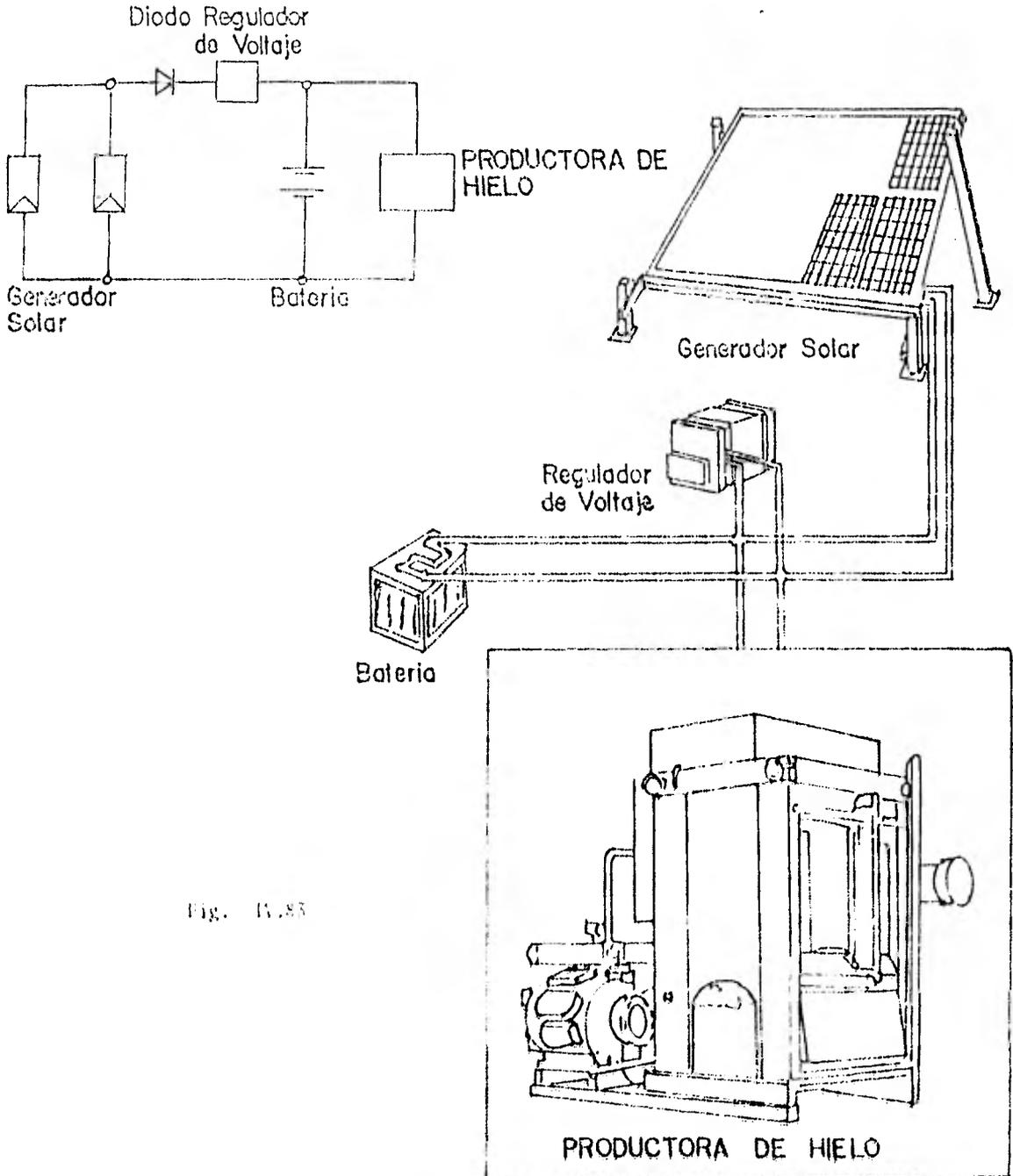


Fig. 15.83

CON LA ENERGÍA ELÉCTRICA QUE GENERAN LAS FOTOCEL--  
 DAS SOLARES, SE ACTIVA UN SISTEMA DE COMPRESIÓN PA--  
 RA CONGELAR A TEMPERATURAS DEL ORDEN DE  $-18^{\circ}\text{C}$  Y MAN--  
 TENER ASÍ AL PESCADO DURANTE LA ESPERA DEL TRANSPOR--  
 TE.

Se genera tempera--  
 turas del orden -  
 de  $-18^{\circ}\text{C}$ .

EL DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO Y --  
 DEL SUBSISTEMA DE ALMACENAMIENTO ESTÁ DE ACUERDO AL  
 VOLÚMEN DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN O PRODUCCIÓN  
 DE HIELO, Y LAS TEMPERATURAS QUE SE DESEAN.

PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Y REFRIGERACIÓN,  
 LA GAMA DE TEMPERATURA ES DE  $+4^{\circ}\text{C}$  A  $-20^{\circ}\text{C}$ . PARA LA  
 PRODUCCIÓN DE HIELO LA GAMA ES LA MISMA. PARA LA --  
 CONGELACIÓN POR CHOQUE ES DE  $-28^{\circ}\text{C}$ .,  $-30^{\circ}\text{C}$ .

PARA EL CONGELAMIENTO ES DE  $-18^{\circ}\text{C}$ ., Y EN CASOS ESPE--  
 CIALES HASTA DE  $-50^{\circ}\text{C}$ .

## BOMBEO DE AGUA.

DOS TERCERAS PARTES DEL TERRITORIO NACIONAL LO CONSTITUYEN TIERRAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS, ES DECIR, POCO PRODUCTIVAS POR LA ESCASEZ DE AGUA PARA RIEGO. SIN EMBARGO EL AGUA EXISTE, POSÍBLEMENTE A ALGUNOS METROS DE PROFUNDIDAD, O EN FORMA DE LAGUNAS MÁS O MENOS VECINAS. EN EL SEGUNDO CASO LA EXTRACCIÓN Y ACARREO ES PENOSO POR MEDIOS RUDIMENTARIOS, Y ANTE LA CARENCIA DE ELECTRIFICACIÓN UNA VEZ MÁS EL SISTEMA FOTOVOLTAICO PUEDE SOLUCIONAR EL PROBLEMA.

EL BOMBEO DE AGUA PARA RIEGO, O PARA SUMINISTRO HUMANO, PARA GANADO O BIEN PARA ALGÚN PROCESO DE FABRICACIÓN O TRANSFORMACIÓN EN EL MEDIO RURAL, SE CONSIGUE CON SISTEMAS COMPUESTOS DE:

- 1- GENERADOR FOTOVOLTAICO.
- 2- MOTOR CORRIENTE CONTÍNUA.
- 3- BOMBA QUE PUEDE SER TIPO VERTICAL PARA POZO PROFUNDO O HORIZONTAL.
- 4- BANCO DE BATERÍAS, CONECTADOS A UN REGULADOR DE VOLTAJE. LAS BATERÍAS NO SON NECESARIAMENTE APLICABLES, PERO SI RECOMENDABLES, DADO QUE CON UNA INSOLACIÓN VARIABLE EL MOTOR ESTARÍA ENCEN-

DIENDO Y APAGANDO, LO QUE SE TRADUCIRÍA EN PROBLEMAS EN ALGÚN TIEMPO, Y LAS BATERÍAS AMORTIGUARÍAN ESAS CONTINUAS VARIACIONES DE RÉGIMEN.

- 5- TANQUE ELEVADO DE ALMACENAMIENTO CON ELECTRO-VEL.
- 6- SISTEMA DE PARA Y ENCENDIDO MANUAL O AUTOMÁTICO.

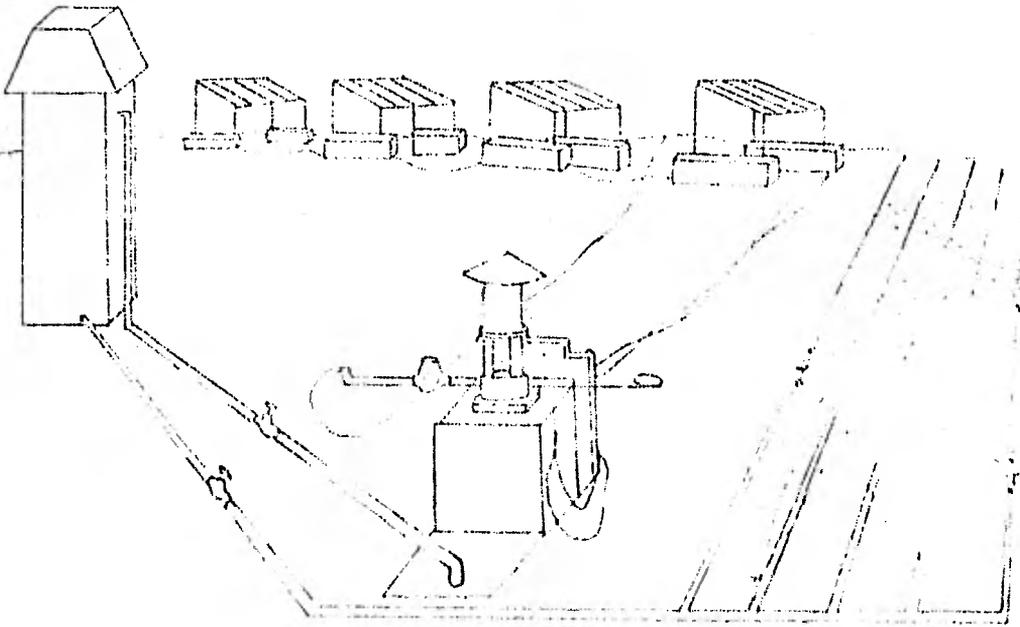


Fig. IV.84 Sistema de bombeo rural.

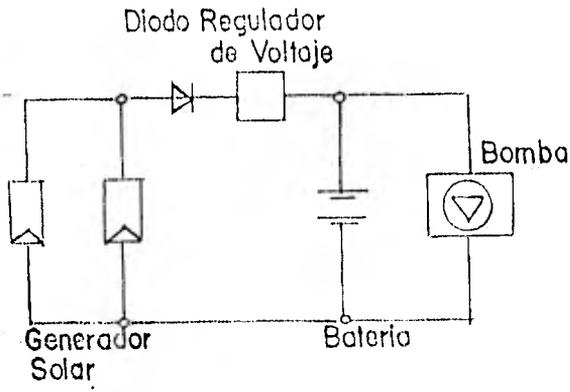
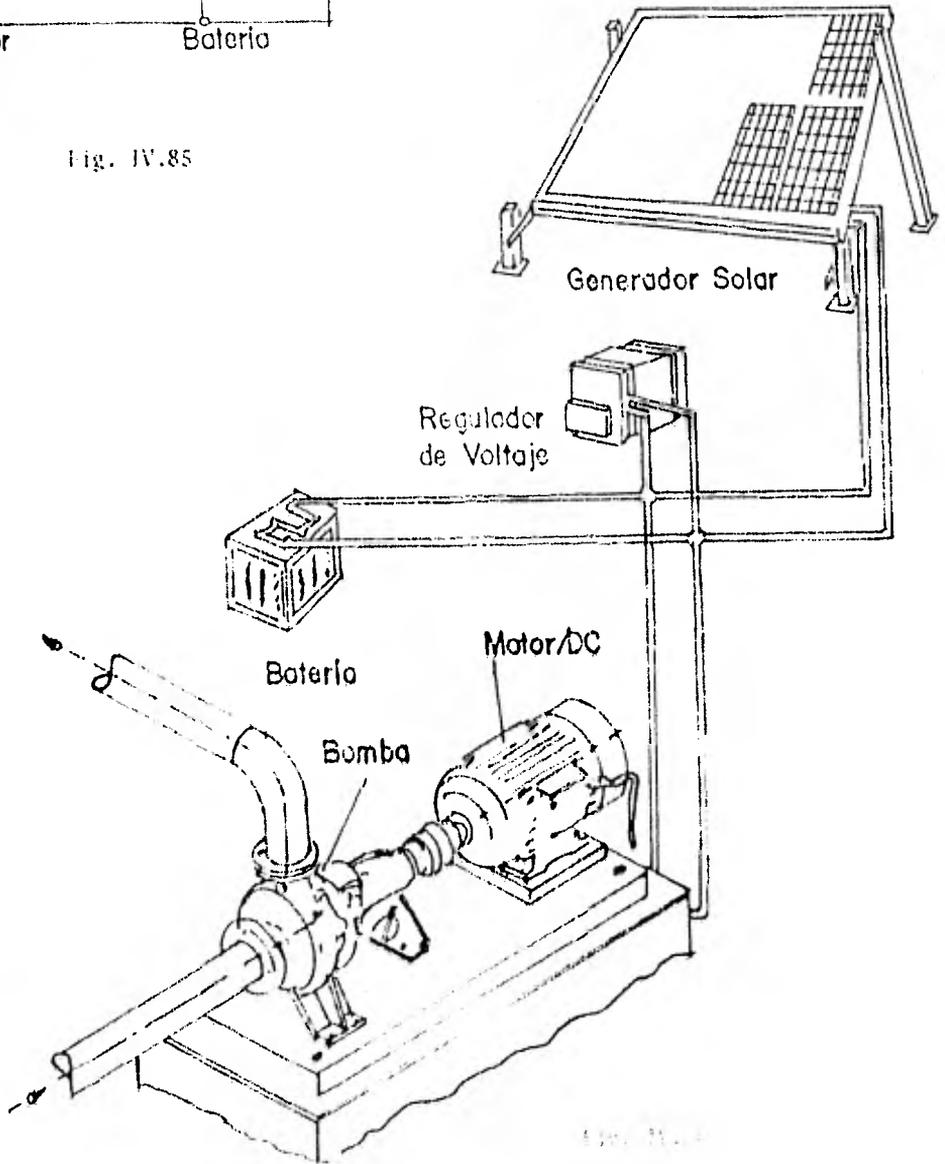


Fig. IV.85



EXISTEN SISTEMAS DE BOMBEO PORTÁTILES, CON SUPERFICIES DE CAPTACIÓN DE 1 METRO CUADRADO QUE SE MONTA EN UNA CARRETILLA Y TIENE UNA CAPACIDAD DE BOMBEO HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 6 METROS. EL RENDIMIENTO DE TRANSPORTE (LITROS/MINUTO) ES SUFICIENTE PARA ABASTECER A UNA POBLACIÓN DE 10 A 15 FAMILIAS PEQUEÑAS.

Existen sistemas de bombeo portátiles.

UN EJEMPLO DE SISTEMA DE BOMBEO DE POZO PROFUNDO ES QUE CON 600 WATTS-PICO FOTOVOLTAICOS (APROXIMADAMENTE 20 METROS CUADRADOS, DE SUPERFICIE DE CAPTACIÓN), Y COLUMNA DE AGUA DE 20 METROS, SE EXTRAEN 25 METROS CÚBICOS DE AGUA CON 10 HORAS TOTALES DE INSOLACIÓN POR DÍA, O SEA, 6 HORAS PICO EN VERANO.

## DESALACION DE AGUA.

UNA NUEVA TÉCNICA PARA DESALAR AGUA SALOBRE POR EL MÉTODO DE ÓSMOSIS, INVERSA, ES EMPLEANDO GENERADOR SOLAR FOTOVOLTAICO.

EXISTE EN MÉXICO UNA PLANTA DE ESTE TIPO, UBICADA EN CONCEPCIÓN DE ORO, ZAC. CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

CAPACIDAD NOMINAL: 1500 LITROS/DÍA DE AGUA DESALADA.

OPERADOR FOTOVOLTAICO: 110 MÓDULOS EN ARREGLO SERIE-PARALELO, CON UNA POTENCIA-PICO DE 2.5 KILO-WATTS.

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS: 100 AMPERIOS-HORA., LAS BATERÍAS HACEN MÁS UNIFORME EL RÉGIMEN DE TRABAJO.

TIEMPO DE OPERACIÓN DIARIO: 8 HORAS.

PARA TRATAMIENTO DE AGUA DE MAR, CON UN CONTENIDO DE SAL DEL 0.5% UNA POTENCIA PICO DEL GENERADOR DE 7.5 KILOWATTS, 250 AMPERIOS-HORA DE RESERVA, Y UNA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA DE 60 VOLTIOS, SE OBTENDRÍA 2.5 METROS CÚBICOS POR DÍA DE AGUA PRODUCTO.

## OTRAS APLICACIONES.

LAS FOTOCELDAS SOLARES SE APLICAN PARA CUBRIR OTRAS

NECESIDADES COMO SON:

- LA PROTECCIÓN CATÓDICA PARA OLEODUCTOS Y PUENTES.
- ILUMINACIÓN.
- ELECTRIFICACIÓN DE MALLAS.

#### IV.10.1.1.8 CONSIDERACIONES DE MANTENIMIENTO PARA LOS GENERADORES FOTOVOLTAICOS Y SISTE- MAS.

UNA DE LAS PRINCIPALES VENTAJAS DE ELLOS ES QUE CASI NO REQUIEREN MANTENIMIENTO.

DADO QUE EN SU INTERIOR NO HAY PARTES MÓVILES, Y -- POR CONSIGUIENTE NO EXISTE LA FRICCIÓN, Y QUE LOS - MATERIALES ENCAPSULANTES, COMO SON ALGUNOS PLÁSTI-- COS USADOS ACTUALMENTE, ASÍ COMO VIDRIOS TEMPLADOS NO SUFREN MAYOR DEGRADACIÓN (COMO LO DEMUESTRAN AN-- TIGUOS SATÉLITES ARTIFICIALES QUE AÚN ORBITAN LA -- TIERRA), EL ÚNICO CUIDADO SE REDUCE PRÁCTICAMENTE A LA LIMPIEZA PERIÓDICA DE LAS SUPERFICIES DE CAPTA-- CIÓN, QUE PUEDE SER DESDE UNA VEZ CADA SEIS MESES - DEPENDIENDO DE LAS CIRCUNSTANCIAS.

EN TODO CASO EL CUIDADO QUE SE DEBE TENER MEDIANTE

INSPECCIONES MÁS FRECUENTES, ES LA REVISIÓN DEL NIVEL DE ELECTROLITO DE LAS BATERÍAS, EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL REGULADOR DE VOLTAJE, LA SUBSTITUCIÓN DE LAS BATERÍAS AL TÉRMINO DE SU VIDA ÚTIL --- (PROTEGIÉNDOLA CONTRA EL CALOR, LAS BATERÍAS DE PLOMO ÁCIDO PUEDEN DURAR 3 Ó 4 AÑOS). INFLUYE EN SU VIDA TAMBIÉN LA CANTIDAD Y RAPIDEZ DE CICLOS DE CARGA --DESCARGA QUE TENGAN.

Cuidar el nivel de electrolito de las baterías, funcionamiento del regulador de voltaje.

SE DEBEN REVISAR CONDUCTORES Y CONEXIONES PERIÓDICAMENTE. UN DIODO TAMBIÉN SE PUEDE DAÑAR, ABRIENDO EL CIRCUITO. SE DETECTA EL FALLO EN EL MEDIADOR.

EL RESTANTE MANTENIMIENTO CORRESPONDE AL SISTEMA -- QUE SE OPERA, COMO POR EJEMPLO LA SUBSTITUCIÓN ---- ANUAL DE LOS CARBONES DEL MOTOR DE LAS BOMBAS, ETC.

#### CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD ELECTRICA.

SI LOS VOLTAJES DE OPERACIÓN SON BAJOS (24 VOLTIOS POR EJEMPLO, NO SE CORRE NINGÚN RIESGO). AUNQUE VARIA LA RESISTIVIDAD DEL CUERPO HUMANO, ALREDEDOR DE LOS 65 VOLTIOS SI HAY RIESGO DE IMPORTANCIA. LAS CONEXIONES SE DEBEN HACER DE PREFERENCIA CON GUANTES Y SUELAS AISLANTES, NUNCA SOBRE PISO MOJADO III CON

LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EXPUESTOS AL SOL DIRECTAMENTE. AÚN LA RADIACIÓN DIFUSA AFECTA.

SE PUEDE DECIR QUE LA TOLERANCIA HUMANA (CON VARIACIONES) ES DE 65 VOLTIOS Y 25 MILIAMPERIOS. EL CUERPO HUMANO, EN PROMEDIO TIENE UNA RESISTENCIA DE UNOS 3 000 OHMIOS, A PESAR DE QUE LA MAYOR PARTE DE ÉL ES AGUA.

La tolerancia humana es de 65 voltios y 25 miliamperios.

ES MÁS PELIGROSO EL MANEJO DE LA CORRIENTE CONTINUA QUE LA ALTERNA POR ARRIBA DE LA TOLERANCIA.

#### BATERIAS.

SI EL BANCO DE BATERÍAS ES PEQUEÑO (UNA A DOS) NO HAY MAYOR PROBLEMA; PERO SI ES MAYOR SE SUGIEREN ALGUNAS MEDIDAS:

LA ALTURA DE LAS BATERÍAS AL TECHO DE LA HABITACIÓN DEBE SER DE DOS METROS MÍNIMO.

LAS PUERTAS SE DEBEN ABRIR HACIA AFUERA.

PUERTAS, VENTANAS, SOPORTES DE BATERÍAS DEBEN SER RESISTENTES AL ÁCIDO ORGÁNICO. LA DISTANCIA ENTRE HILERAS DE BATERÍAS DEBE TENER 5 CENTÍMETROS CUANDO MENOS.

EL PASILLO DE TRÁNSITO ENTRE HILERAS DE BATERÍAS DE

BE TENER MÍNIMO 50 CENTÍMETROS.

AL CONECTAR LAS BATERÍAS ENTRE SÍ, NUNCA TOCAR DOS BORNES SIMULTÁNEAMENTE.

DEBE EXISTIR VENTILACIÓN O EXTRACCIÓN DE AIRE, PARA DISPARAR EL HIDRÓGENO QUE PUEDAN DESPRENDER.

DESDE LUEGO QUE ESTAS NORMAS SON MUY ESTRICTAS, PERO DEBEN TOMARSE MUY EN CUENTA CUANDO TENEMOS BANCOS DE BATERÍAS DE GRANDES DIMENSIONES, O EN OTRAS PALABRAS, ALTO VOLTAJE Y/O ALTA CAPACIDAD DE RESERVA.

ENSAMBLES Y DESENSAMBLES.

PARA ENSAMBLAR ESTRUCTURAS, CONECTAR EL GENERADOR Y EL SUBSISTEMA DE RESERVA, PROBAR LA CARGA O DETECTAR POSIBLES FALLAS DE OPERACIÓN, QUIZÁ LA MEJOR MEDIDA DE SEGURIDAD ES PAUSADAMENTE DISEÑAR UN PROGRAMA DE ACTIVIDADES, NO IMPROVISAR PASOS, TERMINAR LA ACTIVIDAD QUE SE EMPRENDIÓ ANTES DE CONTINUAR CON LA SIGUIENTE, Y NO PERMITIR "MUCHAS MANOS TRABAJAR SIMULTÁNEAMENTE EN LO MISMO".

PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO,

EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DEL CENTRO

DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL INICIÓ EN 1964 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EXPERIMENTAL DE CELDAS SOLARES. SE HAN DESARROLLADO MÓDULOS DE 35 CELDAS DE SILICIO MONOCRISTALINO DE 2" DE DIÁMETRO CON CAPACIDAD DE 7 WATTS-PICO. LAS CELDAS SE PRODUCEN POR DIFUSIÓN DE FÓSFORO EN PELÍCULAS DE SILICIO Y SE HA OBTENIDO 10% DE EFICIENCIA EN EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA. ESTA TECNOLOGÍA PUEDE ADAPTARSE PARA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL APROXIMADAMENTE EN UN AÑO. SE ESTUDIAN LOS PROCESOS DE CRECIMIENTO DE SILICIO MONOCRISTALINO. TAMBIÉN SE REALIZA INVESTIGACIÓN DE CELDAS DE SULFURO DE CADMIO-SULFURO DE COBRE, CELDAS DE SILICIO POLICRISTALINO Y CELDAS SCHOTTKY Y DE CRECIMIENTO DE LINGOTES Y LISTONES DE SILICIO.

EN 1976 EL MISMO CENTRO DESARROLLÓ UN SISTEMA DE TELESECUNDARIA QUE OPERA CON ENERGÍA SOLAR. CONSISTE EN UNA CONEXIÓN EN PARALELO DE Telerreceptor, MÓDULOS FOTOVOLTAICOS CON CAPACIDAD DE 28 WATTS-PICO Y BATERÍAS EN FLOTACIÓN, COMPLEMENTADO POR UN CIRCUITO PARA EL CONTROL DE SOBRECARGA DE BATERÍAS. EL EMPLEO DE LAS BATERÍAS PARA ALMACENAR ENERGÍA PERMITE QUE EL SISTEMA FUNCIONE HASTA DOS SEMANAS EN CONDI-

CIONES DE INSOLACIÓN CASI NULA. EL SISTEMA SE INSTALÓ DE 1977 EN LA POBLACIÓN DE BIENVENIDO DE GALEANA EN LA SIERRA NOROESTE DE PUEBLA. EN EL SEGUNDO SEMESTRE DE SU OPERACIÓN SE REGISTRARON ALGUNAS FALLAS DEBIDO A CIRCUITOS ABIERTOS EN LAS CELDAS SOLARES. UNO DE LOS MÓDULOS FUE SUSTITUIDO CON RESULTADOS SATISFATORIOS A LO LARGO DE DOS MESES DE OPERACIÓN.

EL ANÁLISIS PRELIMINAR DE COSTOS PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO DE LA CITADA TELESECUNDARIA (COMPARADO CON SISTEMAS CONVENCIONALES) MUESTRA QUE LA ALTERNATIVA SOLAR EXIGE UNA INVERSIÓN INICIAL MÁS ALTA: 27,500 PESOS CONTRA 20,350 Y 12,212 PARA PLANTAS ELÉCTRICAS DE 1,250 WATTS Y 400 WATTS RESPECTIVAMENTE. LOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN CAMBIO, SON NULOS PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y ASCIENDEN A 50 Y 20 PESOS DIARIOS PARA CADA UNA DE LAS PLANTAS, CONSIDERANDO 6 HORAS/DÍA DE OPERACIÓN, DURANTE 20 DÍAS AL MES Y 5 PESOS EL PRECIO DEL LITRO DE GASOLINA, (ACTUALMENTE ES MÁS ALTO EN LA LOCALIDAD). SI ESTIMAMOS EN 10 AÑOS (12,000 HORAS) LA VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS, LOS COSTOS TOTALES EN PESOS POR HORA SON LOS SIGUIENTES: SISTEMA FOTOVOLTAICO -

\$2.30; PLANTA ELÉCTRICA DE 1,250 WATTS, \$10.03 y --  
PLANTA ELÉCTRICA DE 400 WATTS, \$4.35.

SE TIENE PENSADO INSTALAR MÓDULOS DE ESTE TIPO PARA ALIMENTAR UNIDADES DE RADIOTELEFONÍA RURAL. SEGÚN ESTIMACIONES DEL MISMO CENTRO, UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CELDAS SOLARES CON LA TECNOLOGÍA DESARROLLADA EN LA INSTITUCIÓN Y CON CAPACIDAD DE 40 KW-PICO ANUALES TRABAJARÍA CON COSTOS DE PRODUCCIÓN DE 400 PESOS/WATTS, EN LOS QUE EL SILICIO CORRESPONDE EL 33%.

EL DEPARTAMENTO DE FÍSICA DEL CIEA-IPN INICIÓ EN 1975 UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN BÁSICA EN CELDAS FOTOVOLTAICAS CON BARRERA SCHOTTKY DEL TIPO ELECTROLITO-SEMICONDUCTOR (CdTe); CON LAS QUE SE HA LOGRADO UN 5% DE EFICIENCIA, Y CELDAS CON PELÍCULAS DE SELENIO GRIS.

EN EL DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DEL CIEA-IPN, RECIENTEMENTE UN GRUPO COMENZÓ A TRABAJAR SOBRE FENÓMENOS ELECTROQUÍMICOS.

EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES DE LA UNAM SE ESTUDIAN TANTO MATERIALES COMO PROCESOS DE

FABRICACIÓN DE CELDAS SOLARES CONSIDERANDO LA RELACIÓN COSTO-EFICIENCIA. SE BUSCA REDUCIR EL COSTO MEDIANTE SU ELABORACIÓN EN FORMA DE PELÍCULA DELGADA. SE HA TRABAJADO EN CELDAS DE SULFURO DE CADMIO POR EVAPORACIÓN EN VACÍO, OBTENIÉNDOSE 4% DE EFICIENCIA.

#### IV.10.2 METODO INDIRECTO.

EL MÉTODO INDIRECTO COMPRENDE DOS ASPECTOS DIFERENTES, QUE SON: LA PRODUCCIÓN FOTOQUÍMICA DE ELECTRICIDAD Y LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DE LA CONVERSIÓN TERMOELÉCTRICA.

EL PRIMERO EN ESTA TESIS NO LO TOCAMOS. EL SEGUNDO ASPECTO COMPRENDE VARIAS ETAPAS, TÉRMICA, MECÁNICA Y ELÉCTRICA.

LA PRIMERA ETAPA DE LA CONVERSIÓN TERMOELÉCTRICA LA TÉRMICA, SE INICIA DESDE QUE SE RECIBE EL CALOR SOLAR (RADIACIÓN) EN UN CAPTADOR CILINDRICO-PARABÓLICO, QUE ES TRANSMITIDO AL FLUÍDO, EN ESTE CASO EL AGUA, QUE SE ENCUENTRA EN EL TUBO UBICADO EN EL FOCO DEL CAPTADOR, CONVIRTIÉNDOLO EN VAPOR A ALTA PRESIÓN; LA SEGUNDA ETAPA CONSISTE EN EL APROVECHAMIENTO DEL VAPOR ASÍ OBTENIDO, EN UNA TURBINA, CONVIR-

La etapa térmica se inicia desde que se recibe el calor solar en un captador cilíndrico-parabólico.

TIENDO DE ESTA FORMA LA ENERGÍA CALORÍFICA EN ENERGÍA MECÁNICA O DE MOVIMIENTO. FINALMENTE, SE APROVECHA LA ENERGÍA MECÁNICA QUE PROPORCIONA LA TURBINA, EN UN GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA, PROPORCIONANDO DE ÉSTA MANERA LA "ENERGÍA ELÉCTRICA POR CONVERSIÓN TERMOELÉCTRICA DEL MÉTODO INDIRECTO".

SE VIÓ OPORTUNAMENTE, LAS EFICIENCIAS MÁXIMAS OBTENIDAS EN LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS SON DEL ORDEN DEL 14%, CON LA PRINCIPAL DESVENTAJA QUE NO LE ES POSIBLE GENERAR POTENCIAS ELÉCTRICAS CONSIDERABLES; A DIFERENCIA DEL MÉTODO INDIRECTO (CONVERSIÓN TERMOELÉCTRICA) QUE CONSISTE EN DIFERENTES TRANSFORMACIONES DE ENERGÍA, QUE POSEE PARTES MÓVILES Y QUE A PESAR DE QUE EXISTEN MAYORES PÉRDIDAS (TÉRMICAS, MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS), ES FACTIBLE GENERAR POTENCIAS ELÉCTRICAS MEDIAS (KILOWATTS). POR ESTE MOTIVO EL TRABAJO DESARROLLADO SE CONCENTRA EN LA APLICACIÓN DE LA CONVERSIÓN TERMOELÉCTRICA.

#### IV.10.2.1 CONVERSION TERMOELECTRICA.

LA CONVERSIÓN TERMOELÉCTRICA, CONSISTE DE TRES ETAPAS FUNDAMENTALMENTE QUE SON: EL ASPECTO TÉRMICO -- (ABSORCIÓN DE CALOR) EL CUAL ADQUIERE ENERGÍA CALO-

RÍFICA Y TRANSFORMA EN VAPOR; EL ASPECTO MECÁNICO - (UTILIZACIÓN DE CALOR) QUE TRANSFORMA LA ENERGÍA CALORÍFICA PROPORCIONADA EN FORMA DE VAPOR DE AGUA, - EN ENERGÍA MECÁNICA MEDIANTE UNA TURBINA DE VAPOR, LA CUAL PROPORCIONA LA ENERGÍA DE MOVIMIENTO, CON UN PAR (T) DE FUERZA, UTILIZABLE DICHA FUERZA MECÁNICA PARA CUALQUIER FIN QUE DESEE, YA SEA BOMBEO HIDRÁULICO O GENERACIÓN ELÉCTRICA. POSTERIORMENTE EL ÚLTIMO ASPECTO QUE ES EL ELÉCTRICO, CONSISTE EN --- APROVECHAR ENERGÍA MECÁNICA PROPORCIONADA POR LA -- TURBINA EN UN GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA, TRANSFORMANDO LA ENERGÍA MECÁNICA EN ENERGÍA ELÉCTRICA, OBTENIENDO EL OBJETIVO PRIMORDIAL DE ESTE ESTUDIO - QUE ES EL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE LA ENERGÍA SOLAR.

EL EQUIPO EN CONJUNTO CONSTA ESENCIALMENTE DE LAS - SIGUIENTES PARTES: UN SISTEMA CAPTADOR QUE GENERA - VAPOR DE AGUA; UN CONVERTIDOR DE VAPOR DE AGUA EN - ENERGÍA MECÁNICA Y OTRO CONVERTIDOR DE ENERGÍA MECÁNICA EN ENERGÍA ELÉCTRICA.

#### IV.10.2.1.1 PRINCIPIOS.

LOS PRINCIPIOS EN QUE SE BASA LA CONVERSIÓN TERMO--  
ELÉCTRICA EN CADA ASPECTO TÉCNICO SON: EN EL PRIMER  
ASPECTO (TÉRMICO) SE ADQUIERE CALOR EN UN ABSORBE--  
DOR (TUBO DE COBRE OXIDADO GENERALMENTE), POR RADIA  
CIÓN REFLEJADA DESDE UN CAPTADOR CILÍNDRICO-PARABÓ-  
LICO; DICHO ABSORBEDOR TRANSFIERE EL CALOR A UN ---  
FLUIDO, EN ESTE CASO EL AGUA, QUE PASA DEL ESTADO -  
LÍQUIDO AL ESTADO GASEOSO Y EN DICHO ESTADO, CONDU-  
CE LA ENERGÍA TÉRMICA A LA MÁQUINA QUE PROPORCIONA  
EL TRABAJO MECÁNICO.

EXISTEN VARIOS CICLOS TERMODINÁMICOS PARA LA PRODUC  
CIÓN DE TRABAJO MECÁNICO; EL CICLO DE CARNOT Y LOS  
CICLOS DE CAMBIO DE FASE COMO EL CICLO DE RANKINE,  
CICLO DE STIRLING, CICLO DE BRYTON ETC., SIENDO EL  
CICLO TERMODINÁMICO MÁS EFICIENTE EL PRIMERO, EL --  
CICLO DE CARNOT, PERO RESULTA IMPOSIBLE LA CONSTRUC  
CIÓN DE UNA MÁQUINA TÉRMICA QUE CUMPLA FIELMENTE --  
CON ESTE CICLO, POR LO QUE SE CONSIDERA ÚNICAMENTE  
COMO UNA GUÍA EN LA ESTIMACIÓN DE EFICIENCIAS EN --  
LOS OTROS CICLOS. LOS CICLOS DE CAMBIO DE FASE Y AL  
GUNOS DE SUS VARIANTES, APLICADOS EN LA ENERGÍA SO-  
LAR, HAN SIDO PROBADOS RESULTADOS ACEPTABLES.

Existen varios ci-  
clos termodinámi-  
cos para la produc  
ción de trabajo me  
cánico.

CON RESPECTO AL FLUIDO QUE TRANSFIERE EL CALOR, ABSORBIDO POR EL CAPTADOR SOLAR, SE PUEDEN UTILIZAR DIVERSOS TIPOS COMO: EL AGUA, EL MONOCLOROBENCENO, EL METANO, EL AMONÍACO, ALGUNOS FREONES Y OTRAS SUBSTANCIAS DE TRABAJO COMO HIDROCARBUROS, ETC. SIENDO EL MÁS GENERALIZADO EL VAPOR DE AGUA, POR LAS VENTAJAS QUE PRESENTA COMO MEDIO DE TRANSPORTE DE ENERGÍA, SIENDO UNA DE LAS VENTAJAS LA ECONÓMICA, YA QUE EXISTE UNA INFINIDAD DE EQUIPO DE VAPOR EN EL MERCADO, TALES COMO TURBINAS DE CAPACIDADES DIVERSAS Y MÁQUINAS DE ÉMBOLO; ASÍ COMO ACCESORIOS Y EQUIPO NECESARIOS QUE REQUIEREN DICHAS MÁQUINAS, PARA TRABAJAR CON VAPOR. POR ÚLTIMO SE CUENTA CON LA TÉCNICA BASTANTE DESARROLLADA, EN CUANTO EL APROVECHAMIENTO DEL VAPOR Y TODO LO RELACIONADO CON ÉL, REDUCIENDO EL RIESGO DE PROBLEMAS Ó EFECTOS IMPREVISTOS EN SU MANEJO.

LAS PROPIEDADES QUE DEBE DE CUMPLIR UN DETERMINADO FLUIDO DE TRABAJO, UTILIZADO EN LA TRANSFERENCIA DE CALOR (EN EL ABSORBEDOR) SON LAS SIGUIENTES: DEBE DE POSEER EL FLUIDO UN PESO MOLECULAR GRANDE, DEBIDO A QUE LA VELOCIDAD DESPUÉS DE LA EXPANSIÓN EN UNA TOBERA, ES INVERSAMENTE PROPORCIONAL A LA RAÍZ CUADRADA DEL PESO MOLECULAR, LO QUE IMPLICA REDUCIR

LAS DIMENSIONES DEL RODETE DE LA TURBINA; DEBE TENER UN PUNTO DE EBULLICIÓN ALTO, YA QUE REPRESENTA UNA CONSIDERABLE INFLUENCIA SOBRE LAS FRICCIONES EN EL ROTOR Y ÁLABES DE LA TURBINA, SI SE CONSIDERA QUE LA FRICCIÓN EN EL ROTOR DISMINUYE CUANDO LA PRESIÓN DE VAPOR ES BAJA, LO QUE CORRESPONDE A UN ALTO PUNTO DE EBULLICIÓN; FINALMENTE EL FLUIDO DEBE PRESENTAR BUENA ESTABILIDAD Y BAJA CORROSIÓN, ESTO ES DEBIDO A QUE EL FLUIDO NO DEBE DESCOMONERSE FACILMENTE NI REACCIONAR CON LOS MATERIALES DEL EQUIPO.

EN EL ASPECTO TÉRMICO EL SISTEMA CAPTOR ESTÁ FORMADO POR UN ABSORBEDOR CILÍNDRICO CUBIERTO GENERALMENTE CON UNA SUPERFICIE SELECTIVA (ÓXIDO) QUE DISMINUYE LAS PÉRDIDAS POR RADIACIÓN; UN CAPTADOR SOLAR CON FORMA PARABÓLICA-CILÍNDRICA, RECUBIERTO CON UN MATERIAL ALTAMENTE REFLEJANTE, Y CON UN MECANISMO MECÁNICO (DE RELOJERÍA GENERALMENTE) QUE GIRA EL CAPTADOR PARA SEGUIR LA TRAYECTORIA DEL SOL. EL SISTEMA SE COMPLETA CON UN ACUMULADOR DE VAPOR, UN GENERADOR ELÉCTRICO, UN CONDENSADOR DE VAPOR, Y POR ÚLTIMO UN SISTEMA HIDRONEUMÁTICO QUE INYECTA AGUA BAJA UNA DETERMINADA PRESIÓN AL SISTEMA.

EL CICLO TERMODINÁMICO GENERALMENTE UTILIZADO EN --

LAS CONVERSIONES TERMOELÉCTRICAS ES EL CICLO DE --- RANKINE, EL CUAL PRESENTA LAS SIGUIENTES VENTAJAS - EN EL SISTEMA DESEADO: EN PRIMER TÉRMINO DICHO CI-- CLO PERMITE TRABAJAR A INTERVALOS DE TEMPERATURA -- MÁS BAJOS QUE OTROS CICLOS (PARA UNA MISMA EFICIEN- CIA), COMO LOS DE BRYTON Y EL STIRLING, EVITANDO DE ESTA FORMA LAS TEMPERATURAS ELEVADAS, LO QUE PERMI- TE UTILIZAR DIVERSOS TIPOS DE MATERIALES, BENEFI--- CIANDO DE ESTA MANERA EL COSTO DEL EQUIPO. TAMBIÉN PRESENTA LA VENTAJA QUE AL DISPONER DEL CALOR QUE - EL FLUIDO UTILIZA PARA EL CAMBIO DE ESTADO LÍQUIDO- GASEOSO, ES FACTIBLE MANTENER BAJO CONTROL LA TEMPE- RATURA A TODO LO LARGO DEL ABSORBEDOR, LO CUAL ES - SUMAMENTE NECESARIO DEBIDO A LAS PROPIEDADES DEL AB- SORBEDOR (GENERALMENTE DE COBRE).

CON RESPECTO A LOS CICLOS DE STIRLING Y ERICSSON -- AÚN NO SE HA DESARROLLADO SUFICIENTEMENTE LA TECNO- LOGÍA DE ÉSTOS, PERO SE CONSIDERA QUE PODRÁN TENER ÓPTIMAS APLICACIONES EN ENERGÍA SOLAR PRÓXIMAMENTE.

#### IV.10.2.1.2 GENERADORES TERMOELECTRICOS.

LOS GENERADORES TERMOELÉCTRICOS SON AQUELLOS QUE RE CIBEN LA ENERGÍA MECÁNICA, DE CUALQUIER MÁQUINA TÉR

MICA Ó SEA DE VAPOR (TURBINA POR EJEMPLO), PROVE---  
NIENDO DICHA ENERGÍA CALORÍFICA (EN FORMA DE CALOR),  
DE CUALQUIER MEDIO YA SEA CALDER, ENERGÍA SOLAR, --  
ETC.

EXISTEN DIVERSOS TIPOS DE GENERADORES TERMOELÉCTRI-  
COS, SIENDO UNO DE ELLOS EL MENCIONADO EN EL CAPÍTULO  
LO ANTERIOR, QUE FUE DESARROLLADO POR LA WESTING---  
HOUSE ELECT. CORP. ASÍ COMO OTROS TIPOS DE GENERADO  
RES DESARROLLADOS POR DIFERENTES FABRICANTES. EL GE  
NERADOR TERMOELÉCTRICO QUE ACOPLÓ EN EL SISTEMA ORI  
GINAL DE LA BOMBA SOLAR, FUE UN GENERADOR DE CO---  
RRIENTE ALTERNA CON UN CONVERTIDOR A CORRIENTE DI--  
RECTA, (ALTERNADOR AUTOMOTRIZ) INTEGRANDO EN SU ES-  
TRUCTURA, MARCA MOTOROLA DE 12-26 VOLTS Y 55 AMPS.  
DE CAPACIDAD. EN EL SIGUIENTE CAPÍTULO SE TRATA LA  
TÉCNICA EMPLEADA EN EL ACOPLAMIENTO DEL ALTERNADOR  
AL SISTEMA TÉRMICO DE LA BOMBA SOLAR, CONVIRTIENDO  
EL SISTEMA AUTOMÁTICAMENTE EN UN GENERADOR SOLAR --  
(TERMOELÉCTRICO). TAMBIÉN SE PROPONE UN SISTEMA DE  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CUAL SE ACO--  
PLA EL EJE DE LA TURBINA DE VAPOR, UN GENERADOR SÍN  
CRONO DE CORRIENTE ALTERNA DE 25 KW. DE CAPACIDAD Y  
CON FRECUENCIA DE 60 CICLOS/SE,

#### IV.10.2.2 ALMACENAMIENTO DE POTENCIA ELECTRICA, POTENCIA MECANICA, CELDAS COMBUSTIBLES.

EXISTEN DIVERSOS TIPOS DE ALMACENAMIENTO DE POTENCIA, DE LOS CUALES SE TRATARÁN DOS ASPECTOS: EL DE POTENCIA ELÉCTRICA Y POTENCIA MECÁNICA. TAMBIÉN SE HACEN ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LAS CELDAS COMBUSTIBLES Y SUS EFICIENCIAS ALCANZADAS.

SE COMENTA TAMBIÉN SOBRE EL ACUMULADOR AUTOMOTRIZ, QUE ES EL MÁS USUAL EN NUESTROS DÍAS ALMACENADOR DE POTENCIA ELÉCTRICA Y OTROS TIPOS DE CONSTRUCCIONES DIFERENTES DE ACUMULADORES, AL IGUAL QUE LOS DIFERENTES DE ACUMULADORES, AL IGUAL QUE LOS DIFERENTES PROMEDIOS DE VIDA QUE PRESENTAN.

##### ALMACENAMIENTO DE POTENCIA ELECTRICA.

EL ACUMULADOR (BATERÍA AUTOMOTRIZ) SE ENCUENTRA BASTANTE DESARROLLADO Y OPERA EFICIENTEMENTE, TODAS LAS BATERÍAS SON DE PLOMO ÁCIDO SULFÚRICO, CONSISTIENDO DE UN ELECTRODO DE PLOMO Y UN ELECTRODO DE ÓXIDO DE PLOMO SUMERGIDOS EN UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO.

CUANDO LOS ELECTRODOS ESTAN CONECTADOS, LOS ELECTRO

NES FLUYEN DESDE EL ELECTRODO DE PLOMO A TRAVÉS DE UN CIRCUITO EXTERIOR HACIA EL ELECTRODO DE ÓXIDO DE PLOMO PRODUCIENDO TRABAJO ELÉCTRICO UTILIZABLE.

SULFATO DE PLOMO Y AGUA SON PRODUCIDOS EN LA BATERÍA DEBIDO A LAS REACCIONES QUE SE EFECTÚAN. CUANDO UN VOLTAJE ES APLICADO A LA BATERÍA, LOS ELECTRONES FLUYEN A TRAVÉS DEL CIRCUITO EXTERNO DESDE EL ELECTRODO DE ÓXIDO DE PLOMO HACIA EL ELECTRODO DE PLOMO; LAS REACCIONES QUE SE PRESENTAN SON REVERSIBLES.

EL ACUMULADOR DE PLOMO REQUIERE DE ATENCIÓN YA QUE LAS CELDAS ELECTROLÍTICAS DEBEN SER MANTENIDAS A UN DETERMINADO NIVEL CON AGUA DESTILADA Y NO DEBE PERMITIRSE QUE PERMANEZCA MUCHO TIEMPO EN CONDICIONES DE DESCARGA PORQUE LOS CRISTALES DE SULFATO DE PLOMO AL SEDIMENTARSE LLEGAN A SER DIFÍCILES DE REMOVER POSTERIORMENTE. EL VOLTAJE DE CADA CELDA ES DE 2 VOLTS, APROXIMADAMENTE, LAS BATERÍAS AUTOMOTRICES PARA LA OPERACIÓN Y ENCENDIDO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA, POSEEN UNA CORRIENTE DE CONSUMO DE 50 AMPS,

SON COMPACTOS Y RÍGIDOS. LAS PLACAS ESTÁN JUNTAS CE

RRADAS Y SE ENCUENTRAN RÍGIDAMENTE COLOCADAS PARA INCREMENTAR EL ÁREA DE CONTACTO Y REDUCIR LA RESISTENCIA INTERNA. EL RECICLO FRECUENTE Y ELECTRODEPÓSITO DE SÓLIDOS DAN COMO RESULTADO UNA VIDA ÚTIL DE 2 AÑOS SOLAMENTE.

