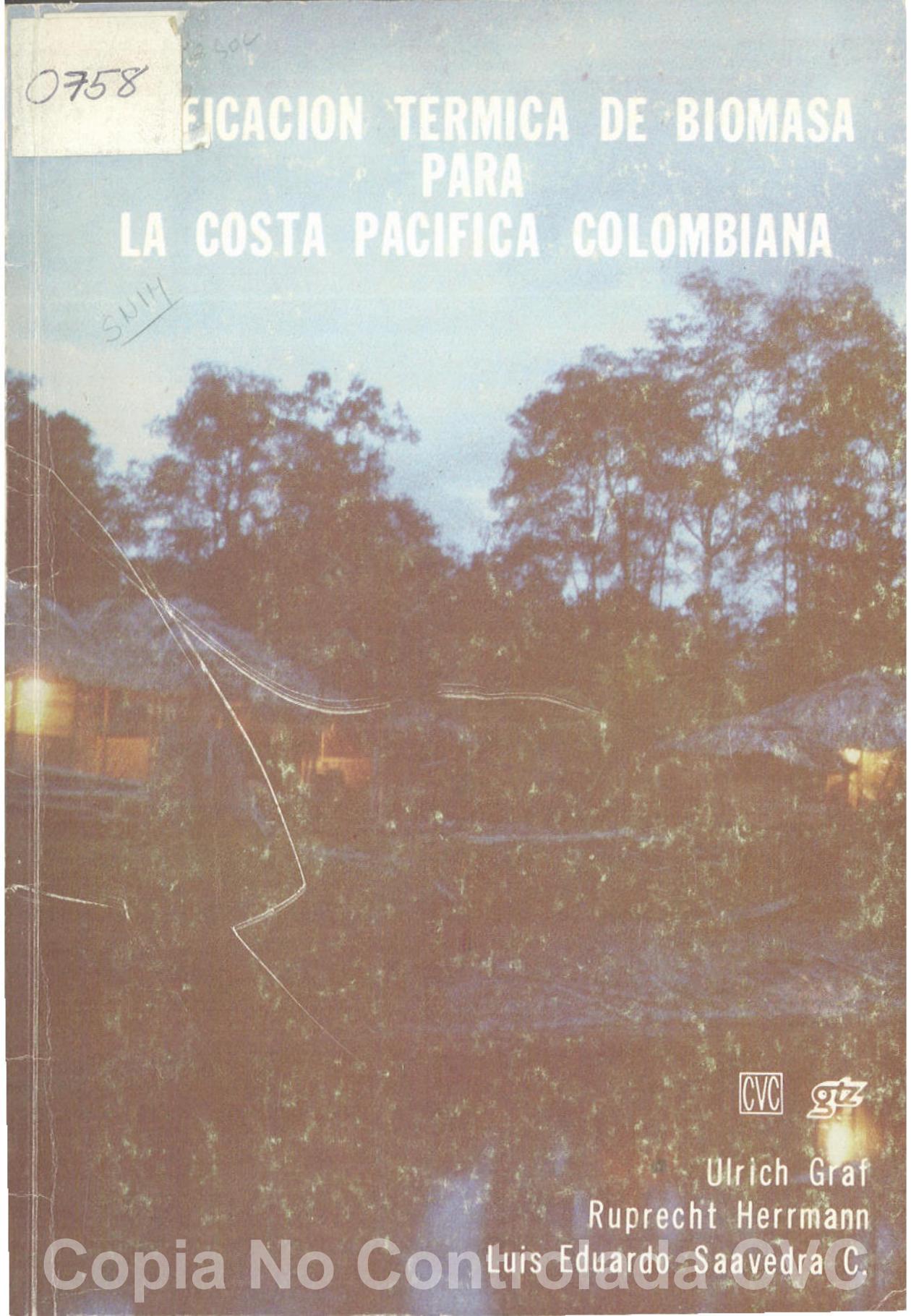


0758

2504

EFICACIA TERMICA DE BIOMASA PARA LA COSTA PACIFICA COLOMBIANA

SN111



Ulrich Graf
Ruprecht Herrmann

Luis Eduardo Saavedra C.

Copia No Controlada CVC

0758

~~0710/2-88C~~

CVC - GTZ

GASIFICACION TERMICA DE BIOMASA
PARA LA COSTA PACIFICA COLOMBIANA

Ulrich Graf

Ruprecht Herrmann

Luis Eduardo Saavedra C.

CALI - DICIEMBRE DE 1987

Copia No Controlada CVC

11/11/11

CONTENIDO

		Pag.
	PROLOGO	
1.	INTRODUCCION: BASE LEGAL DEL PROYECTO	1
2.	EL LITORAL PACIFICO COLOMBIANO	2
2.1	Condiciones climáticas, geográficas y topográficas	2
2.2	Situación socio-económica	3
2.3	Abastecimiento energético	5
2.4	Selección de una fuente energética, apropiada a la región	8
3.	DESARROLLO DEL PROYECTO	10
3.1	Evaluación de usuarios potenciales	10
3.2	Selección de la biomasa	11
3.3	Experimentación del gasificador en Buenaventura	11
3.4	Instalación del gasificador en Santa Cruz	13
3.5	Construcción de gasificadores en Colombia	13
3.6	Conclusión del estado del proyecto	15
3.7	Continuidad del proyecto	19
3.7.1	Fabricación de gasificadores	19
3.7.2	Difusión de la tecnología de gasificación	19
	PARTE TECNICA	
	La gasificación térmica de biomasa - principios y aplicación.	21
1.	FUNCIONAMIENTO BASICO DE GASIFICADORES	21
2.	CONSTRUCCION Y OPERACION DEL GASIFICADOR JARROY	25
2.1	Construcción y funcionamiento del gasificador	25
2.2	Puesta en marcha del gasificador	29
2.3	Mantenimiento de la planta	30
ANEXO:	DIBUJOS DE CONSTRUCCION	32

INDICE DE FOTOS

		Pag.
FOTO No. 1	Vereda típica en el litoral Pacífico. Como materia prima para la construcción se utilizan sobre todo la madera y la palma.	3
FOTO No. 2	Un aserrío a orillas del río San Juan. La industria procesadora de madera es la rama industrial de mayor importancia.	5
FOTO No. 3	Producción de carbón vegetal en el horno tradicional.	7
FOTO No. 4	Un uso productivo del suministro de energía eléctrica es la carga de baterías. (Santa Cruz, Río Naya).	7
FOTO No. 5	En los esteros, el único medio de transporte son las lanchas.	9
FOTO No. 6	El gasificador BECE, instalado en la vereda del Instituto Matía Mulumba en Buenaventura.	12
FOTO No. 7	El gasificador colombiano marca JARROY en Santa Cruz.	14
FOTO No. 8	Santa Cruz. El alumbrado eléctrico facilita la instrucción escolar en las horas de la noche.	15
FOTO No. 9	El gasificador TEALCO en Turipaná / Montería.	28

INDICE DE FIGURAS

Pag.

FIGURA No. 1	Proceso de gasificación, Tipo Descendente.	22
FIGURA No. 2	Tanque principal del gasificador JARROY.	26
FIGURA No. 3	Esquema de los componentes del gasificador.	27

PROLOGO

Con el objetivo de contribuir efectivamente al desarrollo de las diferentes regiones rurales de Colombia, mediante el desarrollo y difusión de tecnologías energéticas, se ha venido trabajando intensamente en cuatro proyectos específicos en el marco de un convenio de cooperación técnica, entre los Gobiernos de Colombia y de la República Federal de Alemania.

Uno de ellos es el de instalación, experimentación y diseminación de plantas gasificadoras de biomasa en la Costa Pacífica, proyecto llevado a cabo conjuntamente por la CVC y GTZ, desde Octubre de 1984. El presente informe presenta la justificación de la importancia de trabajar con esta tecnología en la zona, el desarrollo del proyecto desde sus inicios hasta la fecha, y los aspectos técnicos más importantes que surgen de la experiencia adquirida en la construcción, operación y mantenimiento de una planta gasificadora.

El informe que aquí se entrega, fue realizado por Ulrich Graf, Ruprecht Herrmann y Luis Eduardo Saavedra, quienes contaron con el apoyo y la colaboración de numerosas personas e instituciones que en el texto se mencionan. Sin embargo, quisiera destacar la participación de la comunidad de Santa Cruz, donde se instaló el gasificador, y del Instituto Matía Mulumba, que han contribuido de manera definitiva para el éxito de este proyecto.

HORST FINCK
DIRECTOR PESENCIA

1. INTRODUCCION: BASE LEGAL DEL PROYECTO.

El 23 del Mayo de 1984, los gobiernos de la República Federal de Alemania y de Colombia firmaron un convenio sobre la cooperación de ambas naciones en la realización de un programa para la promoción del uso de energías nuevas y renovables. Se declaró como objetivo de este proyecto el desarrollo y la diseminación de las tecnologías energéticas que pudieran contribuir a la satisfacción de necesidades básicas y al mejoramiento del promedio de vida de la población de Colombia, sobre todo de la que vive en las regiones rurales.

El programa de cooperación, acordado entre los dos gobiernos, consiste en los proyectos siguientes, que se intentan realizar lo más pronto posible:

- a) Análisis de la situación energética, instalación demostración de tecnologías para el uso de fuentes de energía nuevas y renovables en la Costa Atlántica (PESENCA).
- b) Investigación de las posibilidades de la producción y del uso de biogás; selección, construcción y adaptación de plantas de biogás.
- c) Instalación, experimentación y diseminación de plantas gasificadoras en la Costa Pacífica.
- d) Desarrollo, instalación y experimentación de unidades flotantes para la producción de energía mecánica y eléctrica.

El gobierno de Alemania está representado por la "Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - GTZ" (Sociedad Alemana para la Cooperación Técnica). La GTZ firmó convenios separados para cada uno de los proyectos. El gobierno de Colombia encargó la realización de dichos proyectos a instituciones diferentes en el nivel nacional y regional. El programa de gasificación térmica de biomasa para la Costa Pacífica Colombiana fue encargado para su ejecución a la CVC y ésta a la Subdirección de Energía - Sección de Electrificación.

Originalmente la región objeto del proyecto se limitaba al distrito de Buenaventura, ya que únicamente esta pequeña parte del Litoral Pacífico estaba bajo competencia directa de la CVC. Sin embargo, la CVC ha desempeñado en los últimos años un importante rol en la planificación de todo el Litoral. Dentro del marco de PLADEICOP, por ejemplo, la CVC efectúa actualmente un vasto análisis de la situación energética de toda la región costera pacífica. Este hecho justifica que se considere a la zona del Litoral Pacífico adecuada para llevar a cabo el proyecto.