HAN SIDO DESARROLLADOS DIVERSOS TIPOS DE ACUMULADORES ELÉCTRICOS, PERO NINGUNO TAN ECONÓMICO COMO LA BATERÍA DE PLOMO ÁCIDO SULFÚRICO. EXISTEN OTROS TIPOS TALES COMO LA BATERÍA ALCALINA DE ACERO-NÍQUEL Y LA BATERÍA NÍQUEL-CADMIO, QUE SON MÁS EFICIENTE Y REQUIEREN MENOS CUIDADOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

UNA DE LAS VENTAJAS DE LOS ACUMULADORES ES EL HECHO QUE PUEDEN SER CARGADOS EN PARALELO A BAJOS VOLTAJES POR MEDIO DE UNIDADES FOTOVOLTAICAS OPERADAS CON ENERGÍA SOLAR O TERMOELÉCTRICAS Y LUEGO SER DESCARGADAS EN SERIE A UN VOLTAJE MUCHO MÁS ALTO. PARA LA OPERACIÓN DE MOTORES Y OTROS EQUIPOS ELÉCTRICOS ES MEJOR USAR LA ELECTRICIDAD A VOLTAJES ALTOS Y CORRIENTES MÍNIMAS. DEBIDO A QUE LAS CONEXIONES SON ALAMBRES ELÉCTRICOS ÉSTOS TIENEN QUE SER GRANDES (SU DIÁMETRO) PARA CONDUCIR UNA CORRIENTE DE AMPERAJE ELEVADO.

## ALMACENAMIENTO DE POTENCIA MECÁNICA.

LA ENERGÍA MECÁNICA PUEDE SER ALMACENADA EN UNA VARIEDAD DE FORMAS SIENDO UNA DE LAS MÁS SIMPLES LA DE BOMBLEAR AGUA HACIA UN RECIPIENTE A UN NIVEL MÁS ALTO Y DEJAR QUE FLUYA POSTERIORMENTE HACIA ABAJO A TRÁVÉS DE UNA TURBINA DE AGUA CUANDO LA POTENCIA MECÁNICA SEA REQUERIDA.

ESTE SISTEMA POSEE UNA EFICIENCIA DEL 90% APROXIMADAMENTE EN GRANDES UNIDADES, PERO EN BOMBAS PEQUEÑAS DE FRACCIONES DE KILOWATTS, ESTAS BOMBAN UNOS POCOS GALONES DE AGUA POR MINUTO Y TIENEN UNA BAJA EFICIENCIA DEL 30%; ESTE TIPO DE ALMACENAMIENTO NO ES SATISFACTORIO PARA OPERACIONES DE PEQUEÑA ESCALA. TAMBIÉN SE PUEDE ALMACENAR POTENCIA MECÁNICA LEVANTANDO PESAS A DETERMINADA ALTURA Y POSTERIORMENTE DEJARLAS CAER, REALIZANDO UN DETERMINADO TRABAJO MECÁNICO.

## CELDA COMBUSTIBLES.

LAS CELDAS COMBUSTIBLES QUE CONVIERTEN LAS REACCIONES QUÍMICAS EN ELECTRICIDAD OFRECEN POSIBILIDADES ATRACTIVAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR. LAS BATERÍAS PRIMARIAS TALES COMO LAS DE LINTERNAS,

CONSUMEN LOS MATERIALES Y LUEGO LAS BATERÍAS SON DE SECHADAS. LOS ACUMULADORES PUEDEN SER RECARGADOS, PARA USARLOS POSTERIORMENTE, CON UNA CORRIENTE ELÉCTRICA LA CUAL REINVIERTE LA REACCIÓN Y REGENERA LOS MATERIALES DE LA REACCIÓN. LAS CELDAS COMBUSTIBLES SON CELDAS ELECTROQUÍMICAS EN LAS CUALES LOS MATERIALES DE REACCIÓN NUEVOS O FRESCOS SON INTRODUCIDOS A LA CELDA CONTINUAMENTE CONFORME EL MATERIAL ORIGINAL ES UTILIZADO.

LA ESTRUCTURA DE LA CELDA Y LOS ELECTRODOS, PERMANECEN SIN CAMBIO MIENTRAS MÁS PRODUCTOS QUÍMICOS SEAN AGREGADOS. SE OBTIENEN EFICIENCIAS ALTAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE CELDAS COMBUSTIBLES, YA QUE SE CONSIDERAN QUE EL 50, 60 Y 70 POR CIENTO DE LA ENERGÍA DE PRODUCTOS QUÍMICOS ES CONVERTIDA DIRECTAMENTE EN ELECTRICIDAD, MIENTRAS QUE CON LAS MÁQUINAS DE CALOR LA EFICIENCIA MÁXIMA ES APROXIMADAMENTE LA MITAD DE LAS OBTENIDAS CON LAS CELDAS COMBUSTIBLES.

LAS CELDAS COMBUSTIBLES TIENEN SIN EMBARGO SERIOS PROBLEMAS Y SU USO EN GRAN ESCALA TODAVÍA NO SE HA GENERALIZADO A PESAR DEL FUTURO PROMETIDOR QUE REPRESENTAN. LA MAYORÍA DE LAS CELDAS COMBUSTIBLES OPERAN CON GASES, Y SE REQUIEREN SUPERFICIES DE ---

ELECTRODOS CATALÍTICOS, TALES COMO EL PLATINO PARA EL HIDRÓGENO O HIDROCARBUROS, Y LA PLATA PARA EL OXÍGENO. UNAS DE LAS CONSIDERACIONES ECONÓMICAS MÁS IMPORTANTES ES LA LARGA VIDA QUE POSEEN ÉSTAS. LA CELDA COMBUSTIBLE QUE FUE PRIMERAMENTE DESARROLLADA ES LA DE OXÍGENO-HIDRÓGENO Y EN LA ACTUALIDAD ES LA MÁS TÉCNICAMENTE AVANZADA.

EN SU FORMA MÁS SIMPLE CONSISTE DE GAS HIDRÓGENO EN CONTACTO CON UN ELECTRODO INERTE; Y DE OXÍGENO O AIRE EN CONTACTO CON EL OTRO ELECTRODO INERTE. AMBOS ELECTRODOS TIENEN SUPERFICIES CATALÍTICAS. LOS ELECTRODOS ESTÁN SEPARADOS Y SUMERGIDOS EN UNA SOLUCIÓN HIDRÓXIDO DE SODIO U OTRO ELECTROLÍTICO. ESTA CELDA ES DE ESPECIAL INTERÉS PARA LAS APLICACIONES DE ENERGÍA SOLAR PORQUE PROVEE UNA FORMA EFECTIVA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR. LA ELECTRICIDAD ES GENERADA CON UNIDADES TERMOELÉCTRICAS, CELDAS FOTOVOLTAICAS, O MÁQUINAS DE CALOR Y DINAMOS; Y EL HIDRÓGENO ES PRODUCIDO POR LA ELECTRÓLISIS DEL AGUA. EL HIDRÓGENO PUEDE SER TRANSPORTADO, ALMACENADO Y UTILIZADO EN UNA CELDA COMBUSTIBLE PARA REGENERAR ELECTRICIDAD CON UNA ALTA EFICIENCIA. CELDAS COMBUSTIBLES DE 1 KW A VARIOS KW HAN SIDO DESARROLLADAS Y PROBADAS PERO TODAVÍA NO SON APROVECHADAS EN EL MER

CADO GENERAL.

SE ENCUENTRA EN DESARROLLO UNA INTERESANTE CELDA --  
COMBUSTIBLE BIOLÓGICA EN LA CUAL EL MATERIAL ORGÁNICO  
ES ACCIONADO POR BACTERIAS PARA PRODUCIR ELECTRICI-  
DAD.



Energía  
Eólica

---

## V.1 INTRODUCCION.

LA ENERGÍA EÓLICA ES ORIGINADA POR LA DIFERENCIA DE TEMPERATURAS EN LA ATMÓSFERA QUE PROVOCA LA RADIA--  
CIÓN SOLAR. ESTO DA LUGAR A DIFERENCIAS DE PRESIÓN  
LO QUE ACUMULA ENERGÍA POTENCIAL QUE ES LIBERADA --  
COMO ENERGÍA CINÉTICA EN EL VIENTO.

POR SIGLOS EL VIENTO HA SIDO APROVECHADO COMO FUEN--  
TE DE ENERGÍA. JUNTO CON LA ENERGÍA HIDRÁULICA, FUE  
EN MUCHOS PAÍSES LA FUENTE MÁS IMPORTANTE DE ENER--  
GÍA MECÁNICA ANTES DE LA INVENCIÓN DE LA MÁQUINA DE  
VAPOR. SUS PRINCIPALES USOS FUERON TRANSPORTE MAR--  
TIMO, BOMBEO DE AGUA Y MOLTIENDA DE GRANOS. A FINES  
DEL SIGLO PASADO SE DESARROLLÓ SU USO PARA GENERAR  
ENERGÍA ELÉCTRICA Y LLEGÓ A TENER RELATIVA IMPORTAN--  
CIA SOBRE TODO PARA APLICACIONES A PEQUEÑA ESCALA.

El viento fuente  
de energía.

### V.1.1 HISTORIA.

EOLO ERA, SEGÚN LA MITOLOGÍA GRIEGA, EL DIOS DE LOS  
VIENTOS A LOS CUALES TENÍA Y GUARDABA ENFERMADOS EN  
UNA CUEVA, O EN UNOS ODRES, SEGÚN OTROS AUTORES. AL  
ABRIR LA PRIMERA O DESTAPAR LOS SEGUNDOS, LOS VIENT--  
TOS SE DESENCADENABAN Y CORRÍAN SOBRE LA FAZ DE LA  
TIERRA, BARRIENDO CUALQUIER OBSTÁCULO ENCONTRABAN EN -

El viento fuente  
de energía.

SU CARRERA.

### V.1.2 EL VIENTO.

EL VIENTO ES UNA MASA DE AIRE EN MOVIMIENTO, EL AIRE ES EL FLUIDO GASEOSO QUE ENVUELVE A TODA LA TIERRA, FLUIDO QUE ES INDISPENSABLE PARA LA VIDA HUMANA, LA DE LOS ANIMALES Y EN CONDICIONES NORMALES TAMBIÉN PARA LAS PLANTAS, QUE RESPIRAN DE MODO ANÁLOGO AL HOMBRE. ÉSTA ENVOLTURA GASEOSA RECIBE EL NOMBRE DE ATMÓSFERA, LA CUAL NO TIENE, POR LO QUE SE SABE, UN LÍMITE DEFINIDO: LOS ASTRÓNOMOS Y FÍSICOS ADMITEN QUE SU ESPESOR ES DE UNOS 200 KILÓMETROS, PERO AL PARECER, LA LLAMADA ATMÓSFERA EFECTIVA SÓLO ALCANZA UNA ALTURA DE 80 KILÓMETROS.

El aire, indispensable para la vida.

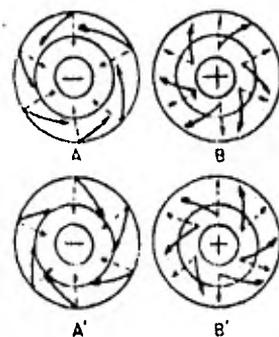
### V.1.3 ORIGEN Y CAUSA DEL VIENTO.

¿ A QUÉ ES DEBIDO EL VIENTO ? ¿ QUÉ PROVOCA SU FORMACIÓN ? LAS CAUSAS PRINCIPALES QUE DAN ORIGEN A LOS VIENTOS SON: LOS Desequilibrios térmicos entre las diversas zonas o capas de la atmósfera, la rotación de la tierra y la inestabilidad vertical de la atmósfera.

El viento es el movimiento del aire.

Tomémonos en la primera causa, cuando por efecto --

DEL CALOR SOLAR SE CALIENTA EL SUELO DE UNA ZONA DE TERMINADA DE LA TIERRA, EL AIRE QUE SE HALLA EN CONTACTO CON EL SUELO SE CALIENTA A SU VEZ, AUMENTA DE VOLUMEN Y DISMINUYE SU DENSIDAD; COMO CONSECUENCIA, SE ELEVA CON MAYOR O MENOR RAPIDEZ Y DEJA TRAS DE SÍ UN VACÍO RELATIVO. EL AIRE DE LAS REGIONES QUE RODEAN A LA ZONA CALIENTE SE PRECIPITA PARA LLENAR AQUEL VACÍO, Y SURGEN ASÍ LOS VIENTOS LOS CUALES ADQUIEREN UN MOVIMIENTO DE ROTACIÓN SEMEJANTE AL QUE FORMA EL AGUA QUE SE PRECIPITA EN UN HOYO O DEPRESIÓN DEL SUELO. SI AQUEL MOVIMIENTO DE ROTACIÓN ES MUY RÁPIDO, SE FORMA UN CICLÓN. ASÍ SE EXPLICA LA FORMACIÓN DE LAS CORRIENTES DE AIRE QUE DESDE LAS ZONAS POLARES FRÍAS, DESCENDEN HACIA LAS ZONAS TÓRRIDAS, CALIENTES, ECUATORIALES. LOS VIENTOS LLAMADOS MONZONES, LAS BRISAS MARINAS Y TERRESTRES, ENTRE OTROS, RECONOCEN ESTE ORIGEN.



Ciclones: A. Sentido de giro del viento. - B. Sentido de giro del viento anticiclónico en el hemisferio Norte o boreal. A' y B'. Sentido de giro del viento anticiclónico en el hemisferio Sur o austral.

#### V.1.4 ENERGIA DEL VIENTO.

AUNQUE LA DENSIDAD DEL AIRE ES, EN NÚMEROS REDONDOS, 750 VECES MENOR QUE LA DEL AGUA, NO OBSTANTE, TÉNGASE PRESENTE QUE LA MASA DE AIRE PUESTA EN MOVIMIENTO EN FORMA DE VIENTO ES ENORME; UN LIGERO CÁLCULO NOS DICE QUE EL PESO O MASA DE AIRE CONTENIDO EN UN KILÓMETRO CÚBICO ES IGUAL A UN MILLÓN DE TONELADAS.

Densidad, peso ó masa y potencia desarrollados por el viento

PERO DE ESTA MASA TAN SÓLO UTILIZAMOS UNA PORCIÓN -  
MUY PEQUEÑA Y, POR OTRA PARTE, LAS VARIACIONES DE -  
LA INTENSIDAD Y DIRECCIÓN QUE EXPERIMENTA EL VIENTO  
REDUCEN CONSIDERABLEMENTE SU APROVECHAMIENTO. UN --  
CÁLCULO MATEMÁTICO SENCILLO NOS DICE QUE LA POTEN--  
CIA DESARROLLADA POR EL VIENTO ES:

$$P = K \cdot \frac{1}{2} S \cdot v^3 \cdot \rho \text{ VATIOS} = 0,00136 \frac{1}{2} S \cdot v^3 \cdot \rho \text{ (CV)}$$

FÓRMULAS EN LAS QUE S REPRESENTA LA SECCIÓN DEL ---  
CUERPO NORMAL A LA DIRECCIÓN EN LA CUAL SOPLA EL --  
VIENTO; V, LA VELOCIDAD DE ÉSTE Y  $\rho = 1,29$  KILOGRAMO/  
METRO CÚBICO; ESTO ES, EL VALOR DE LA DENSIDAD DEL  
AIRE (1,293). ASÍ PUES, RESULTA QUE LA POTENCIA QUE  
DESARROLLA EL VIENTO ES PROPORCIONAL A LA TERCERA -  
POTENCIA DE SU VELOCIDAD. SE COMPRENDE LA ENORME PO  
TENCIA QUE DESARROLLA EL VIENTO CUANDO SU VELOCIDAD  
ES DE 100 Ó MÁS KILÓMETROS POR HORA, ASÍ COMO LA --  
ACCIÓN DESTRUCTORA DE LOS HURACANES.

LA INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD EN LA FUERZA DESARRO-  
LLADA POR EL VIENTO ES CONOCIDA POR TODO EL MUNDO;  
SI VIAJANDO EN UN VEHÍCULO RÁPIDO SACAMOS LA MANO -  
AL EXTERIOR, NOTAREMOS EN ELLA UNA RESISTENCIA CRE-  
CIENTE A MEDIDA QUE EL VEHÍCULO ACELERA SU MARCHA.

Influencia de la velo-  
cidad en la fuerza de-  
sarrollada por el vien-  
to.

LOS TÉCNICOS HAN LLEGADO A COMPROBAR QUE CUANDO LA VELOCIDAD DE UN FLUIDO (GAS O LIQUIDO) ES INFERIOR A MEDIO METRO POR SEGUNDO, LA ENERGÍA QUE ESTE FLUIDO DESARROLLA (O RESISTENCIA QUE OPONE, A LA INVERSA), ES PRÁCTICAMENTE PROPORCIONAL A LA VELOCIDAD. CUANDO ÉSTA ÚLTIMA AUMENTA HASTA 60 M/S (METROS POR SEGUNDO), LA FUERZA QUE DESARROLLA EL FLUIDO ES SENSIBLEMENTE PROPORCIONAL AL CUADRADO DE LA VELOCIDAD; SI ÉSTA ES MUY GRANDE (CENTENARES DE METROS POR SEGUNDO), LA RESISTENCIA CRECE EN PROPORCIÓN SUPERIOR A LA SEGUNDA POTENCIA DE LA VELOCIDAD.

## V.2 APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA EOLICA.

UNA DE LAS ENERGÍAS NATURALES QUE UTILIZÓ MÁS PRONTO EL HOMBRE PRIMITIVO FUE, SIN DUDA, LA ENERGÍA -- DEL VIENTO, CUYA ACCIÓN SENTÍA SOBRE SU MISMO CUERPO. Y SIN DUDA ALGUNA LA APLICÓ PRIMERAMENTE A LA -- NAVEGACIÓN DE TIPO SIMPLICÍMO QUE PRACTICABA, EN TODO SEMEJANTE A LA QUE TODAVÍA PRACTICABAN ALGUNOS -- PUEBLOS O TRIBUS DE CIVILIZACIÓN RUDIMENTARIA.

El viento; energía natural que se usa desde los principios de la historia.

EL HECHO OBSERVADO POR ÉL DE QUE UNA HOJA SECA Y -- ABARQUILLADA SE DESLIZABA SOBRE LAS AGUAS IMPULSADA POR EL VIENTO CON MAS RAPIDEZ QUE LAS OTRAS, DESPERTÓ EN SU MENTE LA IDEA Y MANTENER TENSA EN UN PALO

LA PIEL DE SU ANIMAL, Y CLAVAR AQUEL EN EL TRONCO O EN LA RÚSTICA Balsa con la cual atravezaba los ríos; surgió así la vela, que tantos esfuerzos, tanta --- energía muscular ha economizado. Ésta fue la primera técnica aplicada por el hombre al aprovechamiento de la energía eólica.

### V.2.1 EL VIENTO, AGENTE ENERGETICO PERJUDICIAL.

Desgraciadamente, el aire en movimiento, el viento, actúa a veces como agente destructor cuando sopla --- con velocidades considerables. Se han registrado algunas de 180 kilómetros por hora; ya se dijo al --- principio, que la masa de aire contenida en un kilómetro cúbico es enorme, millones de toneladas, y la fuerza viva,  $\frac{1}{2}V^2$ , de esta masa es, por consiguiente, gigantesca cuando su velocidad alcanza valores elevados. Nada resiste a su empuje: arranca de cuajo --- los árboles más corpulentos, derriba no sólo las --- construcciones débiles sino también edificios fuertes y bien contruidos cuando oponen una superficie grande a su avance. Sólo las modernas construccio--- nes de acero y cemento resisten los huracanes. En --- historia de estos últimos se registran con frecuencia fechas y hechos luctuosos; la ciudad de Santo --- Domingo, capital de la República Dominicana, fue to

El viento, agente les-  
tructor cuando sopla ---  
con velocidades consi-  
derables.

TALMENTE ARRASADA POR UN HURACÁN EN EL MES DE SEPTIEMBRE DE 1930. ÚNICAMENTE RESISTIERÓN AL VIENTO - HURACANADO LOS ANTIGUOS FUERTES CONSTRUIDOS DURANTE LA DOMINACIÓN ESPAÑOLA Y ALGUNOS EDIFICIOS BIEN RESGUARDADOS DE LA FURIA DEL VIENTO. HECHOS COMO EL -- CONSIGNADO AQUÍ SE REGISTRAN VARIOS CADA AÑO EN DETERMINADAS ZONAS DE LA TIERRA (GOLFO DE MÉXICO, ANTILLAS, ESTADOS UNIDOS, JAPÓN, SUR DE LA CHINA, ISLAS FILIPINAS, ETC.), EN LAS QUE SE FORMAN CON FRECUENCIA RELATIVA ARCAS DE BAJA PRESIONES EN LAS QUE SE PRECIPITA CON VIOLENCIA MUY RÁPIDA EL AIRE DE LAS ZONAS VECINAS EN FORMA DE TORBELLINOS CONVERGENTES Y ASCENDENTES. A VECES ESTAS ZONAS DE BAJA PRESION O CICLONALES SE TRASLADAN A LO LARGO DE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA CON GRAN VELOCIDAD, ARRASANDO CUANTO ENCUENTRA A SU PASO. LOS TIFONES DEL JAPÓN, LOS TORNADOS DEL GOLFO DE MÉXICO, LOS CICLONES DE LA -- INDIA, LOS HURACANES DEL MAR DE LA ANTILLAS, RECONOCEN ESTE ORIGEN.

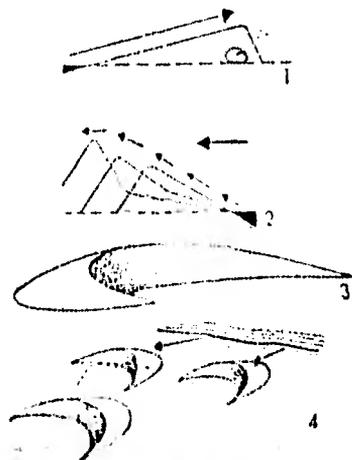


Diagrama 1. Formación de una zona de baja presión por convergencia del viento en un punto central. Diagrama 2. Formación de una columna de aire que se eleva en el centro. Diagrama 3. Formación de un ciclón con un ojo central. Diagrama 4. Movimiento de un ciclón sobre una superficie.

EN LOS DESIERTOS LOS VIENTOS ABRASTRAN LAS PARTÍCULAS DE ARENA Y LAS TRANSPORTAN, A VECES, A LARGAS DISTANCIAS; CUANDO LAS ARENAS ENCUENTRAN EN SU CAMINO UN OBSTÁCULO -UNA ROCA, UN MATORRAL, UNA PARED-, SE DEPOSITAN EN EL SUELO Y SE VAN ACUMULANDO HASTA

CUBRIR EL OBSTÁCULO Y DESBORDARLO MÁS TARDE. ESTAS ACUMULACIONES DE ARENA RECIBEN EL NOMBRE DE MÉDANOS Y, TAMBIÉN, DUNAS, FORMACIONES FRECUENTES EN LAS ZONAS ARENOSAS DEL INTERIOR Y EN LAS COSTERAS. FAMOSA Y TÍPICA ES LA LÍNEA DE DUNAS COSTERAS DE EUROPA -- OCCIDENTAL, QUE DESDE EL SUR DE FRANCIA SE EXTIENDE CASI SIN INTERRUPCIÓN HASTA EL NORTE DE HOLANDA, EN DONDE PROVIDENCIALMENTE CONSTITUYE UNA DEFENSA CONTRA LOS EMBATES DEL MAR DEL NORTE.

PERO CON FRECUENCIA, Y DEBIDO A LA FUERZA Y EMPUJE DEL VIENTO, LAS DUNAS AVANZAN, CUBREN Y SEPULTAN -- CUANTO ENCUENTRAN A SU PASO: CULTIVOS, PUEBLOS, CIUDADES; CIEGAN LOS LECHOS DE LOS RÍOS, LOS PUERTOS, Y CAUSAN DESASTRES SIN CUENTA. EN EL SIGLO PASADO, LAS DUNAS LITORALES DEL OESTE DE DINAMARCA, EN SU MOVIMIENTO DE AVANCE, SEPULTARON VARIAS ALDEAS, HASTA EL PUNTO DE QUE SÓLO SURGÍAN SOBRE LAS ARENAS -- LAS AGUJAS DE LAS TORRES DE LAS IGLESIAS, MUCHAS -- CIUDADES DE LA ANTIGÜEDAD YACEN ENTERRADAS EN TURQUÍA, JORDANIA, SIRIA, IRAK, PERSIA, ETC., BAJO LAS ARENAS DE LOS DESIERTOS DE AQUELLA PARTE DE ASIA, -- LOS DENOMINADOS TELLS DE AQUELLOS PAÍSES, MONTÍCULOS QUE SE ELEVAN EN MEDIO DE LAS LLANURAS, OCULTAN EN SUS ENTRAÑAS LAS RUINAS DE LAS CIUDADES QUE SE--

La arena transportada por los vientos, cubren todo lo que encuentran a su paso.

PULTARON LAS ARENAS. ESTE FENÓMENO EXPLICA EN PARTE, CUANDO NO HA SIDO LA CAUSA PRINCIPAL, EL ÉXODO DE LAS POBLACIONES HUMANAS EN MUCHAS REGIONES DEL MUNDO.

PARA IMPEDIR DE MODO ESTABLE EL AVANCE DE LAS DUNAS, SE LES FIJA HOY PLANTANDO EN EL TERRENO INVADIDO POR ELLAS ÁRBOLES RESISTENTES A LA SEQUÍA, ESPECIALMENTE PINOS. LOS HERMOSOS Y EXTENSOS PINARES QUE SE SUCEDEN SIN INTERRUCCIÓN EN TODA LA COSTA ATLÁNTICA PORTUGUESA, DESDE EL CABO SAN VICENTE HASTA EL MIÑO, Y EN FRANCIA, TAMBIÉN A LO LARGO DE LA COSTA ATLÁNTICA, HAN LOGRADO DETENER LA MARCHA DE LAS DUNAS LITORALES.

PARA TERMINAR, DIREMOS QUE LA DISGREGACIÓN Y CORROSIÓN DE ALGUNOS MONUMENTOS ANTIGUOS SON DEBIDAS A LA ACCIÓN DEL VIENTO. LA IMAGEN DE LA GRAN ESFINGE DE EGIPTO HA QUEDADO TAN DESFIGURADA A CAUSA DE LA EROSIÓN (ACCIÓN DE LIMA) PRODUCIDA POR EL CHOQUE DE LAS ARENAS DEL DESIERTO ARRASTRADAS POR VIENTOS VIOLENTOS. A LA EROSIÓN EOLIANA DEBEN SU ORIGEN CURIOSAS FORMACIONES EN DIFERENTES LUGARES DE LA TIERRA.

Contribuyendo a la...

... por el viento...

## V.2.2 EL AIRE Y EL VIENTO, AGENTES PASIVOS.

PERO VOLVAMOS POR EL BUEN NOMBRE DEL VIENTO QUE, SI CAUSA GRANDES DESASTRES EN MUCHAS ZONAS DE LA TIERRA, EN OTRAS ASEGURA EL ALIMENTO A MILLONES DE HOMBRES. EN EL SUR DE ASIA, UNOS VIENTOS PERIÓDICOS -- LLAMADOS MONZONES, DESCARGAN EN FORMA DE LLUVIAS -- ABUNDANTES Y PROLONGADAS EN LA INDIA, BIRMANIA, --- STAM, INDOCHINA Y CHINA MERIDIONAL LA HUMEDAD QUE - ARREBATAN AL OcéANO INDICO. ESTAS LLUVIAS ASEGURAN LAS COSECHAS DE AQUELLOS PAÍSES.

El aire - el viento -  
como agentes benéficos

OTROS VIENTOS TAMBIÉN PERIÓDICOS, LOS ALISIOS, EJERCEN UNA ACCIÓN ANÁLOGA EN OTRAS TIERRAS LEJANAS. LA AUSENCIA O RETARDO DE ESTOS VIENTOS PROVOCAN UN CLIMA DE ANGUSTIA ENTRE LOS MILLONES DE HOMBRES QUE -- FUNDAN SU ESPERANZA DE BIEN VIVIR EN EL RETORNO DE ELLOS.

VAMOS A DEDICAR UNA LÍNEA A LA EXPOSICIÓN DEL AIRE- O VIENTO- COMO AGENTE PASIVO, PERO IMPORTANCIA EXCEPCIONAL EN UNO DE LOS AVANCES MÁS ESPECTACULARES DE LA HUMANIDAD: LA AVIACIÓN.

LIMITÁNDONOS AL CASO DE VELOCIDADES MEDIAS, ENTRE - 60 Y 150 M/S LA RESISTENCIA QUE OPONE EL AIRE AL --

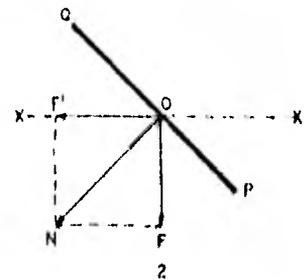
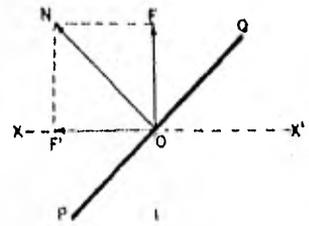
AVANCE EN SU SENO VIENE DADA, MUY APROXIMADAMENTE,  
POR LA FÓRMULA COMÚN A TODOS FLUIDOS:

$$R = K \cdot D \cdot s \cdot v^2$$

EN LA QUE D ES LA DENSIDAD DEL AIRE (1,293); s, EL  
ÁREA DE LA SECCIÓN MÁXIMA DEL MÓVIL NORMAL AL SENTI-  
DO DEL AVANCE; v, LA VELOCIDAD DEL MÓVIL Y K UNA --  
CONSTANTE, Y ES EL VALOR DE R, CUANDO D, v Y s VA--  
LEN, RESPECTIVAMENTE, LA UNIDAD DE DENSIDAD (D=1),  
LA UNIDAD DE VELOCIDAD (UN M/S) Y LA UNIDAD DE SU--  
PERFICIE (M<sup>2</sup>), EN LA PRÁCTICA, EL VALOR DE K SE EX-  
PRESA EN KG/M<sup>3</sup>.

OBSERVESE, LAS DOS FIGURAS ADJUNTAS -(1 Y 2)

SUPONGAMOS QUE EN AMBAS, PQ REPRESENTA LA SUPERFI--  
CIE DEL CUERPO QUE AVANZA EN EL AIRE, SUPERFICIE IN-  
CLINADA UN CIERTO ÁNGULO RESPECTO A LA DIRECCIÓN XX'  
DEL AVANCE, LA PRESIÓN QUE DESARROLLA EL AIRE CON--  
TRA LA SUPERFICIE PQ DEL CUERPO ESTÁ REPRESENTADA -  
POR ON, NORMAL AL PLANO QUE AVANZA Y RESULTANTE DE  
OTRAS DOS: OF', OBLICUA AL PLANO Y DE SENTIDO CON--  
TRARIO AL MOVIMIENTO Y OF, FUERZA PERPENDICULAR A -  
LA DIRECCIÓN DE ÉSTE EN EL PUNTO O Y DIRIGIDA HACIA  
ARRIBA SI EL AIRE ACTÚA POR LA CARA INFERIOR DE LA



SUPERFICIE 1 Y HACIA ABAJO SI LO HACE POR LA SUPERFICIE 2. EL VALOR DE  $ON$  VIENE DADO POR LA ECUACIÓN:

$$ON = OF' \times \text{SEN } \alpha$$

Y COMO  $OF'$  ES LA RESISTENCIA  $R$  QUE SE PONE AL AVANCE, RESULTA, SUSTITUYENDO SU VALOR EN LA FÓRMULA PRIMERA,

$$ON = R K D s v^2 \text{ SEN } \alpha$$

EL ÁNGULO  $\alpha$  O SU IGUAL  $\alpha$  SE DENOMINA ÁNGULO DE ATAQUE.

EL PRIMER CASO (FIGURA 1) CORRESPONDE AL MOVIMIENTO DE LOS AEROPLANOS EN EL AIRE, LOS CUALES IMPULSADOS POR LOS MOTORES, AVANZAN Y RECIBEN BAJO SUS ALAS Y PLANOS AUXILIARES (ALERONES) MOVIBLES A MODO DE LAS LÁMINAS DE LAS PERSIANAS, EL CHOQUE DEL AIRE; PERO SE DEBE TENER PRESENTE QUE LA FUERZA  $ON$  SE COMPONE ADEMÁS CON EL PESO DEL APARATO Y LA RESULTANTE FINAL, VERDADERO SENTIDO DE SU AVANCE, SE APROXIMA TANTO MÁS A LA HORIZONTAL  $OF$  CUANTO MENOR SEA EL ÁNGULO DE ATAQUE  $\alpha$  O INCLINACIÓN DEL PLANO DE LOS ALERONES Y DEL TIMÓN DE PROFUNDIDADES RESPECTO A DICHA HORIZONTAL.

EN LA NAVEGACIÓN AÉREA, EL AIRE - O EL VIENTO ARTI-

FICIAL PROVOCADO - DESEMPEÑA EL PAPEL DE ELEMENTO - DE SUBSTENTACIÓN, TANTO EN EL CASO DE EMPLEARSE UN CUERPO MENOS DENSO (GLOBO, DIRIGIBLE), O MÁS DENSO (AVIÓN, HELICÓPTERO) QUE EL AIRE.

### V.3 TECNICA DE LA UTILIZACION DE LA FUERZA DEL --- VIENTO.

#### V.3.1 LA VELA.

SE DESCONOCE A CIENCIA CIERTA CUÁL FUE LA PRIMERA - UTILIZACIÓN PRÁCTICA DE LA ENERGÍA DEL VIENTO PRIME RA EN MODALIDAD, COMO ES NATURAL. YA SE HA DICHO AN TES QUE LA OBSERVACIÓN DE LA MAYOR VELOCIDAD DE UNA HOJA ABARQUILLADA RESPECTO A LA DE LAS HOJAS PLANAS QUE SE DESLIZABAN SOBRE EL AGUA EN MOVIMIENTO O --- QUIETA, FUÉ LO QUE QUIZÁ DIÓ AL HOMBRE PRIMITIVO LA IDEA CREADORA DE LA VELA Y SU UTILIZACIÓN EN LA NA VEGACIÓN. LA VELA SUPLIÓ EN PARTE AL REMO, Y GRA--- CIAS A SU EMPLEO, CON SEGURIDAD DIFUNDIDO CON RAPI DEZ ENTRE LOS PUEBLOS RIBEREÑOS, PERMITIÓ A LOS NA VEGANTES ALEJARSE CADA VEZ MÁS DE LA COSTA.

LA FORMA DE VELA MÁS ANTIGUA ES LA CUADRADA, LA --- CUAL RESOLVÍA CON FACILIDAD TODOS LOS PROBLEMAS --- CREADOS POR LA NAVEGACIÓN A VELA. SU EMPLEO FUE IN-

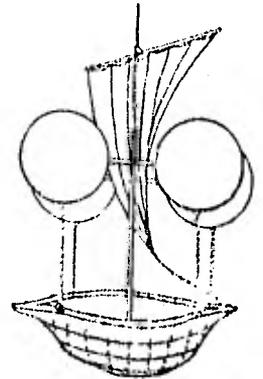
El viento en la Navegación.

INTUITIVO; EL HOMBRE PRIMITIVO CARECÍA DE TODA OTRA TÉCNICA MÁS ELEVADA QUE LA DE SU PROPIA INTUICIÓN. LA VELA CUADRADA ERA TAN SENCILLA COMO SU PROPIA EMBARCACIÓN: EL TRONCO AHUECADO ARTIFICIALMENTE, LA Balsa FORMADA POR VARIOS TRONCOS SUJETOS ENTRE SÍ CON LIANAS O PRIMITIVAS CUERDAS VEGETALES.

POSTERIOR A LA VELA CUADRADA ES LA VELA LATINA O TRIANGULAR, DE FORMA APROXIMADA A LA DE UN TRIÁNGULO RECTÁNGULO, UNO DE CUYOS CATETOS SE AJUSTABA A UN PALO DISPUESTO PERPENDICULARMENTE A LA SUPERFICIE DE LA EMBARCACIÓN, Y EL OTRO CATETO A LO LARGO DE LA LÍNEA MEDIA DE ÉSTA, FIJÁNDOSE EL VÉRTICE DE LA EMBARCACIÓN.

DURANTE MUCHOS SIGLOS SOLAMENTE VELAS CUADRADAS Y LATINAS SE UTILIZARON EN LOS BARCOS DE TODOS LOS TIPOS PARA APROVECHAR LA ENERGÍA DEL VIENTO, TALES VELAS FUERON LAS QUE IMPULSARON LAS CARABELAS Y NAOS ESPAÑOLAS Y PORTUGUESAS EN LA ÉPOCA DE LOS GRANDES DESCUBRIMIENTOS; GRACIAS A TALES VELAS SE ENSANCHÓ EL MUNDO CONOCIDO EN EL SIGLO XV Y SIGUIENTES, SE DESCUBRIERON LAS AMÉRICAS, LAS INDIAS, LOS PAÍSES DEL REMOTO ORIENTE, LA CHINA Y EL JAPÓN Y LAS ISLAS DE LAS ESPECIAS.

La vela aprovecha la energía del viento.

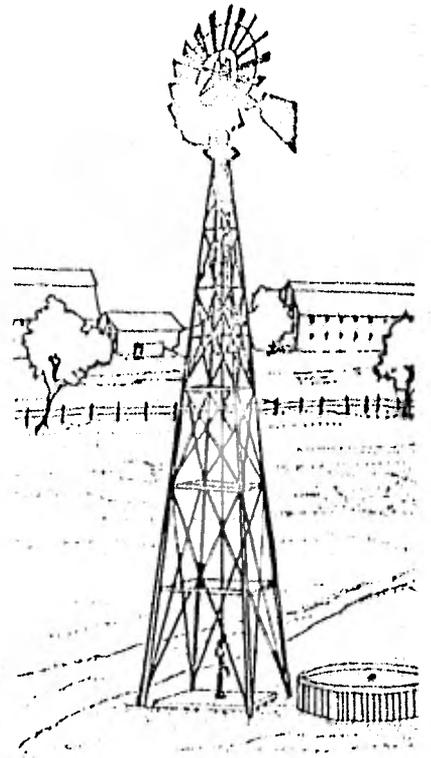


LA VELA ES QUIZÁ LA APLICACIÓN TÉCNICA DE UNA FUERZA NATURAL QUE MÁS HA PERSISTIDO A TRAVÉS DE LOS TIEMPOS: MEJORADA EN SU FORMA, TAMAÑO, NÚMERO Y DISTRIBUCIÓN EN LOS BUQUES, SUBSISTIÓ NO OBSTANTE LA COMPETENCIA QUE LE HIZO EL VAPOR. EL PEOR ENEMIGO DEL AIRE COMO AGENTE ENERGÉTICO ES SU VERSATILIDAD, VICIO, DIGAMOS ASÍ, DEL AIRE QUE HA PROVOCADO INNUMERABLES DESGRACIAS.

### V.3.2 EL MOLINO DE VIENTO.

EN LA CONFERENCIA TÉCNICA PROMOVIDA POR LA O.N.U. EN ROMA EN 1961, SE CONSIDERÓ COMO "TERCERA FORMA NUEVA DE ENERGÍA" LA DEL VIENTO AL LADO DE LAS ENERGÍAS SOLAR Y GEOTÉRMICA. GRAVE ERROR DE CLASIFICACIÓN, PUES LA ENERGÍA EÓLICA O DEL VIENTO FUE LA PRIMERA ENERGÍA EMPLEADA POR EL HOMBRE DESPUÉS DE SU ENERGÍA MUSCULAR PROPIA. QUIZÁ FUESE ASÍ APLICADA EN RELACIÓN CON LOS PAÍSES POCOS DESARROLLADOS. FUE MÁS FÁCIL AL HOMBRE DEJARSE EMPUJAR SOBRE UNA LIGERA Balsa POR EL VIENTO QUE CAZAR Y DOMAR UN CABALLO SALVAJE.

EL MOLINO DE VIENTO ES LA MÁQUINA ENERGÉTICA MÁS SENCILLA QUE SE CONOCE Y EL ÚNICO INGENIO INVENTADO POR EL HOMBRE, DESPUÉS DE LA VELA, PARA APROVECHAR



EL VIENTO COMO AGENTE ACTIVO PRODUCTOR DE ENERGÍA. ACTUALMENTE SE HA INICIADO EL ESTUDIO A FONDO DE -- CUANTAS POSIBILIDADES EXISTEN DE UTILIZAR LA ENER-- GÍA DEL VIENTO; SERÁ REMOVIDA LA VIEJA TÉCNICA DE -- SU UTILIZACIÓN POR LOS ANTIGUOS MOLINOS HOLANDESES, ESPAÑOLES, PORTUGUESES Y GRIEGOS, REDUCIDO A CERO -- EL PROBLEMA DEL VIENTO, Y SOBRE NUEVAS Y CIENTÍFI-- CAS BASES ERIGIDO EL MODERNO PROCESO DE UTILIZACIÓN DE UNA FUENTE DE ENERGÍA QUE, AUNQUE INCONSTANTE, -- NO DEJA DE SER RENDITICIA POR SER GRATITUA.

ESTA ENERGÍA HA SIDO CALCULADA BASÁNDOSE EN LAS CON CLUSIONES EXPERIMENTALES APORTADAS A LA CONFERENCIA SOBRE LA ENERGÍA, TENIDA LUGAR EN ROMA POR TÉCNICOS DANESSES, SEGÚN LOS CUALES, CADA METRO CUADRADO DE -- SUPERFICIE BARRIDA POR EL VIENTO PRODUCE EFECTIVA-- MENTE 6000 KILOVATIOS-HORA ANUALES.

NO NOS DEBEMOS MARAVILLAR DE TAN ALTOS RENDIMIENTOS, LA POTENCIA TOTAL CINÉTICA QUE PUEDE DESARROLLAR -- TEÓRICAMENTE UNA VENA DE AIRE DE UN METRO CUADRADO DE SECCIÓN, EXPRESADA EN KILOVATIOS, VIENE DADA POR LA FORMULA :  $POTENCIA = 0,00013 V^3$ , EN LA CUAL -- V REPRESENTA LA VELOCIDAD DEL VIENTO EN METROS POR SEGUNDOS, PERO SÓLO LOS  $\frac{16}{27}$  DE ESTA POTENCIA ES LA --

El viento como agente activo productor de energía.

El viento genera- dor de miles de - kilovatios-horas anuales, en un me- tro cuadrado de - superficie.

UTILIZABLE; LA POTENCIA TEÓRICAMENTE RECUPERABLE -- POR METRO CUADRADO DE SECCIÓN DEL VIENTO ES, PUES -- SÓLO  $0.000364 \times V^3$ . COMO LAS MÁQUINAS EOLIANAS MODERNAS ALCANZAN UN RENDIMIENTO DEL 70% SE DEDUCE -- QUE LA POTENCIA PRÁCTICAMENTE RECUPERABLE EN ELLAS ES IGUAL A  $0.00025 \times V^3$  Kw/h.

SEGÚN LO EXPUESTO, CON UN VIENTO DE 5 M/S, SE PUEDE OBTENER UNA POTENCIA DE 0.032 Kw; CON UN VIENTO DE 10 M/S LA POTENCIA ÚTIL SE ELEVA A 0.25 Kw Y CON UN VIENTO DE 20 M/S SE LLEGA A LOS 2 Kw (POTENCIA INSTANTÁNEA).

TODOS ESTOS CÁLCULOS SE REFIEREN A MOLINDOS DE VIENTOS PROVISTOS DE VELA ORIENTADORA, EN LOS CUALES EL VIENTO ORIENTA A LA VELETA EN EL SENTIDO EN QUE EL VIENTO, SOPLA Y AVANZA, DE MODO QUE AQUÉL CHOCA PERPENDICULARMENTE CONTRA LAS PATAS DE LA RUEDA MOTRIZ.

EL ACOPLAMIENTO DE LA VELETA ORIENTADORA A LA RUEDA MOTRIZ ES UNA SOLUCIÓN ACERTADA EN LAS MÁQUINAS EOLIANAS DE DIMENSIONES REDUCIDAS, PERO NO EN LAS DE GRAN POTENCIA, PUES EN ÉSTAS LA SUPERFICIE DE LA VELETA DEBE SER MUY GRANDE PARA MANTENER LA RUEDA-MOTRIZ EN LA POSICIÓN MÁS FAVORABLE, EL ESFUERZO --

En vientos pasivos -  
también se recupera energía.

QUE DESARROLLA EL SISTEMA RUEDA-VELETA ES CONSIDERABLE, LO CUAL EXIGE COMO ES NATURAL, REFORZAR LA TORRE CONSIDERABLEMENTE. ES PUES, NECESARIO RENUNCIAR AL EMPLEO DE LA VELETA ORIENTADORA Y RECURRIR A UN SERVOMECANISMO ELECTRÓNICO ACCIONADO AUTOMÁTICAMENTE POR UNA PEQUEÑA VELETA SOLUCIÓN MÁS ECONÓMICA Y SEGURA QUE LA QUE PROPORCIONA UNA VELETA DE GRANDES DIMENSIONES.

¡HAGÁMOS UN POCO DE HISTORIA!

¿QUIÉN INVENTÓ EL MOLINO DE VIENTO? NO SE SABE CON CERTEZA ABSOLUTA QUIÉN LO INVENTÓ Y EN QUÉ PAÍS HIZO SU PRIMERA APARICIÓN ESTE APARATO. PROCEDENTE, -- AL PARECER, DEL ORIENTE, DE LA CHINA O LA INDIA, -- AFIRMAN ALGUNOS ESCRITORES QUE LO TRAJERON A EUROPA LOS PRIMEROS CRUZADOS, QUE SU CONSTRUCCIÓN SE INICIÓ HACIA EL AÑO 1180 EN FRANCIA DE DONDE PASÓ BIÉN PRONTO A BÉLGICA Y HOLANDA, PAÍSES EN LOS CUALES SE DIFUNDIÓ TANTO QUE LLEGARON A CONSTITUIR UN MOTIVO Y DETALLE CARACTERÍSTICO, OBLIGADO, DEL PAISAJE. -- LOS PRIMITIVOS MOLINOS ORIENTALES ERAN DE EJE VERTICAL PREVISTO EN SU EXTREMO SUPERIOR, DE VELA, CON EL FIN DE APROVECHAR LA FUERZA DEL VIENTO CUALQUIERA QUE FUERE LA DIRECCIÓN DE ÉSTE. PERO LOS PRIMEROS MOLINOS CONSTRUIDOS EN EUROPA TENÍAN EL EJE HO-

¿Usted sabe quien inventó el molino de viento ?