2. EL LITORAL PACIFICO COLOMBIANO

2.1 Condiciones climáticas, geográficas y topográficas (1).

El Litoral Pacífico se extiende sobre un territorio de aproximadamente 50000 km² (5% de la superficie total de Colombia). Sus límites son Panamá en el norte, el Ecuador en el sur, mientras que el Océano Pacífico al oeste y la cordillera occidental constituyen límites naturales. Los 23 municipios del Litoral Pacífico pertenecen a los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño.

El clima es extremadamente húmedo y caluroso, debido a la cercanía al ecuador: La ciudad de Buenaventura, ubicada aproximadamente a 4° latitud norte, tiene una precipitación promedio anual de 6035 mm, 238 días lluviosos al año, una humedad relativa del aire de 87% y una temperatura media anual de 26 grados centígrados. La variación de temperaturas es baja, oscilando entre 21 y 30 grados centígrados. Fuertes precipitaciones explican la elevada humedad del aire, y a excepción de los meses más secos, la acción directa del sol se concentra casi exclusivamente en las horas del mediodía.

La situación topográfica está caracterizada por numerosos ríos de poca extensión pero muy caudalosos, que forman una densa red hidrográfica. En la mayoría de los casos provienen de la zona montañosa en el este de la región y en su curso alcanzan la llanura cubierta de selva tropical, para desembocar finalmente en el Océano Pacífico en una zona cubierta de manglares tupidos (Ver foto No.1).

La fertilidad de la tierra es muy baja, debido a la erosión del suelo durante las fuertes precipitaciones, que extraen minerales valiosos que son acarreados luego por los ríos. Solo queda una franja apta a lo largo de las márgenes de los ríos para el aprovechamiento agrícola intensivo.

Los bosques naturales, que cubren un territorio de aproximadamente 4.6 millones de hectáreas, presentan una gran riqueza forestal con reservas maderables de aproximadamente 200 millones de metros cúbicos. La variedad de especies, entre las cuales se han identificado entre 250 y 300 variedades maderables diferentes, dificulta la explotación comercial eficiente.

La explotación controlada de los recursos forestales es de gran importancia económica para el Litoral Pacífico. La región es la principal fuente abastecedora de madera en el

(1) Los datos y parte del texto de este capítulo se extrajeron del reporte "Propuesta operativa para el desarrollo

país, produciendo el 42 % de la madera comercializada en el mercado interno y el 55% de las exportaciones forestales.

2.2 Situación socio-económica.

Desde el año 1973, la población del Litoral Pacífico ha aumentado anualmente en un 4.6%, superando en 1982 los 600000 habitantes. La densidad demográfica en las regiones rurales es, no obstante, baja, siendo actualmente de 6 a 8 habitantes por km². Causa de este estancamiento son las importantes corrientes migratorias dirigidas a los centros urbanos, que resultó en Buenaventura, como ejemplo, en un crecimiento de la población urbana desde 1973 a más del doble. Los 210000 habitantes de esta ciudad constituyen el 30% de la población total del Litoral. Entre 1973 y 1982 el porcentaje de población urbana en el Litoral aumentó de 44.5% a 53% .



FOTO No.1

Vereda típica en el litoral Pacífico. Como materia prima para la construcción se utilizan sobre todo la madera y la palma.

y la experimentación con base en la gasificación de biomasa en el Litoral Pacífico Colombiano", A.Kaupp, C.P.Zeitinger 1985

La composición étnica de la población se caracteriza en primer lugar por la extinción de los indígenas y la importación de africanos en la época colonial. En las zonas rurales más del 90% de los habitantes son actualmente negros o mulatos y solo el 6% son descendientes de indios.

Las unidades familiares rurales están compuestas por 6 a 7 personas en promedio. La mayor parte de la población rural no tiene acceso al sistema educativo. Solo en los pueblos de mayor importancia existen escuelas. La tasa del analfabetismo en las zonas rurales es sumamente alta: Con el 73% supera no sólo la de la población urbana (25% en Buenaventura), sino también el promedio a nivel nacional (32.5% en zonas rurales de Colombia).

El estado de salud de los habitantes del Litoral es precario. La atención médica falta casi totalmente, la mortalidad infantil es oficialmente de 191 por cada mil nacidos vivos. El suministro de agua potable solo está asegurado en pocos lugares, resultando en numerosos casos enfermedades infectocontagiosas.

Como materia prima para la construcción de las viviendas se utilizan sobre todo la madera y la palma. La construcción típica de las viviendas ofrece una protección escasa contra los frecuentes precipitaciones tropicales.

Las actividades agrícolas y pesqueras, que caracterizan la vida económica de los habitantes de la región, quedan limitadas en su mayoría a garantizar la subsistencia familiar. Los productos agrarios más importantes son el maíz, los plátanos, la caña de azúcar y los frutos de la palma. El rendimiento del suelo es bajo debido a la utilización de técnicas de producción simples. Sistemas de drenaje y de desagüe serían indispensables para un aprovechamiento más intensivo de la tierra. La pesca comercial carece de importancia, sobre todo, problemas técnicos y financieros en la extracción y la conservación de los productos impiden una comercialización en mayor escala.

La industria procesadora de madera es la rama industrial de mayor importancia en la región, posibilitando plazas de trabajo para aproximadamente 5000 personas. Más de 300 pequeñas empresas se encargan de apea y trocear los árboles, transportándolos luego para el procesamiento final a uno de los 170 aserraderos mecanizados existentes, o a una de las siete plantas procesadoras. Se estima que la industria forestal constituye fuente de trabajo para aproximadamente 35000 personas, incluyendo los empleos indirectos (Ver foto No.2).



FOTO No. 2

Un aserrío a orillas del río San Juan. La industria procesadora de madera es la rama industrial de mayor importancia en la región.

Para los habitantes de las zonas rurales, la explotación de la riqueza forestal representa casi la única fuente de ingresos monetarios, sea el trabajo como balsero, leñador, o como trabajador en los aserraderos. Sin embargo, la situación económica de la mayoría de las familias es modesta. El nivel de ingresos del 56% de la población se encuentra por debajo del salario mínimo oficial (1987: 20509,- pesos por mes). Esto significa la imposibilidad de recargar a estos consumidores con los costos reales de la producción de energía eléctrica.

2.3 Abastecimiento energético.

En la región del Litoral Pacífico, la energía a nivel industrial o artesanal es consumida casi exclusivamente por los aserríos. Se usan motores Diesel para la propulsión de

las sierras mecánicas de cinta o circulares. La potencia requerida está entre 40 y 100 HP; en algunos casos hay generadores eléctricos interpuestos entre el motor y la sierra.

En las casas de la población rural, la fuente energética de mayor uso es la leña, utilizada para cocinar. Para el alumbrado de las viviendas se usan en la mayoría de los casos velas, el consumo es de 2 ó 3 por día y familia. Las lámparas de kerosene son menos frecuentes, puesto que este combustible es relativamente caro a causa de los elevados costos de transporte.

El uso de carbón de leña (carbón vegetal) no es frecuente. Sin embargo, investigaciones en los departamentos de Cauca y Nariño han reportado para el año 1980 una producción de aproximadamente 83000 toneladas de carbón de leña, que en su mayor parte es exportada a otras partes del país (por ejemplo a Cali). Existe un cierto grado de conocimientos en la elaboración de carbón de leña, al menos en las regiones cercanas a los aserrios (Ver foto No.3). Una empresa en Buenaventura, por ejemplo, produce un promedio de 175 kg de carbón por día; el precio de venta al público es de aproximadamente 300 pesos por bulto (un bulto contiene de 15 a 20 kg).

Analizando la situación social descrita, es necesario cuestionarse el eventual significado de una electrificación en pueblos pequeños y aislados.

No se puede esperar un incremento significativo de las actividades económicas por la electrificación, ni siquiera en el caso del suministro de energía eléctrica durante todo el día. El suministro de energía eléctrica limitado a las horas del atardecer tendrá como efecto una mejora del estándar de vida, sin causar mayores efectos a nivel del aparato productivo. Sin embargo, existen algunas posibilidades para un uso productivo: Por ejemplo, la carga de baterías (Ver foto No.4), la producción de hielo en pequeña escala (el hielo se necesita para el transporte de los productos de la pesca, al mercado de Buenaventura), o la propulsión de aparatos de procesamiento de frutas y cereales. Una vez provisionado con energía, la introducción de procesos artesanales o semi-industriales merece más interés que hasta ahora.



FOTO 3: Producción de carbón vegetal en el horno tradicional

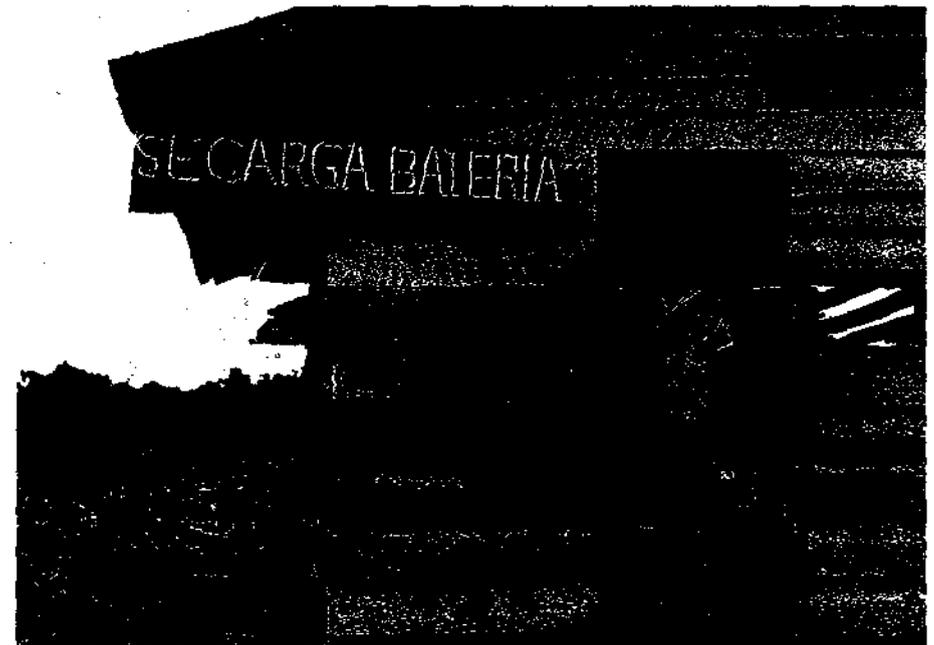


FOTO 4: Un uso productivo del suministro de energía eléctrica es la carga de baterías. (Santa Cruz, Río Naya).

Generalmente, existen argumentos de peso a favor de una electrificación básica en las veredas:

- La mejora de la iluminación y por consiguiente del estándar de vida es una aspiración totalmente legítima de la población rural.
- Con una electrificación básica, se podrían substituir alternativas más costosas como velas, kerosene y baterías, que resultarían en un ahorro a nivel individual.
- Con una electrificación básica, la instrucción escolar en las horas del atardecer y la noche podría ser realizada con mayor facilidad.
- La subvención de las tarifas de la electricidad, que probablemente será indispensable, significaría un aporte valioso a una política regional compensadora, la cual de ninguna manera debería limitarse a medidas de electrificación.
- El autoabastecimiento de combustibles disminuiría la dependencia existente y aumentaría el poder de abastecerse a sí mismo.

2.4 Selección de una fuente de energía, apropiada a la región.

El objetivo de la CVC en regiones rurales no es necesariamente la electrificación de viviendas particulares, sino sobre todo el suministro de energía eléctrica a los denominados centros comunales, que estarían constituidos por una escuela, servicios sanitarios y otras instituciones que prestan servicios sociales.

Hasta ahora, la única fuente de energía de la región es la Diesel o la gasolina, consumida por motores estacionarios o móviles. El precio de combustible en la ciudad no es tan alto (1987: gasolina 157,- pesos por galón, diesel 132,- pesos por galón). En las zonas rurales, sin embargo, el uso de combustibles líquidos es muy caro y el aprovisionamiento no es seguro.

El único medio de transporte son las lanchas (Ver foto No.5). El acceso a muchos pueblos está dificultado por la falta de navegabilidad regular de algunos ríos debido a la expansión de las mareas. Servicios regulares existen entre algunas poblaciones y sus respectivos centros regionales. Las canoas construidas en la región sirven únicamente para el transporte de cargas pequeñas y a cortas distancias. La estrechez en los servicios de transporte tiene como resultado un encarecimiento notable de los productos para el abastecimiento de la población del litoral. Por ejemplo, en Puerto Merizalde un galón de gasolina cuesta ya 250,- pesos. Estos fletes reflejan los considerables be-

neficios monopolísticos de los pocos propietarios de lanchas. Este aspecto hay que considerarlo en cualquier cálculo de rentabilidad.

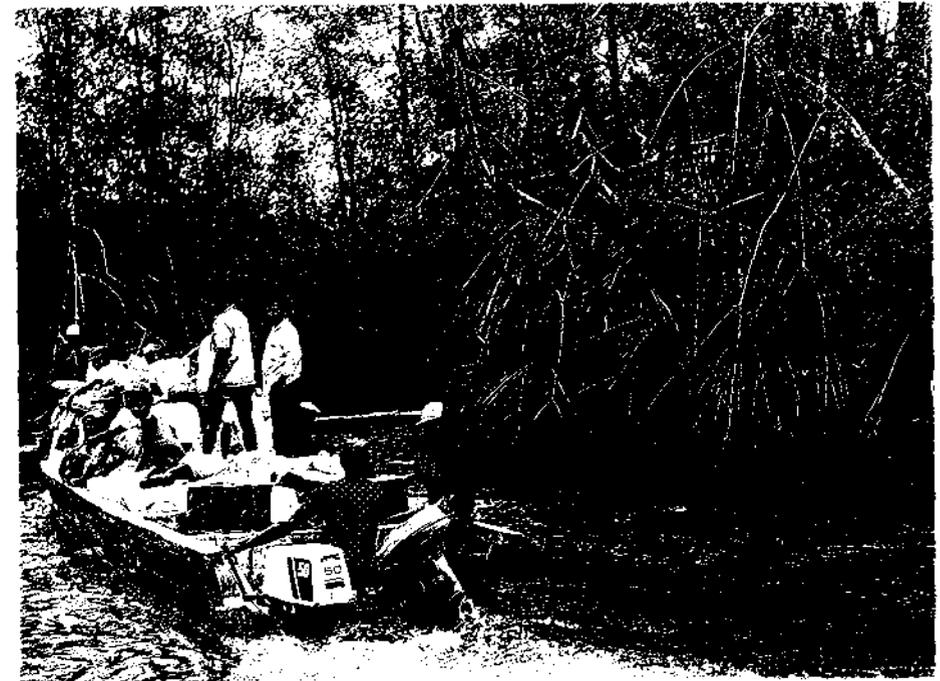


FOTO No.5

En los esteros, el único medio de transporte son las lanchas.

Una fuente de energía renovable, apropiada a la región, no es fácil de seleccionar. Principalmente, se tiene a disposición una rama de tecnologías bien conocidas:

- Energía solar
- energía hidráulica
- energía eólica
- plantas de biogás
- plantas gasificadoras.

El uso de energía solar o energía eólica, se puede descartar casi completamente a causa de las condiciones climáticas y topográficas predominantes de la región. Pequeños paneles fotovoltaicos pueden servir en casos especiales para la iluminación en pequeña escala, pero son muy costosos. La instalación de plantas fotovoltaicas o eólicas en el nivel

de unos kilovatios de potencia eléctrica - un nivel que se necesita para la electrificación de una vereda completa o para usos industriales o artesanales - significaría una inversión sumamente alta.

Las plantas de biogás requieren un aprovisionamiento regular de cantidades de excrementos animales. En las veredas ribereñas, sin embargo, la ganadería no es usual.

El aprovechamiento del potencial hidroenergético está dificultado por la estructura extremadamente dispersa de la población. La CVC estima que será posible cubrir como máximo el 30% de las necesidades energéticas del Litoral Pacífico por medio de energía hidroeléctrica. Esta limitación está impuesta por problemas técnicos en la construcción de embalses y por costos elevados de las líneas de distribución y por una demanda energética reducida a pocas horas diarias. El uso de turbinas muy pequeñas, al otro lado, es limitado por la falta de declives de importancia.

Solo las plantas gasificadoras presentan una opción real. Estos sistemas consumen aproximadamente 1.2 kg de madera seca o de carbón vegetal por kWh de energía eléctrica producida. Un gasificador es un equipo relativamente simple, y su fabricación se puede realizar en el país mismo. Una vez que la fabricación e instalación de un gasificador en una vereda sea realizado por la CVC, los costos de energía se reducen a los costos de combustible, que son muy bajos.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Evaluación de usuarios potenciales.

Esta actividad se inició en el mes de Octubre 1984, cuando se hizo presente la primera misión de la GTZ para conocer y evaluar las condiciones socio-económicas típicas de la Costa Pacífica, además de determinar qué tecnología de energía no convencional se podría innovar en dicha región.

Efectuadas unas visitas a la zona, se decidió que evidentemente se podría trabajar con la gasificación térmica y para la situación específica se optó por emplear el carbón vegetal como fuente de energía, por razones que más adelante se comentarán.

Definido el tipo de tecnología a emplear en la zona, se determinó conjuntamente traer al país una primera unidad de prueba con el propósito de analizar el comportamiento de un gasificador en condiciones críticas como son las de la Costa Pacífica, se prefirió que dicha unidad fuera pequeña con el fin de poder aprovechar de una forma adecuada los recursos del acuerdo.

Se escogió Santa Cruz, población ribereña del Naya ubicada en las cercanías de Puerto Merizalde como base del primer ensayo, por tratarse de una comunidad levantada en las inmediaciones de un aserrío, donde los desechos de la madera son quemados directamente sin darles un uso apropiado. Además, con estos desechos en otras ocasiones la comunidad estuvo produciendo carbón, actividad que suspendieron por problemas de mercadeo, pero que al insinuárseles la posibilidad de obtener energía eléctrica a partir de carbón, se vieron motivados a reiniciar la producción de éste. Otra razón para escoger esta población fue que ellos cuentan con una infraestructura organizativa coordinada por el Instituto Matía Mulumba.

3.2 Selección de la biomasa.

Uno de los puntos determinantes era seleccionar el tipo de biomasa apropiado, se partió del análisis de las posibles biomásas que se podrían emplear en la zona, entre las que se encuentran:

- Residuos de madera
- carbón vegetal
- tuzas de maíz
- cáscaras de coco
- cascarilla de arroz.

Los últimos tres puntos fueron descartados por no ser tan abundantes en la zona y desde el punto de vista técnico éstos no dan un rendimiento adecuado debido entre otras cosas a que se producen alquitranes y aceites durante la gasificación, lo cual se manifiesta en problemas no solo en el gasificador, sino también en el motor (véase "PARTE TECNICA" de este reporte)

Respecto a los residuos de madera vemos que éstos son muy abundantes, pero se desecharon debido a que requerían de un gasificador un poco más complejo en su fabricación, contra la sencilla del gasificador de carbón vegetal, además de que en la gasificación de la madera se produce una cantidad considerable de aceites y alquitranes. Por los motivos anteriores se seleccionó el carbón vegetal como materia prima para el gasificador. El carbón se obtendría a partir de los abundantes residuos de madera de la zona, en especial de los que se producen en los aserrios, sin tener que talar bosques para este propósito.

3.3 Experimentación del gasificador en Buenaventura.

En el mes de Junio 1985 se instaló la primera unidad gasificadora en el país. Esta unidad de fabricación Holan-

desa, marca BECE (Ver foto No.6), fue instalada inicialmente en el Centro Educativo del Instituto Matía Mulumba en Buenaventura, con el propósito de hacerle un seguimiento técnico bien definido debido a que:

- Su ambiente tropical es muy similar al de la mayoría de las comunidades de la Costa Pacífica.
- Presenta por su ubicación facilidad de acceso, con lo cual se podía hacer un seguimiento muy detallado del comportamiento del gasificador.
- El Centro Educativo carecía del servicio de energía eléctrica convencional.
- La energía producida podía ser aprovechada durante los diferentes cursos que son dictados allí a líderes de algunas comunidades de la Costa, quienes tenían la posibilidad de conocer el sistema y ver en él una posible solución a sus problemas de energía.
- Por la gran colaboración prestada por el padre Flavio Veronesi, director de dicho Centro.