RIZONTAL Y LAS ASPAS DISPUESTAS VERTICALMENTE EN SU EXTREMO LIBRE. LA ESTRUCTURA ERA LIGERA, DE MADERA, GIRATORIA ALREDEDOR DEL EJE MAESTRO O PRINCIPAL, ACCIONADO POR EL EJE MOTOR-ASPAS PARA ORIENTARLOS Y APROVECHAR ASÍ LA FUERZA DEL VIENTO, CUALQUIERA QUE FUESE LA DIRECCIÓN DE ÉSTE.

POSTERIORMENTE SE SUBSTITUYÓ LA ESTRUCTURA DE MADERA POR OTRA DE MAMPOSTERÍA FIJA Y ESTABLECIÓ EN DONDE SE ALOJABA EL MECANISMO QUE TRANSFORMABA EL MOVIMIENTO HORIZONTAL EN VERTICAL MEDIANTE UNA FUENTE LINTERNA Y RUEDA DENTADA. ÉSTA, FIJADA AL EJE VERTICAL QUE ARRASTRABA LA PIEDRA VOLANDERA DEL MOLINO O LAS PALANCAS QUE ACCIONABAN LAS BOMBAS FLEVADORAS O DE ACHIQUE DEL AGUA.

LAS ASPAS ERAN EN UN PRINCIPIO PLANAS Y FIJAS; PARA APROVECHAR AL MÁXIMO EL VIENTO SE DISPUSIERÓN DE LOS VIENTOS DOMINANTES EN LA REGIÓN. EL TRABAJO ERA PUES, INTERMITENTE; POCO A POCO SE FUE MEJORANDO LA TÉCNICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE ÉSTAS MÁQUINAS. LA PRIMERA INNOVACIÓN FUE EL CASQUETE TERMINAL DEL MOLINO, CASQUETE MÓVIL, EL CUAL, EMPUJADO POR LA FUERZA RESULTANTE DEL PESO DE LAS ASPAS, DE LA FUERZA DEL AJRE Y DE LA DIRECCIÓN DE ÉSTE, GIRABA Y SE ---

Se introducen innovaciones al molino de viento.

ORIENTABA HASTA OFRECERLE LA SUPERFICIE DE MÁXIMO -  
RENDIMIENTO.

NUEVAS IDEAS APORTADAS POR EL FAMOSO LEONARDO DA --  
VINCI - LA MENTE MÁS PODEROSA DE LA EDAD MEDIA, SE-  
GÚN EL SENTIR DE UN GRAN NÚMERO DE AUTORES - MEJORA  
RON LA TÉCNICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MOLINOS DE  
VIENTO SOBRE TODO EN LO QUE A SU PARTE MECÁNICA SE  
REFIERE, MEJORAS QUE CONSIGUIERON ELEVAR NOTABLEMEN  
TE EL RENDIMIENTO DE LA MÁQUINA, EMPLEADA Y CONSIDE  
RADA DURANTE MUCHO TIEMPO COMO LA MÁS APTA PARA LA  
MOLIENDA DE LOS CEREALES, EL CERNIDO DE LAS HARINAS  
Y OTROS MENESTERES.

EN HOLANDA SE ACOPLÓ AL EJE VERTICAL DE LOS MOLINOS  
DE VIENTO UNA RUEDA LIGERA Y VERTICAL PROVISTA DE -  
CADENA DE CANGILONES, DESTINADA A LA ELEVACIÓN Y --  
AGOTAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA Y PROCEDENTE DE LAS  
FILTRACIONES, TAN ABUNDANTES SIEMPRE EN EL SUELO DE  
AQUEL PAÍS. AÚN HOY FUNCIONAN ALLÍ MOLINOS DE VIENT  
TO DE LA ÚLTIMA ÉPOCA ANTERIOR A LA INTRODUCCIÓN Y  
EMPLEO DE LAS BOMBAS ACCIONADAS POR MOTORES ELÉCTRI  
COS, Y SU RENDIMIENTO NO ES DESPRECIABLE, NO OBSTAN  
TE ESTAR CONSTRUIDOS TOTALMENTE DE MADERA,

Aportación de ideas por  
Leonardo Da Vinci mejo-  
raron la técnica.

PERO, COMO ES NATURAL, LA TÉCNICA INTRODUJO NUEVAS MEJORAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESTAS MÁQUINAS; LAS PALAS PLANAS FUERON SUBSTITUIDAS POR OTRAS CURVAS QUE APROVECHAN MEJOR LA FUERZA DEL VIENTO, LA RUEDA DE ASPAS FUE PROVISTA DE UNA VELETA ORIENTADORA, CON EL FIN DE COLOCAR LAS ASPAS DE TAL MANERA QUE RECOGIESE LA FUERZA DEL AIRE CUALQUIERA QUE FUESE LA DIRECCIÓN EN QUE ÉSTE SOPLASE. ESTA INNOVACIÓN ERA PRECISA EN UN PAÍS COMO HOLANDA EN EL QUE LA NECESIDAD MÁS PERENTORIA ERA, Y ES TODAVÍA, ELIMINAR EL EXCESO DE AGUA DE SU SUELO, SIEMPRE AMENAZANDO DE INUNDACIONES, QUE REQUIERE EL FUNCIONAMIENTO CONSTANTE DE LAS NORIAS Y BOMBAS DE DRENAJE.

PERO EN OTRAS REGIONES, EN LAS CUALES EL MOLINO DE VIENTO SE UTILIZABA PRINCIPALMENTE PARA LA MOLIENDA DEL TRIGO Y OTROS CEREALES Y MATERIAS, HUBO NECESIDAD DE BUSCAR UN MECANISMO QUE OBLIGASE A LA VELETA ORIENTADORA A PLEGARSE SOBRE LA RUEDA PORTA-ASPAS CUANDO EL MOLINO NO DEBÍA FUNCIONAR O BIÉN CUANDO LA VIOLENCIA DEL VIENTO FUERA TAL QUE PUDIERA AMENAZAR NO SÓLO LA INTEGRIDAD DEL MECANISMO, SINO, INCLUSO, LA INTEGRIDAD DE LA ESTRUCTURA DEL MOLINO CUANDO ÉSTA MÓVIL, DESCANSA TOTAL Y EXCLUSIVAMENTE SOBRE UN PIVOTE,

Los molinos de viento sacan el agua del suelo de Holanda.

OTRA INNOVACIÓN Y MEJORA APORTADA POR LA TÉCNICA -- FUE DISPONER EL EJE DE GIRO DE LA RUEDA PORTADORA -- DE LAS ASPAS CON UNA INCLINACIÓN DE  $10^{\circ}$  RESPECTO A -- LA HORIZONTAL, CON EL FIN DE SEPARAR LAS ASPAS DEL CUERPO DEL MOLINO.

PERO NO FUERON SOLAMENTE ESTAS INNOVACIONES LAS QUE INTRODUIJO LA TÉCNICA EN LOS ANTIGUOS MOLINOS HOLANDESES; CON EL FIN DE AMINORAR LA ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS ASPAS, SE SUBSTITUYERON LOS LIENZOS QUE A MODO DE VELAS LAS RECUBRÍAN, POR TABLILLAS SEMEJANTES A LAS QUE FORMAN LAS PERSIANAS, TABLILLAS QUE ACCIONABAN TIRANDO DE UNA CUERDA, DE MODO QUE AQUELLAS SE PEGLABAN Y COLOCABAN EN LA DIRECCIÓN DEL -- VIENTO OFRECIENDO A ÉSTE LA MÍNIMA SUPERFICIE DE -- CHOQUE.

HASTA FINES DEL SIGLO XVIII SE CONSERVARON CASI INVARIABLES LA DISPOSICIÓN Y TIPO DEL MOLINO DE VIENTO LLAMADO HOLANDÉS; PERO CON LOS AVANCES LOGRADOS A PRINCIPIOS DEL SIGLO PASADO EN LA ELABORACIÓN DEL ACERO Y EN LA CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS, SE INTRODUIJERON NUEVAS MEJORAS EN EL MONTAJE Y FUNCIONAMIENTO DE AQUÉL; EL EJE MOTOR Y SUS APOYOS, HASTA ENTONCES DE MADERA DURA, FUERON SUBSTITUIDOS

Nuevas mejoras en el molino de viento.

POR OTROS DE HIERRO Y POSTERIORMENTE DE ACERO, ALEJANDO ASÍ EL PELIGRO DE INCENDIO CUANDO EL MOLINO ESTABA SOMETIDO A FUERTE CARGA Y LARGAS HORAS DE TRABAJO. SE MEJORARON LOS FRENOS Y LAS TRANSMISIONES, Y A LAS LINTERNAS DE MADERA SUCEDIERON LAS DE HIERRO, PRIMERO Y, MÁS TARDE, LOS PIÑONES Y RUEDAS CON DIENTES RECTOS DE ACERO. SE MEJORÓ ASÍ, EL RENDIMIENTO DE UNA MÁQUINA QUE, AUNQUE TOCA, HA PERDURADO VARIOS SIGLOS Y RINDIÓ SERVICIOS PRECIOSOS Y DIVERSAS ACTIVIDADES: MOLIENDA, ELEVACIÓN DE AGUAS, ACCIONAMIENTO DE FUELLES PARA ALIMENTAR LAS TOBERAS DE FRAGUAS Y ALTOS HORNOS PRIMITIVOS, ETC.

### V.3.3 EL MODERNO MOLINO DE VIENTO.

LA TÉCNICA MODIFICÓ Y MEJORÓ EL MOLINO DE VIENTO; HA ALIGERADO SU ESTRUCTURA, SUSTITUIDO LAS GRUESAS PIEZAS DE MADERA POR FINAS BARRAS DE ACERO, LAS ANTIGUAS BOMBAS DE ACHIQUE POR OTRAS DE TIPO MÁS MODERNO Y SUPERIOR RENDIMIENTO; A LAS PESADAS ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA O DE MADERA SUCEDIERON, PRIMERO, LAS TORRES CILÍNDRICAS DE LADRILLOS Y LUEGO, LAS ESBELTAS ESTRUCTURAS DE ACERO CUANDO CAMBIÓ LA FINALIDAD DEL MOLINO. ÉSTE YA NO SE DESTINA A LA MOLIENDA DE GRANOS, SINO A LA ELEVACIÓN DE AGUAS; SU FUNCIONAMIENTO SE HA HECHO CASI AUTOMÁTICO (ORIENTA

ción finaliza el molinillo de viento.

CIÓN, FRENADO, ARRANQUE Y PARO). ÉSTOS ESBELTOS MOLINOS DE CELOSÍA DE ACERO SON HOY ELEMENTOS DECORATIVOS EN EL PAISAJE DE DETERMINADAS ZONAS COMO EN LAS PAMPAS INFINITAS DE LA AMÉRICA MERIDIONAL, EN AUSTRALIA, EN AFRICA DEL SUR Y EN OTRAS REGIONES.

CON EL FIN DE AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE ESTOS APARATOS, SE SUBSTITUYE EN ALGUNOS CASOS LA TÍPICA RUEDA DE ASPAS POR TURBINAS DE EJE VERTICAL Y PROVIS-  
TAS DE NUMEROSOS ÁLABES GIRABLES, MOVIBLES ALREDEDOR DE SUS EJES RESPECTIVOS, CON EL FIN DE TRANSFORMAR LA TURBINA EN CILINDROS DE SUPERFICIE CONTINUA Y DESLIZANTE CUANDO EL VIENTO ALCANZA GRANDES VELOCIDADES O CUANDO NO SEA PRECISO SU FUNCIONAMIENTO.

ÉSTAS TURBINAS DE AIRE EXIGEN APOYOS MÁS ROBUSTOS QUE LOS MOLINOS DE VIENTO CORRIENTE. SU EJE DE ROTACIÓN VA ACOPLADO A UNA CAJA DE CAMBIO DE MARCHA GRACIAS A LA CUAL PUEDEN ACCIONAR BOMBAS DE PISTÓN DE GRAN RENDIMIENTO Y MARCHA LENTA, O BIÉN DIGAMOS CON EL FIN DE PRODUCIR ELECTRICIDAD PARA EL CONSUMO DE LA VIVIENDA.

Las turbinas dan mayor rendimiento a los molinos.

#### V.3.4 DOS FACTORES SE CONJUGAN EN EL MOLINO DE VIENTO.

ELEGIDO UN TIPO DE MOTOR EOLIANO, EL PRIMER PROBLEMA QUE SE NOS PRESENTA ES LA ELECCIÓN DEL TIPO DE RUEDA, ¿ CUÁNTAS PALETAS DEBERÁ TENER ÉSTA ? SOLUCIÓN: DEPENDE DE LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN QUE SE HA YA ELEGIDO, PUES ES EVIDENTE QUE PARA OBTENER UNA CIERTA POTENCIA SE PRECISARÁ MENOS PALETAS SI LA RUEDA GIRA DE PRISA QUE SI GIRA LENTAMENTE.

POR LO COMÚN LA RUEDA MODERNA SE EQUIPA CON DOS O TRES PALAS; LA PRIMERA SOLUCIÓN, DOS PALAS, ES MÁS ECONÓMICA; LA SEGUNDA SOLUCIÓN, RUEDA CON TRES PALAS, ES MECÁNICAMENTE MÁS PERFECTA. GENERALMENTE LAS RUEDAS EOLIANAS MODERNAS SE DESTINAN A ACCIONAR GENERADORES ELÉCTRICOS, Y ÉSTOS HAN DE GIRAR A GRAN VELOCIDAD, A UNAS 3.000 REVOLUCIONES POR SEGUNDO, ESTO ES, 50 PERÍODOS POR 60 SEGUNDOS; PERO ESTA VELOCIDAD ES PROHIBITIVA EN LOS MOLINOS DE VIENTO POR LO QUE SE RECURRE A TRENES DE ENGRANAJE, LOS CUALES MULTIPLICAN LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN TRANSMISIBLE AL GENERADOR; SOLUCIÓN IMPERFECTA MECÁNICAMENTE, PUES EL TREN MULTIPLICADOR ABSORBE PARTE DE LA POTENCIA QUE TRANSMITE DEBIDO AL ROZAMIENTO.

Los tipos destinados  
a los generadores  
eléctricos.

PERO COMO UN ROTOR EOLIANO DE VELOCIDAD DE GIRO MUY ELEVADA RESULTA SIEMPRE MUY COSTOSO, ES CASI OBLIGADO EL EMPLEO DE UN TREN DE ENGRANAJES MULTIPLICADOR, ACCIONADO POR UNA RUEDA DE VELOCIDAD ESPECÍFICA  $V$  - TAL, QUE LA RELACIÓN  $\frac{u}{V}$  ( $u$ , VELOCIDAD ESPECÍFICA DEL EXTREMO DE LA PALA Y  $V$ , VELOCIDAD DEL VIENTO), ALCANCE EL VALOR 10, ES DECIR, QUE SEA  $u = 10 V$ .

SOLAMENTE EN EL CASO DE QUE LA RUEDA EOLIANA SE DESTINE A LA ELEVACIÓN DE AGUA, SU VELOCIDAD ESPECÍFICA DEBERÁ SER REDUCIDA.

LA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN DE RUEDAS DE PALETAS ACCIONADAS, POR AGUA O POR AIRE HA AVANZADO TANTO, QUE EL PERFIL DE LAS PALAS PERMITE OBTENER EL MÁXIMO RENDIMIENTO, Y GRACIAS A NUEVAS CONCEPCIONES CIENTÍFICAS SE LOGRA MULTIPLICAR ESTE RENDIMIENTO.

BUSCANDO SIEMPRE UNA MAYOR ECONOMÍA, SENCILLEZ Y RENDIMIENTO DE LAS MÁQUINAS, LA TÉCNICA HA INTRODUCIDO NOVEDADES CONTINUAS EN LOS MOLINOS DE VIENTO; LAS TORRES DE ACERO, DE ELEVADO COSTO, SE HAN SUSTITUIDO POR POSTES TUBULARES DE LA MISMA MATERIA; EL, RELATIVAMENTE, COMPLICADO MECANISMO DE TRANSMISIÓN DE LA ENERGÍA, RUEDAS Y PIÑONES DENTADOS, POR

En busca de economía, sencillez y rendimiento en los molinos de viento.

UN SENCILLO SISTEMA MULTIPLICADOR DE VELOCIDAD, Y LA PESADA RUEDA DE PALETAS, POR UNA LIGERA Y ESBELTA HÉLICE METÁLICA DE DOS PALAS QUE ACCIONA MEDIANTE EL SISTEMA MULTIPLICADOR, O BIEN DIRECTAMENTE -- POR UN PEQUEÑO DÍNAMO. ORIENTABLE POR SÍ MISMO, EL MOLINO DE VIENTO A HÉLICE ES LA REPRESENTACIÓN MÁS SIMPLE Y ELEGANTE DE LA TÉCNICA DEL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA CINÉTICA DEL AIRE. TODOS SUS ÓRGANOS MÓVILES GIRAN SOBRE COJINETES DE BOLAS O RODILLOS -- DE ENGRASE AUTOMÁTICO Y COMPLETAMENTE ESTANCOS AL AGUA Y AL POLVO.

LA MAYOR PARTE DE LAS MEJORAS INTRODUCIDAS EN LOS MODERNOS MOLINOS DE VIENTO FUERON DEBIDAS A LOS INGENIEROS LA COUR (FRANCÉS) Y HONNEF (ALEMÁN). EL PRIMERO, REQUERIDO POR EL GOBIERNO DANÉS, A PRINCIPIOS DEL SIGLO ACTUAL, PARA QUE BUSCASE EL TIPO DE MOLINO EÓLICO DE MAYOR RENDIMIENTO Y, AL MISMO TIEMPO, ESTABLECER LOS PRINCIPIOS EN QUE DEBÍAN FUNDAMENTARSE LA CONSTRUCCIÓN DE TALES APARATOS, LLEVÓ A CABO NUMEROSOS TRABAJOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE ÅSKO, SITA EN LA PEQUEÑA ISLA DE ESTE NOMBRE. LA COUR MODIFICÓ PROFUNDAMENTE LA ESTRUCTURA Y PERFIL DE LAS ASPAS DEL MOLINO DE VIENTO HOLANDÉS, DE TAL MODO QUE PERMITE LA SALIDA FÁCIL DE LOS FILETES DEL

Las mejoras introducidas en los modernos molinos de viento fueron debidas a los ingenieros La Cour y Honnef.

AIRE CUANDO ÉSTE CHOCA CON AQUÉLLAS, EJERCIENDO ASÍ, SOBRE ELLOS, UNA PRESIÓN CONTINUADA Y CONSTANTE, -- DESLIZÁNDOSE SUAVEMENTE SOBRE LAS ASPAS, SIN PROVOCAR LA FORMACIÓN DE REMOLINOS QUE FRENAN, AL CHOCAR CON ELLA, A LA PALA SIGUIENTE. PARA LA ORIENTACIÓN AUTOMÁTICA DE SU MOLINO, LA COUR ACOPLÓ A ÉSTE DOS MOLINETES DE ASPAS, DISPUESTOS DE TAL MODO QUE EL PLANO EN QUE CADA UNO DE ELLOS SE MUEVE ES PERPENDICULAR AL PLANO DE LA RUEDA DEL MOLINO; CUANDO ESTA RUEDA ESTÁ DE CARA AL VIENTO, LOS MOLINETES ESTARÁN DE CANTO A ÉL, Y COMO OFRECEN MUY Poca RESISTENCIA AL AIRE, PERMANECERÁN QUIETOS, NO GIRARÁN, PERO --- CUANDO AQUÉL CAMBIA DE DIRECCIÓN, LOS MOLINETES RECIBEN EL VIENTO DE FRENTE Y COMIENZAN A GIRAR; LOS TORNILLOS SIN FIN EN QUE TERMINAN SUS EJES DE GIRO ENGRANAN CON PIÑONES DENTADOS, QUE LO HACEN A SU -- VEZ CON LA CORONA EXTERIOR DE LA PLATAFORMA ROTATORIA QUE SOPORTA LA RUEDA PORTA-ASPAS; LA PLATAFORMA GIRA Y PRESENTA AL VIENTO LAS ASPAS DE LA RUEDA --- GRANDE DEL MOLINO. TODO EL SISTEMA POSEE LA SUFI--- CIENTE ROBUSTEZ PARA ASEGURAR EL FUNCIONAMIENTO DEL APARATO. EN EL MOLINO DE LA COUR, UN MECANISMO SENCILLO Y DEPENDIENTE DE LA VELOCIDAD DEL AIRE HACE - GIRAR LAS ALAS SOBRE SÍ MISMAS ALREDEDOR DE SUS --- EJES Y REDUCE LA SUPERFICIE ACTIVA DE ELLAS CUANDO

LA VELOCIDAD DEL VIENTO CRECE, LOGRÁNDOSE ASÍ LA --  
 MARCHA UNIFORME DEL MOLINO. CADA MOLINO LLEVA ACO--  
 PLADA DIRECTAMENTE UNA DÍNAMO CON LA CUAL SE CARGA  
 UNA BATERÍA DE ACUMULADORES. ESTE TIPO DE MOLINOS -  
 SE DIFUNDIÓ, PRIMERO, POR DINAMARCA, Y DE ALLÍ PASÓ  
 A OTROS PAÍSES DEL NORTE DE EUROPA.

EL INGENIERO ALEMÁN HONNEF ESTUDIÓ LA UTILIZACIÓN -  
 DE LA ENERGÍA DEL VIENTO EN GRAN ESCALA Y SACÓ DE -  
 SUS EXPERIMENTOS LA CONCLUSIÓN DE QUE EN LAS CAPAS  
 ELEVADAS DE LA ATMÓSFERA EL VIENTO ADQUIERE UNA VE-  
 LOCIDAD DE TRASLACIÓN MAYOR QUE EN LA SUPERFICIE --  
 DEL SUELO, Y PROPUGNÓ LA INSTALACIÓN DE GIGANTESCAS  
 TURBINAS EÓLICAS DE EJE VERTICAL U HORIZONTAL Y DE  
 HASTA 150 METROS DE DIÁMETRO EN EL VÉRTICE DE ----  
 TORRES DE ACERO DE GRAN ALTURA. ÉSTAS TURBINAS SE--  
 RÍAN CAPACES DE DESARROLLAR 20.000 O MÁS KILOVATIOS  
 Y PRODUCIR MILLONES DE KILOVATIOS-HORA DE ELECTRICI  
 DAD CON VIENTOS DE 10-12 METROS DE VELOCIDAD.

EL MOLINO DE VIENTO MÁS GRANDE CONSTRUIDO HASTA ---  
 AHORA, FUNCIONA EN UNA PEQUEÑA LOCALIDAD DEL ESTADO  
 DE VERMONT, ESTADOS UNIDOS; TIENE 52 METROS DE ALTO;  
 LAS PALAS 20 METROS DE LARGO Y 4 DE ANCHO Y SÓLO EN  
 NÚMERO DE DOS, FORMANDO EN CONJUNTO UNA HÉLICE DE -

Estadísticas de la utilización de la energía del viento.

40 METROS DE DIÁMETRO, CON VIENTO DE VELOCIDAD MEDIA (13 M/S), LA VELOCIDAD PERIFÉRICA ES DE 80 M/S Y 29 EL NÚMERO DE GIROS POR MINUTO. LA POTENCIA DESARROLLADA ES SUFICIENTE PARA HACER FUNCIONAR UN ALTERNADOR DE 2,300 VOLTIOS; PERO LAS VARIACIONES DE LA INTENSIDAD DEL AIRE ES, COMO SIEMPRE, UN GRAN INCONVENIENTE PARA SU UTILIZACIÓN COMO FUENTE CONTINUA DE ENERGÍA.

ESTE INCONVENIENTE, SIN EMBARGO HA SIDO, EN PARTE, ELIMINADO CON LA NUEVA TÉCNICA INTRODUCIDA POR LOS RUSOS Y QUE CONSISTE EN MONTAR VARIOS ACUMULADORES EN SERIE CON LA DÍNAMO GENERATRIZ DE LA CORRIENTE; SI EL VIENTO ES VIOLENTO PARTE DE LA ELECTRICIDAD PRODUCIDA POR LA DÍNAMO ES RECOGIDA POR LOS ACUMULADORES; CUANDO DISMINUYE EXCESIVAMENTE LA INTENSIDAD DEL VIENTO, LOS ACUMULADORES ENVÍAN CORRIENTE A LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN, DESCONECTÁNDOSE AUTOMÁTICAMENTE DEL CIRCUITO DE LA DÍNAMO GRACIAS A UN DISYUNTOR DE TENSIÓN MÍNIMA.

EN LAS ZONAS EN LAS CUALES ABUNDAN LOS MOLINOS DE VIENTO DEL ÚLTIMO TIPO RESEÑADO, SE PUEDEN MONTAR INTERCONEXIONES CON EL FIN DE COMPENSAR LAS IRREGULARIDADES DEL VIENTO; TODAS LAS AEROMOTRICES ENVÍAN

ASÍ SU CORRIENTE A UNA CENTRAL, QUE LAS ACUMULA Y -  
TRANSFORMA, POR EJEMPLO, EN CORRIENTE TRIFÁSICA DE  
TENSIÓN Y FRECUENCIA CONSTANTE.

DIFERENTES PAÍSES ESTUDIAN LA CONSTRUCCIÓN DE AERO-  
MOTRICES GIGANTES CAPACES DE PRODUCIR HASTA 10.000  
KILOVATIOS-HORA, ENLAZADAS A UNA ESTACIÓN CENTRAL -  
EN LA CUAL LA CORRIENTE ELÉCTRICA ALCANZARÍA UNA PO  
TENCIA SEMEJANTE A LA DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA  
DE TIPO MEDIANO.

NO OBSTANTE LA DURA COMPETENCIA QUE EL MOTOR ELÉC-  
TRICO Y EL DE EXPLOSIÓN HACEN AL MOLINO DE VIENTO,  
ÉSTE CONTINÚA SIENDO EL AUXILIAR IMPRESCINDIBLE DEL  
HOMBRE EN LAS ZONAS DISTANCIADAS Y AISLADAS, FALTAS  
DE OTRA FUENTE DE ENERGÍA. LA TÉCNICA TRABAJA INCE-  
SANTEMENTE EN SU MEJORA E IDEA NUEVAS FORMAS PARA -  
AUMENTAR SU RENDIMIENTO.

El molino de viento si  
que auxiliando al hom-  
bre en su desarrollo.

#### V.4 APLICACIONES PRACTICAS DEL APROVECHAMIENTO DEL VIENTO,

##### V.4.1 PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO,

EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS TRABAJA  
DESDE 1977 EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS -

PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA EÓLICA, CUENTAN CON UN AEROMOTOR DE VELAS, UNA AEROBOMBA TIPO SAVONIUS, UN AEROGENERADOR DE 200 WATTS TIPO SAVONIUS Y UN AEROGENERADOR DE 1,5 kW. EL PRIMERO CONSTA DE UN ROTOR DE 7,6 DE DIÁMETRO FORMADO POR SEIS VELAS DE NYLON SUJETAS A MÁSTILES DE ALUMINIO Y SE ORIENTA AL VIENTO POR MEDIO DE UNA COLA. ESTÁ MONTADO SOBRE UNA TORRE DE MÓDULOS OCTAÉDRICOS DE ACERO TUBULAR DE 12,8 M DE ALTURA, CON UNA PLATAFORMA PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TECHADO PARA PROTEGER EL EQUIPO EN SU BASE. OPERA CON VIENTOS HASTA DE 32 KM/HR. SUS VELAS PUEDEN PLEGARSE MANUALMENTE PARA RESISTIR VELOCIDADES MAYORES. LA POTENCIA SE TRANSMITE A LA BASE DE LA TORRE POR MEDIO DE UNA FLECHA CENTRAL. LOS COSTOS ESTIMADOS DEL EQUIPO SON DE 30,800 PESOS, SU POTENCIA, CON VIENTOS DE 32 KM/HR, ES DE 6,7 HP, APLICABLES TANTO PARA PROPORCIONAR ENERGÍA MECÁNICA COMO PARA BOMBEO DE AGUA.

LA AEROBOMBA TIPO SAVONIUS FUE DISEÑADA POR EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS (I.I.E.), PARA LOS ROTORES SE EMPLEAN TARBOS DE DESECHOS DE 200 LBS, MONTADOS EN CUATRO NIVELES SOBRE UNA ESTRUCTURA "H" DE POSTES DE CONCRETO DE 11 M. SU POTENCIA ESTIMADA ES DE 300-400 W CON VIENTOS DE 32 KM/HR.

El Instituto de Investigaciones Eléctricas trabaja en diseño y construcción de prototipos para el aprovechamiento de energía eólica.

EL AEROGENERADOR SAVONIUS CONSTA DE 3 HOJAS HECHAS CON LÁMINA DE ALUMINIO Y ESTÁ ACOPLADO A UN ALTERNADOR AUTOMOTRIZ SITUADO EN SU BASE. CON VIENTOS DE 32 KM/HR GENERA 200W A 12 VOLTS. DC.

EL AEROGENERADOR DE 1.5 KW SE BASA EN UN DISEÑO ORIGINAL DE JACK PARK. LAS ASPAS FUERON CONSTRUIDAS ARTESANALMENTE CON DURAL Y SE EMPLEARON TRES ALTERNADORES AUTOMOTRICES PARA EL SUBSISTEMA DE GENERACIÓN. COMO MATERIALES ALTERNATIVOS PARA LAS ASPAS SE PLANEA USAR ALUMINIO H14 Y ESPUMA DE POLIETILENO O FIBRA DE VIDRIO. LOS COSTOS ESTIMADOS PARA UN AEROGENERADOR DE DURAL CON CAPACIDAD PARA GENERAR 2 KW -- SON DE 56,000 PESOS. LA CONSTRUCCIÓN DE LOS EQUIPOS PUEDE HACERSE CASI POR COMPLETO EN TALLERES ARTESANALES COMUNES CON EXCEPCIÓN DEL ÚLTIMO QUE REQUIERE TALLERES ESPECIALIZADOS PARA EL TRABAJO DE TORNO Y SOLDURA.

ADEMÁS DEL ÁREA DE DESARROLLO DE EQUIPOS, EL PROYECTO DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS PARA APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA EÓLICA INCLUYE UN ÁREA METEOROLÓGICA DEDICADA A : RECOPIRAR A NIVEL NACIONAL LA INFORMACIÓN EXISTENTE SOBRE VELOCIDADES DE VIENTO A PARTIR DE DATOS REGISTRADOS POR OBSERVATO-

Diseño del Instituto de Investigaciones Eléctricas

RIOS DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL; DETERMINAR METODOLOGÍAS DE PROSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE SITIOS CON POTENCIAL EÓLICO; Y EVALUAR, CON PRECISIÓN, EL POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA ZONA DE "LA VENTOSA", OAXACA (DONDE SE PIENSA INSTALAR UNA RED ANEMOMÉTRICA EN 1980) Y DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE "EL GAVILLERO" EN HUICHAPAN, HIDALGO, QUE CUENTA CON TRES UNIDADES DE AEROGENERACIÓN DUNLITE DE 2kW.

EL PROYECTO XOCHICALLI, CASA ECOLÓGICA AUTOSUFICIENTE, TRABAJA EN ENERGÍAS EÓLICA DESDE 1976. SE DISEÑARON DOS AEROGENERADORES DE 1 Y 3 kW, UNO PARA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y OTRO PARA AUTOCONSTRUCCIÓN. EN ELLOS SE PRETENDE EMPLEAR PARTES USADAS DE BICICLETAS Y ALTERNADORES AUTOMOTRICES. TAMBIÉN SE DISEÑÓ Y ESTÁ POR TERMINARSE LA CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE AEROBOMBA PARA EL MEDIO RURAL, HECHO CON ASPAS-VELAS DE TELA Y COMPONENTES AUTOMOTRICES REUTILIZADOS.

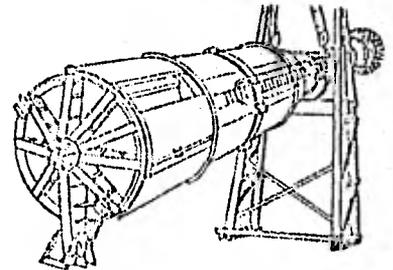
EL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM TRABAJA DESDE 1972 EN ESTE CAMPO PARTICULARMENTE EN EL DESARROLLO DE ROTORES DE EJE VERTICAL Y EN ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EÓLICA.

#### V.4.2 AEROMOTOR ASPIRANTE DE ANDREAU.

ENTRE LAS INNOVACIONES INTRODUCIDAS ES DIGNA DE SER MENCIONADA LA PUESTA EN PRÁCTICA POR EL INGENIERO FRANCÉS ANDREAU.

EL "AEROMOTOR" DE ANDREAU CONSISTE EN UN MOTOR DE TRES PALAS PERFILADAS CUYO DIÁMETRO ES DE 24 METROS Y CUYA VELOCIDAD DE ROTACIÓN ES DE 47 REVOLUCIONES POR MINUTO; ESTE ROTOR ESTÁ MONTADO EN EL VÉRTICE DE UN TRÍPODE DE ACERO A 30 METROS DE ALTURA SOBRE EL SUELO. LAS PALAS ESTÁN FIJADAS RÍGIDAMENTE AL CUERPO DEL ROTOR, EL CUAL NO ESTÁ ENLAZADO MECÁNICAMENTE CON EL GENERADOR ELÉCTRICO. ¿ COMO, PUES, FUNCIONA ÉSTE ? HE AHÍ LA NOVEDAD TÉCNICA. TANTO LAS PALAS COMO EL EJE DE GIRO SON HUECOS, PERO AQUELLAS ESTÁN PROVISTAS DE VENTANILLAS O RENDIJAS EN SU EXTREMO. CUANDO POR LA ACCIÓN DEL AIRE GIRAN LAS PALAS, ÉSTAS CREAN UNA INTENSA ASPIRACIÓN DEBIDA A DOS CAUSAS: LA FUERZA CENTRÍFUGA (EXPULSIÓN POR LAS VENTANILLAS DEL AIRE CONTENIDO EN EL CUERPO DE LAS PALAS) Y EL VACÍO QUE SE PRODUCE SOBRE LA CARA DE LA PALA OPUESTA A LA SUPERFICIE DE LA MISMA SOBRE LA CUAL ACTÚA EL VIENTO (PRINCIPIO AERODINÁMICO DE LA SUSTENTACIÓN DEL ALA DEL AVIÓN). AMBAS ACCIONES SUMAN SUS EFECTOS: LA ASPIRACIÓN QUE SE PRODUCE SE

El "aeromotor" del ingeniero francés Andreau.



TRANSMITE A LA COLUMNA-SOPORTE DEL ROTOR, TAMBIÉN -  
 HUECA, Y ACCIONA UNA TURBINA DE AIRE SITUADA EN LA  
 BASE DE LA COLUMNA Y A LA QUE VA ACOPLADO DIRECTA--  
 MENTE EL GENERADOR ELÉCTRICO (DÍNAMO O ALTERNADOR),  
 QUE PUEDE ALCANZAR CON FACILIDAD MÁS DE 1.000 REVO--  
 LUCIONES POR MÍNUTO CON VIENTO FLOJO; PARA LO CUAL  
 BASTA DAR MAYOR O MENOR ENTRADA AL AIRE POR LA BASE  
 DE LA COLUMNA-SOPORTE MEDIANTE EL JUEGO SEMIAUTOMÁ--  
 TICO DE UNAS COMPUERTAS.

EL RENDIMIENTO DEL "AEROMOTOR" DE ANDREAU ES RELATI--  
 VAMENTE BAJO, PERO LA ELIMINACIÓN DEL TREN DE ENGRA--  
 NAJES DA AL CONJUNTO UNA GRAN ELASTICIDAD. ALGUNOS  
 AEROMOTORES DE ESTE TIPO FUNCIONAN CON ÉXITO EN ---  
 FRANCIA (EN NOGENT-LE-ROI), EN ARGELIA (CERCA DE LA  
 CIUDAD DE ARGEL, EN LA MESETA DEL DELY IBRAHIM, EN  
 LA CUAL SOPLA EL VIENTO CONSTANTEMENTE), EN ALGUNOS  
 LUGARES DE INGLATERRA Y EN DIVERSOS PAÍSES DE LA AN--  
 TIGUA ÁFRICA FRANCESA, EN LOS CUALES LA INTERRUP--  
 CIÓN DEL SUMINISTRO DE CORRIENTE ELÉCTRICA NO CONS--  
 TITUYE UN PROBLEMA GRAVE Y LAS PÉRDIDAS DE HORAS DE  
 TRABAJO NO TIENEN IMPORTANCIA EXAGERADA.

EL TIPO DE MOLINO DE VIENTO ÚLTIMAMENTE DESCRITO HA  
 MERECIDO LA ATENCIÓN DE DIFERENTES COMISIONES OFI--

El rendimiento del "aeromotor" de Andreau.

CIALES DE LA GRAN BRETAÑA Y LOS ESTADOS UNIDOS, DEBIDO A SU ELEVADO RENDIMIENTO.

#### V.4.3 EL EFECTO MAGNUS Y EL ROTOR DE FLEITNER.

HACE YA MUCHOS AÑOS QUE LOS FÍSICOS CONOCÍAN UN FENÓMENO MUY CURIOSO, DESCUBIERTO Y ESTUDIADO POR EL FÍSICO ALEMÁN MAGNUS.

HE AQUÍ EN QUÉ CONSISTE: SI SE HACE GIRAR UN CILINDRO CON CIERTA VELOCIDAD EN EL SENO DE UNA CORRIENTE DE AIRE, SE COMPONEN LAS VELOCIDADES DEL CILINDRO Y DEL VIENTO Y SE ORIGINA UNA DISMINUCIÓN DE PRESIÓN EN EL LADO DEL CILINDRO DONDE AMBOS MOVIMIENTOS DE GIRO, DEL CILINDRO Y AVANCE DEL AIRE, TIENEN EL MISMO SENTIDO Y UN AUMENTO DE PRESIÓN EN EL LADO OPUESTO DEL CILINDRO, RESULTANDO ASÍ UN EMPUJE SOBRE ÉSTE MÁS O MENOS INCLINADO RESPECTO AL VIENTO Y PROPORCIONAL A LA VELOCIDAD DE GIRO.

A CONSECUENCIA DE ESTA DESIGUALDAD DE PRESIÓN, EL CILINDRO GIRATORIO TIENDE A TRASLADARSE PARALELAMENTE A SÍ MISMO Y EN DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL SENTIDO EN QUE AVANZA LA CORRIENTE DE AIRE,

ÉSTE FENÓMENO Y PRINCIPIO NO RECIBIÓ APLICACIÓN ---

PRÁCTICA ALGUNA DURANTE MUCHOS AÑOS, HASTA QUE EL -  
INGENIERO ALEMÁN A. FLETTNER, ESPECIALIZADO EN LOS  
PROBLEMAS DE LA AERODINÁMICA E INVENTOR DEL ALERÓN  
DE SU NOMBRE PARA AVIONES, TRATÓ DE APROVECHAR ESTA  
FUERZA PARA IMPULSAR LOS BUQUES E IDEÓ PARA ELLO EL  
ROTOR QUE LLEVA SU NOMBRE.

EL ROTOR DE FLETTNER CONSISTE EN UN CILINDRO METÁLI  
CO DE GRAN ALTURA Y DIÁMETRO DISPUESTO VERTICALMEN-  
TE, CUYA BASE SUPERIOR SE APOYA Y DESCANSA SOBRE UN  
MÁSTIL METÁLICO; EL CILINDRO LLEVA EN SU BORDE INFE  
RIOR, INTERIOR O EXTERIORMENTE, UNA CORONA DENTADA,  
LA CUAL MEDIANTE UN MECANISMO APROPIADO - COMBINA--  
CIÓN DE PIÑONES Y RUEDAS DENTADAS -, SE ACOPLA A LA  
MÁQUINA QUE SE DESEA ACCIONAR (ÁRBOL O EJE DE LA HÉ  
LICE DE UN BARCO, ETC.). MEDIANTE UN MOTOR AUXILIAR  
SE IMPRIME AL ROTOR LA VELOCIDAD INICIAL INDISPENSA  
BLE PARA QUE SE PRODUZCA EL EFECTO MAGNUS, LO CUAL  
EXIGE MUY POCOS MINUTOS, DESACOPLANDO LUEGO EL MO--  
TOR TAN PRONTO COMO EL CILINDRO COMIENZA A GIRAR --  
POR SÍ MISMO. FLETTNER APLICÓ PRIMERO SU INVENTO A  
LA NAVEGACIÓN; EL PRIMER BUQUE IMPULSADO POR ROTO--  
FUE UN VIEJO VELERO, EN CUYA CUBIERTA MONIÓ AQUÉL -  
DOS GRANDES CILINDROS DE PLANCHA DE HIERRO DE 18 ME

En que consiste el  
rotor de Flettner.

METROS DE ALTURA POR 3 DE DIÁMETRO.

LAS PRIMERAS PRUEBAS DE SU INVENTO LAS REALIZÓ --- FLETNER EN 1924, EN EL PUERTO ALEMÁN DE KIEL, Y RESULTARON TAN SATISFACTORIAS QUE VARIOS ARMADORES -- ALEMANES ADAPTARON EL NUEVO SISTEMA DE PROPULSIÓN A VARIOS BUQUES MERCANTES HASTA DE 3.000 TONELADAS.

CONVIENE ADVERTIR QUE EL EMPUJE SOBRE LOS CILINDROS ES MÁXIMO CUANDO EL VIENTO SOPLA DE BABOR A ESTRI-- BOR, Y ENTONCES SE LOGRA QUE EL BUQUE MARCHE HACIA ADELANTE O HACIA ATRAS HACIENDO QUE LOS ROTORES GI-- REN EN UNO U OTRO SENTIDO, PERO SI EL VIENTO SOPLA DE POPA, Y MUCHO MÁS SI ES DE PROA, EL EFECTO MAG-- NUS ES INEFICAZ PARA LA PROPULSIÓN, Y EL BUQUE HA -- DE VALERSE DE SUS MOTORES AUXILIARES, IGUAL QUE LO HICIERON LOS PRIMEROS BUQUES DE IMPULSIÓN MIXTA -VE LA Y VAPOR- Y LO HACEN ACTUALMENTE LOS PEQUEÑOS VE-- LEROS DEDICADOS A LA NAVEGACIÓN DE CABOTAJE PROVIS-- TOS DE MOTOR AUXILIAR DE RESERVA.

LOS BUQUES ACCIONADOS CON ROTORES DESAPARECIERON -- PRONTO. LA FUERZA DE IMPULSIÓN DE LA VELA GEOMÉTRI-- CA, COMO SE DESIGNÓ A LOS ROTORES, ES, PARA DETERMI-- NADA VELOCIDAD DEL VIENTO, QUINCE VECES SUPERIOR AL

DE LAS VELAS DE IGUAL SUPERFICIE. PERO, AUN AVANTAJANDO A LAS ÚLTIMAS EN RENDIMIENTO, NO PUDO COMPETIR CON LA MÁQUINA DE VAPOR NI CON EL MOTOR DE EXPLOSIÓN Y CEDIÓ EL DOMINIO DEL MAR A LOS BUQUES PROPULSADOS CON ESTOS MÁS MODERNOS PRODUCTORES DE ENERGÍA.

NO TERMINAREMOS ESTA RESEÑA SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA EÓLICA SIN MENCIONAR EL PROYECTO DEL "CIVILIZADO" LE BLANC, EN 1798, EN PLENA REVOLUCIÓN FRANCESA, PARA ACCIONAR MECÁNICAMENTE LAS RUEDAS DE PALETAS DE GRANDES BARCOS PLANOS DESTINADOS A LA INVASIÓN DE INGLATERRA. CONSISTÍA EL PROYECTO EN MONTAR EN LAS CUBIERTAS DE AQUELLOS BARCOS GRANDES MOLINOS DE VIENTO DE PALAS HORIZONTALES Y EJES VERTICALES DISTRIBUIDOS CONVENIENTEMENTE. EL VIENTO PRESTABA LA ENERGÍA NECESARIA PARA MOVER LAS RUEDAS DE PALETAS.

#### V.5 PERSPECTIVAS PARA LAS FÓRMAS CENTRALES PRODUCTORAS DE ENERGÍA EÓLICA.

LA ENERGÍA DEL VIENTO ES GENERALMENTE CONVERTIDA EN ENERGÍA MECÁNICA O ELÉCTRICA MEDIANTE SISTEMAS DE MOLINO DE VIENTO, EN LA ACTUALIDAD, EN TODOS LOS

Energía del viento convertida en energía mecánica o eléctrica mediante sistemas de molino de viento.

PAÍSES, LA INCIDENCIA DE LA ENERGÍA EÓLICA EN EL -- PRESUPUESTO DE ENERGÍA NACIONAL ES INSIGNIFICANTE. HAY SOLAMENTE ALGUNAS PEQUEÑAS INSTALACIONES PARA EL BOMBEO DE AGUA EN PRADERAS Y PARA USO DOMÉSTICO EN LUGARES MUY APARTADOS. 150 000 MÁQUINAS DE ESTE TIPO ESTABAN TODAVÍA FUNCIONANDO EN ESTADOS UNIDOS EN 1975. EN ALGUNOS PAÍSES, LOS GUARDACOSTAS UTILIZAN "MOLINOS DE VIENTO" PARA ALIMENTAR EL FARO, SU SALIDA DA 130 WATT A UNA VELOCIDAD DE 7 METROS POR SEGUNDO, CORRESPONDIENDO UNA VELOCIDAD DE ROTACIÓN DE 500 RPM. LA MÍNIMA VELOCIDAD ÚTIL ES DE 3 M/SEG. LA PRODUCCIÓN ANUAL ES DE 200 A 800 kWh, SEGÚN LAS CONDICIONES DEL VIENTO.

AÑOS ATRÁS, LA POTENCIA DEL VIENTO FUE MUY UTILIZADA. APARTE DE LA NAVEGACIÓN, LA POTENCIA DEL VIENTO SE UTILIZÓ EXTENSAMENTE EN ALGUNOS PAÍSES DE EUROPA. POR EJEMPLO, A FINALES DEL SIGLO XVIII, LOS HOLANDESES TENÍAN TRABAJANDO ALREDEDOR DE 20 000 MOLINOS DE VIENTO DE 20 kWh CADA UNO. HOY EN DÍA ESTA CANTIDAD DE ENERGÍA NO SE PODRÍA COMPARAR CON LA PRODUCCIÓN DE UNA CENTRAL DE VAPOR, PERO EN AQUEL TIEMPO ESTO REPRESENTÓ UNA CONSIDERABLE CANTIDAD DE ENERGÍA.