FOTO No.6

El gasificador BECE, instalado en la vereda del Instituto Matía Mulumba en Buenaventura.

En los 6 meses de prueba en el Centro Educativo, el gasificador estuvo funcionando satisfactoriamente con algunos pequeños inconvenientes que se presentaron, los que fueron solucionados satisfactoriamente por el personal técnico de la CVC.

3.4 Instalación del gasificador en Santa Cruz.

Esta etapa marca el traslado de la planta a Santa Cruz, donde se adelantaron todos los preliminares, incluida la capacitación de un técnico de la comunidad en la operación y el mantenimiento de la planta. Al trasladar la unidad se pretendió inicialmente dotar del servicio de energía al Centro de Salud y la Escuela para posteriormente extender las redes en una forma gradual a los sectores que desde el punto de vista de regulación fuera permitido.

La comunidad se encargó de acuerdo con su organización, del suministro del carbón y la CVC de la asistencia técnica.

Hasta la fecha los resultados han sido satisfactorios por los siguientes aspectos:

- Se está atendiendo casi la totalidad de la población donde se les da el servicio de alumbrado, de carga de baterías, y de conservación de hielo.
- La operación de la planta por parte de los técnicos de dicha población ha sido buena pues estos ya conocen a fondo los pormenores de la operación de la misma.
- La propia comunidad es la encargada de la producción del combustible (carbón vegetal).

3.5 Construcción de gasificadores en Colombia.

Uno de los problemas que se presentó con la unidad BECE fue el de la corrosión, pues esta no fue construida con tubería de acero inoxidable y dadas las condiciones de la región, se hace indispensable la utilización de este material con el propósito de minimizar problemas de operación y mejorar el rendimiento. Esta circunstancia se ha tenido en cuenta y es así como en la construcción de nuevos equipos se está considerando.

En Marzo 1986 se desarrollaron dibujos para la construcción de los primeros prototipos. La construcción propuesta era un poco modificada en comparación con el gasificador BECE, debido a las experiencias prácticas durante la operación de la planta en Buenaventura y Santa Cruz. Detalles y los dibujos completos se encuentran en la "PARTE TECNICA" de este reporte.



FOTO No. 7

El gasificador colombiano marca JARROY en Santa Cruz

Se encargó la fabricación a dos empresas diferentes:

- Enrique Victoria / Cali
- TEALCO / Barranquilla.

El propósito de la planta, construida en Cali, fue el de ser instalada en Santa Cruz, para traer la BECE a Buenaventura, someterla a un detallado mantenimiento y dejarla en el Centro Educativo del Instituto Matía Mulumba, como planta de capacitación. Lamentablemente en el momento en que se transportaba a Santa Cruz, la planta fabricada en Cali, la embarcación naufragó en el punto denominado "Paso de Tortugas" en el Pacífico, perdiéndose la planta, sin poderse recuperar.

A causa de los experiencias negativas con la firma en Cali, se encargó de la construcción de una nueva planta a la empresa "PLASTICOS JARROY Ltda." en Cali. Esta planta fue

terminada en Agosto de 1987 y fue transportada a Santa Cruz, como estaba previsto ya medio año antes (Ver fotos No. 7 y 8).



FOTO No.8

Santa Cruz. El alumbrado eléctrico facilita la instrucción escolar en las horas de la noche.

3.6 Conclusión del estado del proyecto.

El proyecto se ha ejecutado en su primera etapa, cual es la de conocer esta tecnología y evaluar su funcionamiento en las condiciones ambientales de la Costa Pacífica Colombiana, conocer y evaluar la aceptabilidad de esta tecnología por parte de las comunidades de la región, lo cual ha sido satisfactorio.

Se ha capacitado al personal en el conocimiento y manejo de los gasificadores de carbón vegetal, así como en la construcción de los mismos.

En la etapa de construcción se tratará, de acuerdo con la

disponibilidad del medio, de buscar la forma de reducir los costos de fabricación.

A partir de Septiembre de 1987 se dispone de tres plantas gasificadoras:

- El gasificador BECE, que ya tiene 350 horas de operación
- El gasificador JARROY, en material inoxidable, filtro de condensación y filtro de tela
- El gasificador TEALCO, con tubería de plástico, filtro de condensación y filtro de tela.

La cantidad de tres gasificadores todavía no significa una diseminación de esta tecnología, es no más que una fase de prueba más extensiva. Pero, con tres plantas se pueden coleccionar experiencias más amplias y bajo condiciones diferentes, pero bien definidas. La ventaja de una fase de prueba con tres gasificadores es la posibilidad de distinguir entre demandas diferentes en los lugares de instalación. Se han definido los lugares apropiados para la instalación y prueba de las tres plantas y los puntos especiales de la experimentación:

a) Centro de prueba: El gasificador TEALCO en Montería / Córdoba

En el marco del "Programa Especial de Energía", realizado por la GTZ y las contrapartes colombianas (CVC, CORELCA, ICA) se intenta la instalación de un centro de prueba y demostración para energías renovables. Se tratará no solo de plantas gasificadoras, sino también de plantas que usan la energía del viento, del sol o de la biomasa en general. Como sitio de ese centro se eligió el Centro de Investigaciones Agropecuarias Turipaná, del ICA en Montería, Departamento de Córdoba. La experimentación de plantas de energía renovables se iniciaron con la instalación del gasificador TEALCO.

Las actividades son:

- Experimentación de la resistencia del material y de los componentes del gasificador.
- Perfeccionamiento de componentes como aislamiento térmico, tubería, control de revoluciones, sistema de purificación.
- Optimización de potencia y rendimiento.
- Selección de motores adecuados, adaptación de motores Diesel.
- Investigación de la influencia de la cualidad del combustible.
- Adaptación de consumidores, como bombas de agua, molinos heladeros, sierras.
- Optimización del mantenimiento y de la operación.

- Capacitación del personal técnico en un nivel científico.

La cooperación con unidades científicas de otros países será importante para alcanzar un nivel internacional en este campo de ciencia. Se intenta una cooperación intensiva con la Universidad de Bremen, Alemania, por medio de un intercambio de información y de personal. Un ingeniero de la Universidad de Bremen trabajó en Montería durante la primera fase para la instalación y puesta en marcha del gasificador y para la capacitación del personal colombiano. Durante la continuación del proyecto se ofrecerá la oportunidad para las contrapartes colombianas de participar también en los estudios realizados en la Universidad de Bremen.

b) Centro de capacitación: El Gasificador BECE en Buenaventura.

El uso del gasificador BECE en el Centro Educativo del Instituto Matía Mulumba en Buenaventura durante la primera fase del proyecto resultó muy exitoso. No solo la planta aprovechó la luz para las salas de clase, sino también la tecnología de gasificación atrajo el interés de todos los visitantes del Instituto y alcanzó una publicidad considerable en la región. Este es un aspecto importante si se piensa en una diseminación más amplia. En el marco de una diseminación de gasificadores en el Litoral Pacífico, el Centro Educativo puede jugar un papel importante como sitio de demostración práctica y de capacitación de los usuarios. El Centro Educativo tiene la ventaja de estar situado en medio de la región del Litoral y de ser accesible no solo para la gente de la región, sino también para la contraparte CVC, que dará la asistencia técnica y administrativa al proyecto.

Desde fines del año 1986 el Centro disfruta de la conexión a la red eléctrica convencional. Eso significa que el gasificador con su generador eléctrico pierde importancia como fuente de energía del Centro, sin embargo, también con la red eléctrica se puede usar el gasificador como planta demostrativa para iluminar una parte del Centro.

En el Centro Educativo se instalará otra vez el gasificador BECE, después de un detallado mantenimiento en la empresa JARROY en Cali. Las actividades serán:

- Experimentación de la tecnología bajo condiciones reales del Litoral.
- Mejoramiento de detalles técnicos (en cooperación con CVC), en base de la experiencia práctica de la operación.
- Demostración de la tecnología durante los cursos en el

- centro.
- Información y demostración para visitantes, que están interesados en el uso de esa tecnología.
- Capacitación de usuarios.
- Desarrollo de métodos apropiados para la preparación de carbón vegetal con medios simples.
- Mantenimiento de un servicio técnico (consulta y reparación) para las comunidades del Litoral, que usan un gasificador..

c) Primera aplicación de la tecnología: El gasificador JARROY en Santa Cruz.

La instalación de gasificadores en lugares aislados del Litoral Pacífico es el destino final del proyecto, y toda la experimentación que se realizó hasta ahora sirve solo para preparar mejor esta fase del proyecto. La instalación del nuevo gasificador "JARROY" en Santa Cruz significa un mejoramiento en comparación con el BECE, resultado de la experiencia práctica del año pasado.

En Santa Cruz, los aspectos siguientes son especialmente interesantes:

- Aceptación de la tecnología en el marco de la estructura social y económica.
- Uso del gasificador para el desarrollo económico de la comunidad.
- Sistema de aprovechamiento de combustible (producción de carbón, costos).
- Capacitación del operador y funcionamiento del gasificador.
- Demandas de servicio externo (consulta, reparación, partes de repuesto).

La cooperación con el Instituto Matía Mulumba, que ya se realizó en el comienzo del proyecto con mucho éxito, es indispensable en esta fase. Los lugares adecuados para la instalación de gasificadores son elegidos por consulta del Instituto de tal manera, que un proyecto de desarrollo, ya iniciado por Matía Mulumba, se suplementa con un gasificador como fuente de energía. La instalación de un gasificador tiene que ser una parte en una cadena de actividades, y no solo una actividad singular. El hecho de que se eligió Santa Cruz como primer lugar de instalación, es debido a la actitud activa y progresiva de esta comunidad, una actitud que es resultado de la cooperación exitosa con el Instituto.

3.7 Continuidad del proyecto.

3.7.1 Fabricación de gasificadores

Para la etapa de continuidad del proyecto se adelanta en estos momentos la evaluación de las plantas prototipos colombianas. La idea es la de construir una serie de plantas, que adaptándose a las condiciones del medio se puedan reducir los costos, los cuales para el gasificador "JARROY Mark I" son los siguientes:

1. Gasificador (no incluye sistema de transmisión, ni tableros de medidas):	\$ 1 092 040.
2. Motor y generador:	440 000.
Total:	\$ 1 532 040.

En la fabricación de los gasificadores "JARROY Mark II" y "JARROY Mark III" se reducirán los costos por el uso de recipientes de ocasión, sean en acero inoxidable o en materiales plásticos. También se usarán tubos galvanizados y plásticos.

Con estas modificaciones, el precio se reducirá a lo siguiente:

1. Gasificador con tanque de condensación, filtro de tela, tubería, válvulas y accesorios:	\$ 571 000.
2. Motor y generador:	440 000.
Total:	\$ 1 011 000.

Se espera que se pueda alcanzar en el futuro un precio total de la planta completa por debajo de 1 millón de pesos colombianos (1987: 1 USD = 250 pesos).

3.7.2 Difusión de la tecnología de gasificación.

Para la difusión de esta tecnología se tienen detectadas diversas poblaciones a lo largo de la Costa Pacífica. El sector del Valle del Cauca será coordinado con el Instituto Matía Mulumba y en el resto de la Costa con la Subdirección PLADEICOP de la CVC, con quienes también se adelanta un estudio para definir la manera de acometer estos frentes, pues esta Subdirección posee una infraestructura operacional y está adelantando una serie de programas de tipo social, de fomento de producción y a su vez coordina con diversas

entidades tanto de carácter nacional como Codechocó, Corponariño, CRC, SENA, INCORA, Instituto Matía Mulumba, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar - ICBF y de carácter internacional como UNICEF y Comunidad Económica Europea. En estos momentos se ha detectado junto con PLADEICOP, la necesidad de desarrollar esta tecnología, para lo cual habría de coordinarse un programa de capacitación con las otras instituciones.

Para definir lugares adecuados para la aplicación de gasificadores, se puede seguir el esquema siguiente:

1. La base es una oferta de potencia eléctrica alrededor de 3 kilovatios, aprovechada por el gasificador. Esta potencia está limitada por el motor (el Briggs & Stratton de 16 HP a gasolina). La construcción de gasificadores de mayor potencia todavía requiere más ensayos con respecto a la adaptación de motores más grandes.

2. Una demanda obligatoria es el aprovechamiento de combustible. Se requiere carbón vegetal de buena calidad. El consumo de la planta, operando con 3 kilovatios de potencia, es alrededor de 3.5 a 4 kg/hora. La preparación del combustible a las demandas del proceso de gasificación requiere mano de obra, así como la operación y el mantenimiento de la planta.

3. La aplicación típica en el Litoral Pacífico es la iluminación de una vereda de aproximadamente 20 a 30 casas, la carga de baterías y el aprovisionamiento de energía para un refrigerador. Con un sistema de refrigeración se puede conservar el hielo, que las comunidades pesqueras compran para la conservación y para el transporte de pescado. Un mejor tratamiento del hielo en una caja bien aislada con sistema de refrigeración puede reducir los costos corrientes y aumentar la flexibilidad económica de las comunidades pesqueras.

Sin embargo, no se puede esperar una rentabilidad económica de gasificadores en un sentido que una comunidad pequeña pueda pagar con medios propios los costos de inversión de una planta gasificadora. La inversión tiene que ser ofrecida por parte de la CVC y/o instituciones de apoyo como contribución al desarrollo de esta región.

En este momento, se prepara la instalación de una planta gasificadora en la vereda San Miguel Ajicito, situada en la desembocadura del Río Naya.

II. PARTE TECNICA

La gasificación térmica de biomasa - principios y aplicación.

En esta parte del reporte los autores intentan introducirse en los aspectos fundamentales de la gasificación térmica de biomasa. Después de una breve explicación teórica del proceso de gasificación se van a presentar los componentes técnicos de una planta gasificadora y también se dará una descripción de la operación y del mantenimiento.

Finalmente, en el anexo se presentan los dibujos para la construcción del gasificador prototipo, que fue fabricado por las empresas TEALCO en Barranquilla y JARROY en Cali.

1. FUNCIONAMIENTO BASICO DE GASIFICADORES.

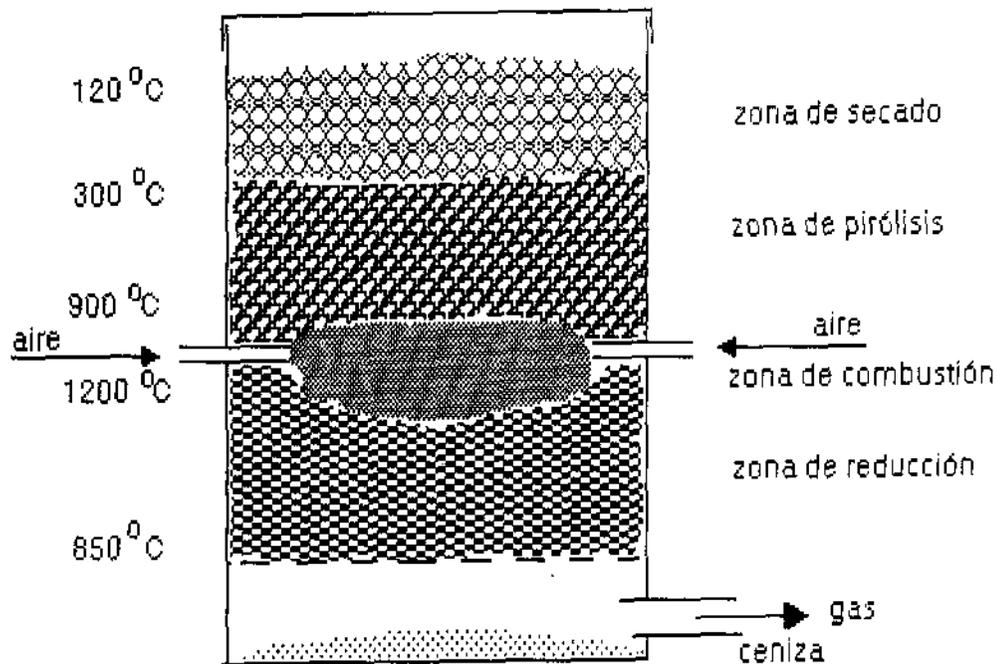
La gasificación es un método para producir un gas combustible con base en la biomasa, con el destino final de usar el gas en quemadores (para convertir en energía térmica) o en motores de combustión (para convertir en energía mecánica y/o eléctrica).

La gasificación es un proceso térmico: La biomasa seca se descompone bajo temperaturas elevadas, y una parte de los residuos de esta descomposición forma una mezcla de gas combustible. No hay que confundir este proceso con la tecnología de biogás: En una planta de biogás, una solución de la biomasa en agua se descompone por bacterias, con el resultado de la producción de "biogás", que es una mezcla combustible de dióxido de carbono y metano. Para poder distinguir este biogás del producto de la gasificación térmica, se puede llamar al segundo "gas pobre" o también "gas de madera" o "gas de carbón".

Principalmente, cada biomasa en el estado seco tiene una composición química casi igual: Todas las especies de madera (en estado seco) contienen aproximadamente 50% del elemento carbono, 43% de oxígeno, y 6% de hidrógeno (y también 1% de ceniza y nitrógeno). Estos elementos forman la celulosa, la hemicelulosa, y el agua celular de la planta. La humedad de la planta es una cantidad adicional de agua, que emite en el proceso de secado con temperaturas hasta 100 °C.

Para explicar el proceso de gasificación, vemos la fig.1, que muestra un gasificador tipo "descendente", llenado con pedazos de madera.

FIGURA No. 1



Proceso de gasificación, Tipo Descendente

Cuatro procesos diferentes ocurren en el gasificador: Secado del combustible, pirólisis, combustión y reducción. Cada uno de estos procesos ocupa una zona separada en que se producen reacciones químicas y térmicas diferentes. El combustible tiene que pasar por todos esos estratos para gasificarse completamente:

El combustible, echado en la parte superior del tanque de gasificación, pasa primero por una zona de *secado*, donde no ocurren reacciones químicas, porque el combustible solo emite vapor de agua (la humedad natural) bajo temperaturas entre 40 y 100 °C. El calor para el secado es producido por la zona de combustión.

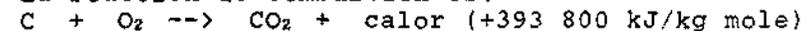
La *pirólisis* ocurre generalmente sobre las zonas de combustión y de reducción. Esta zona extrae calor de las regiones calientes adyacentes y no tiene acceso de aire. Una

vez que la temperatura llega aproximadamente a unos 400 °C una reacción exotérmica autosuficiente se inicia, en la cual las estructuras naturales de la madera o de otros productos orgánicos, que se están usando como combustible, comienzan a disociarse. Este proceso es similar al que ocurre en una retorta o en un horno en la manufactura de carbón vegetal. En las reacciones participan: Vapor de agua, metanol, ácido acético y considerables volúmenes de hidrocarburos pesados (brea o alquitrán). En el caso de la madera, el 50% o más del peso original se emite como brea y materias volátiles.

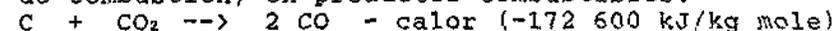
El remanente sólido, después de la pirólisis, es carbón vegetal. Este pasa por el gasificador y se consume en las zonas de combustión y de reducción. Cuando se usa carbón de origen vegetal como combustible en el gasificador, muy pocos productos de pirólisis se emiten por tanto ya habían sido emitidos en la producción del carbón.

El proceso central para iniciar la gasificación es la *combustión*, que está situada cerca de los tubos donde entra el aire. Una vez encendido durante el arranque del gasificador, el combustible se quema, es decir, el carbono del combustible reacciona con el oxígeno del aire (que está introducido por la presión de un ventilador durante los primeros minutos de la gasificación) para producir dióxido de carbono, un gas incombustible. Esta es una reacción exotérmica (que genera calor) y la temperatura en la zona de combustión sube hasta que la relación de incremento de calor se balancea con la relación de pérdida de calor. La temperatura en la zona de combustión normalmente llega a un punto entre los 900 y los 1300 °C. Cualquier cantidad de hidrógeno que estuviera presente en la zona de combustión reacciona también con el oxígeno, produciendo vapor de agua como resultado secundario.

La reacción de combustión es:

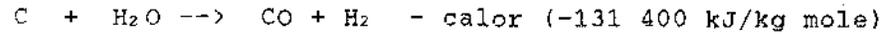


De la zona de combustión los gases pasan luego a la zona de *reducción*. Esta se encuentra siempre junto a la de combustión, pero dependiendo de la configuración del gasificador, puede estar colocada encima (gasificador de flujo ascendente), debajo (flujo descendente) o junto a ella (flujo cruzado). No entra aire en esta zona, por lo tanto no hay oxígeno libre y las reacciones que se desarrollan son diferentes. Estas reacciones de reducción juegan una función esencial en la gasificación ya que convierten una cierta cantidad de los gases incombustibles, que emergen de la zona de combustión, en productos combustibles:

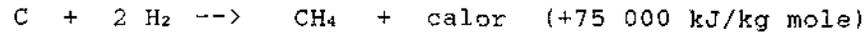


Es una reacción endotérmica, que consume calor.