La potencia del viento muy utilizada.

MÁS TARDE, EN DINAMARCA, SE LOGRÓ UNA CAPACIDAD DE ENERGÍA DE 200 MW PRODUCIDA POR EL VIENTO Y QUE CONSIGUIÓ  $500 \times 10^6$  KWH POR AÑO (1910).

AUNQUE EL BAJO PRECIO DEL PETRÓLEO CONDUJO A UN COMPLETO ABANDONO DE TODOS LOS ESFUERZOS EN LOS AÑOS 60, UN NÚMERO ELEVADO DE PAÍSES ESTUVIERON MANTENIENDO UN TRABAJO EXPERIMENTAL PARA DESARROLLAR LA TÉCNICA DE LOS GENERADORES DE LA ENERGÍA EÓLICA: EN 1931, UN GENERADOR DE 100 kW ESTUVO FUNCIONANDO EN LA UNIÓN SOVIÉTICA Y ENTRE 1941 Y 1945, UNA UNIDAD DE 1.2 MW ESTUVO EN SERVICIO PERMANENTE EN EE.UU. EL ÚLTIMO EXPERIMENTO MÁS IMPORTANTE FUE EL DE UN MOLINO DE VIENTO DE 1 MW QUE FUNCIONÓ EN BEAUCE (FRANCIA) ENTRE 1958 Y 1962. EL ROTOR COMPRENDÍA 3 ASPAS Y TENÍA UN DIÁMETRO DE 30,3 METROS. EL SISTEMA FUE ABANDONADO CUANDO SE ROMPIÓ UNA ASPA DE LA HÉLICE.

LA EXPERIENCIA DEMUESTRA QUE EL DISEÑO DE GRANDES SISTEMAS DE MOLINO DE VIENTO ORIGINA GRAVES PROBLEMAS NO ENCONTRADOS EN INSTALACIONES PEQUEÑAS, DEBIDO AL RIESGO DE VIBRACIONES DE BAJA FRECUENCIA EN LAS ASPAS Y POSIBLES ESFUERZOS DE TORSIÓN EN LA ESTRUCTURA. EL RENDIMIENTO DE LA MAYORÍA DE ESTOS

Graves problemas originados por sistemas de molinos de viento.

GRANDES SISTEMAS FUE DEL 80% DEL MÁXIMO POSIBLE. SU RENDIMIENTO VIENE AUMENTANDO SI SE MONTAN DOS ASPAS IGUALES EN UN MISMO EJE, GIRANDO EN DIRECCIONES --- OPUESTAS (EL ASPA TRASERA FUNCIONA CON EL AIRE PROCEDENTE DE LA FRONTAL).

PROBABLEMENTE EL PROYECTO MÁS PROMETEDOR FUE EMPEZADO POR HONNEF, EN ALEMANIA, ANTES DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL. LA ALTURA DE LA TORRE, EN LA QUE HUBIERAN SIDO MONTADAS 5 RUEDAS, ERA DE 300 METROS. (LAS TORRES ALTAS TIENEN MAYORES VENTAJAS DEBIDO A QUE LA VELOCIDAD DEL VIENTO AUMENTA CON LA ALTURA). EL DIÁMETRO DE CADA RUEDA TENÍA QUE HABER SIDO DE 160 METROS. LAS RUEDAS FUERON DISEÑADAS PARA UNA VELOCIDAD DEL VIENTO DE 15 M/SEG. A VELOCIDADES MÁS ALTAS, UNA UNIDAD DE 3 RUEDAS RODARÍA EN POSICIÓN HORIZONTAL. SE SUPONÍA QUE UNA TORRE DE 3 RUEDAS PODÍA PRODUCIR 75 MW. MODELOS A PEQUEÑA ESCALA ESTUVIERON -- FUNCIONANDO CON ÉXITO Y RUEDAS DE 50 METROS DE DIÁMETRO HABÍAN SIDO CONSTRUIDOS CUANDO EN 1942 LA CENTRAL FUE DESTRUIDA DURANTE UNA INCURSIÓN AÉREA. ACTUALMENTE, LOS PROMOTORES DE ESTE PROYECTO AÚN SOSTIENEN QUE SE PODRÍAN PRODUCIR 120 MW POR 15 MILLONES DE DÓLARES A LOS PRECIOS DE 1973.

Proyecto prometedor en Alemania.

ELECTRICITÉ DE FRANCE (LA EMPRESA NACIONAL DE ENERGÍA FRANCESA) QUE TRABAJÓ CON UN MOLINO DE VIENTO - DE 1 MW HASTA 1962, HIZO UN ESTUDIO DEL COSTO DE LA ELECTRICIDAD GENERADA POR EL VIENTO Y LLEGÓ A LA -- CONCLUSIÓN DE QUE EL COSTO POR KILOWATT/HORA SERÍA 5 VECES MAYOR QUE LA ELECTRICIDAD CONVENCIONAL EN -- AQUELLOS DÍAS - PERIÓDO DE BAJO COSTO DEL PETRÓLEO.

HERONEMUS EN EE.UU HA PROPUESTO UN SISTEMA MÁS AMBI CIOSO. EL SUGIERE LA CONSTRUCCIÓN DE UN GRAN NÚMERO DE ESTACIONES, QUE CONSISTIRÍAN, AL IGUAL QUE EL DI SEÑO DE HONNEF, EN TORRES DE 113 METROS DE ALTURA, CON 3 RUEDAS CADA UNA DE 73 METROS DE DIÁMETRO. CA- DA ESTACIÓN PRODUCIRÍA APROXIMADAMENTE 2 MW. EL PRO YECTO CUESTA 900 000 DÓLARES POR ESTACIÓN. LA PRO- PUESTA REQUIERE 14 000 ESTACIONES SITUADAS EN LA -- PLATAFORMA CONTINENTAL, FUERA DE LA COSTA DE NUEVA INGLATERRA.

El Proyecto  
Heronemus.

NO TENEMOS NINGUNA EXPERIENCIA PRÁCTICA, DE AHÍ QUE SÓLO SE PUEDE ESPECULAR SOBRE EL POSIBLE RESULTADO DEL PROYECTO DE HERONEMUS, EL ÉXITO FUTURO DE TAL - SISTEMA VENDRÍA DELIMITADO POR LAS FUENTES POTENCIA LES DE VIENTO; PARA EE.UU, SE HA ESTIMADO UN POTEN- CIAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE  $1,5 \times 10^{12}$  kWh; EN ---

OTRAS PALABRAS; EL 80% DE LA DEMANDA ACTUAL.

VAMOS AHORA A DISCUTIR LA CUESTIÓN DE CUÁNTA ENERGÍA EÓLICA ES APROVECHABLE Y EN QUÉ MEDIDA ESTA ENERGÍA SE PUEDE CONVERTIR EN ENERGÍA MECÁNICA O ELÉCTRICA. LA ENERGÍA CINÉTICA  $E$  VIENE DADA POR:

$$E = 1/2 M v^2$$

EN DONDE  $v$  ES LA VELOCIDAD DEL VIENTO Y  $M$  LA MASA DEL AIRE QUE ATRAVIESA UNA ÁREA  $A$  BARRIDA POR LA ROTACIÓN DE LAS ASPAS DE UN GENERADOR TIPO MOLINO DE VIENTO.  $M$  PUEDE DEFINIRSE COMO:

$$M = A \times \rho \times v$$

SIENDO IGUAL A LA DENSIDAD DEL AIRE.

NO ES POSIBLE CONVERTIR TODA LA ENERGÍA ÚTIL DEL VIENTO EN OTRA FORMA DE ENERGÍA, YA QUE EL ROZAMIENTO REDUCIRÍA LA VELOCIDAD DEL VIENTO A TRAVÉS DEL GENERADOR A CERO, Y ASÍ PARARÍA LA MÁQUINA. BETZ SACÓ LA CONCLUSIÓN, A PARTIR DE CONSIDERACIONES TEÓRICAS, QUE LA PROPORCIÓN DE CONVERSIÓN MÁXIMA ES DE 16 DE LA ENERGÍA EÓLICA.

27

EN LA PRÁCTICA, LA ENERGÍA EÓLICA SE MIDE MEDIANTE APARATOS DEL TIPO MOLINOS DE VIENTO O ANEMÓMETROS.

LA ENERGÍA EÓLICA, P, ESTÁ RELACIONADA CON LA VELOCIDAD DEL VIENTO MEDIANTE ESTA FÓRMULA:

$$P = 0.37 \left( \frac{v}{10} \right)^3$$

P VIENE DADA EN  $\text{KH/M}^2$  DE ÁREA NORMAL A LA DIRECCIÓN DEL VIENTO Y V EN M/SEG.

ES IMPORTANTE ANOTAR QUE LA POTENCIA O ENERGÍA CONVERTIBLE ES PROPORCIONAL AL CUBO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO. ASÍ, SI LA VELOCIDAD DEL VIENTO DISMINUYE EN UN 20%, LA POTENCIA RESULTANTE QUEDARÁ REDUCIDA EN 50%. LA VELOCIDAD DEL VIENTO PUEDE VARIAR CONSIDERABLEMENTE DE UN DÍA A OTRO Y DE ESTACIÓN A ESTACIÓN. LAS VELOCIDADES DEL VIENTO TOMADAS DURANTE UN AÑO EN FARAMAN (FRANCIA) ESTÁN REPRESENTADAS GRÁFICAMENTE. EN ESTE CASO, LA ENERGÍA MEDIA DEL VIENTO ES DE  $15 \text{ kWh m}^{-2}$  POR DÍA. LA FIGURA MUESTRA TAMBIÉN LA CURVA DE DURACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO. ESTO INDICA EL NÚMERO DE DÍAS EN QUE LA ENERGÍA ESTÁ POR ENCIMA O POR DEBAJO DE UN DETERMINADO NIVEL. POR EJEMPLO, LA CURVA CRUZA EL NIVEL DE  $20 \text{ kWh m}^{-2}$  EN LA MITAD DEL 4º MES. ESTO SIGNIFICA QUE UNA ENERGÍA DIARIA DE  $20 \text{ kWh m}^{-2}$  O MÁS ES APROVECHABLE DURANTE 3-5 MESES DEL AÑO.

La energía eólica  
 en un canal de viento  
 es...

EL RENDIMIENTO DE UN GENERADOR DE VIENTO DEPENDE --  
 PRIMERO Y SOBRE TODO DEL DISEÑO DEL MOTOR DE VIENTO  
 Y DE LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN, Y VIENE EXPRESADO --  
 POR LA RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DEL EXTREMO DEL  
 ASPA Y LA VELOCIDAD DEL VIENTO. DE ALGUNOS DE LOS --  
 CORRESPONDIENTES DISEÑOS DE MÁQUINAS DE VIENTO PODE  
 MOS SACAR LA CONCLUSIÓN DE QUE UNA HÉLICE DE DOS AS  
 PAS PROPULSORAS DA POTENCIALMENTE UN MEJOR RESULTA  
 DO EN ESTE TIPO DE SISTEMAS. ESTO EXPLICA POR QUÉ --  
 TODOS LOS SISTEMAS A GRAN ESCALA CONSTRUIDOS AÑOS --  
 ATRÁS EMPLEARON MÁQUINAS DE DOS O TRES ASPAS: "

EN LA PRÁCTICA, ES IMPOSIBLE CONSTRUIR GENERADORES  
 ACCIONADOS POR EL VIENTO CAPACES DE TRABAJAR CON EL  
 MISMO RENDIMIENTO EN TODAS LAS VELOCIDADES DEL MIS  
 MO. EN PRIMER LUGAR, EXISTE UNA VELOCIDAD MÍNIMA --  
 DEL VIENTO POR DEBAJO DE LA CUAL NO ES POSIBLE GENE  
 RAR ENERGÍA YA QUE EXISTEN GRANDES PÉRDIDAS POR --  
 FRICCIÓN. ASÍ, POR ENCIMA DE UNA VELOCIDAD MÁXIMA --  
 DEL VIENTO, POR EJEMPLO LA VELOCIDAD PROMEDIO DEL --  
 VIENTO, LA ENERGÍA OBTENIDA SE MANTIENE CONSTANTE --  
 ESTABILIZANDO LA VELOCIDAD DEL ROTOR A FIN DE CONSE  
 GUIR UNA POTENCIA DE SALIDA CONSTANTE, POR EJEMPLO,  
 CUANDO LA VELOCIDAD DEL VIENTO EXCEDE A LA MÁXIMA --  
 SELECCIONADA POR EL DISEÑADOR, LAS ASPAS DEL ROTOR

Generadores trabajando  
 con el mismo rendimiento,  
 sin importar la ve  
 locidad del viento.

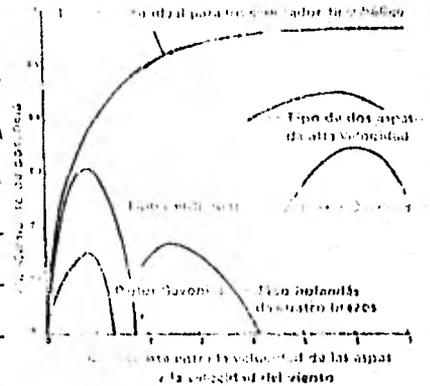
ESTÁN DOBLADAS SOBRE SUS EJES PARA REDUCIR EL ÁREA EFECTIVA DE EXPOSICIÓN AL VIENTO. EN RESUMEN, LA FRACCIÓN DE ENERGÍA OBTENIDA DISMINUYE SI LA VELOCIDAD DEL VIENTO AUMENTA MÁS QUE LA VELOCIDAD ESTABLECIDA. FINALMENTE, CERCA DE LOS  $30 \text{ m s}^{-1}$  EL ROTOR SE RECOGE PARA EVITAR DAÑOS EN LA MÁQUINA.

EL RENDIMIENTO TOTAL DE UN GENERADOR ACCIONADO POR EL VIENTO VIENE EN LA TABLA

ESQUEMA DE LOS RENDIMIENTOS DE UN GENERADOR ACCIONADO POR EL VIENTO.

	PORCENTAJE DEL TOTAL ÚTIL	PORCENTAJE DEL MÁXIMO CONVERTIBLE
ENERGÍA TOTAL EÓLICA	100%	
CONVERSIÓN MÁXIMA TEÓRICA	60%	100%
RENDIMIENTO DEL SISTEMA - (0,60) A LA VELOCIDAD DEL VIENTO ESTABLECIDA (RENDIMIENTO DEL ROTOR 0,75, -- RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE TRANSMISIÓN 0,80)	36%	60%
ENERGÍA INTEGRADA EN EL ESPECTRO TOTAL DE VELOCIDADES (RENDIMIENTO 0,08-- 0,2)	3-7%	5-12%

SOLAMENTE A VELOCIDADES MEDIAS DE VIENTO SE LOGRA UN RENDIMIENTO ÓPTIMO DEL SISTEMA Y LA ENERGÍA OBTENIDA SIGUE UNA LEY DE  $v^3$ . EL MARGEN ÓPTIMO DE TRABAJO DEPENDE DE LA MÁQUINA SELECCIONADA PARA DAR EL MEJOR RENDIMIENTO AL CABO DEL AÑO. EN NUESTRO EJEMPLO, ESTO SERÍA DE 10-14 M/SEG SIENDO  $11 \text{ m}^{-1}$  LA VELOCIDAD ESTABLECIDA, MANTENIDA TAMBIÉN A VELOCIDADES DE VIENTO MÁS ELEVADAS: SÓLO AQUÍ, DEPENDIENDO DEL GRADO DE SOFISTICACIÓN, PODRÍA TRANSFORMARSE POR MEDIO DEL ROTOR ENTRE UN 70 Y 85% DE LA ENERGÍA CONVERTIBLE DEL VIENTO EN ENERGÍA CINÉTICA. HASTA UN 20% DE ESTA ENERGÍA SE PERDERÍA EN LOS MECANISMOS DE TRANSMISIÓN, LOS CUALES UNEN EL EJE DEL ROTOR AL GENERADOR ELÉCTRICO. LA ENERGÍA DISPONIBLE PARA LA CONVERSIÓN EN TODAS LAS VELOCIDADES DEL VIENTO ESTÁ EN FUNCIÓN DE LA DURACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (HAY UNA SIMILITUD CON LAS CÉLULAS SOLARES, YA QUE EL RENDIMIENTO DE LAS MISMAS ESTÁ CONDICIONADO POR LAS LONGITUDES DE ONDA DE LA RADIACIÓN SOLAR. PARA VELOCIDADES EXPECTABLES EL RENDIMIENTO ESTÁ COMPRENDIDO ENTRE EL 8 Y EL 20%, HE AQUÍ QUE, EN CONJUNTO, EL RENDIMIENTO TOTAL DEL SISTEMA DE UN GENERADOR ACCIONADO POR EL VIENTO ES DEL 3-7%.



Funcionamiento conjunto de una máquina accionada por el viento.

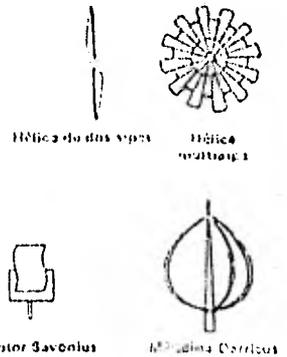
EN NUESTRO EJEMPLO, EL GENERADOR ESTARÍA EN FUNCIONAMIENTO POCO MÁS DE 10 DÍAS AL AÑO.

EN FARAMAN, CON SUS CONDICIONES PARTICULARMENTE FAVORABLES, SOLAMENTE EL 6% DE  $5500 \text{ kWh m}^{-2}$  POR AÑO PODRÍA SER CONVERTIDO, O SEA  $330 \text{ kWh m}^{-2}$ .

POR REGLA GENERAL, EL RENDIMIENTO DE CONVERSIÓN EN UN LUGAR DADO DEPENDE DE LO QUE SE PODRÍA LLAMAR CALIDAD DEL VIENTO: UN VIENTO ESTABLE ES EL CASO IDEAL, NUNCA HALLADO EN LA PRÁCTICA, MIENTRAS QUE UN VIENTO DE VELOCIDADES VARIADAS ES MUY DIFÍCIL DE TRANSFORMAR. EN FRANCIA, POR EJEMPLO, LA COSTA ATLÁNTICA TIENE UN POTENCIAL MEJOR QUE LA COSTA MEDITERRÁNEA, A PESAR DEL HECHO DE QUE LOS TOTALES ANUALES DE LA ENERGÍA DEL VIENTO CONVERTIBLE SON COMPARABLES; EL FUERTE E IRREGULAR MISTRAL EN EL SUR PRODUCE NIVELES NO UTILIZABLES EN LA CURVA DE ENERGÍA POTENCIAL.

SE PUEDEN APLICAR ALGUNOS CRITERIOS GENERALES AL ESTIMAR LA IMPORTANCIA DEL POTENCIAL DEL VIENTO EN FUNCIÓN DE LA ALTURA Y DEL LUGAR.

ANTE TODO, ES IMPORTANTE UNA CUIDADOSA COLOCACIÓN



Algunos tipos importantes de máquinas de viento.

DEBIDO A QUE LA VELOCIDAD DEL VIENTO CERCA DEL SUELO SE VE ENORMEMENTE AFECTADA POR LAS CASAS, ÁRBOLES, ETCÉTERA.

LA VELOCIDAD DEL VIENTO AUMENTA CON LA ALTURA SOBRE EL SUELO; LA RELACIÓN DEL INCREMENTO ES CASI LA MISMA EN TODOS LOS LUGARES. POR TANTO, SI SE CONOCE LA VELOCIDAD DEL VIENTO A UNA ALTURA DADA, SE PUEDE CALCULAR LA VELOCIDAD A CUALQUIER OTRA. TOREMOS COMO EJEMPLO LA TORRE EIFFEL DE PARIS. EN LA CÚSPIDE, A 316 METROS, LA ENERGÍA DEL VIENTO ANUAL ES DE 3200 kWh m<sup>-2</sup>, PERO A 20 METROS DEL SUELO SERÍA SOLAMENTE DE 210 kWh m<sup>-2</sup>.

EL FLUJO DE VIENTO EN LA ATMÓSFERA DEPENDE TAMBIÉN DE ALGUNOS PARÁMETROS. PUEDEN SER ÚTILES LAS DIRECCIONES SIGUIENTES (TODOS LOS DATOS SON PARA UNA ALTURA DE 20 METROS LA CUAL PARECE SER UN MÍNIMO RAZONABLE):

- A) LOS MEJORES LUGARES PARA LA ENERGÍA EÓLICA SE ENCUENTRAN A LO LARGO DE LAS COSTAS Y EN LAS MISMAS COSTAS. A 1 KM HACIA EL INTERIOR LA VELOCIDAD DEL VIENTO ES MEJOR Y A 5 KM LAS CONDICIONES SON LAS MISMAS QUE PARA LAS LIANURAS INTER-

Donde se localizan los mejores lugares para la energía eólica.

RIORES. UN VALOR MEDIO EN LA COSTA ES DE 2400 -  
 kWh m<sup>-2</sup> POR AÑO. EN PROMONTORIOS DESCUBIERTOS -  
 SE PUEDEN ENCONTRAR 4000 UNIDADES O MÁS.

- B) LOS MEJORES SEGUNDOS PUESTOS ESTÁN EN LAS MONTAÑAS. UN VALOR MEDIO ES DE 1600 kWh m<sup>-2</sup> POR AÑO. EN FRANCIA, LA MAYOR ENERGÍA EÓLICA SE ENCONTRÓ EN LOS PIRINEOS (7000 UNIDADES) A UNA ALTITUD DE 490 M.
- C) EL NIVEL MÁS BAJO DE ENERGÍA EÓLICA SE ENCUENTRA EN LAS LLANURAS, DONDE LOS VALORES SON 3 Ó 4 VECES MÁS BAJOS QUE EN LAS COSTAS. UN PROMEDIO TÍPICO ES DE 750 kWh m<sup>-2</sup> POR AÑO.

SI TENEMOS EN CUENTA LOS CLIMAS, OTROS CRITERIOS SE INTERACCIONAN CON LOS QUE HEMOS DISCUTIDO ANTERIORMENTE:

- D) EN LAS REGIONES ECUATORIALES HÚMEDAS NO EXISTE ENERGÍA EÓLICA, NI EN LA PLAYA, NI EN LA COSTA, NI EN LAS MONTAÑAS.
- E) LA CANTIDAD DE ENERGÍA EÓLICA CONVERTIBLE ES ACEPTABLE O BUENA EN CLIMAS SECOS O CALIENTES, ASÍ COMO TAMBIÉN EN CLIMAS TEMPLADOS Y FRÍOS.
- F) EN PAÍSES CALUROSO Y VENTOSOS, LA ENERGÍA EÓLICA

CA PUEDE QUE NO SEA UTILIZABLE DEBIDO A LA FRECUENCIA DE LOS CICLONES (JAPÓN, CARIBE, ETC.).

SE HA COMPROBADO QUE LAS VARIACIONES DE ENERGÍA EÓLICA DE UN AÑO A OTRO SON DEL ORDEN DEL 20%.

ANTES DE FINALIZAR EL ANÁLISIS DE LA ENERGÍA EÓLICA, SE DEBEN TENER EN CUENTA OTRAS CARACTERÍSTICAS:

- LOS SISTEMAS DE ENERGÍA EÓLICA SON RUIDOSOS EN SU FUNCIONAMIENTO: SE PUEDE OIR UNA UNIDAD GRANDE DESDE VARIOS KILÓMETROS.
- LOS SISTEMAS DE ENERGÍA EÓLICA TIENEN RELATIVAMENTE MÁS ALTURA QUE PESO, DEBIDO A QUE ÉSTOS IMPLICAN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA TORRE Y TAMBIÉN DE UNA CAJA DE ENGRANAJES, UN EJE Y UN CAMBIADOR DE GRADO DE INCLINACIÓN, UN GENERADOR, EJES DE ACOPLAMIENTO, ETC. SE HA ESTIMADO UN PESO DE 110 KG/KW PARA GRANDES SISTEMAS.
- SON NECESARIAS GRANDES EXTENSIONES: TÍPICAMENTE, LAS HÉLICES DE 1 M A 3 M DE DIÁMETRO PROPORCIONAN UNA POTENCIA DE 30 A 300 WATT.
- LOS SISTEMAS ACTUALES NI ESTÁN EXENTOS DE MANTENIMIENTO NI SON MUY FIABLES. NO OBTIENE EL HECHO DE QUE SE CONSTRUZAN PARTES DE ROLLOS DE

Otras características para el análisis de la energía eólica.

VIENTO DE HÉLICES ALTAMENTE FIABLES, PRUEBA --  
 QUE LOS PROBLEMAS ACTUALES SERÍAN RESUELTOS ME--  
 DIANTE UN TRABAJO DE DESARROLLO INDUSTRIAL.

- A PEQUEÑA ESCALA, HASTA UNOS POCOS KW, LOS PRE-  
 CIOS DEL MERCADO EN 1975 SE ENCONTRABAN ENTRE -  
 1 Y 20 DÓLARES POR WATT. EL PRECIO MÁS ALTO SE Costos de energía  
 APLICA A LOS SISTEMAS ALTAMENTE FIABLES Y DE --  
 LARGA DURACIÓN DE VIDA; HAY QUE TENER PRESENTE  
 NO OBSTANTE QUE ESTOS PRECIOS EXCLUYEN EL COSTO  
 DE LA TORRE Y LA INSTALACIÓN. A GRAN ESCALA, -  
 EL SISTEMA DE 1 MW QUE TRABAJÓ EN 1944 EN VER--  
 MONT (EE.UU), NO COSTARÍA MÁS QUE 700 DÓLARES -  
 POR KW AL PRECIO DE 1973. MEDIANTE LA PRODUC---  
 CIÓN EN MASA SE PODRÍAN LOGRAR COSTOS TODAVÍA -  
 MÁS BAJOS QUE FUESEN COMPETITIVOS CON LA ELEC--  
 TRICIDAD CONVENCIONAL.

- AL IGUAL QUE TODAS LAS FORMAS DE ENERGÍA SOLAR,  
 LOS SISTEMAS DE ENERGÍA EÓLICA SON NO POLUITAN--  
 TES, RENOVABLES Y EVITAN EL TRANSPORTE Y CONSU-  
 MO DE COMBUSTIBLE. PERO, A DIFERENCIA DE LA ---  
 ENERGÍA SOLAR, LA DISPONIBILIDAD DIARIA Y ESTA-  
 CIONAL PUEDE VARIAR ENORMEMENTE. POR OTRA PARTE,  
 LAS VARIACIONES LOCALES LIMITAN EL USO ECONÓMI-  
 CO DE LA ENERGÍA EÓLICA AÚN EN ZONAS FAVORABLES.

— A DIFERENCIA DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA, LA ENERGÍA EÓLICA NECESITA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO A CAUSA DE SU IRREGULARIDAD.

EL ALMACENAMIENTO ADECUADO PUEDE SER PROPORCIONADO MEDIANTE LA COMBINACIÓN DE UN GENERADOR ACCIONADO POR EL VIENTO CON UN SISTEMA DE ALMACENAJE DE ELECTRICIDAD COMO EL DE UN SISTEMA HIDROELECTRICO, UNA BATERÍA ELECTROQUÍMICA, ETC. COMPRIMIENDO AIRE TAMBIÉN SE PODRÍA AUMENTAR EL POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA, DEL MISMO MODO QUE LA HIDROELECTRICIDAD ES ALMACENADA POR BOMBEO DE AGUA.

EN ESTE PUNTO ES APROPIADO RESUMIR LA SITUACIÓN DE LA TÉCNICA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA USANDO AIRE COMPRIMIDO.

EL TRABAJO IDEAL REALIZADO POR UN GAS COMPRIMIDO -- DESDE UNA PRESIÓN  $P_1$  A  $P_2$  ES:

$$E = \frac{B}{A} \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^A - 1 \right]$$

SIENDO B UNA CONSTANTE DEPENDIENTE DE LA TEMPERATURA INICIAL DEL GAS Y A UNA CONSTANTE SEGÚN EL TIPO DE GAS. SE HAN HECHO RECIENTEMENTE EVALUACIONES DE

El almacenamiento, un factor importante en el aprovechamiento de la energía eólica.

UN SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO. EL COEFICIENTE DE --  
COMPRESIÓN ESTUDIADO FUE 8:1. PARA ALMACENAR 20 kWh,  
QUE ES EL TÍPICO CONSUMO DIARIO DE UNA CASA EN ----  
EE.UU., HA SIDO HALLADO UN COSTO DEL ORDEN DE 0.1 -  
DÓLARES POR KILOWATT/HORA. SE NECESITARÍA UN TANQUE  
DE ALMACENAJE DE 217 m<sup>3</sup> CON UN DIÁMETRO DE 7.4 M. -  
UN SISTEMA DE ALMACENAJE DE AIRE COMPRIMIDO CON UNA  
CAPACIDAD DE CERCA 200 M<sup>3</sup> TRABAJANDO A UNA PRESIÓN  
DE 25 BARS ESTUVO EN PERÍODO DE DESARROLLO EN ----  
SUECIA HACE ALGUNOS AÑOS.

---

**VI**

**Energía  
Hidráulica**

---

---

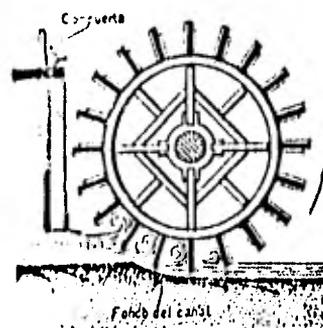
## VI.1 INTRODUCCION.

ENTRE LAS FUERZAS NATURALES QUE DESDE LA MÁS REMOTA ANTIGUEDAD HAN IMPRESIONADO EN TODO TIEMPO AL HOMBRE CUANDO SE DESATAN FURIBUNDAS, SE HALLA EL AGUA EN FORMA DE CORRIENTE, ESTO ES, EL AGUA EN MOVIMIENTO. Y TAN ANTIGUO COMO EL HOMBRE PUEDE CONSIDERARSE EL DESEO DE UTILIZAR EL EMPUJE O FUERZA QUE DE ELLA SE EJERCE SOBRE LOS CUERPOS QUE SE Oponen A SU MARCHA.

EL SOL CAUSA LA EVAPORACIÓN DEL AGUA QUE CUANDO CAE A TIERRA LLEVA UNA ENERGÍA POTENCIAL SUPERIOR A LA ANTERIOR, DE REGRESO AL MAR, ESTA ENERGÍA POTENCIAL SE CONVIERTE EN ENERGÍA CINÉTICA.

LA FUERZA QUE EL AGUA DESARROLLA PUEDE SER PLÁCIDA Y ATRAYENTE, COMO LA DE UN ARROYUELO, O IMPETUOSA ENORME Y AMENAZANTE COMO LA DE UNA CASCADA O UNA CANTARATA. EL HOMBRE PRIMITIVO, FALTO DE MEDIOS ADECUADOS PARA DOMINAR, DOMAR Y ENCAUZAR LA ENERGÍA VIOLENTA DE LA CANTARATA, COMENZÓ AL PRINCIPIO POR UTILIZAR LA ESCASA FUERZA DEL ARROYO, EN CUYAS AGUAS SUMERGIÓ QUIZÁS UN TRONCO Y VIO CON SORPRESA QUE EL AGUA, AL ARRASTRARLO LO HACIA GIRAR SOBRE SI MISMO. ES POSIBLE QUE EN LA MENTE DE ALGUNO DE AQUELLOS --

El sol causa la -  
evaporación del -  
agua.



Rueda de empuje inferior

HOMBRES SURGIESE ENTONCES LA IDEA DE UTILIZAR EL --  
 AGUA PARA HACER GIRAR UN PEQUEÑO INGENIO, UNA PRIMI  
 TIVA MÁQUINA.

ACTUALMENTE EL USO DE PEQUEÑAS CORRIENTES DE AGUA O  
 PEQUEÑOS EMBALSES HA SIDO MUY POCO DIFUNDIDO EN LAS  
 ZONAS DONDE SE ENCUENTRAN ESTOS.

LA FALTA DE CONOCIMIENTO O DE EQUIPO COMERCIAL PARA  
 EL APROVECHAMIENTO DE DICHAS FUENTES ES LA CAUSA --  
 PRINCIPAL DEL DESPERDICIO DE ÉSTA ENERGÍA RENOVABLE.

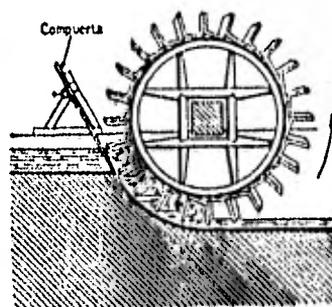
SI A LO ANTERIOR SUMAMOS LA IDEA ERRÓNEA DE QUE SO--  
 LO SE PUEDEN APROVECHAR GRANDES RÍOS Y GRANDES EM--  
 BALSES PARA MONSTRUOSAS PRESAS HIDROELÉCTRICAS SE --  
 SEGUIRAN UTILIZANDO LOS PEQUEÑOS RIACHUELOS EXCLUSI  
 VAMENTE PARA USO DE RIEGO EN ALGUNAS OCASIONES.

## VI,2 IMPORTANCIA DE LOS PEQUEÑOS CAUCES.

EL HECHO DE APROVECHAR ESTAS PEQUEÑAS FUENTES DE --  
 ENERGÍA TIENE VARIAS APLICACIONES PRÁCTICAS, DE ---  
 GRAN UTILIDAD, SOBRE TODO EN ZONAS APARTADAS DE LOS  
 MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN,

SI BIEN LOS PEQUEÑOS APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS -

Desperdicio de es-  
 ta energía renova-  
 ble.



2 Rueda de empuje de costado

NO SON ESTRICTAMENTE FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA, DADO SU USO DESDE LOS ORIGENES DEL DESARROLLO HIDROELÉCTRICO, SU ESCASA DIFUSIÓN MASIVA Y LA FALTA DE ACCIONES SISTEMÁTICAS QUE TIENDAN A SU EXPANSIÓN, HACE CONVENIENTE SU CONSIDERACIÓN COMO UNA FUENTE NO CONVENCIONAL, ESPECIALMENTE EN ÁREAS RURALES, DONDE PUEDE CUMPLIR UNA FUNCIÓN DE MEJORAMIENTO DE NIVEL DE VIDA Y DE AHORRO DE COMBUSTIBLES NO RENOVABLES.

LA HIDROELECTRICIDAD ES PROBABLEMENTE LA FORMA MÁS ATRACTIVA DE LA ENERGÍA. ESTÁ LIBRE DE POLUCIÓN Y ES MUY INDICADA PARA EL ALMACENAMIENTO DE ELECTRICIDAD, LAS CENTRALES SON EN SÍ MUY LIMPIAS Y REQUIEREN DE POCOS CUIDADOS, RESTRINGIENDOSE ESTOS CASI EXCLUSIVAMENTE AL MANTENIMIENTO.

La hidroelectricidad como forma más atractiva de la energía.

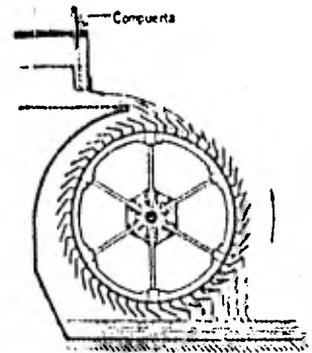
EL AGUA PROCEDENTE DE UN MANANTIAL ES NORMALMENTE RECOGIDA CON UN RENDIMIENTO DE 50%, A NO SER, HALLA UNA EXCESIVA VEGETACIÓN, O FISURAS EN EL SUELO. UN METRO CÚBICO DE AGUA ALMACENADA ES CONVERTIDO EN ELECTRICIDAD CON UN RENDIMIENTO DEL 90% PRODUCIENDO CERCA DE 2.50 WH, POR METRO DE DIFERENCIA DE PRESIÓN.

DEBIDO A SU SINGULAR CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA CON PEQUEÑAS PÉRDIDAS Y BAJO CONDICIONES -- ECONÓMICAS FAVORABLES, LA HIDROELECTRICIDAD VA A -- SER CADA VEZ MÁS EMPLEADA PARA HACER FRENTE A LA DEMANDA CRECIENTE DE ENERGÍA PARA LOGRAR UN MEJOR DESARROLLO DE LOS NUCLEOS POBLACIONALES QUE LO REQUIEREN.

TENEMOS COMO DATO ESTADÍSTICO QUE EN 1972, LA HIDROELECTRICIDAD PROPORCIONÓ EL 23% DE LA ENERGÍA TOTAL CONSUMIDA EN EL MUNDO, SIENDO GENERADA EL PESTO POR PROCESOS QUE REQUIEREN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.

EL PROBLEMA DE LA DEFINICIÓN, DE LOS PEQUEÑOS CAU--CES SUELE ENCARARSE MEDIANTE ELEMENTOS CUANTITATI--VOS, COMO SON LA POTENCIA INSTALADA, SALTO DE AGUA O CAUDAL, ETC., PERO SE DEBEN INCLUIR DENTRO DE LAS DENOMINADAS MINICENTRALES HIDRÁULICAS A TODAS AQUELLAS QUE, INDEPENDIENTEMENTE DE SU MAGNITUD, TENGAN LA FINALIDAD DE ABASTECER UN MERCADO ELÉCTRICO DE -- CARACTERÍSTICAS RURALES, HASTA UN CIERTO NIVEL DE -- POBLACIÓN, O BIEN CONSUMOS AISLADOS SIMILARES.

ESTA CARACTERIZACIÓN DE TIPO FUNCIONAL NO ENTRARÍA



3 Rueda de empuje superior

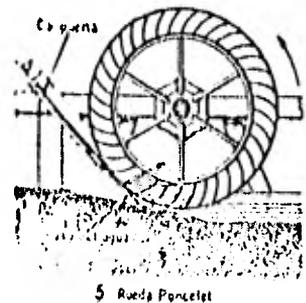


CONVENCIONALES, LA DETERMINACIÓN DE LOS RECURSOS -- CORRESPONDIENTES A MINICENTRALES HIDRÁULICAS PRESENTA PARTICULARIDADES QUE HASTA EL MOMENTO NO HAN SIDO RESUELTAS NI ENCARADAS CONVENIENTEMENTE. LA METODOLOGÍA ACTUAL CON QUE SE DEFINEN LOS RECURSOS HIDROELÉCTRICOS DE EL PAÍS NO ESTÁ PREPARADA PARA DISTINGUIR LOS PEQUEÑOS APROVECHAMIENTOS DE LOS MEDIANOS Y GRANDES; NI MUCHO MENOS PARA DISCRIMINARLOS EN FUNCIÓN DE UN MERCADO ELÉCTRICO ASOCIADO.

TAMPOCO ES RECOMENDABLE INTENTAR UNA APROXIMACIÓN -- MEDIANTE UNA ESTIMACIÓN DE TIPO TEÓRICA, EN BASE A COEFICIENTES PORCENTUALES QUE APLICADOS AL POTENCIAL HIDROELÉCTRICO TOTAL PERMITIESEN OBTENER CIERTOS VALORES INDICATIVOS DEL RECURSO.

### VI.3 APROVECHAMIENTO DE PEQUEÑOS RECURSOS HIDRÁULICOS,

LA CONSTRUCCIÓN DE LAS GRANDES PRESAS HIDRÁULICAS -- EXIGEN CAPITALES CONSIDERABLES APORTADOS LA MAYOR PARTE DE LAS VECES POR GRANDES EMPRESAS (CASO DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD) QUE ACOMETEN TALES OBRAS O POR APORTACIONES ESTATALES EN ALGUNOS CASOS. CON EXCESIVA FRECUENCIA SE ACOMETEN OBRAS HIDRÁULICAS DE TAL ENVERGADURA OLVIDANDO LA UTILIZA--



CIÓN DE LA ENERGÍA QUE PODRÍAN APORTAR LAS CORRIENTES DE AGUA HUMILDES, DE ESCASO DESNIVEL, LAS CORRIENTES MANSAS DE AGUAS PEREZOSAS, PERO DE CAUDAL CONSTANTE, VARIABLE SOLO ENTRE LÍMITES MUY PRÓXIMOS. SE PUEDEN APROVECHAR ESTOS CAUDALES SIN IMPORTAR EL ESCASO DESNIVEL DE SUS AGUAS, REDUCIDO A VECES A SOLO UNO O POCO MÁS METROS DE KILÓMETRO.

REALMENTE LA IDEA NO ES NUEVA, PERO SI ES UN REDESCUBRIMIENTO DE LOS PEQUEÑOS CAUCES Y EMBALSES DE AGUAS TRANQUILAS.

TAN NO ES NUEVA ESTA IDEA, QUE EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS HA REALIZADO UN ESTUDIO SOBRE MICROSISTEMAS HIDRÁULICOS CON CAPACIDADES DE GENERACIÓN DE 5 A 100 KW.

Utilización de microsistemas hidráulicos.

EL NÚMERO DE PEQUEÑAS PLANTAS HIDROELÉCTRICAS INSTALADAS EN MÉXICO ES DE APROXIMADAMENTE DE 150. EL 80% DE ESTAS PLANTAS ESTÁN UBICADAS EN EL ESTADO DE CHIAPAS, HACIA EL NORTE DE LA CIUDAD DE TAPACHULA, EN LOS MUNICIPIOS DE COCAHUATAN, MOTOZINTLA, HUIXTLA Y TAPACHULA Y CERCA DEL 20% SE LOCALIZAN PRINCIPALMENTE EN VERACRUZ, EN EL MUNICIPIO DE COATEPEC. ADEMÁS SE CONOCEN ALGUNAS INSTALACIONES EN LOS ÉSTA

DOS DE OAXACA, JALISCO Y TAMAULIPAS.

ESTOS MICROSISTEMAS HIDROELÉCTRICOS SE UTILIZAN ---  
PRINCIPALMENTE EN LAS FINCAS CAFETELERAS DE LOS ES-  
TADOS DE CHIAPAS Y VERACRUZ.

EL ESTUDIO DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRI-  
CAS, CONSIDERA QUE DE LAS 21,000 COMUNIDADES AISLA-  
DAS DE ENTRE 100 Y 500 HABITANTES LOCALIZADAS EN EL  
PAÍS, POR LO MENOS UNAS 2,000 CUENTAN CON PEQUEÑOS  
ARROYOS O RÍOS CON BUEN CAUDAL DURANTE LA MAYOR PAR-  
TE DEL AÑO Y QUE POSEEN DESNIVELES SUFICIENTES PARA  
OBTENER UN POTENCIAL HIDRÁULICO DE UTILIDAD EN LA -  
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA O MECÁNICA.

#### VI.4 APLICACION

LA APLICACIÓN MÁS PRÁCTICA Y ÚTIL QUE SE PUEDE OBTEN-  
ER DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA ES LA CONVERSIÓN DE ÉS-  
TA EN ENERGÍA MECÁNICA Y ESTA A LA VEZ EN ELÉCTRICA.

Aplicación de la  
energía hidráulica.

LOS MECANISMOS DE APROVECHAMIENTO PUEDEN SER TAN --  
SENCILLOS O COMPLEJOS COMO SE PUEDA O SE QUIERA UTI-  
LIZAR,

DENTRO DE LOS MECANISMOS MÁS SENCILLOS PODEMOS CI--

TAR LAS RUEDAS HIDRÁULICAS, QUE ES UNO DE LOS SISTEMAS MÁS ANTIGUOS QUE SE CONOCEN PARA EL APROVECHAMIENTO DE CORRIENTES HIDRÁULICAS. LA SENCILLEZ DE LAS RUEDAS PERMITEN QUE EN UN MOMENTO DADO ESTAS SE PUEDAN ELABORAR HASTA DE UN MODO ARTESANAL.

GENERALMENTE LAS RUEDAS GIRAN A UNA VELOCIDAD DE ENTRE 2 Y 12 REVOLUCIONES POR MINUTO, Y SE RECOMIENDA PARA CORRIENTES DE AGUA EN LAS QUE EL FLUJO VARIA. NORMALMENTE EN ESTE TIPO DE SISTEMAS SE INTERCALA UN MULTIPLICADOR DE VELOCIDAD ENTRE LA RUEDA Y EL MECANISMO A ACCIONAR.

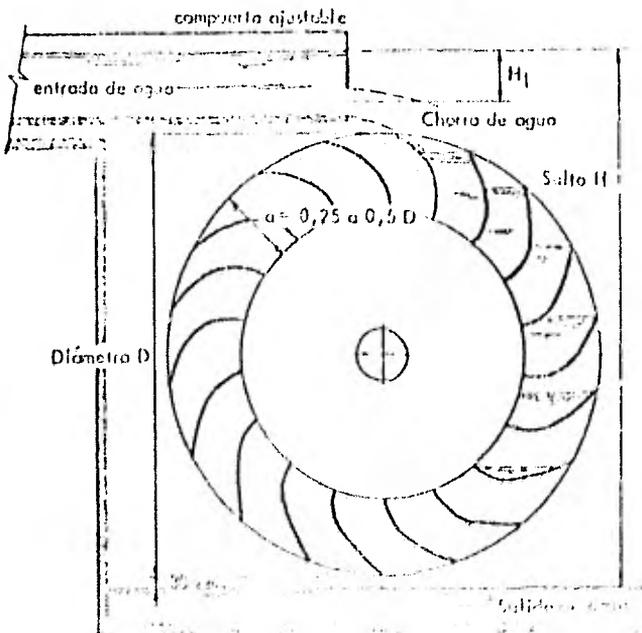
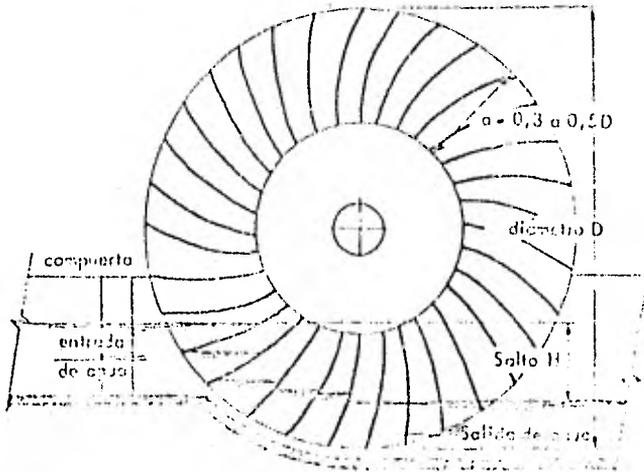
UNA DE LAS PRINCIPALES VENTAJAS DE LAS RUEDAS DE AGUA ES QUE SON RESISTENTES Y SE LIMPIAN SOLAS DE MODO QUE NO NECESITAN UNA PROTECCIÓN ESPECIAL PARA LA BASURA QUE EN UN MOMENTO DADO PUEDA ARRASTRAR LA CORRIENTE DE AGUA.