Otra reacción de reducción muy importante es aquella entre el vapor de agua y el carbono. Esta es también endotérmica y solo se realiza a temperaturas sobre los 900 °C. El agua se disocia y los productos resultantes son monóxido de carbono y cierta cantidad de hidrógeno. Estos productos de reacción son combustibles e incrementan el valor calórico del gas final.



En la reacción de metano, también se forman gases combustibles:



El producto final, que sale del tanque de gasificación, es una mezcla de gases con una composición volumétrica típica:

Gas	gas de leña % (base seca)	gas de carbón vegetal % (base seca)
nitrógeno	50 - 54	60 - 63
monóxido de carbono	20 - 22	23 - 33
dióxido de carbono	9 - 11	3 - 7
hidrógeno	12 - 15	4 - 14
metano	2 - 3	--
contenido calórico	5 500 kJ/m³	4 100 kJ/m³

Otras cifras típicas son:

- 1 kg de madera (humedad 15%) con 1.1 m³ aire rinde 2.4 m³ de gas.
- 1 kg de carbón vegetal (humedad 10%) con 3.8 m³ rinde 5 m³ de gas.
- La producción de 1 kWh de energía eléctrica requiere 1.2 - 1.5 kg de madera o de carbón vegetal.

Este "gas pobre" puede servir como combustible para motores de combustión interna. Para motores tipo "Otto" el gas se mezcla con aproximadamente la misma cantidad de aire antes

de entrar en el motor, y esta mezcla es encendida por la bujía.

Motores tipo "Diesel" no tienen bujía para encender el combustible. En este caso, se necesita todavía una cierta cantidad de diesel para el encendido de la mezcla combustible.

2. CONSTRUCCION Y OPERACION DEL GASIFICADOR JARROY.

Los numerales siguientes intentan poner a disposición informaciones y datos de referencia que se necesitan para comprender el funcionamiento de un gasificador típico, para operarlo y también para poder controlar el funcionamiento de la planta.

2.1 Construcción y funcionamiento del gasificador.

En la *fig. 2* (Ver próxima página) se muestra el tanque principal del gasificador JARROY, la *fig.3* muestra el esquema de los componentes de la planta. Los detalles de la construcción se muestran en los dibujos del anexo.

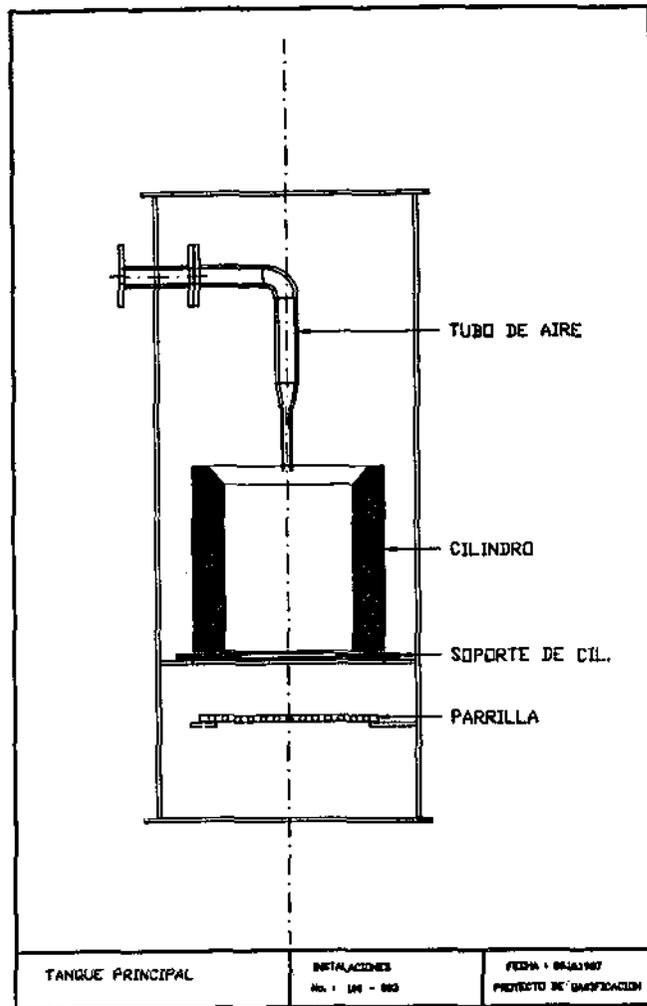
Este gasificador está construido solamente para el consumo de carbón vegetal, es decir, no se permite el uso de otras biomásas como madera, cáscaras de coco, tuzas de maíz etc., que forman alquitranes durante el proceso de pirólisis.

El uso de carbón vegetal como combustible es una pérdida considerable de energía, que se pierde en el proceso de carbonización. Pero, la gran ventaja del carbón vegetal es, que no se forman gases de pirólisis en el proceso de gasificación. En el uso práctico de un gasificador es muy difícil mantener una operación donde estos gases de pirólisis sean descompuestos satisfactoriamente en las zonas de combustión y reducción. El gas tiene que ser filtrado de los residuos de alquitranes en el sistema de purificación del gas. La purificación de un gas de carbón vegetal, que solo contiene ceniza y polvo de carbón, es mucho más fácil.

Se trata de un gasificador de flujo descendente con tobera central. Las dimensiones críticas, que definen el rango de potencia de la planta, están representadas por el diámetro del cilindro interno (hecho de cemento refractario) y su soporte (un anillo de acero inoxidable). También la distancia entre el punto de entrada del aire (la apertura de la tobera central) y la parrilla, que forma el soporte para la carga de combustible, es una dimensión crítica. Cuando el gasificador está en marcha, la carga de carbón entre la entrada de aire y la parrilla está incandescente y de color amarillo, produciendo temperaturas entre 1200 °C (en la apertura del tubo) y 850 °C (cerca de la parrilla). Esta

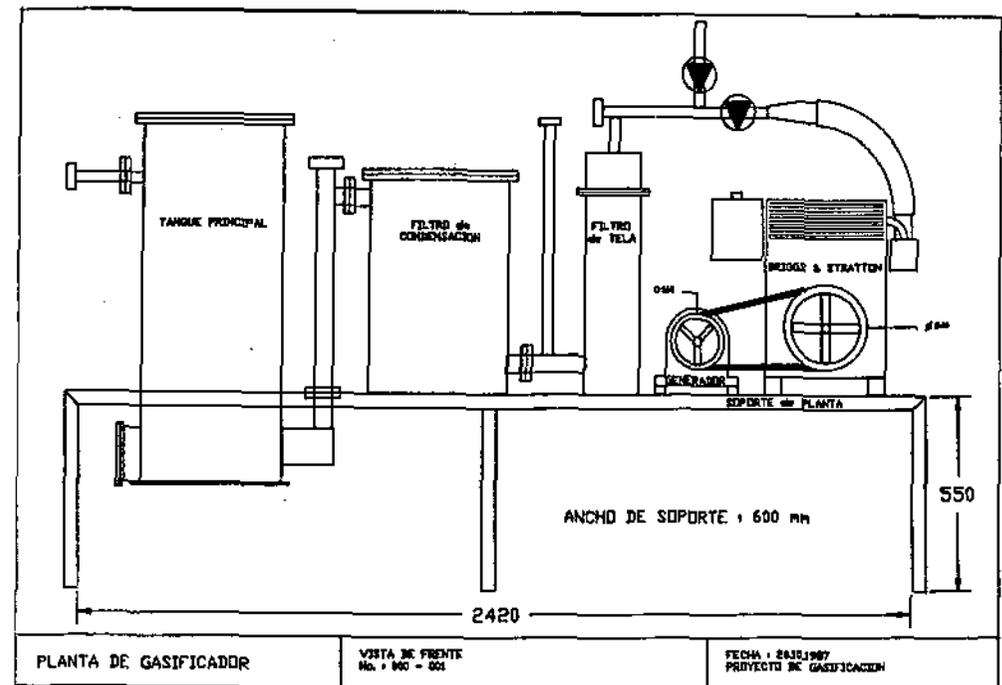
temperatura es el resultado de la oxidación del carbono con el aire en la zona de oxidación debajo del tubo. Las temperaturas altas son indispensables para la reducción efectiva del dióxido de carbono y la formación de monóxido de carbono e hidrógeno, que se realiza en la zona de reducción (esta zona está formada por la parte superior del carbón incandescente sobre la parrilla).

FIGURA No. 2



Tanque principal del gasificador JARROY

FIGURA No. 3



Esquema de los componentes del gasificador

El material refractario del cilindro interno y el carbón, se queda entre la pared externa de dicho cilindro y la pared metálica del tanque principal, sirven como aisladores térmicos para mantener las altas temperaturas necesarias para las reacciones químicas.

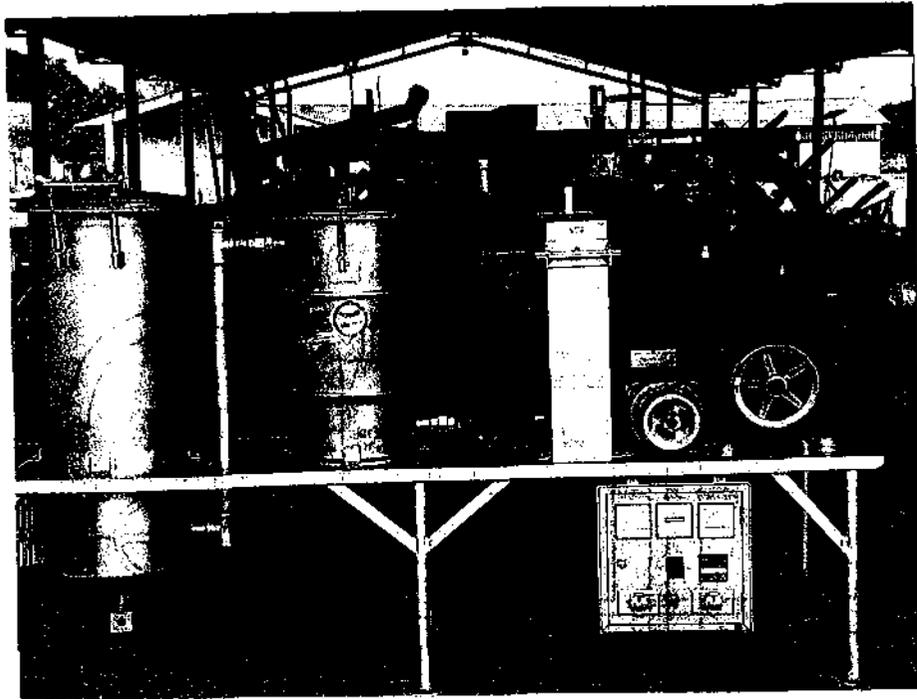


FOTO No. 9

El gasificador TEALCO en Turipaná / Montería

También la tobera central tiene que ser resistente a altas temperaturas. Por eso, este tubo consistía originalmente de un material cerámico. En la práctica, este tubo resultó ser demasiado frágil y se rompieron también todos los tubos de reserva. Se instaló un tubo de hierro gris (diámetro interno 19 mm), que es fácil de reemplazar en el caso de desgaste.

La foto No. 9 muestra la planta completa: Aspirado por el motor el gas sale del tanque principal a través de la caja de cenizas y pasa por un tanque de condensación, donde las partículas gruesas son separadas por gravitación y donde el vapor se condensa. El gas enfriado entra en la caja de filtro. Esta caja contiene bolsas de purificación, hechas de tela, con una superficie total de 0.75 m². El gas purificado es mezclado con aire para obtener una mezcla inflamable y luego entra en el motor.

En los primeros minutos después del encendido del gasificador, se deja salir el gas por la "chimenea", para no ensuciar el filtro. En este caso, la tapa de la chimenea se abre, y se cierra la válvula mezcladora.

El motor es un "Briggs & Stratton" con un solo cilindro de 531 cm³ de volumen. Su potencia, operando con gasolina, es de 16 HP (12 kW) a 3600 rpm. Funcionando con gas de carbón vegetal y con revoluciones más bajas del motor, la potencia se disminuye hasta 2 - 3 kW. El motor se conecta con un electrogenerador, que produce una corriente alterna con voltaje de 110 V y frecuencia de 60 Hz, si el motor gira a 2400 rpm.

Para producir electricidad para iluminación y otros consumos eléctricos, hay que mantener las revoluciones del motor a 2400 rpm, ajustando a veces la mezcla óptima con la válvula.

2.2 Puesta en marcha del gasificador.

Antes de empezar la operación de la planta, se debe preparar el carbón.

Para conseguir un tamaño de 1 - 4 cm de los pedazos de carbón, se rompe el carbón con un martillo y le pasa a través de una caja con mallas adecuadas.

Para secar el carbón (que está extremadamente húmedo en la temporada lluviosa) se usa una caneca de 15 galones, echando brasa en el fondo, llenando con carbón y esperando aproximadamente media hora, hasta que no salga más vapor.

Con el carbón preparado, se arranca el gasificador con el método siguiente:

Sacar el carbón usado hasta el nivel del cilindro interno y encender el carbón debajo del tubo de aire (con un papel o con brasa).

inyectar el aire por medio del ventilador o fuelles hasta que el carbón esté bien encendido (color amarillo), a través de toda la apertura del cilindro interno.

Echar el carbón preparado, aproximadamente 7 kg (15 libras), cerrar la tapa, mantener un buen flujo de aire con el ventilador o con los fuelles. En esta fase de arranque del gasificador se recomienda abrir la tapa de la chimenea y cerrar la válvula de mezcla, para que el gas, que está sucio y húmedo en esta fase, salga por la chimenea y no pase por el filtro.

Normalmente, después de cinco minutos se puede encender el gas. Si la llama que sale por la chimenea es azul o transparente, esto significa que el gas está muy bueno. Si la llama es amarilla esto indica que el carbón contiene alquitrán; un cono blanco en el centro de la llama significa que el gas contiene vapor de agua.

Cerrar la tapa de la chimenea y abrir la válvula de mezcla, efectuando la misma prueba con el gas. Este debe encenderse rápidamente con un sonido similar al de una soldadura autógena. Cuando hay una fuerte salida de gas se apaga la llama, cerrando un momento la válvula de mezcla, y luego se regula la mezcla: La válvula debe estar medio abierta y la válvula principal casi abierta. Controlar que el aire primario pueda entrar en el gasificador (si se han usado los fuelles, hay que sacar la manguera).

Arrancar el motor (no usar ventilador o fuelles durante el arranque). Cuando el motor empieza a girar, buscar el punto óptimo con la válvula de mezcla (esta regulación es muy sensible). Regular el régimen del motor.

Conectar la carga eléctrica (la carga máxima es de 2.4 - 3.0 kW) y regular de nuevo el régimen, a veces hay que controlar también la mezcla de aire nuevamente.

Después de dos horas de operación hay que echar más carbón, abriendo la tapa del gasificador con cuidado pues a veces sale una llama muy fuerte (como una explosión). Echar el carbón y cerrar la tapa sin perder mucho tiempo para que el motor no se apague.

A plena carga, el gasificador consume entre 2.8 y 3.5 kg de carbón por hora. El consumo variado es evidentemente causado por las diferencias en la calidad del carbón. Especialmente un alto contenido de humedad en el carbón aumenta el consumo, respectivamente disminuye la potencia.

2.3 Mantenimiento de la planta.

Cada semana hay que sacar la ceniza de gasificación (al fondo del gasificador), esta caja normalmente contiene no sólo ceniza sino también una cantidad de carbón fino.

Aproximadamente cada veinte horas de operación hay que controlar las bolsas del filtro principal, éstas no deben tener huecos. Si las bolsas tienen sólo una contaminación de polvo seco, agitando las bolsas es suficiente para limpiarlas. Si la contaminación está húmeda y pegajosa, se deben lavar cuidadosamente con agua.

Cada 25 horas de operación hay que cambiar el aceite del motor. Esto es importante, pues el aceite sucio contiene partículas finas de carbón, que arañan las paredes del cilindro del motor.

Durante la prueba en Buenaventura y Santa Cruz, se notó una serie de fallas y problemas técnicos - fallas que fueron poco tenidas en cuenta por el operador, por la CVC o por los expertos de la GTZ, pero que de todos modos molestaban. La tabla siguiente demuestra las fallas principales:

<i>Síntomas del daño / origen</i>	<i>Reparación</i>
1) El gas no se enciende durante mucho tiempo: Mala calidad del carbón, humedad.	Ventilar con tapa abierta para secar el carbón. Perforar la brasa con una barra. Buscar carbón de mejor calidad. Secar el carbón.
2) A pesar de una ventilación fuerte hay poco gas y temperaturas bajas: Tubería tapada, filtros tapados.	Limpiar tubería y filtros, inspeccionar la entrada del motor. Controlar fuelles.
3) El gas es bueno, pero el motor no arranca: a) Mala chispa en el motor. b) El gas no entra en el motor. c) La tubería atrae aire.	Controlar la bujía y el cable de encendido. Controlar la entrada del motor. Buscar el hueco y cerrarlo.
4) Las revoluciones del motor son irregulares y difíciles de controlar: La tubería atrae aire.	Buscar los huecos: En la tubería, en los tanques, en las empaques, en la soldadura.

La mayoría de las molestias se debieron a dos causas:

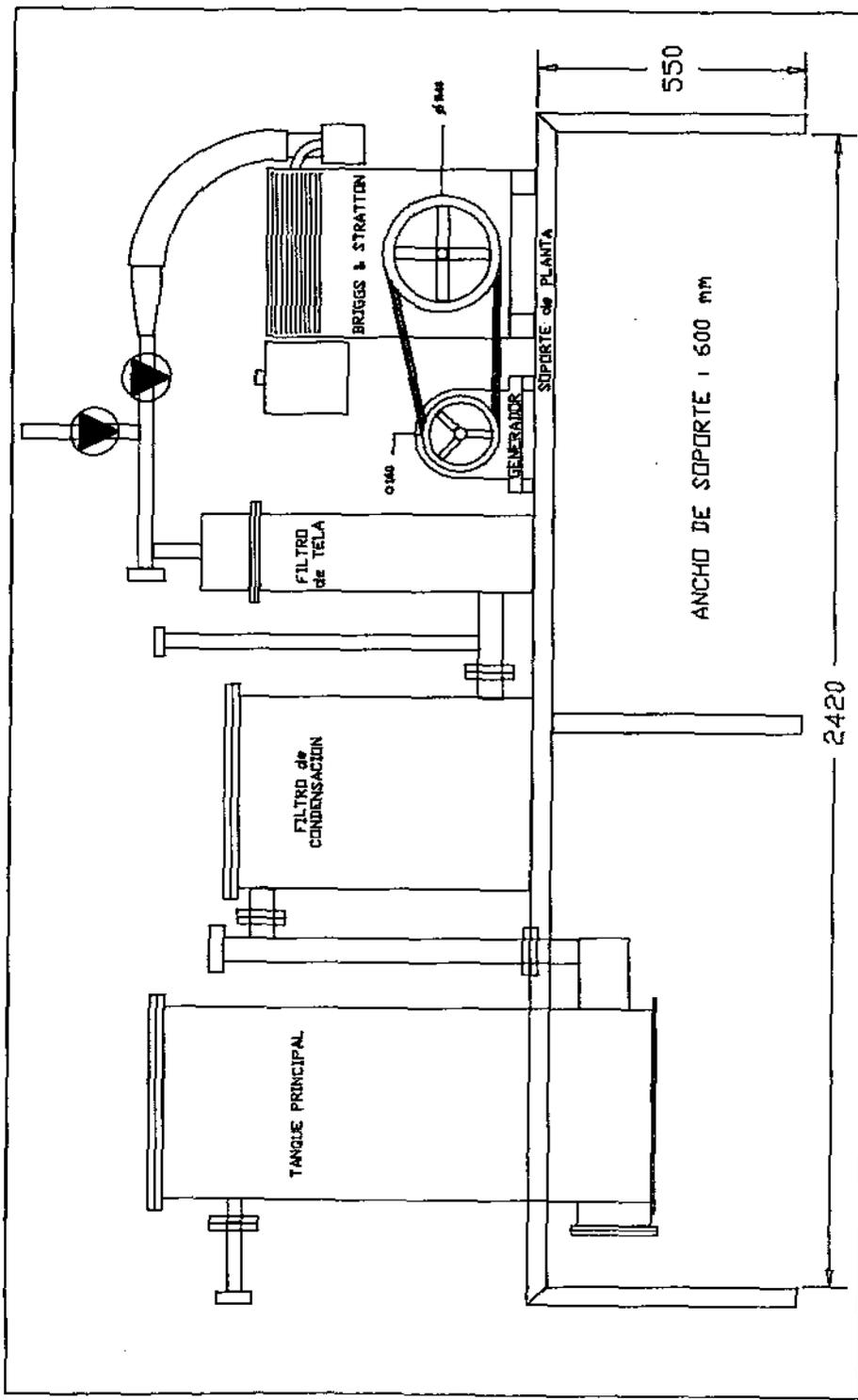
- Demora del arranque debido a carbón de mala calidad.
- Suciedad de los filtros o de la tubería.