POR SU ACCIONAMIENTO SE PUEDEN CLASIFICAR EN DOS TIPOS DE RUEDAS HIDRÁULICAS:

- A) RUEDAS DE AGUA CON FLUJO DE AGUA POR ARRIBA Y
- B) RUEDAS DE AGUA CON FLUJO DE AGUA POR ABAJO

A) PARA LAS RUEDAS CON FLUJO DE AGUA POR ARRIBA DE

LA CIRCUNFERENCIA DE LA RUEDA, SE RECOMIENDA TOMAR LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES. PARA SALTOS DE AGUA ENTRE 3 Y 10 METROS DE ALTURA, CON CAUDALES DE 0.5 A 3 M<sup>3</sup>/SEG.



EN LA FIGURA SE PUEDE APRECIAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA RUEDA, ACCIONADA EN ESTE CASO POR UNA CORRIENTE DE AGUA DE 0,5 M DE PROFUNDIDAD, QUE SE DIRIGE A LA RUEDA A TRAVÉS DE UN CANAL.

AL FINAL DEL CUAL HAY UNA COMPUERTA QUE PERMITE AJUSTAR EL CHORRO DEL AGUA QUE GOLPEA LA RUEDA. EL ANCHO DE LA RUEDA DEBERÁ SER UNOS 0,40 M MÁS ANCHA QUE EL CANAL DE CONDUCCIÓN DEL AGUA, Y EL DIÁMETRO DE LA RUEDA SERÁ UN POCO MENOR QUE LA ALTURA DEL SALTO. ESTE TIPO DE RUEDAS ALCANZAN A TENER UN RENDIMIENTO DEL 60 AL 80%.

B) RUEDAS DE AGUA CON FLUJO POR DEBAJO DE LA CIRCUNFERENCIA DE LA RUEDA.

ESTE TIPO DE RUEDAS TIENE UN DIÁMETRO DE TRES A CUATRO VECES MAYOR QUE LA ALTURA DEL SALTO, - POR LO QUE SUS DIMENSIONES PUEDEN OSCILAR ENTRE LOS 2 Y 10 METROS,

LA RUEDA ES EMPUJADA POR EL CAUDAL DEL AGUA Y - QUE LA PARTE INFERIOR DE ÉSTA SE ENCUENTRA SUMERGIDA EN LA CORRIENTE DE AGUA EN EL PUNTO DONDE ESTA TIENE SU DESNIVEL. LAS PALETAS TIENEN -

UNA PROFUNDIDAD DE UN TERCIO A LA MITAD DEL DIÁMETRO DE LA RUEDA. ESTE TIPO DE RUEDAS BIEN CONSTRUIDAS PUEDEN TENER UN RENDIMIENTO DEL 60 AL 75%.

PARA ALGUNOS CAUCES MAYORES O CON FLUJOS CONSTANTES SE PUEDE LLEGAR A UTILIZAR LAS TURBINAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD YA QUE ESTAS REQUIEREN DE MAYORES VELOCIDADES DE ROTACIÓN, QUE LAS QUE PUEDAN CONSEGUIRSE CON LAS RUEDAS DE AGUA TRADICIONALES.

NORMALMENTE LAS TURBINAS TIENEN UN RENDIMIENTO MAYOR QUE EL DE LAS RUEDAS DE AGUA, ES DECIR GENERALMENTE ALREDEDOR DEL 80%.

LAS TURBINAS DE AGUA PROPIAMENTE DICHAS EMPLEADAS PARA PRODUCIR ENERGÍA A PEQUEÑA ESCALA SON DOS TIPOS: EL TIPO PELTON, EN EL QUE SE PROYECTA UN CHORRO DE AGUA DE UN PITÓN HACIA UN ROTOR CON CANGILONES, Y LOS TIPOS MICHELL, EN LAS QUE EL AGUA SE PROYECTA DESDE EL PITÓN HASTA LA SUPERFICIE DE UN ROTOR ANTES DE DESCARGARSE EN EL CANAL.

LAS TURBINAS DEL TIPO IMPULSOR SON ADECUADAS PARA GRANDES SALTOS DE AGUA CON BAJO CAUDAL. PUEDEN FUN-

CIONAR A GRAN VELOCIDAD Y SON SENCILLAS Y ECONÓMICAS, LAS TURBINAS DE TIPO MICHELL TIENEN UNA GRAN VARIEDAD DE APLICACIONES Y PUEDEN USARSE CON SALTOS GRANDES O PEQUEÑOS, DEPENDIENDO DE LA ALTURA DE ESTE SU VELOCIDAD DE ROTACIÓN. SE PUEDEN FIJAR DIFERENTES VELOCIDADES DEL FLUJO DE AGUA VARIANDO LAS ANCHURAS DEL PITÓN Y DEL ROTOR.

COMO UNA POSIBLE SOLUCIÓN SENCILLA Y ECONÓMICA, ES EL USO DE BOMBAS DE AGUA, USADAS EN SENTIDO INVERSO, EN LUGAR DE TURBINAS ESPECIALES, AUNQUE CABE ACLARAR QUE EL RENDIMIENTO DE ESTAS ES MUCHO MENOR.

## VI.5 ENERGIA MAREMOTRIZ

DENTRO DE LOS BENEFICIOS QUE LA ENERGÍA HIDRÁULICA OFRECE, SE TIENE PRESENTE TAMBIÉN LA POSIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO Y USO DE LA ENERGÍA MAREMOTRIZ.

LA ENERGÍA MAREMOTRIZ ES UNA DE LAS MANIFESTACIONES MÁS CONTINUAS DE ENERGÍA, DESPUÉS DE LA SOLAR, QUE SE NOS PRESENTAN EN EL PLANETA.

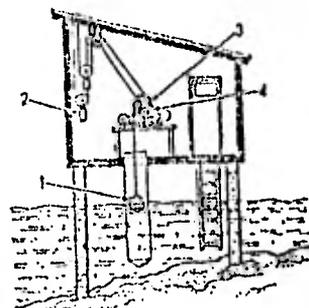
ES POR TODOS CONOCIDA LA ENORME POTENCIA DESARROLLADA POR EL MAR EN SUS MOVIMIENTOS, Y NO SOLO CUANDO SE PRESENTAN DESATADAS EN FORMA DE TEMPORALES O

Aprovechamiento y uso de la energía maremotriz.

GRANDES MAREJADAS, SINO DIARIAMENTE A TRAVÉS DE LAS MAREAS Y LAS INCESANTES OLAS QUE GOLPEAN LAS COSTAS.

DE LOS MOVIMIENTOS QUE PRESENTA EL MAR, PODEMOS DEFINIR TRES, QUE SON LOS PRINCIPALES; LAS MAREAS, -- LAS OLAS Y LAS CORRIENTES MARINAS. LAS MAREAS, SON PROVOCADAS POR LAS ACCIONES COMBINADAS DEL SOL Y LA LUNA, QUE EJERCEN SU FUERZA DE GRAVEDAD SOBRE LA -- TIERRA, DANDO LUGAR A DICHAS MAREAS, SUCEDIENDOSE -- ESTAS DOS VECES POR DÍA, O SEA DOS VECES POR DÍA -- QUE EL NIVEL DEL MAR SE ELEVA Y DOS VECES QUE DES-- CINDE, Y ASÍ DÍA TRAS DÍA. EN CUANTO A LAS OLAS, ESTAS RECONOCEN COMO ORIGEN INMEDIATO LA ACCIÓN DEL -- VIENTO, COMO CONSECUENCIA DE VARIACIONES BAROMÉTRICAS Y TERMOMÉTRICAS, Y POR CONSIGUIENTE, LA CAUSA -- PRINCIPAL DE ESTO ES LA ENERGÍA SOLAR. ÉSTA ÚLTIMA, ES A SU VEZ, LA CAUSA DIRECTA DEL CALENTAMIENTO DE LAS AGUAS DE LOS MARES, CUYA INTENSIDAD AL NO SER -- LA MISMA EN TODAS LAS REGIONES DE LA TIERRA, ORIGINA LAS CORRIENTES MARINAS.

DE LAS MANIFESTACIONES MARÍTIMAS QUE MÁS SE PRESTAN PARA SER UTILIZADAS POR EL HOMBRE, SON LAS MAREAS Y LAS OLAS, DONDE DESDE HACE YA MUCHOS AÑOS SE HA INTENTADO OBTENER DEL MAR ENERGÍA ÚTIL, DESGRACIADA--



Mareógrafo: 1. Flotador  
2. Contrapeso. 3. Pluma  
maselera. 4. Cilindro.

MENTE CON POCOS EXITOS, AUNQUE LA TECNOLOGÍA ACTUAL HA TENIDO GRANDES DESARROLLOS, AÚN NO SE HA LOGRADO REALMENTE UNA EMPRESA MAREMOTRIZ QUE SEA RENTABLE, PERO LOS PROYECTOS YA ESTAN HECHOS Y ACTUALIZANDOSE, Y LA TECNOLOGÍA SIGUE AVANZANDO POR LO QUE NO ES -- REMOTO QUE ESTO LLEGUE A SER PRONTO UNA REALIDAD.

MIENTRAS TANTO LA POSIBILIDAD DEL USO DE LA ENERGÍA MAREMOTRIZ ES UNA PUERTA ABIERTA, EN ESPERA DE SER UTILIZADA TODA ESA CANTIDAD ENORME DE ENERGÍA QUE NOS RESERVA EL MAR.

---

VII

Energía  
de la Biomasa

---

## VII.1 INTRODUCCION.

UNA PARTE DE LA ENERGÍA SOLAR QUE INCIDE SOBRE LA TIERRA QUEDA ALMACENADA EN LAS PLANTAS POR MEDIO DE LA FOTOSÍNTESIS. ÉSTA ENERGÍA ES CONVERTIDA EN ENERGÍA QUÍMICA, AL TRANSFORMAR SUSTANCIAS INORGÁNICAS, AGUA Y BIÓXIDO DE CARBONO EN CARBOHIDRATOS ORGÁNICOS; SIENDO ALMACENADA DESPUÉS EN LOS TEJIDOS VEGETALES.

Energía Química.

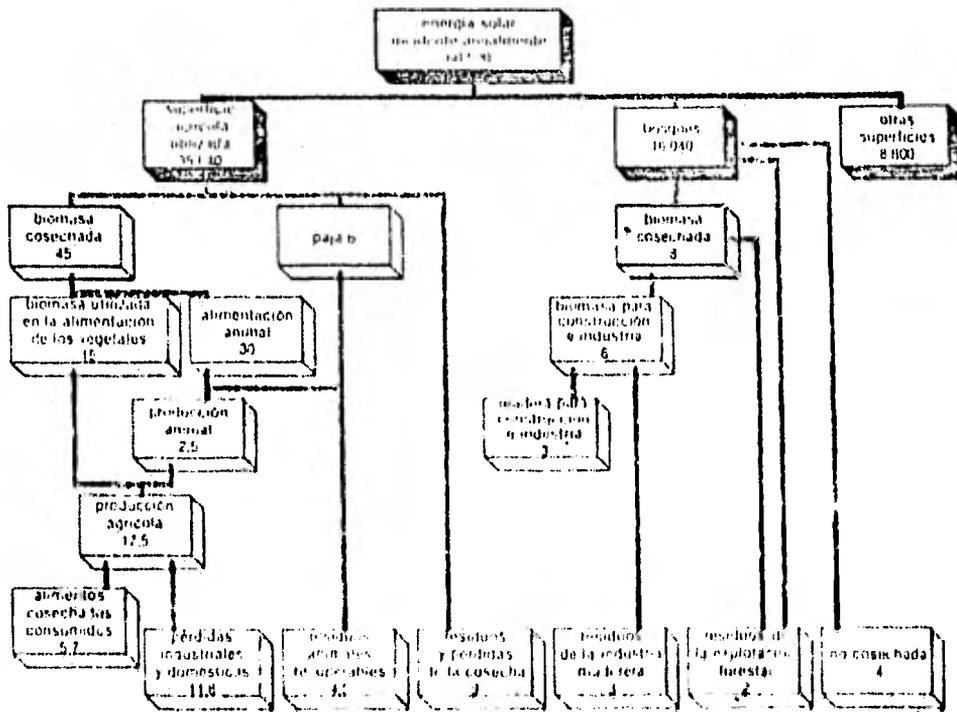
LA BIOMASA LA COMPONE TODO AQUEL PRODUCTO DE ORIGEN ORGÁNICO.

## VII.2 DESARROLLO DEL USO DE LA BIOMASA.

EL DESARROLLO DE LA BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA PUEDE CENTRARSE EN DOS ASPECTOS. EL PRIMERO SE REFIERE A LA CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR E INCLUYE PROCESOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE CAPTACIÓN USANDO DIVERSAS PLANTAS, EN DISTINTOS SUELOS Y CONDICIONES CLIMÁTICAS. EL SEGUNDO SE REFIERE A LOS DISTINTOS PROCESOS QUE PUEDEN EMPLEARSE PARA LA CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA CAPTADA, ADÉMÁS DE LOS PROCESOS DE COMBUSTIÓN DIRECTA Y DE ALIMENTACIÓN DE ANIMALES DE TRACCIÓN, EXISTEN OTRAS FORMAS DE TRATAMIENTO DE LA BIOMASA, QUE LA TRANSFORMAN EN COMPUESTOS RICOS

Biomasa como fuente de energía.

La cantidad de biomasa producida cada año representa diez veces la energía fósil consumida en el mundo.



EN ENERGÍA; ESTO ES, EN MOLÉCULAS RICAS EN CARBONO Y/O HIDRÓGENO Y POBRES EN OXÍGENO Y NITRÓGENO, EMPLEADOS MÁS ADELANTE COMO COMBUSTIBLES. ASÍ MEDIANTE UNA VARIEDAD DE PROCESOS: PIRÓLISIS, HIDROGENACIÓN, HIDROGASIFICACIÓN, DESTILACIÓN, FERMENTACIÓN ANAERÓBICA Y FERMENTACIÓN AERÓBICA, PUEDEN OBTENERSE DIFERENTES HIDROCARBUROS A PARTIR DE LA LEÑA, CAÑA DE AZÚCAR, MAÍZ, DESECHOS ORGÁNICOS, ETC.

Tratamientos de la biomasa.

EL APORVECHAMIENTO DE LA BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA PRESENTA RASGOS DIFERENTES AL EMPLEO DE OTRAS FUENTES. UNA VENTAJA RESPECTO AL USO DE LA BIOMASA ES LA POSIBILIDAD DE LOGRAR UNA PRODUCCIÓN CONTINUA DE ENERGÍA.

Producción continua de energía.

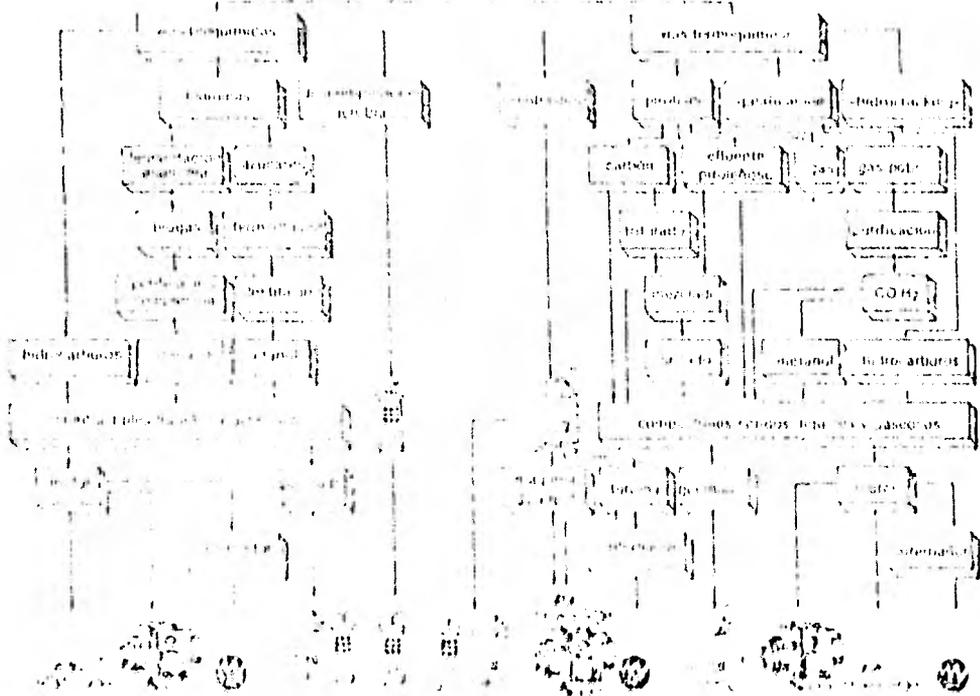
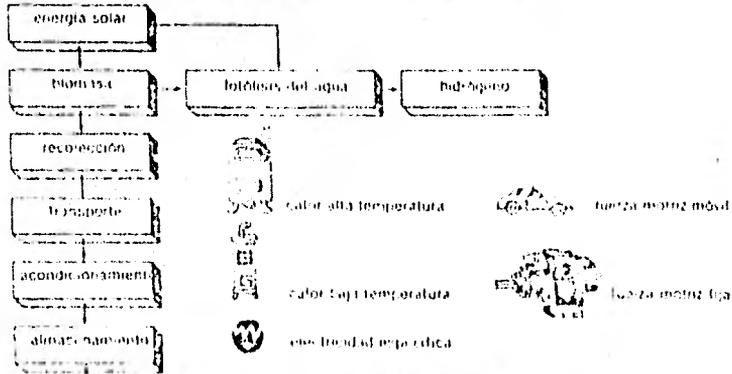
LOS MATERIALES ORGÁNICOS PUEDEN DESCOMPONERSE NATURALMENTE DE DOS FORMAS; AEROBIAMENTE (CON OXÍGENO) Y ANAEROBIAMENTE (SIN OXÍGENO), LA DIFERENCIA SE DEBE A LA ACTIVIDAD DE DIFERENTES TIPOS DE BACTERIAS QUE SON LOS AGENTES PRINCIPALES DE DESCOMPOSICIÓN, ALGUNOS DE LOS CUALES SE NUTREN DE OXÍGENO Y OTROS NO.

Formas de descomposición.

POR RAZONES QUE EXPONDEREMOS MÁS ADELANTE, SÓLO CONSIDERAREMOS CON MÁS DETALLE EL PROCESO DE FERMENTA-

Descomposición anaeróbica tecnológica sencilla.

Secuencias de energía solar-biomasa-energía final (P.A. Jayell)



CIÓN O DESCOMPOSICIÓN ANAERÓBICA, EL CUAL PRESENTA VARIOS ATRACTIVOS; ENTRE ELLOS, REQUERIR UNA TECNOLOGÍA SENCILLA, AL ALCANCE DE TODOS Y PODER USAR CASI TODA CLASE DE DESECHOS ORGÁNICOS.

### VII.3 DESCOMPOSICION ANAEROBICA.

LA DESCOMPOSICIÓN ANAERÓBICA DE LA BIOMASA PRODUCE UNA MEZCLA DE GASES, CONOCIDA COMO BIOGAS Y UN RESIDUO DE LA FERMENTACIÓN, COMO FERTILIZANTE. A DIFERENCIA DE LA DESCOMPOSICIÓN AERÓBICA QUE SE REALIZA AL AIRE LIBRE Y SÓLO PRODUCE UNA MASA QUE PUEDE SER USADA COMO FERTILIZANTE LLAMADA "HUMUS".

LA DESCOMPOSICIÓN ANAERÓBICA SE REALIZA EN TRES ETAPAS. EN LA PRIMERA, UN GRUPO DE MICROORGANISMOS CONVIERTE POR HIDRÓLISIS COMPUESTOS ORGÁNICOS COMPLEJOS EN MONÓMEROS SOLUBLES. ESTOS A SU VEZ SIRVEN DE SUSTRATO A UN SEGUNDO GRUPO DE MICROORGANISMOS QUE LOS CONVIERTE EN ÁCIDOS ORGÁNICOS SOLUBLES (ÁCIDO ACÉTICO BÁSICAMENTE) Y OTROS COMPUESTOS, QUE SON EL SUSTRATO DE LA TERCER ETAPA, EN LA QUE ACTÚAN LAS BACTERIAS METANOGENICAS. ESTAS BACTERIAS SON ESTRICTAMENTE ANAERÓBICAS Y PUEDEN PRODUCIR METANO DE DOS MANERAS; AL FERMENTAR ÁCIDO ACÉTICO EN METANO Y BIÓXIDO DE CARBONO A METANO USANDO EL HIDRÓGENO PRODU-

Gas y fertilizante.

Etapas de la descomposición anaeróbica.

CIDO POR OTRAS BACTERIAS.

#### VII.4 METODO DE DESCOMPOSICION ANAEROBICA.

EL MÉTODO PARA DESCOMPONER MATERIA ORGÁNICA BAJO --  
CONDICIONES CONTROLADAS CON PRODUCCIÓN DE GAS META-  
NO CONSISTE, EN LO ESENCIAL, EN LLENAR UN RECIPIENTE  
CERRADO (EL DIGESTOR) CON EL MATERIAL ORGÁNICO,  
DEJÁNDOLO DENTRO DURANTE UN PERIODO QUE PUEDE VA---  
RIAR ENTRE UNOS DÍAS A INCLUSO SEMANAS O MESES, A --  
LO LARGO DE LOS CUALES, EL PROCESO BIOLÓGICO PERTI-  
NENTE SE LLEVARÁ A CABO.

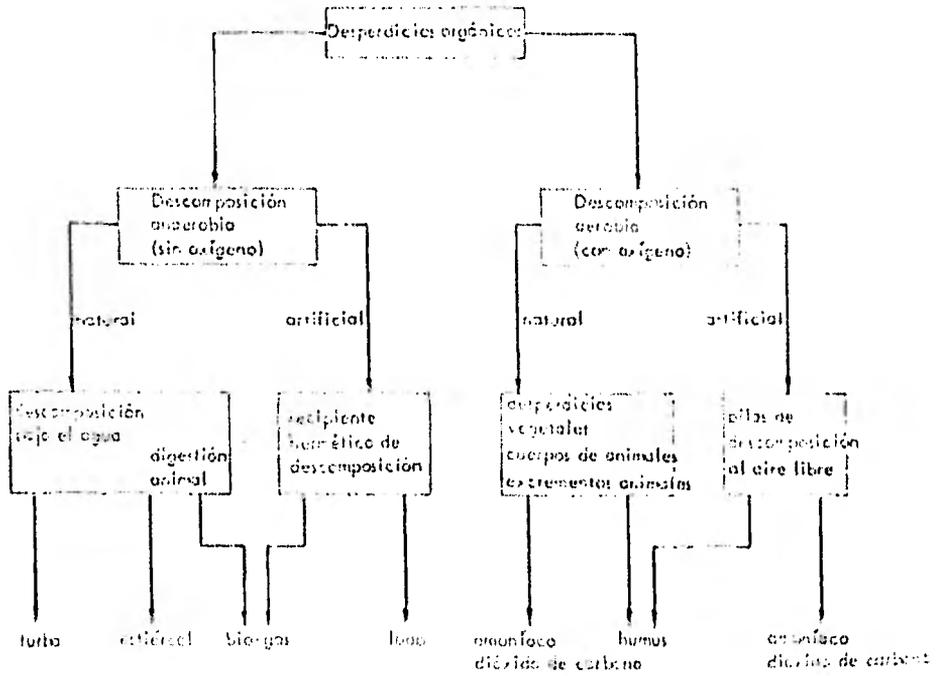
Producción de  
metano.

COMO LA DESCOMPOSICIÓN ANAEROBIA SÓLO PUEDE PRODU--  
CIRSE EN AUSENCIA DE OXÍGENO, HABRÁ UN PERIODO INI-  
CIAL DE DESCOMPOSICIÓN EN QUE TENDRÁ LUGAR UN PROCES  
SO AEROBIO Y SE UTILIZARÁ TODO EL OXÍGENO DISPONI--  
BLE PRODUCIENDO  $CO_2$ . A PARTIR DE ESE MOMENTO COMEN-  
ZARÁ EL PROCESO ANAEROBIO PROPIAMENTE DICHO.

Período inicial  
aerobio.

EXISTEN DOS ETAPAS O FASES DE DESCOMPOSICIÓN, CARAC  
TERIZADAS POR DIFERENTES TIPOS DE BACTERIAS, QUE GE  
NERALMENTE SE SUCEDEN UNA A LA OTRA PERO QUE PUEDEN  
ESTARSE PRODUCIENDO SIMULTÁNEAMENTE EN DIFERENTES -  
PARTES DEL RECIPIENTE: UNA FASE DE LIQUEFACCIÓN, Y  
UNA FASE DE GASIFICACIÓN.

Licuefacción y  
gasificación.



EN LA PRIMERA FASE, LA DE LICUEFACCIÓN, LAS GRANDES MOLÉCULAS ORGÁNICAS COMPLEJAS (GRASA, PROTEÍNAS, ALMIDONES) SE DESCOMPONEN EN SUSTANCIAS MÁS SENCILLAS AZÚCARES, ALCOHOL, GLICÉRIDOS, PÉPTIDOS Y AMINOÁCIDOS. UNO DE LOS PRODUCTOS ORGÁNICOS ÁCIDOS PRINCIPALES EN ESTA PRIMERA FASE ES EL ÁCIDO ACÉTICO.

Descomposición de moléculas complejas.

EN LA SEGUNDA FASE, LA DE GASIFICACIÓN, ACTÚA UNA SEGUNDA POBLACIÓN DE BACTERIAS QUE CONVIRTIEN LOS ÁCIDOS ORGÁNICOS EN GAS METANO. LAS BACTERIAS PRODUCTORAS DE METANO SE MULTIPLICAN MENOS RÁPIDAMENTE QUE LAS QUE PRODUCEN LA LICUEFACCIÓN, Y SON MÁS SENSIBLES A LAS VARIACIONES DEL MEDIO AMBIENTE DENTRO DEL RECIPIENTE DE DESCOMPOSICIÓN O DIGESTOR.

Bacterias metanogénicas.

LOS FACTORES MÁS IMPORTANTES QUE AFECTAN EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN SON A PRIMERA INSTANCIA LA COMPOSICIÓN DE NUTRIMENTOS DE LA MATERIA ORGÁNICA UTILIZADA, LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO DE RESIDENCIA DE LA MATERIA PRIMA EN EL DIGESTOR. EN CASO DE CONTAR CON EL EQUIPO NECESARIO ES CONVENIENTE PODER CONTROLAR LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO, EL ÍNDICE DE ACIDEZ O ALCALINIDAD DEL MATERIAL, LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES Y EL PORCENTAJE DE SÓLIDOS EN LA MEZCLA.

Factores de descomposición.

#### VII.4.1 MATERIA ORGANICA.

LA COMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA UTILIZADA, --  
 ABARCA CASI TODOS LOS DESECHOS ORGÁNICOS NATURALES,  
 QUE PUEDEN EMPLEARSE AISLADA O COMBINADAMENTE EN EL  
 PROCESO, YA SEAN ÉSTOS DESECHOS AGRÍCOLAS, PECUARIO,  
 HUMANOS, AGROINDUSTRIALES, ETC.

EN ESTE ASPECTO SE RECOMIENDA TENER LA SUFICIENTE -  
 PRECAUSIÓN PARA EVITAR MEZCLAR LOS DESECHOS ORGÁNI-  
 COS CON SUSTANCIAS QUE EVITEN LA PROLIFERACIÓN DE -  
 LAS BACTERIAS RESPONSABLES DE LA DESCOMPOSICIÓN Y -  
 LAS PRODUCTORAS DE METANO. ÉSTAS SUSTANCIAS PUEDEN  
 SER LOS DETERGENTES SINTÉTICOS Y RESTOS DE METALES  
 PESADOS TÓXICOS, COMO EL COBRE, EL CROMO, NÍQUEL, -  
 ZINC O MERCURIO.

Precaución de sus-  
 tancias nocivas.

#### VII.4.2 TEMPERATURA.

LA TEMPERATURA DEL DIGESTOR ES UNA VARIABLE FUNDA--  
 MENTAL PARA DETERMINAR LA PRODUCCIÓN DEL BIOGAS. LA  
 DIGESTIÓN ANAERÓBICA PUEDE REALIZARSE ENTRE LOS 5 Y  
 60°C, PERO EL RITMO DE DESCOMPOSICIÓN Y DE PRODUC--  
 CIÓN DE GAS ES BASTANTE SENSIBLE A LA TEMPERATURA Y  
 POR LO GENERAL EL PROCESO ES MÁS RÁPIDO A MAYOR TEM-  
 PERATURA. POR DEBAJO DE LOS 15°C, EL PROCESO ES DE-  
 MASIADO LENTO, POR LO QUE NO SE RECOMIENDA.

DENTRO DE LOS LÍMITES DE TEMPERATURA SE ENCUENTRAN DOS RANGOS DE OPERACIÓN, EN LOS CUALES LA DESCOMPOSICIÓN SE DESARROLLA EN LAS MEJORES CONDICIONES.

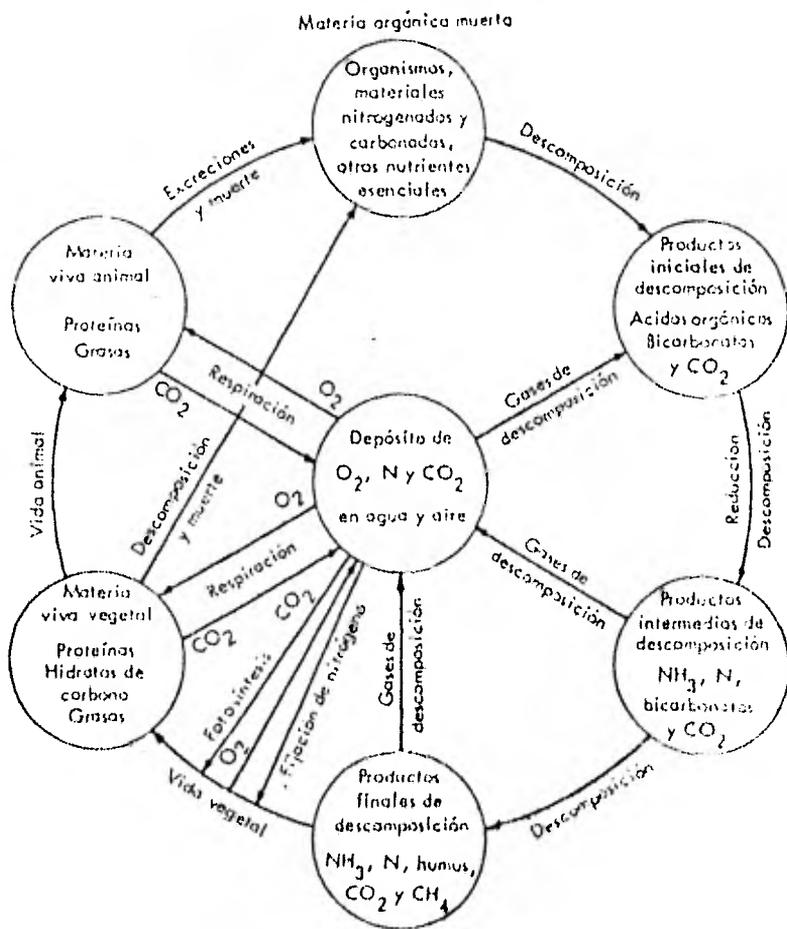
Rangos de operación.

EL PRIMERO ES EL MESOFÍLICO QUE SE LLEVA A CABO ENTRE LOS 30 Y LOS 42°C, Y EL SEGUNDO QUE ES EL TERMOFÍLICO ABARCANDO TEMPERATURAS ENTRE 42 Y 60°C. ESTOS SE DISTINGUEN POR EL TIPO DE BACTERIA PRODUCTORA DE GAS, QUE TRABAJA A DIFERENTES TEMPERATURAS. A SU VEZ CADA RANGO PRESENTA TEMPERATURAS ÓPTIMAS DE RENDIMIENTO, COMO SON PARA EL PRIMERO DE 30 A 35°C, Y PARA EL SEGUNDO DE 50 A 55°C; CADA UNO DE ESTOS TIENE SUS VENTAJAS RESPECTIVAS, EL PRIMERO PRESENTA UNA TEMPERATURA QUE ES FÁCIL DE CONSERVAR SIN LA AYUDA DE NINGUNA FUENTE DE CALOR EXTERNA O AUXILIAR, Y EL SEGUNDO REGISTRA UNA MAYOR EFICIENCIA CON UN TIEMPO DE RESIDENCIA MENOR.

Mesofílico y termofílico.

#### VII.4.3 TIEMPO DE RESIDENCIA.

EL TIEMPO DE RESIDENCIA AUNQUE ES UN FACTOR IMPORTANTE VA A DEPENDER SIEMPRE DE LAS TEMPERATURAS QUE SE ESTÉN MANEJANDO Y DEL TIPO DE DIGESTOR QUE SE TRATE, INFLUYENDO ADEMÁS LA CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA QUE SE EMPLEE Y LA EFICIENCIA QUE SE DESEE OBTENER.



#### VII.4.4 PRODUCCION DE BIOGAS.

EL GAS QUE SE PRODUCE MEDIANTE LA DESCOMPOSICIÓN -- ANAEROBIA ES UNA MEZCLA, CUYO PRINCIPAL CONSTITUYENTE ES EL METANO ( $\text{CH}_4$ ), PRESENTE EN UNA PROPORCIÓN QUE VARÍA ENTRE EL 50 Y 70%. EL SIGUIENTE COMPONENTE EN MENOR PROPORCIÓN ES EL BIÓXIDO DE CARBONO --- ( $\text{CO}_2$ ) CON UN 27 A 45% Y EN CANTIDADES MENORES SE ENCUENTRAN EL NITRÓGENO, EL HIDRÓGENO, MONÓXIDO DE -- CARBONO Y RASTROS DE ÁCIDO SULFÚDRICO, RESPONSABLE ESTE ÚLTIMO DEL OLOR CARACTERÍSTICO DEL BIOGAS.

Porcentaje de metano.

0.45 m<sup>3</sup> gas  
(0.23m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>)  
por kg. de  
materia seca.

#### CUADRO NUM. 1

PRODUCCION DEL BIOGAS POR KILOGRAMO DE MATERIAL  
(EN BASE SECA) PARA DIVERSOS MATERIALES

	PRODUCCIÓN (M <sup>3</sup> /KG).
ESTIÉRCOL PORCINO	3,6 - 4,8
ESTIÉRCOL BOVINO	0,2 - 0,3
ESTIÉRCOL DE AVES	0,35 - 0,8
AGUAS NEGRAS	0,35 - 0,5
PAJA Y PASTO	0,35 - 0,4

FUENTE: PYLE LEO, OP, CIT.

EL ÁCIDO SULFÚDRICO DEL GAS PUEDE CAUSAR LA CORRO-

SIÓN DE LAS TUBERÍAS DE HIERRO, PERO ÉSTO SE SOLUCIONA HACIENDO PASAR EL GAS POR UN FILTRO DE LIMADURA DE HIERRO. EL  $\text{CO}_2$  NO ES COMBUSTIBLE SE PUEDE EXTRAER LAVÁNDOLO CON AGUA DE CAL (HIDRÓXIDO CÁLCICO).

Purificación del biogas.

CUANDO EL GAS SALE DEL RECIPIENTE CALIENTE DONDE SE REALIZA LA DESCOMPOSICIÓN, ES MUY POSIBLE QUE ESTÉ SATURADO DE VAPOR DE AGUA QUE TAMBIÉN PUEDE CAUSAR LA CORROSIÓN DE LAS TUBERÍAS DE METAL Y DEL DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO, ÉSTO SE PUEDE EVITAR POR DIFERENTES MÉTODOS DE ABSORCIÓN, O POR CONDENSACIÓN EN UNA CÁMARA DE EXPANSIÓN (O SI CUENTAN CON LLAVE A TRAVÉS DE LAS TUBERÍAS O DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO).

Eliminación del vapor de agua.

EL BIOGAS ES POCO TÓXICO, YA QUE CONTIENE POCAS CANTIDADES DE MONÓXIDO DE CARBONO, SE QUEMA CON UNA LLAMA VIOLETA Y PUEDE ARDER CONTINUAMENTE SI LA PROPORCIÓN DE AIRE A METANO ES DE 1:20 APROXIMADAMENTE. SIN EMBARGO LA MEZCLA DE GAS METANO Y AIRE PUEDE SER EXPLOSIVA SI LA PROPORCIÓN ES MENOR DE 1:7 (ENTRE 5% Y 14% DE METANO); POR ELLO ES IMPORTANTE EVITAR LA ENTRADA DE AIRE EN LOS TUBOS DE CONDUCCIÓN O RECIPIENTES DE DEPÓSITO, YA QUE PUEDEN PROPICIAR SU COMBUSTIÓN DENTRO DE ELLOS, PROVOCANDO UNA EXPLOSIÓN.

Precaución con el biogas

## VII.5 APLICACIONES DEL BIOGAS.

EL BIOGAS COMO COMBUSTIBLE TIENE EXACTAMENTE LAS MISMAS APLICACIONES QUE LOS COMBUSTIBLES DE ORIGEN FÓSIL, PUDIENDO SER UTILIZADO PARA COCINAR, CALENTAR, ALUMBRAR, E INCLUSO SIN NECESIDAD DE MODIFICACIONES IMPORTANTES SER USADO EN VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN INTERNA PRESENTANDO UN MENOR NIVEL DE CONTAMINACIÓN.

EL APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA COMO PRODUCTORA DE GAS TIENE COMO OBJETIVO INMEDIATO EL DE PROPORCIONAR DE MANERA LOCAL UN COMBUSTIBLE PARA RESOLVER LAS NECESIDADES MÁS APREMIANTES, QUE DE ACUERDO A LA SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA QUE SE TRATE SE EMPLEE EN SUS VARIADAS FORMAS, SIENDO ÉSTAS COMO YA MENCIONAMOS: PARA COCINAR, CALENTAR, ALUMBRAR O ACCIONAR MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA. ESTE ÚLTIMO CON LA OPCIÓN DE UTILIZARLO PARA GENERAR ENERGÍA MECÁNICA O PARA HACER FUNCIONAR UN GENERADOR Y PROPORCIONAR ENERGÍA ELÉCTRICA, YA SEA PARA ILUMINACIÓN, REFRIGERACIÓN O ALIMENTACIÓN DE CUALQUIER OTRO APARATO ELÉCTRICO.

Y COMO META SECUNDARIA O A LARGO PLAZO ES LA DE EVITAR O DISMINUIR LA TALA INMÓDERADA DE LOS BOSQUES -

Objetivo del uso del biogas.

Conservar otras fuentes de energía.

PARA CONSUMIRLO COMO LEÑA. NO OBSTANTE QUE EL CONSUMO DE COMBUSTIBLES VEGETALES HA DISMINUIDO EN MÉXICO RÁPIDAMENTE EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS (DEL 15% DEL CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA EN 1940 AL 3.9% EN 1970), EN TÉRMINOS ABSOLUTOS MÁS DE 20 MILLONES DE HABITANTES UTILIZABAN EN 1970 COMBUSTIBLES VEGETALES PARA CONSUMO DOMÉSTICO (VER CUADRO).

CUADRO NUM. 2

NUMERO DE HABITANTES QUE UTILIZABAN DIVERSOS  
ENERGETICOS PARA EL CONSUMO DOMESTICO.

1 9 6 0

1 9 7 0

PRODUCTOS	MILES DE HABITANTES	POR CIENTO	MILES DE HABITANTES	POR CIENTO.
LEÑA O CARBÓN	22,617	64.8	21,379	43.1
PETRÓLEO DIFÁSICO	6,180	17.7	5,669	11.4
GAS LI- QUIDO O ELECTRI- CIDAD	6,126	17.5	21,308	43.0
GAS NATURAL	-	-	1,261	2.5
TOTAL	34,923	100.0	49,617	100.0

FUENTE: VIII Y IX CENSOS DE POBLACIÓN 1960 Y 1970

SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, MÉXICO,  
D.F.

ESTO INDICA QUE EN EL MEDIO RURAL LA BIOMASA (EN --  
ESTE CASO EN FORMA DE LEÑA Y CARBÓN), SIGUE SIENDO,  
EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS, EL PRINCIPAL RECURSO --  
ENERGÉTICO PARA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS Y CALEFAC-  
CIÓN.

#### VII.G FERTILIZANTES.

EL PRINCIPAL ATRACTIVO DE LA FERMENTACIÓN ANAERÓBI-  
CA APARTE DE LA PRODUCCIÓN DEL BIOGAS ES QUE PERMI-  
TE EL RECICLAJE DE NUTRIENTES A LOS SUELOS Y NO ---  
PLANTEA CONFLICTOS CON LOS USOS TRADICIONALES DE --  
DESECHOS ANIMALES COMO ABONOS. AUNQUE HASTA AHORA -  
NO SE HA DETERMINADO CON PRECISIÓN EL VALOR DE LO--  
DOS RESIDUALES COMO FERTILIZANTES Y REACONDICIONADO  
RES DE SUELOS; SU COMPOSICIÓN DEPENDE DE LA MATERIA  
PRIMA CON QUE SE ALIMENTA EL DIGESTOR, Y TIENEN LA  
IMPORTANTE VENTAJA DE CONSERVAR CASI TODO EL NITRÓ-  
GENO PRESENTE EN LOS MATERIALES ORIGINALES.

SEGÚN LOS RESULTADOS REPORTADOS (POR LA NATIONAL --  
ACADEMY OF SCIENS, METHANE GENERATION FROM HUMAN, -  
ANIMAL AND AGRICULTURE WASTES, WASHINGTON D.C. 1977)  
INDICAN EFECTOS SIMILARES A LA APLICACIÓN DE OTROS  
ABONOS ORGÁNICOS CON CUALIDADES PARA MEJORAR LAS --  
PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS, COMO AEREAÇÃO Y

Devolver parte de  
los nutrientes a  
la tierra.

CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE LA HUMEDAD. DEVOLVIENDO -  
 POR ESTE LADO GRAN PARTE DE LOS NUTRIENTES QUE SE -  
 HABÍAN OBTENIDO DE LA TIERRA, CERRANDO ASÍ UN CICLO  
 DE VITAL IMPORTANCIA PARA EL SER HUMANO.

POR OTRO LADO TENEMOS BENÉFICOS COLATERALES DEL USO  
 DE DIGESTORES ANAERÓBICOS, APARTE DE PRODUCIR GAS Y  
 FERTILIZANTE PARA LOS SUELOS, VEMOS QUE EL USO ADE-  
 CUADO DE ESTOS EQUIPOS Y MANEJÁNDOLOS CON PRECAU-  
 SIÓN, TIENEN UNA FUNCIÓN DE CARÁCTER SANITARIA. ANA-  
 LIZANDO QUE CON TIEMPOS DE RESIDENCIA SUPERIORES A  
 14 DÍAS Y TEMPERATURAS ENTRE LOS 45 Y 55°C, CASI TO-  
 DAS LAS BACTERIAS Y DEMÁS ORGANISMOS PATÓGENOS, ASÍ  
 COMO LOS HUEVOS DE MOSCAS, QUE JUEGAN UN PAPEL IM-  
 PORTANTE EN LA TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES SON DES-  
 TRUIDOS, LA TEMPERATURA ES UN AGENTE MUY IMPORTANTE  
 EN LA DESTRUCCIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS.

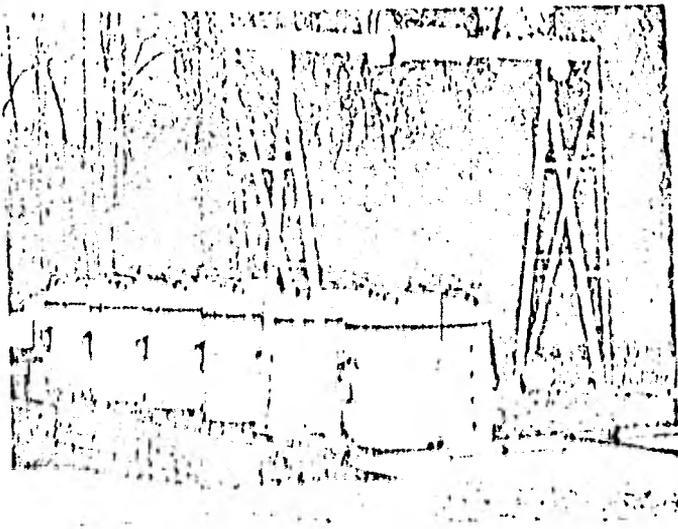
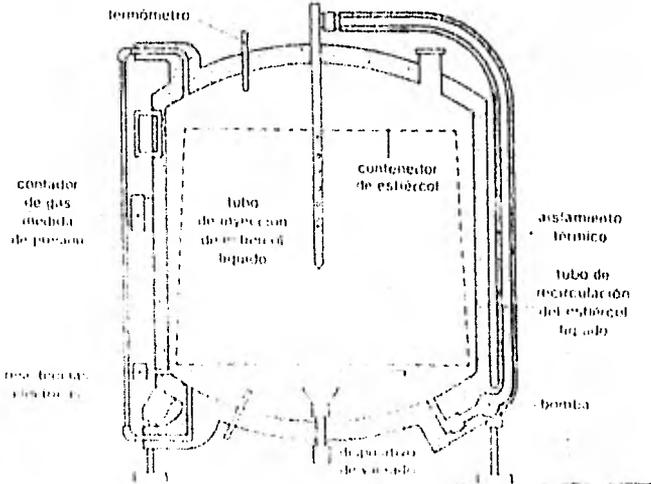
Destruir organis-  
 mos patógenos.

### VII.7 TIPOS DE DIGESTORES.

EL DIGESTOR ES BÁSICAMENTE UN RECIPIENTE, YA SEA UN  
 TANQUE O UN POZO, DONDE SE LLEVA A CABO LA DESCOMPO-  
 SIÓN, CON UNA CUBIERTA QUE IMPIDE LA ENTRADA DE -  
 AIRE Y RECIBE ADEMÁS LA PRODUCCIÓN DE GAS.

LOS DIGESTORES CUENTAN PRINCIPALMENTE DE LAS SI----

Partes de un diges-  
 tor



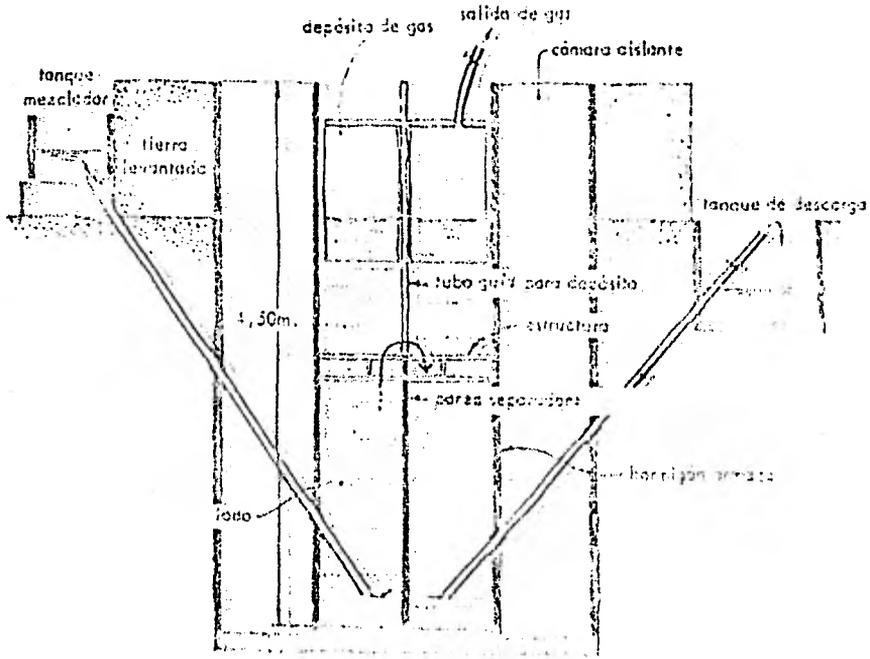
GUIENTES PARTES: CÁMARA DE DESCOMPOSICIÓN, QUE DEBE SER HERMÉTICA PARA IMPEDIR LA ENTRADA DE AIRE Y PERMITIR QUE SE LLEVE A CABO LA DESCOMPOSICIÓN ANAEROBIA EN LAS CONDICIONES MÁS ADECUADAS. CAMPANA DE RECEPCIÓN DE GAS, ÉSTA PUEDE SER LA MISMA TAPA DEL DIGESTOR O ALGÚN RECIPIENTE COLOCADO EXPRESAMENTE PARA LA CAPTACIÓN O EVACUACIÓN DEL GAS A LOS DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO. CANAL DE CARGA, ES EL CONDUCTO POR DONDE SE DEPOSITA LA MATERIA PRIMA DENTRO DEL DIGESTOR. CANAL DE DESCARGA, CONDUCTO POR EL QUE SE EXTRAE DEL DIGESTOR LOS LODOS RESIDUALES, ÉSTE Y EL ANTERIOR PUEDEN SER EL MISMO EN EL CASO DE DIGESTORES SENCILLOS. AISLANTE PARA LA CONSERVACIÓN DE LA TEMPERATURA O EN SU DEFECTO, SISTEMA DE CALEFACCIÓN DEL DIGESTOR PARA LOGRAR LA TEMPERATURA ADECUADA DEL PROCESO.

LOS DIGESTORES PUEDEN VARIAR MUCHO EN SU FORMA, TAMAÑO Y FUNCIONAMIENTO, DEPENDIENDO TODO ÉSTO DE LA CANTIDAD DE MATERIA PRIMA DISPONIBLE, LOS MATERIALES CON QUE SE CUENTA EN LA REGIÓN Y EL TIPO DE FUNCIONAMIENTO QUE SE QUIERA EMPLEAR.

LOS DISEÑOS EN SÍ PUEDEN SER POR SU CONFIGURACIÓN VERTICALES U HORIZONTALES, CON ALMACENADOR DE GAS

Aislante o sistema de calefacción.  
Punto importante.

Variación de la forma del digestor.



INTEGRADO O SEPARADO, CON O SIN AGITADOR, CON SEPARACIONES INTERIORES PARA REGULAR EL FLUJO DE LA MEZCLA, ETC. EN SÍ NO SE HA LLEGADO A UN DISEÑO ÓPTIMO, PORQUE HASTA AHORA CADA UNO TIENE SUS PECULIARIDADES Y SUS VENTAJAS EN PARTICULAR, SIN LLEGAR A UNA CONFIGURACIÓN DETERMINANTE.

EL TIPO DE DIGESTOR MÁS SENCILLO ES SIMPLEMENTE UN CONTENEDOR CERRADO, QUE PUEDE SER UN BIDÓN, UN TANQUE O UN HOYO EN EL SUELO, QUE SE CARGA CON EL MATERIAL PARA DESCOMPOSICIÓN. EL RECIPIENTE A CONTINUACIÓN SE CIERRA HERMÉTICAMENTE PARA QUE NO LE ENTRE AIRE, LA FORMA MÁS SENCILLA PARA RECOGER EL GAS ES DEJAR FLOTAR UN RECIPIENTE INVERTIDO SOBRE LA MEZCLA EN DESCOMPOSICIÓN, QUE SE ELEVARÁ A MEDIDA QUE SE LLENE DE GAS; ÉSTE PUEDE LUEGO EXTRAERSE POR MEDIO DE UN GRIFO Y UN TUBO.

EN CUANTO A SU FUNCIONAMIENTO LOS DIGESTORES PUEDEN SER DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS: DE ALIMENTACIÓN ÚNICA, DE ALIMENTACIÓN SEMI-CONTÍNUA O INTERMITENTE, Y DE ALIMENTACIÓN CONTÍNUA.

EL DE ALIMENTACIÓN ÚNICA SE PASA EN UNA SÓLA CARGA DURANTE TODO EL PROCESO, Y TIENE LA VENTAJA DE RE--

Digestor recipiente cerrado herméticamente.

Tipos según su funcionamiento.

Alimentación única.

QUERIR UNA ATENCIÓN MÍNIMA DURANTE EL TIEMPO DE ESTADÍA DE LA MATERIA EN EL DIGESTOR, REPRESENTANDO LA LIMITANTE DE LA CAPACIDAD DEL EQUIPO.

EN EL CASO DE LA ALIMENTACIÓN SEMI-CONTINUA O INTERMITENTE SE RECOMIENDA QUE PERIÓDICAMENTE SE ESTÉ INCORPORANDO NUEVA MATERIA, A LA VEZ QUE SE EXTRAE EL ANTERIOR. DURANTE LAS SEMANAS EN QUE TIENE LUGAR LA DESCOMPOSICIÓN CADA VEZ EL FIN DE PRODUCCIÓN DE GAS, ALCANZANDO EL MÁXIMO AL CASO DE UNOS DIEZ DÍAS, Y REDUCIÉNDOSE LUEGO A UN NIVEL MENOR QUE PUEDE HABERSE DURANTE UNO O DOS MESES. ESTE TIPO DE SISTEMA AUNQUE PRODUCE UNA CAPACIDAD MAYOR DE GAS QUE EL SISTEMA ANTERIOR, NO REPRESENTA UNA PRODUCCIÓN CONTINUA.

Alimentación  
semi-continua.

EN ESTE TIPO DE SISTEMAS SE RECOMIENDA PARA ASEGURAR UNA PRODUCCIÓN CONTINUA DE GAS, EL TENER POR LO MENOS DOS UNIDADES, SABIENDO QUE AL EL CONTAR CON CIENTO O SEIS FUNCIONANDO SIMULTANEAMENTE PERO EN DIFERENTES ETAPAS CADA UNA, HAY QUE INTERMITAS UNO SE VA CERRA Y SE VA A LLENAR, COMO ESTE PROCESO TIENE ALTERNAR.

EN INTERÉS DE LOS LEYENDO COMIENZO PORQUE LA ALTERNAR

TIVA DE UNA PRODUCCIÓN CONTINUA DE GAS Y LODOS RESIDUALES, ALIMENTÁNDOLO CON CANTIDADES DE MATERIALES NUEVOS AL TIEMPO QUE EL LODO RESIDUAL SE VA SACANDO ININTERRUMPIDAMENTE POR EL OTRO EXTREMO DEL RECIPIENTE.

Alimentación  
continua.

ESTE PUEDE TENER LA FORMA DE UN CONTENEDOR VERTICAL ÚNICO, CON TUBERÍAS O CONDUCTOS POR DONDE SE INTRODUCIRÁ EL MATERIAL NUEVO Y SE EXTRAERÁ EL LODO RESIDUAL. EN OCASIONES PUEDE HABER EL INCONVENIENTE DE QUE SE EXTRAIGA ANTES DE TIEMPO MATERIA QUE ESTÁ COMPLETAMENTE DESCOMPUESTA, DE QUE LA DESCOMPOSICIÓN NO SEA EQUILIBRADA O DE QUE SE PRODUZCAN REMOLINOS DENTRO DEL MATERIAL EN DESCOMPOSICIÓN QUE IMPIDAN TAMBIÉN UN PROCESO CONTINUO Y EQUILIBRADO. PARA SOLUCIONAR ESTO ÚLTIMO SE PUEDE DIVIDIR EL RECIPIENTE EN DOS CÁMARAS POR MEDIO DE UN MURO CENTRAL, DE MODO QUE LA DESCOMPOSICIÓN PRELIMINAR SE PRODUZCA SEPARADAS LAS DOS ETAPAS DE DESCOMPOSICIÓN, Y EL MATERIAL NUEVO SE INTRODUCE SÓLO POR UN LADO, Y EL LODO RESIDUAL SE EXTRAE SÓLO DEL OTRO.

División de la  
cámara de descomposición.

## VII,8 INVESTIGACION Y DESARROLLO

AUNQUE DESDE HACE YA ALGUNOS AÑOS SE HA ESTADO INVESTIGANDO SOBRE EL FUNCIONAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN -

DE LOS DIGESTORES, TODAVÍA SE ENCUENTRAN ÉSTOS A NIVEL EXPERIMENTAL. LOS ESTUDIOS HAN SIDO A NIVEL DE LABORATORIO Y LAS PLANTAS EXISTENTES FORMAN PARTE DE UN PLAN PILOTO, TODO ÉSTO AUNQUE NO HA ARROJADO RESULTADOS EXTRAORDINARIOS, SÍ SE HAN LOGRADO DESARROLLOS SATISFACTORIOS.

EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS SE DISEÑARON, CONSTRUYERON Y OPERARON PROTOTIPOS DE 0.2, 10 Y 40 m<sup>3</sup>.

EL DIGESTOR DE 10 m<sup>3</sup> CONSTA DE UN TANQUE DE FERMENTACIÓN CILÍNDRICO, VERTICAL CONSTRUIDO BAJO EL SUELO CON PAREDES DE LADRILLO RECUBIERTAS CON CEMENTO PULIDO. TIENE UNA PILETA DE CARGA CONECTADA POR UN DUCTO AL FONDO DEL TANQUE. LA DESCARGA DE LOS LODOS SE REALIZA POR UN CANAL QUE SALE DE LA PARTE SUPERIOR DEL DIGESTOR. EL GAS SE CAPTA EN UNA CAMPANA CILÍNDRICA LOCALIZADA EN LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUE Y BALANCEADO CON CONTRAPESOS. LA CAMPANA ES DE LÁMINA DE FIERRO ROLADA Y SOLDADA, Y PUEDE ALMACENAR HASTA 3 m<sup>3</sup> DE GAS. EL DIGESTOR CONSTA TAMBIÉN DE UNA TRAMPA DE LIMADURA DE FIERRO CON ASERRÍN PARA ELIMINAR EL ÁCIDO SULFÚRICO Y DE UN RECIPIENTE GRANDE QUE FUNCIONA COMO CÁMARA DE EXPANSIÓN DONDE

Avances en el desarrollo de la tecnología.

Digestor de 10 m<sup>3</sup>.

Filtros de fabricación sencilla.

SE CONDENSA EL VAPOR DE AGUA QUE ARRASTRA EL GAS.

LOS RENDIMIENTOS OBTENIDOS EN ESTE DIGESTOR A LO LARGO DE 80 SEMANAS DE OPERACIÓN SE MUESTRAN EN LA SIGUIENTE TABLA:

CUADRO NUM. 3

VALOR PROMEDIO DE LA EFICIENCIA DE LA DIGESTION EXPRESADA EN LITROS DE GAS/KGS. DE MATERIAL SECO PARA EL DIGESTOR DE 10 M3. INSTALADA EN EL I.I.E., PALMIRA, MORELOS.

TIEMPO DE RESIDENCIA (DÍAS)	AGITACIÓN	PRODUCCIÓN DIARIA (LITROS GAS)	CARGA DIARIA (KGS. - SECOS)	EFICIENCIA (LITROS -- GAS/KGS.- SECOS)
10	NO	14069.5	70.00	201.0
15	NO	9450.1	46.66	202.5
15	SI	11477.2	46.66	246.0
30	NO	7256.3	23.33	311.0
30	SI	6709.5	23.33	287.0
42	NO	6886.1	16.66	413.3
42	SI	3828.9	16.66	230.0
45	NO	4295.2	15.55	276.2

FUENTE: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS.  
INFORME SOBRE LA OPERACIÓN DEL DIGESTOR FAMILIAR. ABRIL DE 1979,

EN LA MEZCLA SE EMPLEÓ ESTIÉRCOL DE BOVINO CON UN -

8% DE SÓLIDOS TOTALES; Y SE LE AGREGÓ AGUA CALENTADA CON COLECTORES SOLARES PLANOS, LOGRÁNDOSE UNA TEMPERATURA DE 30 A 35°C PARA LA CARGA DIARIA (27 A 30°C DE TEMPERATURA INTERNA DEL DIGESTOR). EL CONTENIDO DE METANO DEL BIOGAS QUE SE PRODUJO OSCILA ENTRE EL 51 Y EL 59%. (DATOS OBTENIDOS POR EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS Y PRESENTADOS EN LA PUBLICACIÓN DE ECODESARROLLO).

#### VII.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

EL USO DEL BIOGAS, ASÍ COMO SUSTITUYE A LOS COMBUSTIBLES TRADICIONALES, REQUIERE TAMBIÉN DE LAS MISMAS MEDIDAS DE PRECAUSIÓN, ESTO ES, QUE EL BIOGAS ES IGUALMENTE EXPLOSIVO QUE EL GAS COMERCIAL Y COMO TAL TODAS LAS TUBERÍAS, DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO Y EQUIPOS QUE FUNCIONEN CON ÉSTE (ASÍ COMO ESTUFAS, HORNOS, LÁMPARAS, ETC.) DEBEN TENER LOS MISMOS CUIDADOS Y PRECAUSIONES PARA EVITAR CUALQUIER DESGRACIA O ACCIDENTE.

El biogas como combustible.

CON EL USO Y MANEJO DE LOS DIGESTORES, SE RECOMIENDA EXTREMAR LOS CUIDADOS EN EL MANEJO DE LOS DESECHOS ANIMALES, Y MÁS SI SON DE HUMANOS, PARA EVITAR CONVERTIR EL DIGESTOR EN UN FOCO DE INFECCIÓN.

AUNQUE YA SE HABÍA EXPLICADO ANTERIORMENTE QUE UNA FUNCIÓN SECUNDARIA DEL DIGESTOR ES LA DE CARÁCTER SANITARIO, SE REQUIERE TOMAR LAS MEDIDAS CONVENIENTES PARA EVITAR LO CONTRARIO, ESTO ES POR EJEMPLO, QUE SI LA CAPACIDAD DEL DIGESTOR ES LIMITADO, NO DEJAR EL MATERIAL SOBRENTE EXPUESTO AL AIRE A UN LA DO DEL DIGESTOR, PROVOCÁNDOSE UNA DESCOMPOSICIÓN AEROBIA Y DANDO OPORTUNIDAD A QUE LAS MOSCAS O EL AIRE ESPARZAN LOS MICROORGANISMOS PATÓGENOS, CAUSAN TES DE MUCHAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS (COMO SON LA TIFOIDEA, LA CÓLERA, ETC.).

Importancia de evitar la descomposición al aire libre.

EXTREMANDO LOS CUIDADOS Y VIGILANDO EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL DIGESTOR, SE PODRÁN OBTENER DE ÉL TODOS LOS BENEFICIOS QUE IMPLICA SU UTILIZACIÓN.

EN CUANTO AL USO DE EQUIPOS SOFISTICADOS AUNQUE REPRESENTA UNA FORMA DE ASEGURAR LA PRODUCCIÓN DE GAS, REQUIERE DE MAYORES CUIDADOS Y UNA MÁS ESTRICTA SUPERVISIÓN DEL PROYECTO, REPRESENTANDO ÉSTO UNA MAYOR CANTIDAD DE TIEMPO DEDICADA AL DIGESTOR.

Uso de equipos sofisticados.

EL TIPO DE EQUIPOS, SU CAPACIDAD Y LA COMPLEJIDAD DE ÉSTOS VAN A QUEDAR A CRITERIO DEL INTERESADO, DE ACUERDO A SUS NECESIDADES Y A LAS FACILIDADES QUE

TENGA PARA LLEVARLO A CABO.

EN ESTE ESTUDIO NO SE HA PLANTEADO EN NINGUN MOMENTO UNA SOLUCIÓN ESPECÍFICA A ESTE PROBLEMA, SINO -- QUE SE HA PRESENTADO UN HORIZONTE DE POSIBILIDADES SOBRE LAS CUALES DEPENDIENDO DEL LUGAR DE APLICACIÓN, SE PUEDAN REALIZAR.

HACIENDO UNA LABOR DE DIFUSIÓN, LO QUE SE QUIERE ES DEMOSTRAR Y PLANTEAR LOS BENEFICIOS POTENCIALES QUE REPRESENTA EL USO Y APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DE LA BIOMASA, PARA QUE ESTO INFLUYA Y AYUDE A MEJORAR LAS CONDICIONES DE VIDA DE LAS PERSONAS QUE POR SU UBICACIÓN EN LUGARES GEOGRÁFICOS POCOS ACCESIBLES NO SE HAN PODIDO INCORPORAR A LOS AVANCES DEL DESARROLLO.

ESTO ES FACTIBLE SI TOMAMOS EN CUENTA QUE SUS ELEMENTOS SON DE MANEJO Y OPERACIÓN SENCILLA Y LA MATERIA PRIMA SE OBTIENE FÁCILMENTE Y NO CUESTA.

EN ÁREAS RURALES DONDE NO EXISTE GAS, LO PROPORCIONA, Y DONDE SE PUEDE ADQUIRIR, DISMINUYE SU CONSUMO.

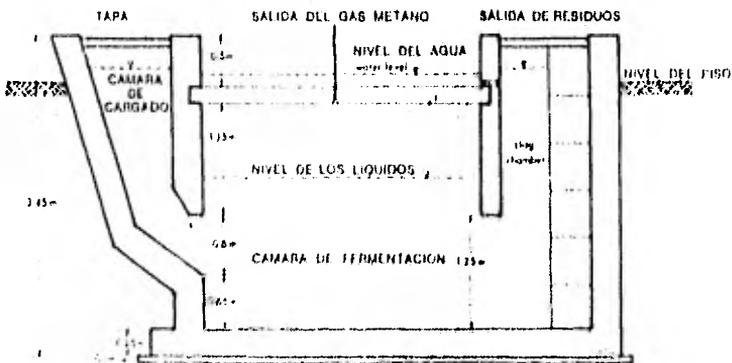
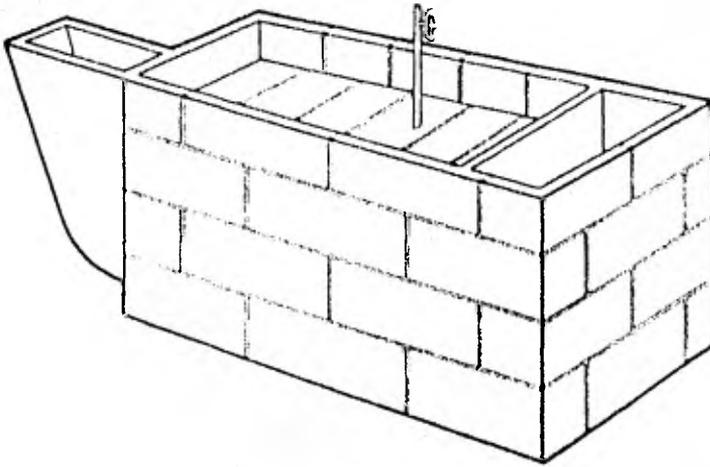
ESTE SISTEMA PROPICIA EL DESARROLLO DE TÉCNICAS EN

Horizonte de posibilidades.

Labor de difusión.

Propicio para zonas apartadas.

BENEFICIO, NO SÓLO DEL USUARIO, SINO DE LA COMUNITAD DE LA QUE FORMA PARTE, PROPICIANDO LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS.



DIGESTOR (CORTE E ISOMETRICO),

---

## Conclusiones

---

---

## CONCLUSIONES.

ANTE LOS PROBLEMAS QUE PLANTEA EL USO DE FUENTES -- CONVENCIONALES DE ENERGÍA A NIVEL MUNDIAL, SE CUESTIONA EL EMPLEO DE LAS NO CONVENCIONALES EN NUESTRO PAÍS.

PARA PODER FIJAR EL PARÁMETRO QUE NOS INDICARA LAS SIMILITUDES Y DIFERENCIAS ENTRE DICHAS FUENTES DE ENERGÍA, SE RECURRIÓ A LOS TÉRMINOS QUE SE INTERRELACIONAN ENTRE SÍ, COMO SON: CRECIMIENTO ECONÓMICO, FENÓMENO DEMOGRÁFICO, OFERTA-DEMANDA DE ENERGÉTICOS, DESARROLLO TECNOLÓGICO, EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES E IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE.

PUESTO QUE EL OBJETIVO PRINCIPAL DEL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA ES EL BIENESTAR DE LA COMUNIDAD, -- AL VALORAR LAS FUENTES QUE HACEN POSIBLE ESTO, LA MEJOR ALTERNATIVA SERÁ AQUELLA QUE BRINDE SUS BENEFICIOS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO SIN AFECTAR -- DE MANERA CRÍTICA AL HOMBRE Y SU MEDIO. DEBIDO A -- QUE LAS FUENTES CONVENCIONALES PRESENTAN: RIESGO DE QUE SE AGOTEN LOS RECURSOS QUE HACEN POSIBLE SU --- APROVECHAMIENTO; CONTAMINACIÓN AMBIENTAL CON RIESGO A LA CONDUCCIÓN DEL DESASTRE ECOLÓGICO, DEBIDO AL --

CAMBIO O DEGRADACIÓN DE LA NATURALEZA; ESCASEZ DE -  
ENERGÉTICOS QUE CONDUZCAN A UNA LUCHA ECONÓMICA PA-  
RA LA ADQUISICIÓN DE DICHS RECURSOS; SOFISTICACIÓN  
CADA VEZ MAYOR DE LOS EQUIPOS EN QUE INCURRE LA MO-  
DERNA TECNOLOGÍA, LO CUAL OCASIONA DESAJUSTES A NI-  
VEL TECNOLÓGICO QUE REQUIEREN DE UN ACELERADO CRECI-  
MIENTO ECONÓMICO PARA EL PROGRESO Y LA CONCENTRA---  
CIÓN DE LAS GRANDES CIUDADES COMO ÚNICOS RECEPTORES  
DE LOS BENEFICIOS CONSEGUIDOS DE LA ENERGÍA PARA EL  
DESARROLLO SOCIAL; SE CONSIDERA EL FUTURO DE LA HU-  
MANIDAD EN EL MARCO DE LAS FUENTES NO CONVENCIONA--  
LES DE ENERGÍA, PARA SU SUPERVIVENCIA Y DESARROLLO.

LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA EN COMPARA  
CIÓN CON LAS CONVENCIONALES, PRESENTAN POCAS DESVEN-  
TAJAS; LIMITACIÓN EN LA LUZ, QUE DEBIDO A LA CONCEN-  
TRACIÓN QUE SE PROYECTA SOBRE LA FUENTE CAPTADORA,  
NO ES APROVECHABLE PARA LA NATURALEZA COMO SE DEBIE  
RA, LO CUAL ACARREA A SU VEZ UN USO LIMITADO DEL --  
SUELO (YA QUE DICHA ZONA NO PUEDE SER UTILIZADA PA-  
RA LA AGRICULTURA, LA GANADERÍA, ETC., EN UN ÁREA -  
EXTENSA DE CAPTACIÓN); REQUERIMIENTO DE EXTENSIÓN -  
MAYOR, CUANDO SE DESEA PROYECTAR A NIVEL INDUSTRIAL  
Y EL USO MAYOR DE AGUA; SE COMPAGINAN CONJUNTAMENTE

PARA DAR LUGAR AL CAMBIO DE MICROCLIMAS LOCALES, REPERCUTIDAS POR UNA MAYOR ACCIÓN DEL VIENTO Y EL RUIDO (ESTE ÚLTIMO OCASIONARÍA INTERFERENCIAS EN LAS SEÑALES DE RADIO Y T.V.), SIN EMBARGO LAS VENTAJAS SON MÚLTIPLES: NO EXISTE RIESGO DE ACABAR CON LOS RECURSOS, LA CONTAMINACIÓN ES MÍNIMA Y LA FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LOS EQUIPOS, DEBIDO A QUE NO SE REQUIERE SOFISTICACIÓN EN SU DISEÑO Y OPERACIÓN HACE POSIBLE SU ADQUISICIÓN A BAJO COSTO CON UN ACEPTABLE RENDIMIENTO ACCESIBLE A CUALQUIER ZONA GEOGRÁFICA Y SOCIO-ECONÓMICA.

BAJO TALES CIRCUNSTANCIAS PODEMOS DIAGNOSTICAR:

- 1.- LA UTILIZACIÓN DE RECURSOS PROVENIENTES DE FUENTES CONVENCIONALES DE ENERGÍA, NO CONSTITUYEN ANTE LA EVIDENCIA MUNDIAL, EL ÚNICO MEDIO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL PAÍS.
- 2.- ES NECESARIO DESARROLLAR AQUELLAS FUENTES (NO CONVENCIONALES) CUYOS EQUIPOS GENERADORES, ESTÉN AISLADOS DE SOFISTICACIÓN, PARA SU MEJOR APROVECHAMIENTO EN CUANTO A RENDIMIENTO Y FACILIDAD DE OPERACIÓN.
- 3.- UTILIZAR LOS CRITERIOS BÁSICOS DE TECNOLOGÍA APROPIADA.

LAS TÉCNICAS EN QUE SE BASA ESTE TÉRMINO, COMPARTEN LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

- BAJOS COSTOS.
- USAR MATERIALES LOCALES AL MÁXIMO POSIBLE.
- CREAR TRABAJO; EMPLEANDO LAS HABILIDADES Y MANO DE OBRA LOCALES.
- SON LO SUFICIENTEMENTE PEQUEÑAS PARA SER -- MANEJADAS POR UN REDUCIDO GRUPO DE GRANJE-- ROS,
- PUEDEN SER ENTENDIDAS, CONTROLADAS Y MANTENIDAS POR GENTE LOCAL, EN LO POSIBLE SIN UN ALTO GRADO DE EDUCACIÓN.
- PUEDEN FABRICARSE EN UNA PEQUEÑA HERRERÍA O EN LA MISMA LOCALIDAD.
- SUPONEN QUE LA GENTE PUEDE Y TRABAJARÁ UNIDA PARA TRAER MEJORAS COLECTIVAS A SU COMUNIDAD, RECONOCIENDO QUE LAS DECISIONES IMPORTANTES EN EL MUNDO, SE TOMAN MEJOR POR PEQUEÑOS GRUPOS QUE POR INDIVIDUALIDADES.
- IMPLICAN NUEVAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE TALES COMO VIENTO, ENERGÍA SOLAR, AGUA, GAS METANO, ENERGÍA ANIMAL, Y EL PODER DEL

PEDAL (COMO ESA EFICIENTE MÁQUINA CONOCIDA  
BAJO EL NOMBRE DE BICICLETA.

- HACER LA TECNOLOGÍA ENTENDIBLE PARA LOS ---  
USUARIOS Y MÁS AÚN, PERMITEN LA POSIBILIDAD  
DE SUGERIR IDEAS QUE PUEDAN USARSE EN POSTE  
RIORES INOVACIONES.
  - PERMITEN LA FLEXIBILIDAD DE ADAPTARSE A LOS  
CAMBIOS QUE PROPORCIONEN LAS CIRCUNSTANCIAS.
  - NO IMPLICAN PATENTES, REGALÍAS, CONSULTO---  
RÍAS, DERECHOS DE IMPORTACIÓN Ó CARGOS DE -  
EMBARQUE; PLANES PRÁCTICOS PUEDEN OBTENERSE  
GRATIS O A UN BAJO COSTO Y NINGÚN OTRO PAGO  
SE DEBE HACER.
- 4.- LA EDUCACIÓN EMPRENDEDORA Y CREATIVA DEBE IM--  
PULSARSE PARA QUE BAJO EL ENFOQUE DE LAS FUEN--  
TES ENERGÉTICAS NO CONVENCIONALES, PUEDA LO---  
GRARSE UNA INDEPENDENCIA TECNOLÓGICA Y POR EN--  
DE ECONÓMICA, POLÍTICA Y SOCIAL (INCLUYENDO LA  
CULTURAL) QUE CORRESPONDA A LAS NECESIDADES --  
DEL PAÍS.
- 5.- EN EL PAÍS EN 1970 EXISTÍAN: 1983 MUNICIPIOS -  
SIN ELECTRICIDAD CON 62, 422 LOCALIDADES, ---  
1 326 777 VIVIENDAS Y 7 032 684 HABITANTES\* ; -

\* DISTRIBUIDOS COMO SE MUESTRA EN EL CUADRO.

## DISTRIBUCION POR ENTIDAD FEDERATIVA DE LA FALTA DE ELECTRIFICACION.

E S T A D O	No.de munic pios con loc. sin electric.	No.de locali dades sin -- electricidad	No.de vi-- viendas sin -- electricidad	No. de habitantes afectados.
Aguascaliente	9	625	5 472	34 686
Baja California Norte.	4	340	5 414	12 301
Baja California Sur	7	1 320	3 404	23 147
Campeche	8	500	5 256	30 193
Coahuila	34	1 309	13 488	78 497
Colima	10	454	4 751	22 968
Chiapas	111	5 767	105 404	567 558
Chihuahua	65	3 641	36 817	209 172
Durango	38	2 046	33 417	219 928
Guanajuato	46	2 817	61 847	392 788
Guerrero	73	2 086	74 426	431 559
Hidalgo	77	1 254	59 501	319 581
Jalisco	122	7 178	72 432	411 445
México	87	894	42 035	244 889
Michoacan	108	4 011	64 538	439 609
Morelos	15	54	1 161	7 032
Nayarit	19	1 103	12 495	78 058
Nuevo León	48	3 144	19 677	112 011
Oaxaca	351	2 013	212 673	604 497
Puebla	179	1 330	82 406	448 807
Querétaro	18	693	21 281	122 391
Quintana Roo	4	464	4 626	25 455
San Luis Potosí	55	2 428	62 385	359 268
Sinaloa	17	2 656	39 585	240 170
Sonora	67	3 239	18 949	102 375
Tabasco	17	657	36 947	237 587
Tamaulipas	41	3 587	32 811	161 637
Tlaxcala	24	270	2 693	15 655
Veracruz	187	3 097	138 601	725 842
Yucatán	88	1 170	13 670	80 709
Zacatecas	54	2 275	41 593	272 865

T O T A L : 1 983                      62 422                      1 326 777                      7 032 684

COMO DESHERADADOS DE LOS BENEFICIOS DE LAS FUENTES CONVENCIONALES DE ENERGÍA, QUE IMPEDÍAN SU DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO MARGINANDOLOS ANTE LA COMUNIDAD URBANA, DEBIDO A ESTO, SE HACE INDISPENSABLE LA PLANIFICACIÓN MEDIANTE LA REGIONALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y ECONÓMICA, PARA EL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS QUE CONDUZCAN A UN EQUILIBRADO DESARROLLO RURAL Y URBANO.

- 6.- ANTE LA CARENCIA DE ALIMENTOS, NO DEBE DESCUIDARSE LA EXPLOTACIÓN DE LA AGRICULTURA, LA GANADERÍA Y LAS DEMÁS FUENTES GENERADORAS DE ÉSTE, SINO MÁS BIEN APOYARLA CON LOS RECURSOS NECESARIOS ( CRÉDITO, EQUIPO, AGUA, Y FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA, ETC. ) CON EL FIN DE NO OCASIONAR EN LA CIUDAD CONCENTRACIÓN POBLACIONAL EN BUSCA DE MEJORES CONDICIONES DE VIDA. POR LO QUE LA CONCENTRACIÓN Y DESCENTRALIZACIÓN DE SERVICIOS DEBEN CONTRIBUIR AL CAMBIO EN EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS ENERGÉTICOS.
- 7.- EN EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESHECHOS HUMANOS A LA VEZ DE CONSTITUIR UNA FUENTE DE ENERGÍA SE ELIMINARÍA UN ELEMENTO DE CONTAMINACIÓN PARA MEJORA DE LA SALUD PÚBLICA.
- 8.- ES INDISPENSABLE CONOCER LA CAPACIDAD INDUSTRIAL Y LOS

RECURSOS HUMANOS CON QUE CUENTA EL PAÍS, YA QUE SOBRE ESTAS BASES PODEMOS EVALUAR EL NIVEL DE NUESTRO DESARROLLO Y DE LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA ELLO. ASÍ MISMO, PODEMOS FORTALECER EL CRECIMIENTO ECONÓMICO INDUSTRIAL; PARA DAR PASO A UNA NUEVA ERA TECNOLÓGICA APEGADA A NUESTRAS NECESIDADES Y NO A OTRAS, PARA LA EVOLUCIÓN DE LA SOCIEDAD MEXICANA EN TODOS SUS ASPECTOS ( POLÍTICOS, ECONÓMICO Y SOCIAL ).

- 9.- FINALMENTE, LO ANTERIOR, QUE FUNCIONA COMO CONSECUENTE, NO PUEDE SER LLEVADO A CABO SIN SU ANTECEDENTE, QUE EN ESTE CASO SON LAS DIVERSAS POLÍTICAS, QUE TIENEN EL COMPROMISO DE CUESTIONAR EL DESARROLLO Y GARANTIZAR SU EVOLUCIÓN PARA EL BENEFICIO COMÚN. LAS POLÍTICAS QUE SE LLEVAN A CABO, DEBEN SER CONGRUENTES ENTRE LA NECESIDAD Y LA REALIDAD NACIONAL RESPONDIENDO A SUS PROPIOS ESTÍMULOS QUE A PRESIONES EXTERNAS, DE ACUERDO A PLANES Y PROGRAMAS ESPECÍFICOS Y DETERMINANTES; YA QUE COMO SE DIJO, SE TIENE EL COMPROMISO DE LLEVAR A CABO EL DESARROLLO DEL PAÍS Y PARA LO CUAL DEBEN EXPLOTARSE AL MÁXIMO SUS RECURSOS HUMANOS, PROYECTANDO EN FORMA ADECUADA LOS NATURALES Y TENIENDO CUIDADO EN EL BUEN USO DE LOS FINANCIEROS, PARA PLANEAR, ORGANIZAR Y CONTROLAR LA ESTRATEGIA MÁS IDÓNEA HACIA EL PROGRESO, DE MODO QUE SE DE LUZ A TODAS LAS ALTERNATIVAS CUYO APROVECHAMIENTO --

CONDUZCA ; PRIMERO, A LA EQUIDAD INTERNA ( PARA LO CUAL LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA SON UN GRAN SOPORTE EN LA DESMARGINALIZACIÓN SOBRE TODO EN LAS ÁREAS RURALES ALEJADAS DE TODO MEDIO DE COMUNICACIÓN SOCIAL Y FÍSICO ) Y SEGUNDO, LA EMANCIPACIÓN EXTERNA ( Y EN DONDE TAMBIÉN LAS FUENTES NO CONVENCIONALES JUEGAN UN PAPEL IMPORTANTE, POR SU AMPLIO PANORAMA PROVECHOSO Y SIN MÁS PRESTIONES QUE LAS DE SU INOVACIÓN E IMPLEMENTACIÓN; SI DESDE AHORA SE HACE UN ESFUERZO EN PREOCUPARSE POR EL DESARROLLO Y APLICACIÓN, ANTES QUE SEA DEMASIADO TARDE Y NO QUEDE OTRO CAMINO QUE VOLVERSE A LA ZAGA DE LOS PAÍSES ACTUALMENTE DESARROLLADOS ) PARA LOGRAR EN FORMA CABAL LA INTEGRACIÓN Y EL DESARROLLO NACIONAL.

---

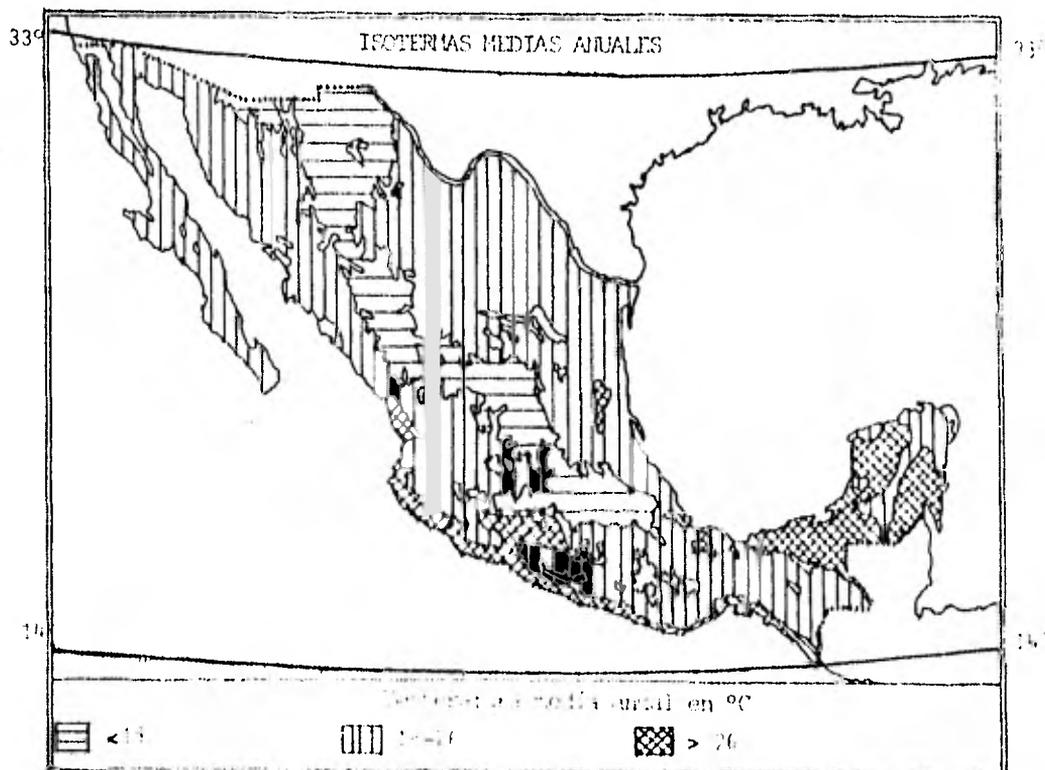
## Recomendaciones

---

---

## RECOMENDACIONES.

EN LA REPÚBLICA MEXICANA, EN LAS ZONAS RURALES (MARGINADAS) CON POCAS (O SIN) VÍAS DE ACCESO SE PUEDEN LLEVAR A CABO: LA ELECTRIFICACIÓN FOTOVOLTAICA, EL CALENTAMIENTO DE AGUA, EL SECADO DE GRANOS Y LA DESTILACIÓN DE AGUA SALOBRE; POR MEDIO DE ENERGÍA SOLAR, YA QUE COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA, SE ENCUENTRA EN UN CINTURÓN DE ALTA INSOLACIÓN.



LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES (EN DETERMINADAS ÉPOCAS DEL AÑO) Y LA NUBOSIDAD NO SON OBSTÁCULOS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR.

LA DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICA EXISTE EN LA MAYOR PARTE DEL TERRITORIO NACIONAL, MÁS ESTO NO INDICA QUE SE ESTÉ USANDO COMO FUENTE DE ENERGÍA; LA QUE SE PUEDE APROVECHAR LLEVANDO A CABO UN PLAN ORGANIZADO, PRINCIPALMENTE EN LAS ZONAS MONTAÑOSAS QUE TIENEN ESTE RECURSO EN ABUNDANCIA Y NO TIENEN EL USO CONVENCIONAL DEL MISMO.\*

LA ENERGÍA EÓLICA NO ESTÁ MUY DIFUNDIDA POR SU POCA EFICIENCIA A LA VEZ QUE SE NECESITAN APARATOS MUY GRANDES PARA SU APROVECHAMIENTO; LA VENTAJA ES QUE NO SE REQUIERE PARA USO CONTINUO, SIN QUE EN INTERVALOS DE TIEMPO SE PUEDE HACER USO DE ELLA, POR --- EJEMPLO: ALMACENAMIENTO DE AGUA, MOLIENDA DE GRANOS, ETCÉTERA.

LA BIOMASA Y LA GENERACIÓN DE BIOGAS REPRESENTAN UN GRAN BENEFICIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE; LOS APARATOS "DIGESTORES", POR LOS CUALES SE LLEVA A CABO EL PROCESO DE DICHA GENERACIÓN, SON

\* SE MUESTRA A CONTINUACIÓN UN MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICA EN LA REPÚBLICA MEXICANA.

DE GRAN SENCILLEZ EN SU DISEÑO Y FABRICACIÓN QUE SE RECOMIENDAN TAMBIÉN PARA LA OBTENCIÓN DE ALUMBRADO, BOMBEO DE AGUA, COCINAS, ETC., EN LAS ZONAS RURALES (MARGINADAS) PRINCIPALMENTE, YA QUE SE CUENTA CON DESECHOS, TANTO VEGETALES COMO ANIMALES Y HUMANOS, LOS CUALES SIRVEN PARA LA ALIMENTACIÓN DE LOS "DIGESTORES".

EL APROVECHAMIENTO DE TODAS ESTAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA, REPRESENTA UN GRAN APOYO PARA LAS ZONAS RURALES (MARGINADAS) DISMINUYENDO LA INMIGRACIÓN A ZONAS URBANAS SATURADAS Y POR OTRO LADO CREARÍA FUENTES DE TRABAJO, YA QUE NO SE REQUIERE DE UN GRADO MÁXIMO DE DIFICULTAD PARA LA ELABORACIÓN DE LOS APARATOS QUE APROVECHAN LAS FUENTES NO CONVENCIONALES Y ADEMÁS SU MANTENIMIENTO ES MÍNIMO; ESTO REQUIERE DE POLÍTICAS DE TODO TIPO (ECONÓMICAS, SOCIALES Y ESTRUCTURALES).

ASÍ PUES RECOMENDAMOS EL USO DE LAS FUENTES DE ENERGÍA NO CONVENCIONALES, DE MANERA QUE SE OBTENGAN LOS BENEFICIOS ANTES CITADOS; YA QUE NUESTRO PAÍS ESTÁ EN VÍAS DE DESARROLLO, NECESITA DE TODAS LAS FUENTES DE ENERGÍA QUE REPRESENTEN EL PROGRESO NACIONAL Y UN NIVEL DE VIDA MÁS ALTO PARA LOS MEXICANOS.

POLITICAS ORIENTADAS A IMPULSAR EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LOS EQUIPOS QUE USAN FUENTES NO CONVENCIONALES.

EN LA ACTUALIDAD EL NIVEL DE CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO ES RELATIVAMENTE ELEVADO Y PARECE, POR LO TANTO, MÁS CONVENIENTE DEDICAR UN MAYOR ESFUERZO A BUSCAR APLICACIONES PRÁCTICAS DE ÉSTE YA CONOCIDO, QUE A DESARROLLAR OTROS NUEVOS.

EL ESTADO PUEDE CONTRIBUIR DECISIVAMENTE AL DESARROLLO DE LAS TECNOLOGÍAS DE FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA, PARTICIPANDO EN EL FINANCIAMIENTO DE LAS INVESTIGACIONES DE ESTA ÁREA Y PROCURANDO QUE ÉSTAS AYUDEN A LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS PRÁCTICOS. ELLO PUEDE HACERSE EN EL MARCO GENERAL DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DEL GOBIERNO.

ES IMPORTANTE QUE EL GOBIERNO TRATE DE ESTABLECER ALGÚN CONTROL SOBRE LA CALIDAD DE LOS EQUIPOS, PARA ASEGURARSE QUE ELLOS CUMPLAN SATISFACTORIAMENTE LA FUNCIÓN PARA LO CUAL FUERON DISEÑADOS.

POLITICAS ORIENTADAS A DISMINUIR LA RESISTENCIA A LAS INNOVACIONES.

EN GENERAL HAY UNA CARENCIA DE INFORMACIÓN ACERCA - DE LAS VENTAJAS REALES A LAS LIMITACIONES QUE PRESENTAN LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA, EN COMPARACIÓN CON EL USO DE LAS CONVENCIONALES. ESTA FALTA DE INFORMACIÓN ES UN FACTOR LIMITANTE DEL CONOCIMIENTO DE LOS EQUIPOS QUE USAN FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA.

EN ESTAS POLÍTICAS, PUEDE JUGAR UN PAPEL MUY IMPORTANTE UNA CAMPAÑA ORIENTADA PARA LOGRAR UNA MAYOR CAPTACIÓN DE LAS INNOVACIONES, TANTO DE PARTE DE LOS USUARIOS DEL SECTOR RURAL, COMO DE LOS FUNCIONARIOS DEL GOBIERNO EN LOS DIFERENTES NIVELES.

POLITICAS ORIENTADAS A AUMENTAR LA VIABILIDAD ECONOMICA DE LOS EQUIPOS.

PARA ESTO PUEDEN PRACTICARSE LÍNEAS PARALELAS, QUE PRETENDAN ENTRE OTRAS COSAS, LOGRAR LOS OBJETIVOS SIGUIENTES:

- 1) DISMINUIR EL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LOS EQUIPOS  
.- ESTO PUEDE LLEVARSE A CABO MEDIANTE EL APOYO TÉCNICO Y ECONÓMICO A LOS PRODUCTORES, YA SEA FACILITÁNDOLES LAS ADQUISICIONES DE INSUMOS O COOPERANDO EN SUS ESFUERZOS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD.
- 2) AUMENTAR EL MERCADO.- ALGUNAS MEDIDAS QUE, ENTRE OTRAS PUEDEN CONTRIBUIR A ESTE OBJETIVO SON LAS QUE SIGUEN:
  - COMPRAS DE EQUIPO POR PARTE DEL SECTOR PÚBLICO,
  - APOYO FINANCIERO A LOS USUARIOS PARA FACILITARLES LA INVERSIÓN INICIAL.
  - ELIMINAR LAS RESTRICCIONES JURÍDICAS, QUE IMPIDAN EL LIBRE USO DE LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA.
- 3) AUMENTAR LA INTENSIDAD DE USO DE LOS EQUIPOS.-

ESTO PERMITIRÍA DISMINUIR EL PLAZO DE AUTORIZACIÓN.

- 4) COOPERAR EN LA ORGANIZACIÓN DE UNA RED DE COMERCIALIZACIÓN.
- 5) AUMENTAR LA COMPETIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA.- ESTO PODRÍA LOGRARSE MEDIANTE FRANQUICIAS O ESTÍMULOS QUE DISMINUYAN LOS COSTOS DE OPERACIÓN DEL EQUIPO NUEVO, LO QUE PUEDE SER DIFÍCIL PUES NORMALMENTE ESTE COSTO ES DE POR SÍ, BASTANTE REDUCIDO. OTRA POSIBILIDAD, ES PROCURAR QUE EL PRECIO DE LA ENERGÍA CONVENCIONAL SEA LO MÁS CERCANO POSIBLE A SU COSTO DE OPORTUNIDAD, LO QUE GENERALMENTE SIGNIFICARÁ AUMENTAR EL PRECIO. UNA ALTERNATIVA MÁS DRÁSTICA ES DIRECTAMENTE RESTRINGIR EL USO DE LA ENERGÍA CONVENCIONAL LIMITANDO LA VENTA DE COMBUSTIBLE O ESTABLECIENDO CONTROLES AMBIENTALES ESTRUCTOS O CON PROCEDIMIENTOS SIMILARES.

---

## Perspectivas

---

---

DE TODO LO EXPUESTO ANTERIORMENTE SE DESPRENDE -  
QUE VARIOS DE LOS EQUIPOS PARA EL APROVECHAMIENT-  
TO DE LA ENERGÍA SOLAR SE ENCUENTRAN EN FASES --  
AVANZADAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO; INCLU-  
SO ALGUNOS PUEDEN CONSIDERARSE, EN CONDICIONES -  
ESPECIALES, COMPETITIVOS EN COSTOS FRENTE A LAS  
ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS CONVENCIONALES.

ESTO NO IMPLICA QUE A CORTO O MEDIANO PLAZO SU -  
EMPLEO ESTÉ GENERALIZADO NI QUE SE HALLA LOGRADO  
UN DOMINIO DE LOS ASPECTOS TEÓRICOS Y PRACTICOS  
INVOLUCRADOS EN EL APROVECHAMIENTO SOLAR. AÚN -  
PARA LOS EQUIPOS MÁS PRBADOS SE DEBERÁN RESOL--  
VER NO POCOS PROBLEMAS, DE ACUERDO A NUEVAS ETA-  
PAS DE DESARROLLO. ÉSTOS PROBLEMAS ESTÁN INTER-  
RELACIONADOS PERO PUEDEN AGRUPARSE EN DOS CATEGQ  
RÍAS: TÉCNICOS Y SOCIOECONÓMICOS. LOS PRIMEROS  
SE REFIEREN A LAS CARACTERÍSTICAS DE NUEVAS ES--  
CALAS DE LOS EQUIPOS, CONDICIONES REALES DE OPE--  
RACIÓN Y MANTENIMIENTO, USO DE MATERIALES LOCA--  
LES, FABRICACIÓN E INSTALACIÓN FUERA DEL LABORA-  
TORIO, ETC. ÉL SEGUNDO GRUPO ES MÁS IMPORTANTE  
AÚN Y SU SOLUCIÓN REQUIERE DEL ANÁLISIS DE LOS -  
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ACEPTACIÓN Y DIFU- -

SIÓN DE LA TECNOLOGÍA ASÍ COMO LA EVALUACIÓN DE -  
SU IMPACTO SOCIOECONÓMICO.

NO OBSTANTE LA ESCASEZ DE INFORMACIÓN EN ALGUNAS  
ÁREAS, ES IMPORTANTE RESALTAR EL CARÁCTER HETERÓ-  
GENEO DE LAS TECNOLOGÍAS SOLARES COMO ALTERNATI-  
VA ENERGÉTICA, POR LO QUE SU EVALUACIÓN DEBERÁ -  
REALIZARSE POR SEPARADO Y ATENDIENDO AL USO QUE  
SE PRETENDA DARLE. AQUÍ SE HAN MENCIONADO ALGU-  
NOS ELEMENTOS PARA TAL EVALUACIÓN. SIN EMBARGO,  
ESTA QUEDA POR HACERSE, POR VARIAS RAZONES:

- 1) LOS COSTOS DE LOS EQUIPOS SON SÓLO ESTIMACIO-  
NES PRELIMINARES' EN VARIOS CASOS NO SE IN--  
CLUYEN EN EL PRESENTE ESTUDIO PORQUE AÚN - -  
NO SE CUENTA CON DATOS AL RESPECTO EN LAS --  
INSTITUCIONES CONSULTADAS.
- 2) LA VIDA ÚTIL Y LAS NECESIDADES DE MANTENI--  
MIENTO DE LA MAYORÍA DE LOS EQUIPOS NO HAN  
SIDO DETERMINADAS CON PRECISIÓN.
- 3) DEBEN CONSIDERARSE LAS CARACTERÍSTICAS DE -  
LOS LUGARES EN LOS QUE SE PIENSA INSTALAR -  
LOS EQUIPOS PARA CONOCER SUS RECURSOS ENER-  
GÉTICOS (INSOLACIÓN, VIENTO, RECURSOS HI - -

DRAÚLICOS Y BIOMASA); ESTIMAR LOS COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS CONVENCIONALES (DISTANCIA A LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ELECTRICIDAD, DISPONIBILIDAD DE COMBUSTIBLES COMERCIALES, ETC.), CONOCER LAS NECESIDADES DE ENERGÍA (TIPO DE ENERGÍA, MAGNITUD, DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO, ETC.) Y LAS POSIBILIDADES DE AUTOCONSTRUCCIÓN Y EMPLEO DE MATERIALES LOCALES EN ALGUNOS DE LOS EQUIPOS.

- 4) LA EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA OBTENCIÓN DE ENERGÍA NO DEBE LIMITARSE A LA COMPARACIÓN DE COSTOS MONETARIOS DE LOS EQUIPOS, SINO TAMBIÉN CONSIDERAR SUS IMPACTOS PSICOLÓGICOS, ECONÓMICOS Y SOCIALES. NO OBSTANTE QUE LA MAYOR PARTE DE LOS MATERIALES QUE SE PRESENTAN PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS SE REFIEREN A COMPARACIONES DE COSTOS (INVERSIÓN INICIAL, COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, VIDA ÚTIL, POTENCIA, ETC.), NO PENSAMOS QUE ESTE DEBA SER EL ÚNICO CRITERIO PARA LA SELECCIÓN ENTRE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS,

SIN EMBARGO, LA DIFUSIÓN DE EQUIPOS PARA APROVECHAR ENERGÍA SOLAR ESTARÁ DETERMINADA, EN BUENA MEDIDA POR SU COMPETITIVIDAD EN COSTOS CON OTRAS FUENTES DE ENERGÍA EN TANTO QUE SIRVA COMO INSUMO ALTERNATIVO PARA PRODUCCIÓN DE MERCANCÍAS. EN ESTE SENTIDO DEBE CONSIDERARSE QUE OTROS ENERGÉTICOS, COMO LOS HIDROCARBUROS PUEDEN TENER EN EL MERCADO NACIONAL PRECIOS QUE NO CORRESPONDEN CON SUS COSTOS DE PRODUCCIÓN.

UNA PROYECCIÓN FUNDADA DEL ALCANCE QUE PUEDE TENER LA ENERGÍA SOLAR EN EL FUTURO Y SUS MODALIDADES ESPECÍFICAS DE APROVECHAMIENTO (TECNOLOGÍAS, ESCALAS, ETC.) PRESENTA MÚLTIPLES PROBLEMAS, ENTRE OTROS:

- 1) ESTIMAR LOS COSTOS FUTUROS DE LAS TECNOLOGÍAS SOLARES QUE ACTUALMENTE SE ENCUENTRAN EN RÁPIDA EVOLUCIÓN ASÍ COMO DE OTRAS TECNOLOGÍAS DIRECTAMENTE RELACIONADAS CON EL USO DE LA ENERGÍA SOLAR; POR EJEMPLO, ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA,

- 2) PROYECTAR LOS COSTOS DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES Y DE OTRAS ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS.
- 3) DETERMINAR EL IMPACTO DEL AUMENTO DEL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES EN LOS COSTOS DE LAS DEMÁS ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS.
- 4) DETERMINAR LA EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN FUNCIÓN DEL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y DE LOS AVANCES EN LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA.

NO TIENE ENTONCES BASES FIRMES LA AVENTURADA PROYECCIÓN DE QUE EN MÉXICO EL 30% DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN EL AÑO 2000 PROYENDRÁ DE FUENTES SOLARES. EN EL DOCUMENTO DONDE SE AFIRMA TAL COSA NO SE ESPECIFICA CUÁLES SERÁN LAS TECNOLOGÍAS QUE DARÁN ESTE APORTE, QUÉ INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN CONTRIBUIRÁN A SU DIFUSIÓN, SOBRE QUÉ ESTUDIOS Y EN -

QUÉ SUPUESTOS SE BASAN LAS PROYECCIONES Y CÓMO SE ARTICULAN ÉSTAS CON LOS DEMÁS PLANES -- SECTORIALES.

CIERTAMENTE PUEDE DECIRSE QUE CUALQUIER CAMBIO MASIVO HACIA OTRAS FUENTES DE ENERGÍA TOMARÍA DÉCADAS Y QUE LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS - AFECTAN DE MANERA DISTINTA A DIVERSOS GRUPOS SOCIALES Y PAÍSES, DE MODO QUE LA SELECCIÓN ENTRE ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS ALTERNATIVAS - REFLEJAN EN EL FONDO UNA DECISIÓN POLÍTICA - QUE NO SE BASA EXCLUSIVAMENTE EN PRONÓSTICOS MATEMÁTICOS PRECISOS SINO QUE DEBE ANALIZARSE A LA LUZ DE LAS CONDICIONES SOCIALES, ECONÓMICAS Y POLÍTICAS TANTO A NIVEL NACIONAL - COMO INTERNACIONAL.

EN MÉXICO EL APOYO FINANCIERO DEL ESTADO PARA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR HA SIDO ESCASO. HASTA AHORA, PARECEN FALTAR RECURSOS PARA AVANZAR DE LA FASE DE LABORATORIO A LAS DE PLANTA PILOTO, PLANTA DE DEMOSTRACIÓN Y PLANTA COMERCIAL; APARECEN YA, SIN EMBARGO, FIRMAS INTERNACIONALES

QUE COMIENZAN A DISPUTAR LOS MERCADOS POTENCIALES DEL PAÍS. EN VISTA DE QUE EL PASO DE LA ETAPA DE LABORATORIO A LAS FASES SUBSECUENTES DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA EXIGE UN INCREMENTO IMPORTANTE EN EL MONTO DE LOS RECURSOS REQUERIDOS, ES NECESARIO UN PRIMER ANÁLISIS DE LAS DIVERSAS OPCIONES ACTUALMENTE INVESTIGADAS EN MÉXICO (Y EN GENERAL, ENTRE TODAS LAS ALTERNATIVAS SOLARES) PARA JERARQUIZAR LA IMPORTANCIA Y URGENCIA DE SU DESARROLLO POSTERIOR.

EN EL ÁREA DE CALENTADORES DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO, EL HECHO DE QUE EXISTAN EN EL PAÍS MÁS DE 25 FABRICANTES DE ESTOS EQUIPOS ES SIGNIFICATIVO. A ESTE RESPECTO, EN LA 2ª. REUNIÓN NACIONAL SOBRE ENERGÍA NO CONVENCIONAL REALIZADA EN PALMIRA, MOR., EN FEBRERO DE 1978, SE RECOMENDÓ LA FIJACIÓN Y NORMALIZACIÓN DE REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA CALENTADORES COMERCIALES. PERO, MIENTRAS SU PRODUCCIÓN SE MANTENGA EN ESTE NIVEL, TENDRÁ SÓLO A COMPLEMENTAR EL USO DE CALENTADORES CONVENCIONALES EN ALGUNAS REGIONES DEL PAÍS,

EL ABARATAMIENTO EN LOS EQUIPOS QUE PUEDA RESULTAR DE LAS INVESTIGACIONES EN CURSO Y LA INCORPORACIÓN DE DISEÑOS DE AUTOCONSTRUCCIÓN, AMPLIARÁN EN ALGO ESTAS PERSPECTIVAS PERO, DADAS LAS CONDICIONES DE VIVIENDA PREVALECIEN- TES EN EL PAÍS, SU USO A CORTO Y MEDIANO PLAZO, NO ESTARÁ MUY EXTENDIDO.

EN EL ÁREA DE SECADO SOLAR DE PRODUCTOS AGRÍ- COLAS Y PESQUEROS, LOS RESULTADOS HASTA AHO- RA OBTENIDOS MUESTRAN QUE DEBEN IMPULSARSE - PROYECTOS PILOTO CON EQUIPOS DE DIFERENTES - CAPACIDADES Y DE DISTINTOS PRODUCTOS PARA -- COMPARAR SU FUNCIONAMIENTO EN CONDICIONES -- REALES CON EL DE LOS EQUIPOS CONVENCIONALES Y PARA IDENTIFICAR EL IMPACTO DE SECADORES DE DIFERENTES ESCALAS.

LA DESTILACIÓN DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR -- ES OTRO DE LOS PROCESOS QUE PODRÍA CONSIDE- RARSE COMPETITIVO EN PEQUEÑA ESCALA EN ZONAS AISLADAS; PERO A CONDICIÓN DE QUE SE DESA-- RROLLEN PROTOTIPOS DURABLES Y CONFIABLES A - PARTIR DE VARIOS DISEÑOS YA PRABADOS EN O- - TROS PAÍSES; SELECCIONANDO AQUÉLLOS QUE POR

MATERIALES EMPLEADOS Y TÉCNICAS DE FABRICACIÓN SE ADAPTEN MÁS FÁCILMENTE A LAS CONDICIONES LOCALES.

EL APROVECHAMIENTO DEL ESTIÉRCOL DE ANIMALES Y OTROS DESECHOS ORGÁNICOS PARA OBTENCIÓN DE BIOGAS Y FERTILIZANTES EN ZONAS RURALES TENDRÍA MÚLTIPLES VENTAJAS. POR UN LADO, SU APLICACIÓN SERÍA FACTIBLE EN CUENCAS LECHE-RAS, ESTABLOS, ETC., Y ESTÁ LIGADO A LAS TENDENCIAS EN COSTOS DE ENERGÉTICOS CONVENCIONALES. POR EL OTRO, SU INSTALACIÓN EN LOCALIDADES RURALES AISLADAS, DONDE EL GANADO SE ENCUENTRA GENERALMENTE DISPERSO, DEPENDE DE CAMBIOS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO PARA EL MANEJO DE GANADO Y EN GENERAL EN EL USO DE RECURSOS DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS CUYA VIABILIDAD E IMPACTOS DEBEN ANALIZARSE EN CADA SITUACIÓN CONCRETA. POR AHORA, SU INSTALACIÓN DEBE PLANTEARSE A NIVEL PILOTO PARA CONOCER SUS EFECTOS EN CONDICIONES REALES DE OPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO. ASIMISMO, DEBE SEGUIRSE TRABAJANDO EN ASPECTOS COMO SELECCIÓN DE DISEÑOS MÁS BARATOS Y ESTUDIO DE CONDICIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PRO-

CESO.

EL USO ACTUAL DE AEROBOMBAS, MICROTURBINAS Y RUEDAS HIDRÁULICAS, INDICA QUE ESTOS EQUIPOS EN ALGUNOS CASOS PUEDEN PRESENTAR UNA BUENA ALTERNATIVA ENERGÉTICA. SOBRE TODO SE SE PROMUEVEN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DESTINADOS A ELEGIR LOS DISEÑOS MÁS APROPIADOS PARA LAS CONDICIONES LOCALES Y A BUSCAR MATERIALES -- ÓPTIMOS PARA SU CONSTRUCCIÓN DE ACUERDO A -- LOS AVANCES TECNOLÓGICOS LOGRADOS YA EN -- OTROS PAÍSES, CON EL FIN DE ABATIR SUS COS-- TOS,

LA CLIMATIZACIÓN DE VIVIENDAS, MEDIANTE SISTEMAS PASIVOS, ES UNA DE LAS APLICACIONES - DE LA ENERGÍA SOLAR QUE PUEDE DIFUNDIRSE A MEDIANO PLAZO AUNQUE A ESCALA LIMITADA EN - ALGUNAS REGIONES Y SOBRE TODO A NIVEL URBANO,

OTRA APLICACIÓN QUE PUEDE DIFUNDIRSE DE MANERA LIMITADA A MEDIANO PLAZO (SOBRE TODO - EN LOCALIDADES PESQUERAS AISLADAS) ES LA --

## REFRIGERACIÓN SOLAR.

POR AHORA, LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS SON UNA ALTERNATIVA INTERESANTE SÓLO PARA PROYECTOS PILOTO DE RADIOTELEFONÍA Y TELEVISIÓN ESCOLAR EN EL MEDIO RURAL. SIN EMBARGO, EN EL FUTURO SU POTENCIAL SE DESARROLLARÁ CONFORME SE PUE- DAN INCORPORAR USOS QUE EXIGEN MAYOR CONSUMO DE ENERGÍA.

EN LO QUE SE REFIERE A BOMBAS SOLARES ES CON- VENIENTE, A PARTIR DE LOS RESULTADOS YA OB- TENIDOS, DESARROLLAR SISTEMAS EXPERIMENTALES DE MAYOR POTENCIA Y CONTINUAR LA INVESTIGA- CIÓN. ADEMÁS, DEBEN EVALUARSE SERIAMENTE -- LOS RESULTADOS DEL PROYECTO TONATIUH.

PODEMOS DECIR ENTONCES QUE, A EXCEPCIÓN DE -- LOS CALENTADORES DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO Y LOS SISTEMAS CLIMATIZACIÓN DE VIVIENDAS, -- LAS MAYORES PERSPECTIVAS PARA EMPLEO DE EQUI- POS SOLARES SE ENCUENTRAN EN ZONAS RURALES, SOBRE TODO EN PEQUEÑAS LOCALIDADES AISLADAS, Y DE ACUERDO CON LA SITUACIÓN DEL PAÍS EN --

CUANTO A GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL Y SUS PRECIOS EN EL MERCADO INTERNO. EXISTEN, POR EJEMPLO, ALREDEDOR DE 80,000 LOCALIDADES RURALES NO ELECTRIFICADAS EN EL PAÍS, LA MAYORÍA DE LAS CUALES NO PODRÁN ELECTRIFICARSE POR MEDIOS CONVENCIONALES DEBIDO A SU AISLAMIENTO, SU TAMAÑO Y LAS VERSIONES QUE ESTO IMPLICARÍA.

EN EFECTO, EN LAS PEQUEÑAS LOCALIDADES RURALES AISLADAS, PRECISAMENTE POR SU SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y LA MAGNITUD DE LA DEMANDA, SON O SERÁN PRIMERO COMPETITIVAS LAS TECNOLOGÍAS SOLARES. PERO LA MAYOR PARTE DE LOS EQUIPOS RESULTAN INACCESIBLES PARA EL GRUESO DE LA POBLACIÓN RURAL. LA INTERVENCIÓN DEL ESTADO EN SU DIFUSIÓN Y FINANCIAMIENTO SERÍA UN MEDIO PARA HACER ACCESIBLES ESTAS TECNOLOGÍAS. EL EJEMPLO CHINO PUEDE SER ILUSTRATIVO DE CÓMO HACER CIERTAS COSAS DE ESTE CAMPO.

PARA ESTUDIAR LA VIABILIDAD Y LOS IMPACTOS DE LA TECNOLOGÍA SOLAR EN PEQUEÑAS LOCALIDADES DEBE CONSIDERARSE QUE:

- 1) SU ADOPCIÓN, MÁS QUE SUSTITUIR EL USO DE COMBUSTIBLES FÓSILES, TENDRÍA EFECTOS AL A) RACIONALIZAR EL USO DE LA LEÑA COMO RECURSO RENOVABLE, B) FACILITAR LA INTRODUCCIÓN DE SERVICIOS COMO ALUMBRADO Y AGUA POTABLE Y POSIBLEMENTE, -- C) INCORPORAR LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA EN PROCESOS PRODUCTIVOS, NO DEBE OLVIDARSE EL CARÁCTER POLÍTICO E IDEOLÓGICO QUE MUCHAS VECES TIENE PROGRAMAS COMO LOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL.
  
- 2) UNA COMPARACIÓN VENTAJOSA EN LOS COSTOS DE LOS EQUIPOS SOLARES FRENTE A OTRAS ALTERNATIVAS NO NOS DICE MUCHO ACERCA DE LA VIABILIDAD DE ESTOS EQUIPOS EN ZONAS RURALES; A MENOS AÚN SOBRE LAS CONSECUENCIAS QUE PUEDE TENER SU UTILIZACIÓN. LAS PÉRDIDAS QUE AQUÍ SE MENCIONAN POR FALTA DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN Y SECADO DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS, -- LA SENCILLEZ EN LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ALGUNOS DE LOS EQUIPOS, LAS --

POSIBILIDADES DE SU AUTOCONSTRUCCIÓN, --  
ETC., NO SON MÁS QUE ELEMENTOS QUE DEBE-  
RÁN SER INTEGRADOS CON BASE EN: A) UN -  
ANÁLISIS DEL PAPEL DE LA ENERGÍA Y LA --  
TECNOLOGÍA EN PROCESOS PRODUCTIVOS AGRO-  
PECUARIOS, FORMAS ACTUALES DE CONSUMO DE  
ENERGÍA EN EL CAMPO, NECESIDADES Y ACCE-  
SO A LAS FUENTES DE ENERGÍA, CAMBIOS EN  
EL PROCESO PRODUCTIVO ORIGINADOS POR LA  
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, SUS CONSECUEN--  
CIAS EN OTROS ÓRDENES, GRUPOS SOCIALES  
AFECTADOS, ETC., Y B) REALIZACIÓN DE EX  
PERIENCIAS PILOTO EN LAS QUE EL ACCESO  
A LA NUEVA TECNOLOGÍA DEBERÁ SUBORDI-  
NARSE A UN CONTROL MÁS AMPLIO SOBRE EL  
PROCESO PRODUCTIVO POR PARTE DE LOS --  
PRODUCTORES DIRECTOS. DE LO CONTRARIO,  
SI LOS PROYECTOS SE PRESENTAN COMO UNA  
IMPOSICIÓN O, EN EL MEJOR DE LOS CASOS,  
COMO UNA "DÁDIVA", BASÁNDOSE EN SU--  
PUESTOS SOBRE LOS INTERESES Y NECESI--  
DADES DE LOS DIRECTAMENTE AFECTADOS, -  
LOS RESULTADOS PUEDEN ANTICIPARSE; RE-  
SISTENCIA EN LAS LOCALIDADES A PARTI--

CIPAR EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS SISTEMAS Y SU EVENTUAL DETERIORO POR ABANDONO, O BIEN SU CONTROL Y APROVECHAMIENTO CENTRALIZADOS POR UNOS CUANTOS.

DE IDENTIFICARSE SITUACIONES EN LAS QUE, DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PROYECTOS PILOTO, SEA FACTIBLE LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS SOLARES, DEBERÁN ABORDARSE NUEVOS PROBLEMAS, RELACIONADOS CON SU DIFUSIÓN A ESCALA MÁS AMPLIA. NO SÓLO HAY QUE LOCALIZAR RECURSOS APROVECHABLES Y PROMOVER EL USO DE LOS EQUIPOS. TAMBIÉN DEBEN TOMARSE EN CUENTA LAS TENDENCIAS QUE SE IMPONEN A TRAVÉS DE MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO, COMERCIALIZACIÓN, ASESORÍA TÉCNICA, ETC., QUE: 1) INFLUYEN EN LOS CRITERIOS CASI SIEMPRE USADOS EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL MEDIO RURAL Y CONSIDERAN SUPERIORES A AQUÉLLOS QUE INTEGRAN A LAS COMUNIDADES AL MERCADO, 2) NORMALMENTE PERMITEN LA EXTRACCIÓN DE EXCEDENTES. TODO ESTO AFECTARÁ EL ALCANCE Y POSIBLES BENEFICIARIOS DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.

---

Anexo

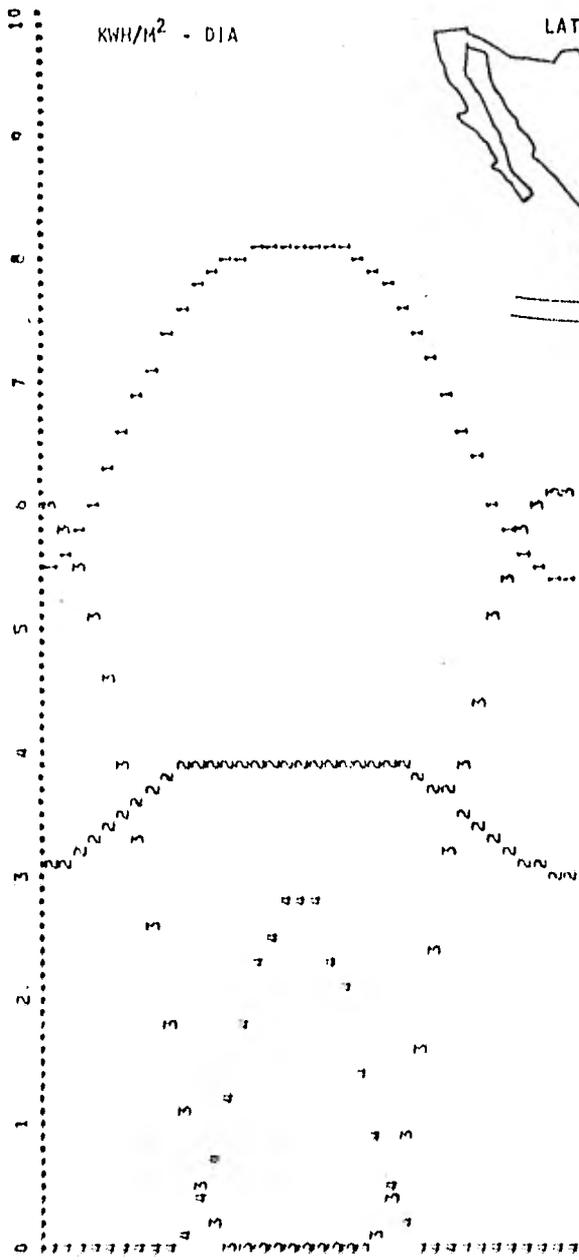
---

---









LATITUD  $17^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$

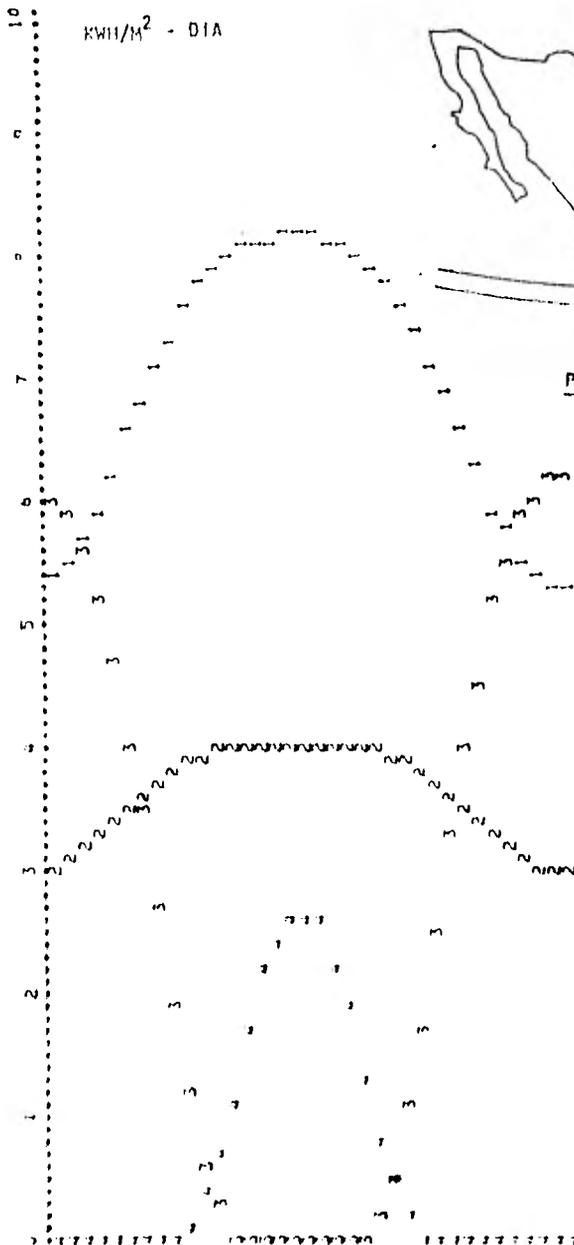


POBLACIONES :

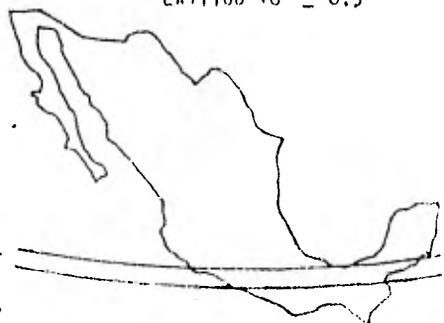
- Tuxtla Gtz., Chis.
- S.C. Las Casas, Chis.
- Bonampak, Chis.
- Tecpatan, Chis.
- Bochil, Chis.
- Matías Romero, Oax.
- Ixcatlán, Oax.
- Villa Alta, Oax.
- Teposcolula, Oax.
- Tlaxiaco, Oax.
- Alotepec, Oax.
- Acapulco, Gro.
- Tulancingo, Gro.
- Zapotitlán, Gro.
- Tepetitla, Gro.
- Atoyac, Gro.
- Cacalutla, Gro.

CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACION  
 1970-1971  
 1971-1972  
 1972-1973  
 1973-1974  
 1974-1975  
 1975-1976  
 1976-1977  
 1977-1978  
 1978-1979  
 1979-1980  
 1980-1981  
 1981-1982  
 1982-1983  
 1983-1984  
 1984-1985  
 1985-1986  
 1986-1987  
 1987-1988  
 1988-1989  
 1989-1990  
 1990-1991  
 1991-1992  
 1992-1993  
 1993-1994  
 1994-1995  
 1995-1996  
 1996-1997  
 1997-1998  
 1998-1999  
 1999-2000  
 2000-2001  
 2001-2002  
 2002-2003  
 2003-2004  
 2004-2005  
 2005-2006  
 2006-2007  
 2007-2008  
 2008-2009  
 2009-2010  
 2010-2011  
 2011-2012  
 2012-2013  
 2013-2014  
 2014-2015  
 2015-2016  
 2016-2017  
 2017-2018  
 2018-2019  
 2019-2020  
 2020-2021  
 2021-2022  
 2022-2023  
 2023-2024  
 2024-2025  
 2025-2026  
 2026-2027  
 2027-2028  
 2028-2029  
 2029-2030  
 2030-2031  
 2031-2032  
 2032-2033  
 2033-2034  
 2034-2035  
 2035-2036  
 2036-2037  
 2037-2038  
 2038-2039  
 2039-2040  
 2040-2041  
 2041-2042  
 2042-2043  
 2043-2044  
 2044-2045  
 2045-2046  
 2046-2047  
 2047-2048  
 2048-2049  
 2049-2050  
 2050-2051  
 2051-2052  
 2052-2053  
 2053-2054  
 2054-2055  
 2055-2056  
 2056-2057  
 2057-2058  
 2058-2059  
 2059-2060  
 2060-2061  
 2061-2062  
 2062-2063  
 2063-2064  
 2064-2065  
 2065-2066  
 2066-2067  
 2067-2068  
 2068-2069  
 2069-2070  
 2070-2071  
 2071-2072  
 2072-2073  
 2073-2074  
 2074-2075  
 2075-2076  
 2076-2077  
 2077-2078  
 2078-2079  
 2079-2080  
 2080-2081  
 2081-2082  
 2082-2083  
 2083-2084  
 2084-2085  
 2085-2086  
 2086-2087  
 2087-2088  
 2088-2089  
 2089-2090  
 2090-2091  
 2091-2092  
 2092-2093  
 2093-2094  
 2094-2095  
 2095-2096  
 2096-2097  
 2097-2098  
 2098-2099  
 2099-2100  
 2100-2101  
 2101-2102  
 2102-2103  
 2103-2104  
 2104-2105  
 2105-2106  
 2106-2107  
 2107-2108  
 2108-2109  
 2109-2110  
 2110-2111  
 2111-2112  
 2112-2113  
 2113-2114  
 2114-2115  
 2115-2116  
 2116-2117  
 2117-2118  
 2118-2119  
 2119-2120  
 2120-2121  
 2121-2122  
 2122-2123  
 2123-2124  
 2124-2125  
 2125-2126  
 2126-2127  
 2127-2128  
 2128-2129  
 2129-2130  
 2130-2131  
 2131-2132  
 2132-2133  
 2133-2134  
 2134-2135  
 2135-2136  
 2136-2137  
 2137-2138  
 2138-2139  
 2139-2140  
 2140-2141  
 2141-2142  
 2142-2143  
 2143-2144  
 2144-2145  
 2145-2146  
 2146-2147  
 2147-2148  
 2148-2149  
 2149-2150  
 2150-2151  
 2151-2152  
 2152-2153  
 2153-2154  
 2154-2155  
 2155-2156  
 2156-2157  
 2157-2158  
 2158-2159  
 2159-2160  
 2160-2161  
 2161-2162  
 2162-2163  
 2163-2164  
 2164-2165  
 2165-2166  
 2166-2167  
 2167-2168  
 2168-2169  
 2169-2170  
 2170-2171  
 2171-2172  
 2172-2173  
 2173-2174  
 2174-2175  
 2175-2176  
 2176-2177  
 2177-2178  
 2178-2179  
 2179-2180  
 2180-2181  
 2181-2182  
 2182-2183  
 2183-2184  
 2184-2185  
 2185-2186  
 2186-2187  
 2187-2188  
 2188-2189  
 2189-2190  
 2190-2191  
 2191-2192  
 2192-2193  
 2193-2194  
 2194-2195  
 2195-2196  
 2196-2197  
 2197-2198  
 2198-2199  
 2199-2200  
 2200-2201  
 2201-2202  
 2202-2203  
 2203-2204  
 2204-2205  
 2205-2206  
 2206-2207  
 2207-2208  
 2208-2209  
 2209-2210  
 2210-2211  
 2211-2212  
 2212-2213  
 2213-2214  
 2214-2215  
 2215-2216  
 2216-2217  
 2217-2218  
 2218-2219  
 2219-2220  
 2220-2221  
 2221-2222  
 2222-2223  
 2223-2224  
 2224-2225  
 2225-2226  
 2226-2227  
 2227-2228  
 2228-2229  
 2229-2230  
 2230-2231  
 2231-2232  
 2232-2233  
 2233-2234  
 2234-2235  
 2235-2236  
 2236-2237  
 2237-2238  
 2238-2239  
 2239-2240  
 2240-2241  
 2241-2242  
 2242-2243  
 2243-2244  
 2244-2245  
 2245-2246  
 2246-2247  
 2247-2248  
 2248-2249  
 2249-2250  
 2250-2251  
 2251-2252  
 2252-2253  
 2253-2254  
 2254-2255  
 2255-2256  
 2256-2257  
 2257-2258  
 2258-2259  
 2259-2260  
 2260-2261  
 2261-2262  
 2262-2263  
 2263-2264  
 2264-2265  
 2265-2266  
 2266-2267  
 2267-2268  
 2268-2269  
 2269-2270  
 2270-2271  
 2271-2272  
 2272-2273  
 2273-2274  
 2274-2275  
 2275-2276  
 2276-2277  
 2277-2278  
 2278-2279  
 2279-2280  
 2280-2281  
 2281-2282  
 2282-2283  
 2283-2284  
 2284-2285  
 2285-2286  
 2286-2287  
 2287-2288  
 2288-2289  
 2289-2290  
 2290-2291  
 2291-2292  
 2292-2293  
 2293-2294  
 2294-2295  
 2295-2296  
 2296-2297  
 2297-2298  
 2298-2299  
 2299-2300  
 2300-2301  
 2301-2302  
 2302-2303  
 2303-2304  
 2304-2305  
 2305-2306  
 2306-2307  
 2307-2308  
 2308-2309  
 2309-2310  
 2310-2311  
 2311-2312  
 2312-2313  
 2313-2314  
 2314-2315  
 2315-2316  
 2316-2317  
 2317-2318  
 2318-2319  
 2319-2320  
 2320-2321  
 2321-2322  
 2322-2323  
 2323-2324  
 2324-2325  
 2325-2326  
 2326-2327  
 2327-2328  
 2328-2329  
 2329-2330  
 2330-2331  
 2331-2332  
 2332-2333  
 2333-2334  
 2334-2335  
 2335-2336  
 2336-2337  
 2337-2338  
 2338-2339  
 2339-2340  
 2340-2341  
 2341-2342  
 2342-2343  
 2343-2344  
 2344-2345  
 2345-2346  
 2346-2347  
 2347-2348  
 2348-2349  
 2349-2350  
 2350-2351  
 2351-2352  
 2352-2353  
 2353-2354  
 2354-2355  
 2355-2356  
 2356-2357  
 2357-2358  
 2358-2359  
 2359-2360  
 2360-2361  
 2361-2362  
 2362-2363  
 2363-2364  
 2364-2365  
 2365-2366  
 2366-2367  
 2367-2368  
 2368-2369  
 2369-2370  
 2370-2371  
 2371-2372  
 2372-2373  
 2373-2374  
 2374-2375  
 2375-2376  
 2376-2377  
 2377-2378  
 2378-2379  
 2379-2380  
 2380-2381  
 2381-2382  
 2382-2383  
 2383-2384  
 2384-2385  
 2385-2386  
 2386-2387  
 2387-2388  
 2388-2389  
 2389-2390  
 2390-2391  
 2391-2392  
 2392-2393  
 2393-2394  
 2394-2395  
 2395-2396  
 2396-2397  
 2397-2398  
 2398-2399  
 2399-2400  
 2400-2401  
 2401-2402  
 2402-2403  
 2403-2404  
 2404-2405  
 2405-2406  
 2406-2407  
 2407-2408  
 2408-2409  
 2409-2410  
 2410-2411  
 2411-2412  
 2412-2413  
 2413-2414  
 2414-2415  
 2415-2416  
 2416-2417  
 2417-2418  
 2418-2419  
 2419-2420  
 2420-2421  
 2421-2422  
 2422-2423  
 2423-2424  
 2424-2425  
 2425-2426  
 2426-2427  
 2427-2428  
 2428-2429  
 2429-2430  
 2430-2431  
 2431-2432  
 2432-2433  
 2433-2434  
 2434-2435  
 2435-2436  
 2436-2437  
 2437-2438  
 2438-2439  
 2439-2440  
 2440-2441  
 2441-2442  
 2442-2443  
 2443-2444  
 2444-2445  
 2445-2446  
 2446-2447  
 2447-2448  
 2448-2449  
 2449-2450  
 2450-2451  
 2451-2452  
 2452-2453  
 2453-2454  
 2454-2455  
 2455-2456  
 2456-2457  
 2457-2458  
 2458-2459  
 2459-2460  
 2460-2461  
 2461-2462  
 2462-2463  
 2463-2464  
 2464-2465  
 2465-2466  
 2466-2467  
 2467-2468  
 2468-2469  
 2469-2470  
 2470-2471  
 2471-2472  
 2472-2473  
 2473-2474  
 2474-2475  
 2475-2476  
 2476-2477  
 2477-2478  
 2478-2479  
 2479-2480  
 2480-2481  
 2481-2482  
 2482-2483  
 2483-2484  
 2484-2485  
 2485-2486  
 2486-2487  
 2487-2488  
 2488-2489  
 2489-2490  
 2490-2491  
 2491-2492  
 2492-2493  
 2493-2494  
 2494-2495  
 2495-2496  
 2496-2497  
 2497-2498  
 2498-2499  
 2499-2500  
 2500-2501  
 2501-2502  
 2502-2503  
 2503-2504  
 2504-2505  
 2505-2506  
 2506-2507  
 2507-2508  
 2508-2509  
 2509-2510  
 2510-2511  
 2511-2512  
 2512-2513  
 2513-2514  
 2514-2515  
 2515-2516  
 2516-2517  
 2517-2518  
 2518-2519  
 2519-2520  
 2520-2521  
 2521-2522  
 2522-2523  
 2523-2524  
 2524-2525  
 2525-2526  
 2526-2527  
 2527-2528  
 2528-2529  
 2529-2530  
 2530-2531  
 2531-2532  
 2532-2533  
 2533-2534  
 2534-2535  
 2535-2536  
 2536-2537  
 2537-2538  
 2538-2539  
 2539-2540  
 2540-2541  
 2541-2542  
 2542-2543  
 2543-2544  
 2544-2545  
 2545-2546  
 2546-2547  
 2547-2548  
 2548-2549  
 2549-2550  
 2550-2551  
 2551-2552  
 2552-2553  
 2553-2554  
 2554-2555  
 2555-2556  
 2556-2557  
 2557-2558  
 2558-2559  
 2559-2560  
 2560-2561  
 2561-2562  
 2562-2563  
 2563-2564  
 2564-2565  
 2565-2566  
 2566-2567  
 2567-2568  
 2568-2569  
 2569-2570  
 2570-2571  
 2571-2572  
 2572-2573  
 2573-2574  
 2574-2575  
 2575-2576  
 2576-2577  
 2577-2578  
 2578-2579  
 2579-2580  
 2580-2581  
 2581-2582  
 2582-2583  
 2583-2584  
 2584-2585  
 2585-2586  
 2586-2587  
 2587-2588  
 2588-2589  
 2589-2590  
 2590-2591  
 2591-2592  
 2592-2593  
 2593-2594  
 2594-2595  
 2595-2596  
 2596-2597  
 2597-2598  
 2598-2599  
 2599-2600  
 2600-2601  
 2601-2602  
 2602-2603  
 2603-2604  
 2604-2605  
 2605-2606  
 2606-2607  
 2607-2608  
 2608-2609  
 2609-2610  
 2610-2611  
 2611-2612  
 2612-2613  
 2613-2614  
 2614-2615  
 2615-2616  
 2616-2617  
 2617-2618  
 2618-2619  
 2619-2620  
 2620-2621  
 2621-2622  
 2622-2623  
 2623-2624  
 2624-2625  
 2625-2626  
 2626-2627  
 2627-2628  
 2628-2629  
 2629-2630  
 2630-2631  
 2631-2632  
 2632-2633  
 2633-2634  
 2634-2635  
 2635-2636  
 2636-2637  
 2637-2638  
 2638-2639  
 2639-2640  
 2640-2641  
 2641-2642  
 2642-2643  
 2643-2644  
 2644-2645  
 2645-2646  
 2646-2647  
 2647-2648  
 2648-2649  
 2649-2650  
 2650-2651  
 2651-2652  
 2652-2653  
 2653-2654  
 2654-2655  
 2655-2656  
 2656-2657  
 2657-2658  
 2658-2659  
 2659-2660  
 2660-2661  
 2661-2662  
 2662-2663  
 2663-2664  
 2664-2665  
 2665-2666  
 2666-2667  
 2667-2668  
 2668-2669  
 2669-2670  
 2670-2671  
 2671-2672  
 2672-2673  
 2673-2674  
 2674-2675  
 2675-2676  
 2676-2677  
 2677-2678  
 2678-2679  
 2679-2680  
 2680-2681  
 2681-2682  
 2682-2683  
 2683-2684  
 2684-2685  
 2685-2686  
 2686-2687  
 2687-2688  
 2688-2689  
 2689-2690  
 2690-2691  
 2691-2692  
 2692-2693  
 2693-2694  
 2694-2695  
 2695-2696  
 2696-2697  
 2697-2698  
 2698-2699  
 2699-2700  
 2700-2701  
 2701-2702  
 2702-2703  
 2703-2704  
 2704-2705  
 2705-2706  
 2706-2707  
 2707-2708  
 2708-2709  
 2709-2710  
 2710-2711  
 2711-2712  
 2712-2713  
 2713-2714  
 2714-2715  
 2715-2716  
 2716-2717  
 2717-2718  
 2718-2719  
 2719-2720  
 2720-2721  
 2721-2722  
 2722-2723  
 2723-2724  
 2724-2725  
 2725-2726  
 2726-2727  
 2727-2728  
 2728-2729  
 2729-2730  
 2730-2731  
 2731-2732  
 2732-2733  
 2733-2734  
 2734-2735  
 2735-2736  
 2736-2737  
 2737-2738  
 2738-2739  
 2739-2740  
 2740-2741  
 2741-2742  
 2742-2743  
 2743-2744  
 2744-2745  
 2745-2746  
 2746-2747  
 2747-2748  
 2748-2749  
 2749-2750  
 2750-2751  
 2751-2752  
 2752-2753  
 2753-2754  
 2754-2755  
 2755-2756  
 2756-2757  
 2757-2758  
 2758-2759  
 2759-2760  
 2760-2761  
 2761-2762  
 2762-2763  
 2763-2764  
 2764-2765  
 2765-2766  
 2766-2767  
 2767-2768  
 2768-2769  
 2769-2770  
 2770-2771  
 2771-2772  
 2772-2773  
 2773-2774  
 2774-2775  
 2775-2776  
 2776-2777  
 2777-2778  
 2778-2779  
 2779-2780  
 2780-2781  
 2781-2782  
 2782-2783  
 2783-2784  
 2784-2785  
 2785-2786  
 2786-2787  
 2787-2788  
 2788-2789  
 2789-2790  
 2790-2791  
 2791-2792  
 2792-2793  
 2793-2794  
 2794-2795  
 2795-2796  
 2796-2797  
 2797-2798  
 2798-2799  
 2799-2800  
 2800-2801  
 2801-2802  
 2802-2803  
 2803-2804  
 2804-2805  
 2805-2806  
 2806-2

KWH/M<sup>2</sup> - DIA



LATITUD 18° ± 0.5'



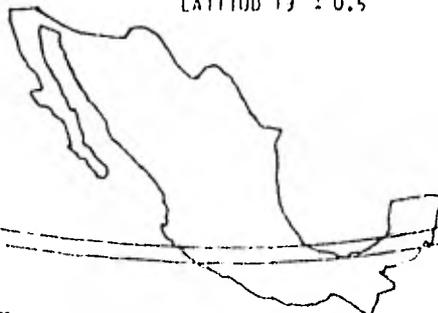
POBLACIONES :

- Chetumal, Q. R.
- Santa Cruz, O. P.
- La Ahuata, O. R.
- Sn. Felipe, Cam.
- Concepción, Cam.
- Galerón, Cam.
- Palljara, Cam.
- Balanran, Tabasco
- Triunfo, Tabasco
- Cárdenas, Tabasco
- Frontera, Tabasco
- Chiltepec, Tabasco
- Minatitlán, Ver.
- Gatemaco, Ver.
- Cosamaloapan, Ver.
- Papalapan, Ver.
- Sayula, Ver.
- S. J. Evangelista, Oax.
- Valle Nacional, Oax.
- Ixttepec, Oax.
- Ctenegilla, Oax.
- Miltepec, Oax.
- Huautla, Oax.
- Iteopaxco, Oax.
- Zapotitlán, Pbla.
- Tulcingo, Pbla.
- Ajalpan, Pbla.
- Chilar, Pbla.
- Coxcatlán, Pbla.
- Zihuatanejo, Gro.
- Laquillas, Gro.
- La Unión, Gro.
- Coyuca, Gro.
- Balsas, Gro.
- Lázaro Cárdenas, Mich.
- La Mira, Mich.
- Turiscatio, Mich.
- Ostula, Mich.
- Maruati, Mich.
- Playa Ancha, Mich.

DEPARTAMENTO DE ENERGIA ELÉCTRICA  
 DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
 DIVISIÓN DE ESTADÍSTICA Y PLANIFICACIÓN  
 ESTADÍSTICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA  
 ESTADÍSTICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA  
 ESTADÍSTICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

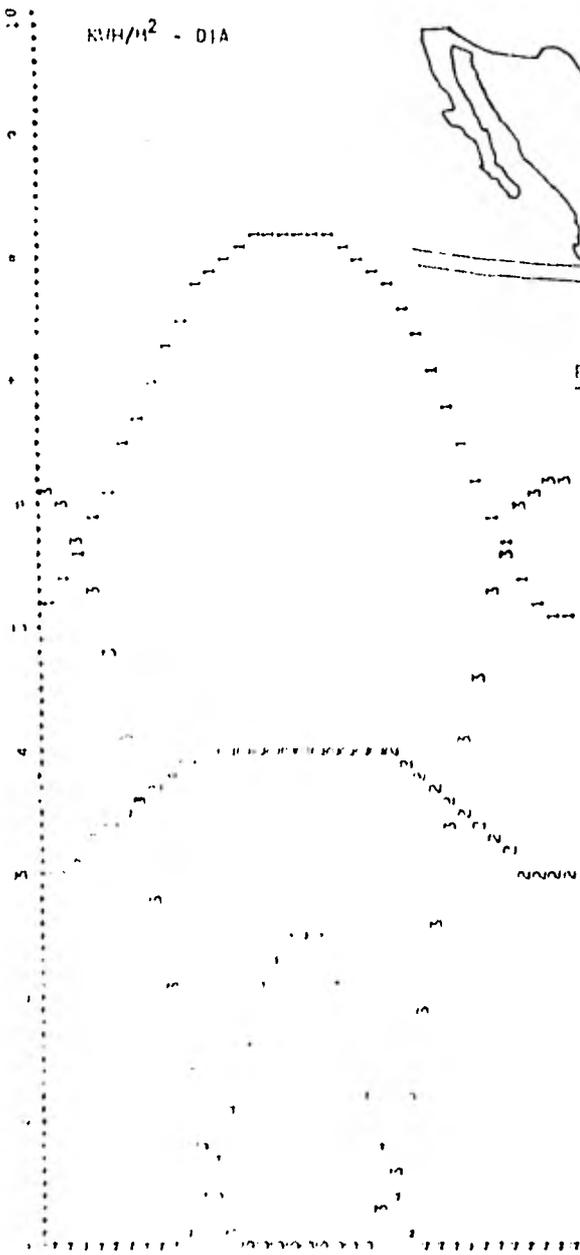
LATITUD 13° ± 0.5'

KMH/H<sup>2</sup> - DIA



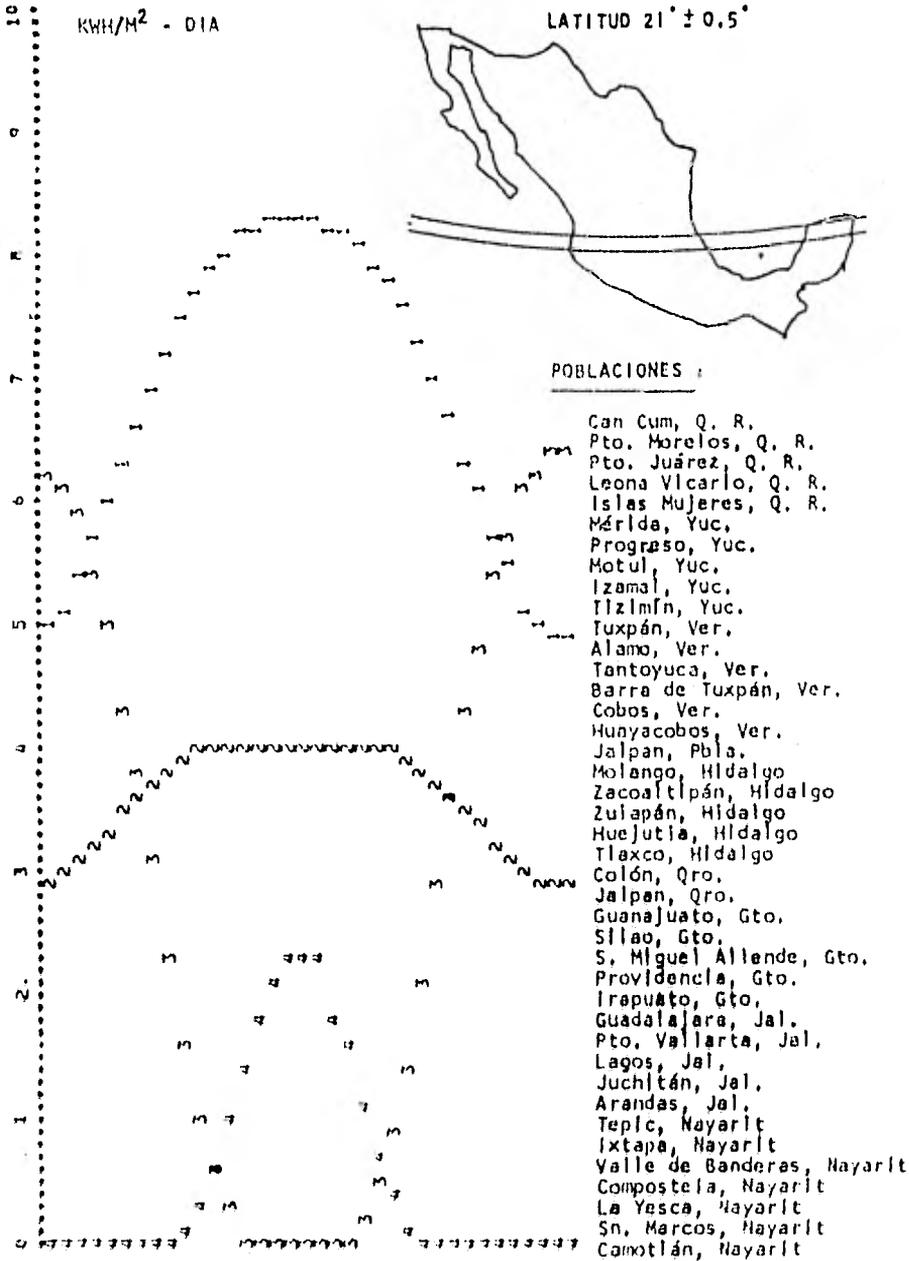
POBLACIONES :

- Sta. Cruz Chico, Q. R.
- Bacata, Q. R.
- Placer, Q. R.
- Aguada, Camp.
- Morslos, Camp.
- Juárez, Camp.
- Pto. Real, Camp.
- Cd. del Carmen, Camp.
- Frontera, Tabasco
- Tuxtla Gtz., Ver.
- Veracruz, Ver.
- Orizaba, Ver.
- Cordoba, Ver.
- Medellin, Ver.
- Parra le Chachalacas, Ver.
- Puebla, Pbla.
- Tecamachalco, Pbla.
- Atlixco, Pbla.
- Cholula, Pbla.
- Tehuacan, Pbla.
- Amozoc, Pbla.
- Tlaxcala, Tlax.
- Huamantla, Tlax.
- Cuernavaca, Morelos
- Jajutla, Morelos
- Puerto de Ixtla, Morelos
- Distrito Federal
- Toluca, Edo. de México
- Tenancingo, Edo. México
- Victoria Gto. de Mexico
- Guapán, Mich.
- Zitáhuaro, Mich.
- Zacapuán, Mich.
- Patzcuaro, Mich.
- Quartillán, Jalisco
- Juchán, Jalisco
- Ayotlán, Jalisco
- Tonila, Jalisco
- Colima, Col.
- Manzanillo, Col.
- Tecoman, Col.



Small, illegible text at the bottom of the page, possibly a legend or additional data notes.

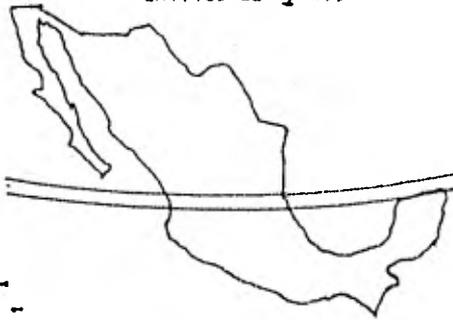




COPIA DE LA ENCUESTA DE ENERGIA ELÉCTRICA EN MÉXICO, 1964. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUATEMALA.

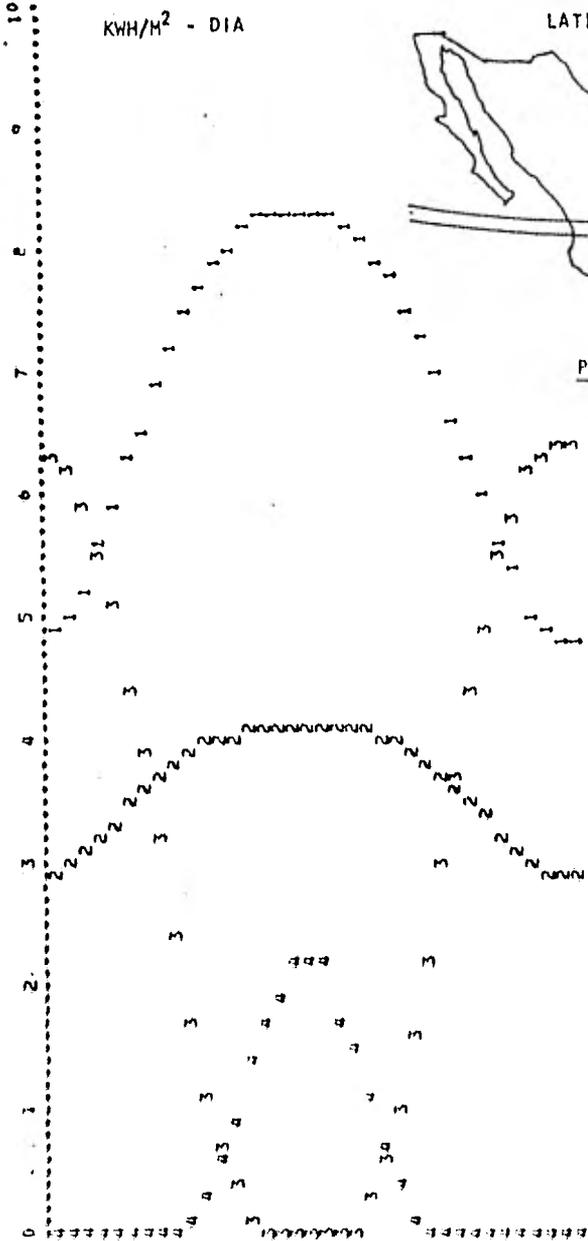
KWH/M<sup>2</sup> - DIA

LATITUD 22° ± 0.5'

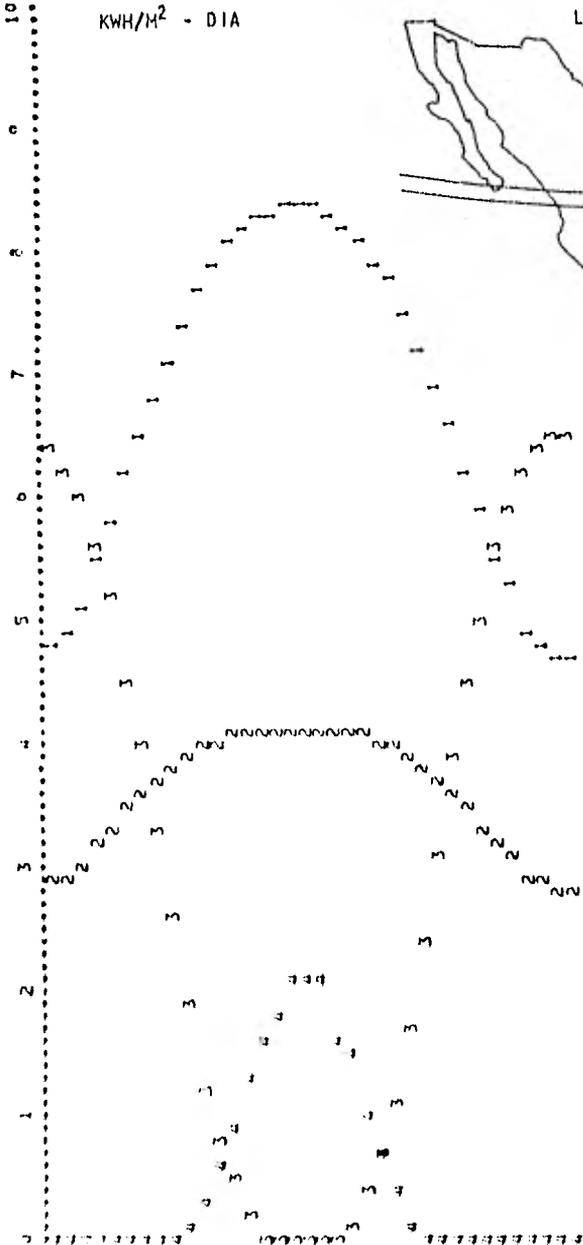


POBLACIONES :

- Tancuayala, Ver.
- Tempoal, Ver.
- Cárdenas, S. L. P.
- Sn. Luis Potosí, S.L.P.
- Rfo Verde, S. L. P.
- Ebano, S. L. P.
- C. del Maz, S. L. P.
- Soledad, S. L. P.
- Tolentino, S. L. P.
- Ocampo, Gto.
- La Unión, Gto.
- Paso de Sotos, Jal.
- Ojuelos, Jalisco
- Aguascalientes, Ags.
- Calvillo, Ags.
- Asientos, Ags.
- Rincón de Romos, Ags.
- Mal Paso, Za.
- Pinos, Za.
- Sn. Miguel, Za.
- Colotlán, Za.
- Mantenango, Za.
- San Andrés, Nayarit
- Acatán, Nayarit
- Sta. Teresa, Nayarit
- Sta. Cruz, Nayarit
- Noyllero, Nayarit

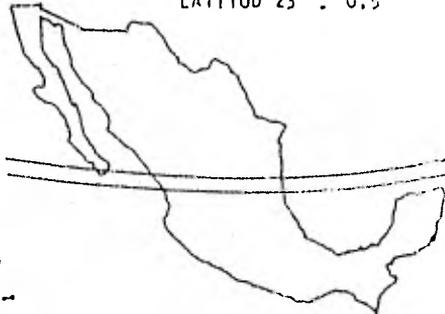


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
 KWH/M<sup>2</sup> - DIA



KWH/M<sup>2</sup> - DIA

LATITUD 23° ± 0.5'



POBLACIONES :

- Cd. Mante, Tamps.
- Ignacio Zaragoza, Tamps.
- Gómez Farfás, Tamps.
- Tula, Tamps.
- Aldama, Tamps.
- Moctezuma, S. L. P.
- Arista, S. L. P.
- Guadalupe, S. L. P.
- Sn. José, S. L. P.
- Carmen, S. L. P.
- Vallejo, S. L. P.
- Zacatecas, Za.
- Guadalupe, Za.
- Jerez, Za.
- Calera, Za.
- La Bafa, Za.
- Llano Grande, Dgo.
- Pueblo Nuevo, Dgo.
- Sn. Francisca, Dgo.
- Teneraca, Dgo.
- Milpillas, Dgo.
- Buena Vista, Nayarit
- Huajicori, Nayarit
- Escuinapa, Sinaloa
- Rosario, Sinaloa
- B. Unión, Sinaloa
- Mazatlán, Sinaloa
- Concordia, Sinaloa
- Pánuco, Sinaloa
- Sn. Lucas, B.C.S.
- Plutarco Elías C., B.C.S.
- Mira Flores, B.C.S.
- Sta. Catalina, B.C.S.
- El Pescadero, B. C.S.

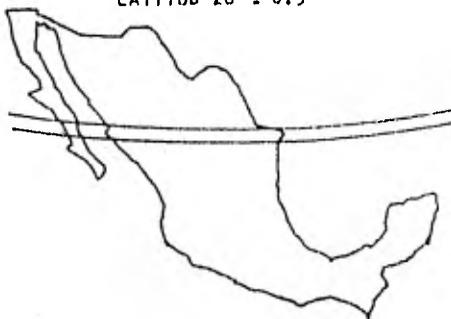
PROYECTO DE INVESTIGACION EN ENERGIA SOLAR  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS  
 SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA  
 MEXICO





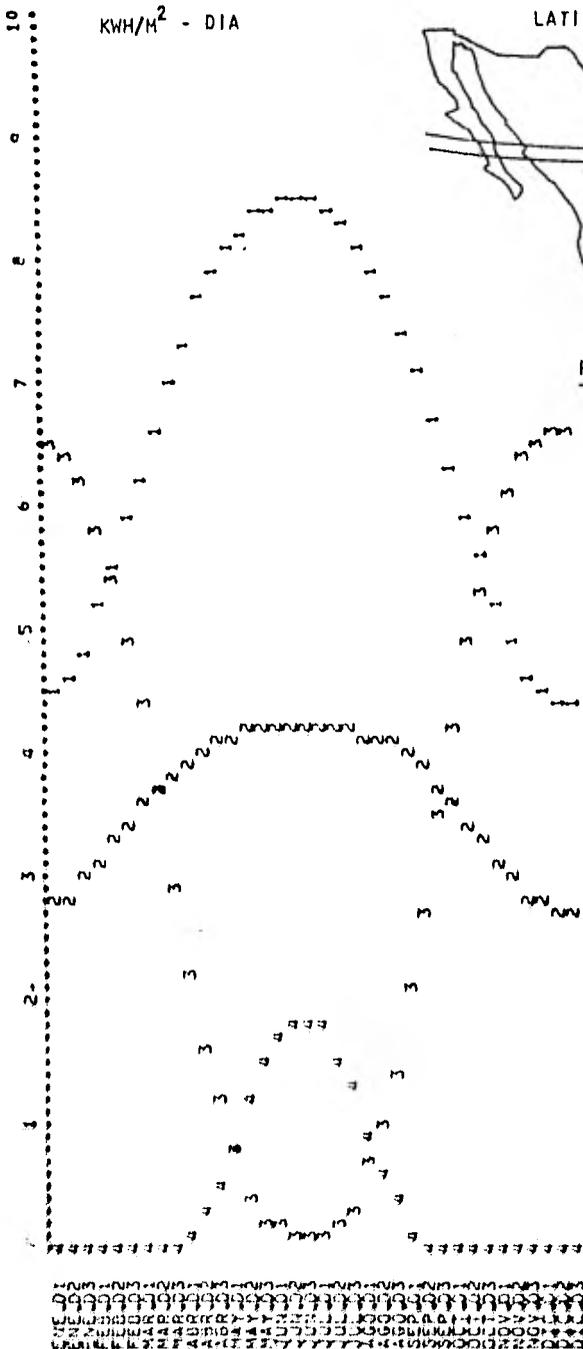
KWH/M<sup>2</sup> - DIA

LATITUD 26° ± 0.5°



POBLACIONES :

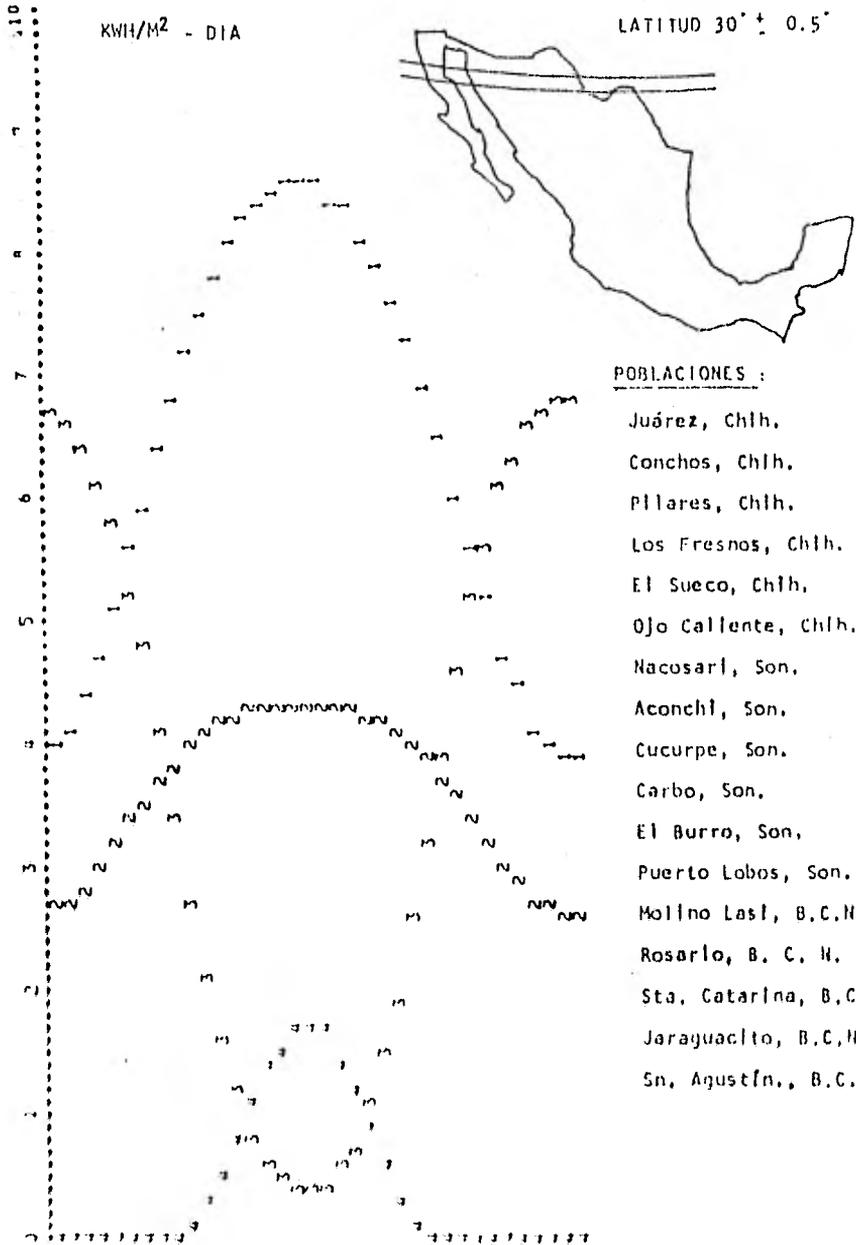
- Matamoros, Tamps.
- Bagdad, Tamps.
- Laguna Barril, Tamps.
- Reynosa, Tamps.
- Dr. Coss, N. L.
- Los Herrera, N. L.
- Abasolo, N. L.
- Garcfa, N. L.
- Monterrey, N.L.
- Australia, Coahuila
- Colorado, Coahuila
- Guadalupe, Coahuila
- Las Delicias, Coahuila
- Charco de Risa, Coahuila
- Mapini, Dgo.
- Zape, Dgo.
- Jarolito, Dgo.
- Conejos, Dgo.
- Yermo, Dgo.
- Villa Hidalgo, Dgo.
- Redondeado, Chih.
- Babrigane, Chih.
- El Vergel, Chih.
- Real la Dura, Chih.
- Sn. Miguel, Sin.
- Sn. Blas, Sin.
- Chinobampo, Sin.
- Ocorini, Sin.
- Sn. José, Sin.
- Pozo Grande, B.C.S.
- El Pabellón, B. C. S.
- La Purfísima, B. D. S.
- Sta. Isabel, B. C. S.







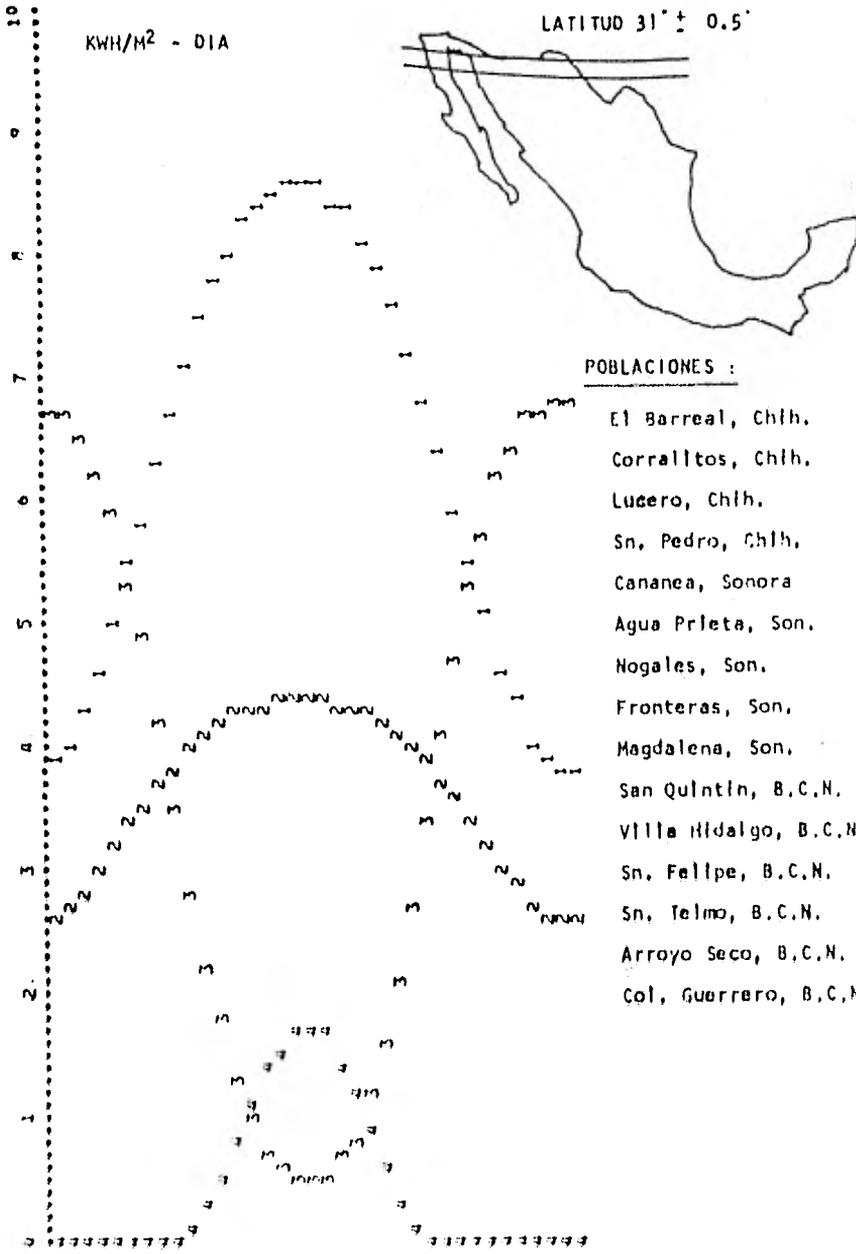




POBLACIONES :

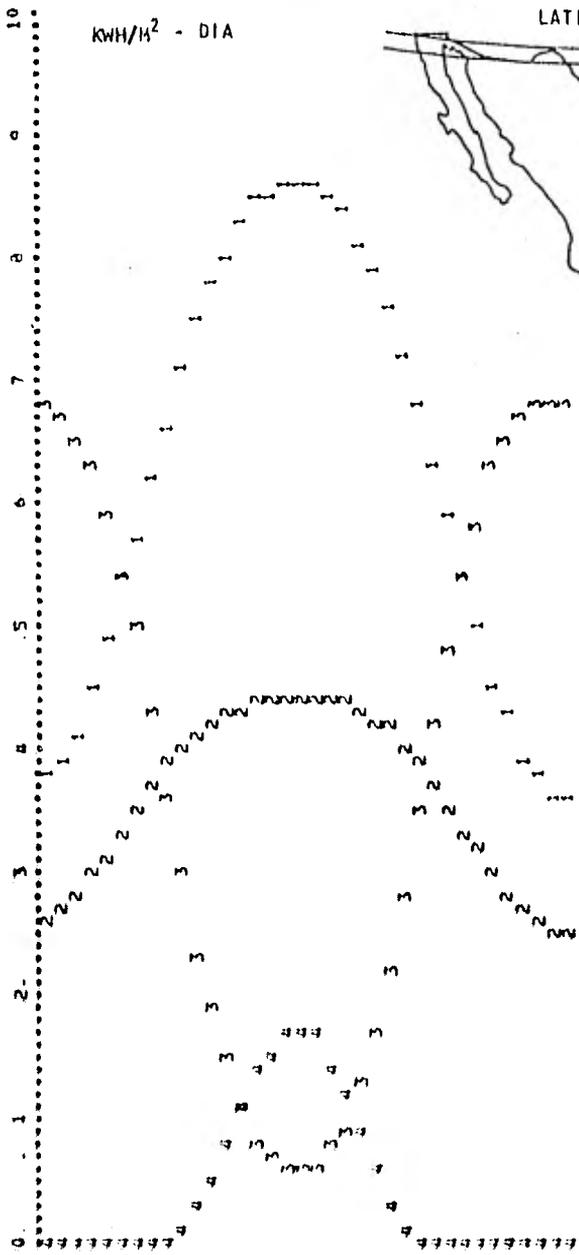
- Juárez, Chih.
- Conchos, Chih.
- Pilares, Chih.
- Los Fresnos, Chih.
- El Sueco, Chih.
- Ojo Caliente, Chih.
- Nacosari, Son.
- Aconchi, Son.
- Cucurpe, Son.
- Carbo, Son.
- El Burro, Son.
- Puerto Lobos, Son.
- Molino Last, B.C.N.
- Rosario, B. C. N.
- Sta. Catarina, B.C.N.
- Jaraguacito, B.C.H.
- Sn. Agustfn., B.C.H.

COPIA DE LOS DATOS DE LA TABLA 1.0. (Ver el texto de la página 446).

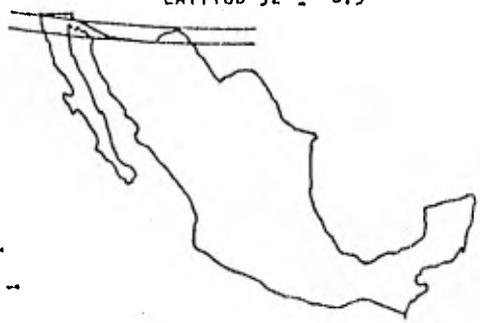


- El Barreal, Chih.
- Corralitos, Chih.
- Lucero, Chih.
- Sn. Pedro, Chih.
- Cananea, Sonora
- Agua Prieta, Son.
- Nogales, Son.
- Fronteras, Son.
- Magdalena, Son.
- San Quintin, B.C.N.
- Villa Hidalgo, B.C.N.
- Sn. Felipe, B.C.N.
- Sn. Telmo, B.C.N.
- Arroyo Seco, B.C.N.
- Col. Guerrero, B.C.N.

COORDENADAS GEOGRAFICAS DE LAS POBLACIONES MENCIONADAS EN EL MAPA. LAS COORDENADAS SON LAS SIGUIENTES: LATITUD 31° ± 0.5' LONGITUD 106° ± 0.5'



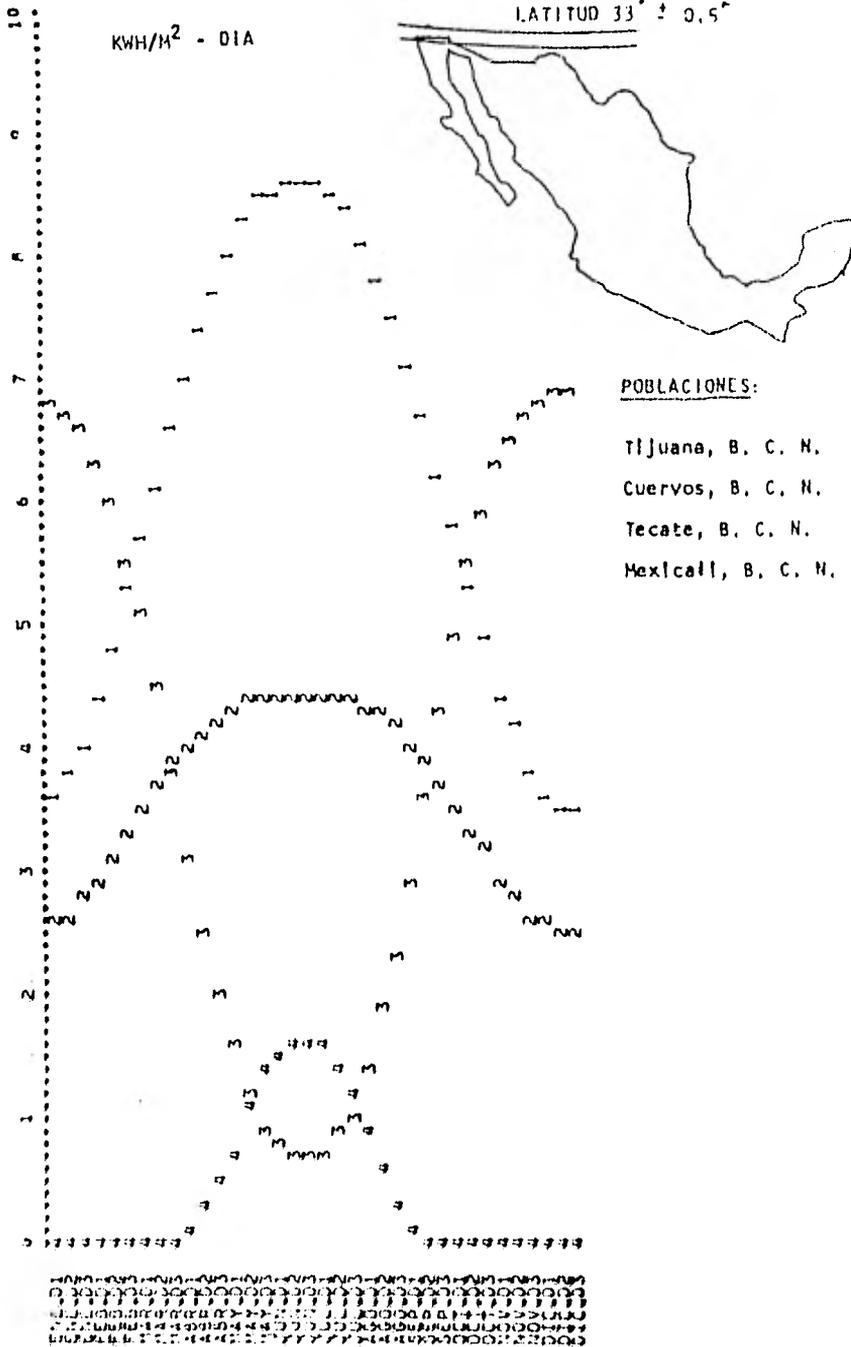
LATITUD  $32^{\circ} \pm 0.5'$



POBLACIONES:

- Cd. Juárez, Chih.
- El Paso, Chih.
- Las Palomas, Chih.
- Vado de Piedra, Chih.
- Sonoyta, Chih.
- Est. Doctor, Chih.
- Los Vidrios, Chih.
- Sausal, B.C.N.
- Real del Castillo, B.C.N.
- Ensenada, B. C. N.
- Descauso, B.C.N.
- La Rumorosa, B.C.N.

10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
0



---

## Referencias

---

---

INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN EL APROVECHA- -  
MIENTO DE LA ENERGIA SOLAR EN MEXICO.

CALENTADORES SOLARES DE AGUA.

- CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES,  
U.N.A.M.
- INSTITUTO DE INGENIERÍA, U.N.A.M.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO REGIONAL DE CIU--  
DAD JUÁREZ
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS
- PROYECTO XOCHICALLI, CASA ECOLÓGICA AU-  
TOSUFICIENTE
- DIRECCIÓN GENERAL PARA EL APROVECHAMEN  
TO DE AGUAS SALINAS Y ENERGÍA SOLAR, --  
SAHOP
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS - -  
SUPERIORES DE MONTERREY
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA - --  
UNIDAD AZCAPOTZALCO
- SISTEMAS DE ECODESARROLLO
- TECNOLOGÍA ADECUADA

## DESTILADORES SOLARES.

- DIRECCIÓN GENERAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS SALINAS Y ENERGÍA SOLAR, - - SAHOP
- INSTITUTO DE INGENIERÍA, U.N.A.M.
- ESCUELA NACIONAL DE ARQUITECTURA, DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES EN DISEÑO INDUSTRIAL, U.N.A.M.

## SECADORES SOLARES.

- INSTITUTO DE INGENIERÍA, U.N.A.M.
- AREA DE INGENIERÍA DE ENERGÍA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA -UNIDAD IZTAPALAPA
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS

## REFRIGERADORES SOLARES.

- CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES, - U.N.A.M.

- AREA DE INGENIERIA EN ENERGIA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA -UNIDAD IZTAPALAPA
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA -UNIDAD AZCAPOTZALCO

#### CLIMATIZACION SOLAR DE VIVIENDAS.

- CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES, U.N.A.M.
- AREA DE INGENIERIA EN ENERGIA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA -UNIDAD - IZTAPALAPA
- PROYECTO XOCHICALLI, CASA ECOLÓGICA -- AUTOSUFICIENTE
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS -- SUPERIORES DE MONTERREY
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA - - -UNIDAD AZCAPOTZALCO

#### ESTUFAS SOLARES.

- INSTITUTO DE INGENIERIA, U.N.A.M.

- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA -UNIDAD AZCAPOTZALCO

COLECTORES SOLARES DE ENFOQUE.

- INSTITUTO DE INGENIERÍA, U.N.A.M.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
- CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA INDUSTRIAL

BOMBAS SOLARES.

- INSTITUTO DE INGENIERÍA, U.N.A.M.
- PROYECTO TONATIUH - DIRECCIÓN GENERAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS SALINAS Y ENERGÍA SOLAR - SAHOP
- CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA INDUSTRIAL

## CELDA\$ FOTOVOLTAICAS.

- CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES,  
U.N.A.M.
- DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA -  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS  
AVANZADOS - I.P.N.
- DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DEL CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS - -  
- I.P.N.

## SOLARIMETRIA.

- INSTITUTO DE GEOFÍSICA, U.N.A.M.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES,  
U.N.A.M.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS -  
SUPERIORES DE MONTERREY
- INSTITUTO TECNOLÓGICO REGIONAL DE CIU-  
DAD JUÁREZ

## DIGESTORES.

(FERMENTACIÓN ANAERÓBICA DE BIOMASA PARA GENERACIÓN DE GAS COMBUSTIBLE Y LODOS FERTILIZANTES)

- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS, UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS HIDALGO
- PROYECTO XOCHICALLI, CASA ECOLÓGICA AUTOSUFICIENTE

## AUTOGENERADORES Y AEROMOTORES.

- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS
- PROYECTO XOCHICALLI, CASA ECOLÓGICA AUTOSUFICIENTE
- SISTEMAS DE ECODESARROLLO
- TECNOLOGÍA ADECUADA
- INSTITUTO DE INGENIERÍA, U.N.A.M.

MICROTURBINAS Y RUEDAS HIDRAULICAS.

- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS

SISTEMAS ENERGETICOS INTEGRADOS PARA EL DESARROLLO RURAL.

- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS
- CENTRO DE ECODESARROLLO

---

## Bibliografia

---

---

- PROCEEDINGS OF WORLD SYMPOSIUM ON APPLIED SOLAR ENERGY,  
JORDAN R.C. IBELE W.E.  
PHOENIX ARIZ.
- A REPORT ON THE DESIGN OF SOLAR ENERGY MACHINES,  
ROBINSON N.  
PARIS UNESCO.
- A BRIEF HISTORY OF THE UTILIZATION OF THE SUN'S RADIATION,  
ROBINSON N.  
JERUSALEM.
- AN ANALYSIS OF SOLAR ENERGY UTILIZATION,  
WRIGHT AIR DEVELOPMENT CENTER.
- ANALYSIS OF WOLD WIDE DISTRIBUTION OF SOLAR ENERGY,  
ENGINEERING EXPERIMENT STATION.
- POSSIBILITIES FOR THE UTILIZATION OF SOLAR ENERGY IN UNDERDE  
VELOPED RURAL AREAS,  
WARD T.G.  
NACIONES UNIDAS.
- MEASUREMENTS OF TOTAL RADIATION IN NETWORKS  
GRAFE K.  
ROMA.
- THE ENERGY ENVIRONMENT IN WICH WE LIVE  
AMERICAN SCIENTIST.
- SOLAR ENERGY AVAILABILITY AND INSTRUMENTS,  
NACIONES UNIDAS  
NEW YORK
- SOLAR RADIATION  
ELSEVIER  
NEW YORK
- SOLAR ENERGY RESEARCH  
F.DANIELS, J. A. DUFFLE,  
UNIVERSITY OF WISCONSIN,

- SOLAR ENERGY,  
SCHOFFER, P. SUMI.
- CONVERSIÓN FOTOTÉRMICA DE LA ENERGÍA SOLAR A ELECTRICIDAD Y  
ENERGÍA MECÁNICA,  
ALMANZA, RAFAEL Y GERARDO HIRIART.
- SURVEY OF THE EMERGING SOLAR ENERGY INDUSTRY  
BERENY, JUSTIN  
SAN MATEO, CALIFORNIA.
- APLICACIONES A BAJAS TEMPERATURAS DE LA ENERGÍA SOLAR.  
BEST BROWN, GUSTAVO Y JOSÉ LUIS Z. FERNÁNDEZ.
- ESTUDIO DEL CLIMA SOLAR EN LA REPÚBLICA MEXICANA.  
GALINDO, IGNACIO Y ADOLFO CHAVEZ  
SARH Y UNAM.
- EL SOL Y LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.  
GUZMÁN, WILFREDO.  
CIENCIA Y DESARROLLO.
- LA DISTRIBUCIÓN DE LA RADIACIÓN GLOBAL EN MÉXICO AVALUADO -  
MEDIANTE LA FOTOINTERPRETACIÓN DE LA NUBOSIDAD OBSERVADA --  
POR SATÉLITES METEOROLÓGICOS.  
CIIM-UNAM.
- PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS: A TOUR THROUGH THE ALTERNATIVES  
KELLY, HENRY.  
SCIENCE.
- SUN POWER: AN INTRODUCTION TO THE APPLICATIONS OF SOLAR --  
ENERGY.  
MC VEIGH, J.C.
- APPLIED SOLAR ENERGY. AN INTRODUCTION,  
MEINEL, ADEN Y MARJORIE MEINEL,  
ADDISON WESTLEY.
- SOLAR ENERGY IN AMERICA  
METZ, WILLIAM Y ALLEN HAYWARD.  
MAAS WASHINGTON
- LA ENERGÍA SOLAR EN MÉXICO, UNA ENCUESTA.  
MULAS, PABLO  
MEXOS.

- ENERGY FOR RURAL DEVELOPMENT.  
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES.
- APPLICATION OF SOLAR ENERGY TO TODAY'S ENERGY NEEDS  
OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT
- ELECTRICIDAD SOLAR. ESTUDIO ECONÓMICO DE LA ENERGÍA SOLAR  
PALZ, W.  
UNESCO.
- CONVERSIÓN FOTOVOLTAICA DE LA ENERGÍA SOLAR EN ENERGÍA ELÉCTRICA.  
PÉREZ, ESTEBAN J. Y JUAN L. DEL VALLE.  
IIE.
- ALIMENTACIÓN DE TELEVISORES ESCOLARES EN EL MEDIO RURAL POR MEDIO DE FOTOPILAS SOLARES.  
PÉREZ, E.J. Y J.L. DEL VALLE.  
CIEA-IPN.
- L'ENERGIA SOLAIRE PERSPECTIVES ECONOMIQUES.  
PRECEBOIS, JACQUES  
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE.
- ADEQUATE TECHNOLOGIES FOR ECODEVELOPMENT.  
SANCHEZ, V. Y F. ORTÍZ MONASTERIO  
ECODEVELOPMENT NEWS.
- SOLAR ENERGY UTILIZATION WITH PARTICULAR REFERENCE TO THE WEST INDIES.  
SATCUMANATHAN S.  
CIENCIA INTERAMERICANA.
- EL SOL BRILLA PARA TODOS.  
WARMAN, JOSÉ  
MEXOS.
- TECHNOLOGY FOR SOLAR ENERGY UTILIZATION  
ONU-INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION.
- EXPERIENCIA EN UN DIGESTOR PARA GENERACIÓN DE METANO OPERADO EN RÉGIMEN CONTINUO.  
AMAYA, ROBERTO  
POENCIA, 2<sup>A</sup> REUNIÓN NACIONAL SOBRE ENERGÍA NO CONVENCIONAL EN PALMIRA.

- DIGESTIÓN ANAERÓBICA DE DESECHOS ORGÁNICOS: PRIORIDAD PARA EL ECODESARROLLO.  
ARIAS, JOSÉ.  
PONENCIA, 2<sup>A</sup> REUNIÓN NACIONAL SOBRE ENERGÍA NO CONVENCIONAL EN PALMIRA.
- BIOGAS TECHNOLOGY IN THE THIRD WORLD.  
BERNETT, ANDREW  
INTERNATIONAL DEVELOPMENT RESEARCH.
- LA BIOMASA COMO ENERGÉTICO.  
FELIX, ALFONSO Y GUSTAVO VINIEGLO.  
IIE.
- DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y COSTOS DEL DIGESTOR FAMILIAR DE DESECHOS ORGÁNICOS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS.  
IIE.
- FUELS FROM BIOMASS: INTEGRATION WITH FOOD AND MATERIAL SYSTEMS.  
LIPINSKY, E.S.  
SCIENCE.
- ENERGY POLICY FOR THE RURAL THIRD WORLD  
MAKHJANI, ARJUN.  
INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT.
- METHANE GENERATION FROM HUMAN, ANIMAL AND AGRICULTURA WASTES  
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES.
- MOBILIZATION AND IMPACTS OF BIOGAS TECHNOLOGIES.  
PARIKH, J.K. Y PARIKH K.S.  
ENERGY.
- OBTENCIÓN DE BIOGAS A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS APLICADO DENTRO DEL PROYECTO SISTEMAS ENERGETICOS INTEGRADOS EN COMUNIDADES RURALES.  
TESIS.
- ENGINEERING OF WIND ENERGY SYSTEMS.  
BANAS, JAMES Y WILLIAMS SULLIVAN.  
SANDIA LABORATORIES.

- LA ENERGÍA EÓLICA  
CALDERA, ENRIQUE Y NICOLÁS PUGA.  
IIE.
- GUIA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE AEROMOTOR A  
VELAS.  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS ( IIE )
- MANUAL DE MICROGENERACIÓN HIDRÁULICA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS ( IIE )
- APROVECHAMIENTO DE MICROSISTEMAS HIDRÁULICOS  
VALDEZ, LUIS HECTOR Y ARMULFO RANGEL.  
IIE.