A N E X O

DIBUJOS DE CONSTRUCCION.

Todas las dimensiones de las figuras están en milímetros.

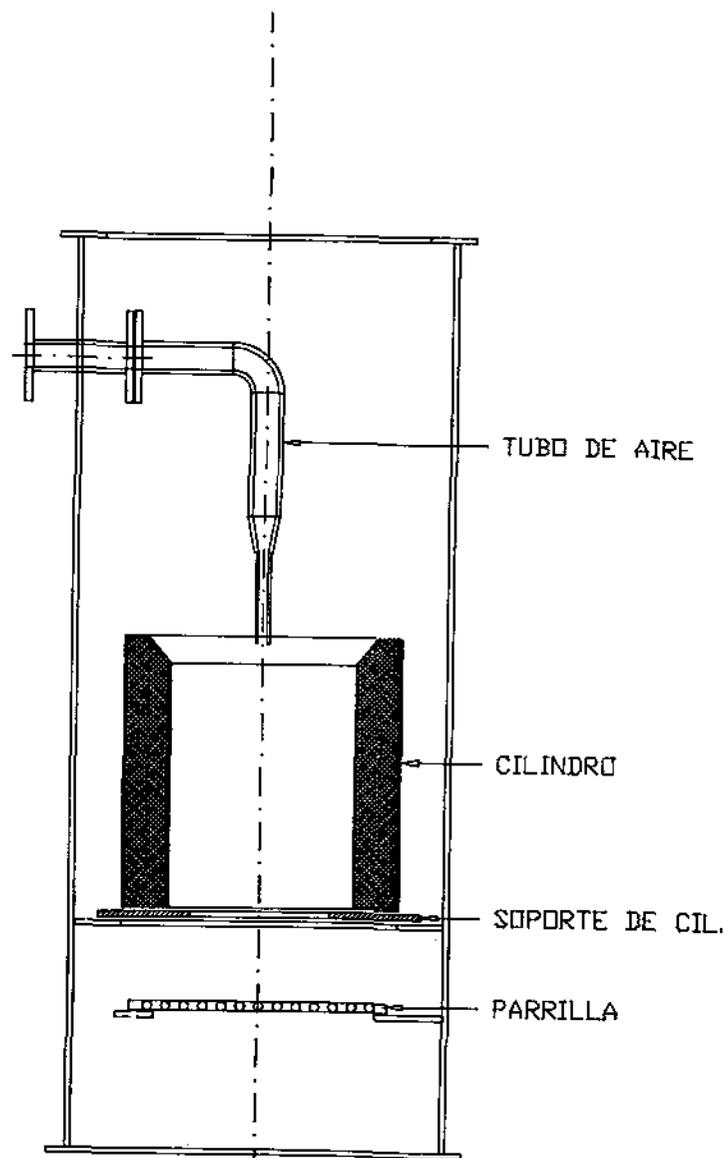
Gasificador TEALCO y JARROY Mark I



FECHA 1 21/10/1987
 PROYECTO DE GASIFICACION

VISTA DE FRENTE
 No. 1 300 - 001

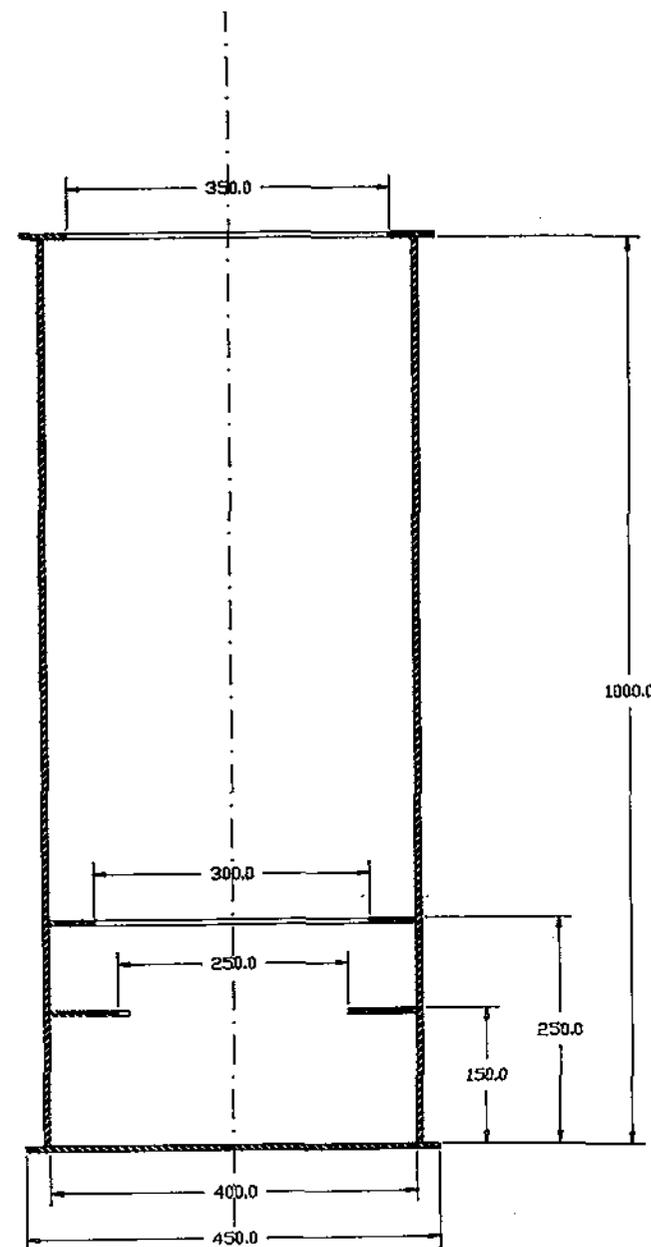
PLANTA DE GASIFICADOR



TANQUE PRINCIPAL

INSTALACIONES
No. 100 - 000

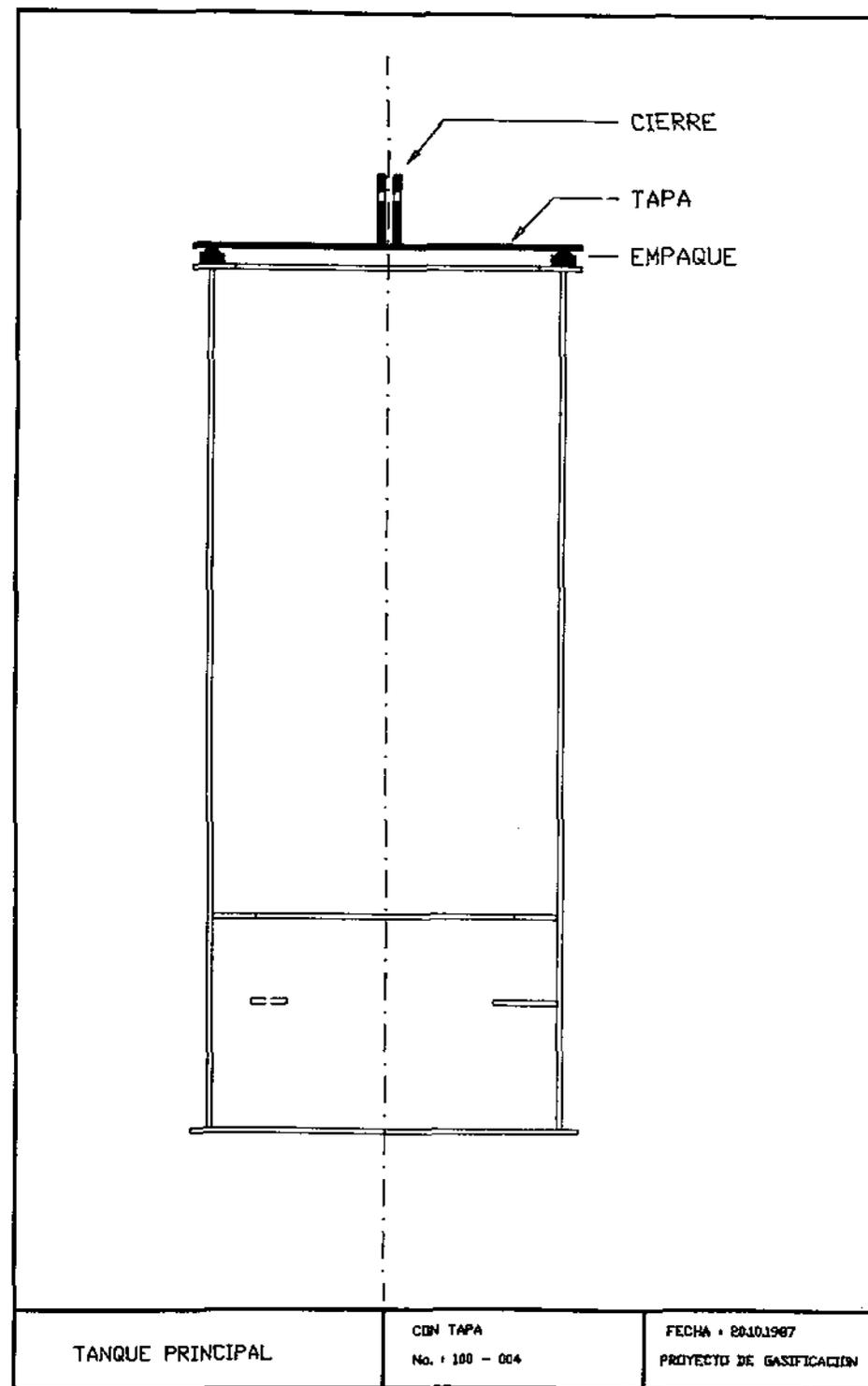
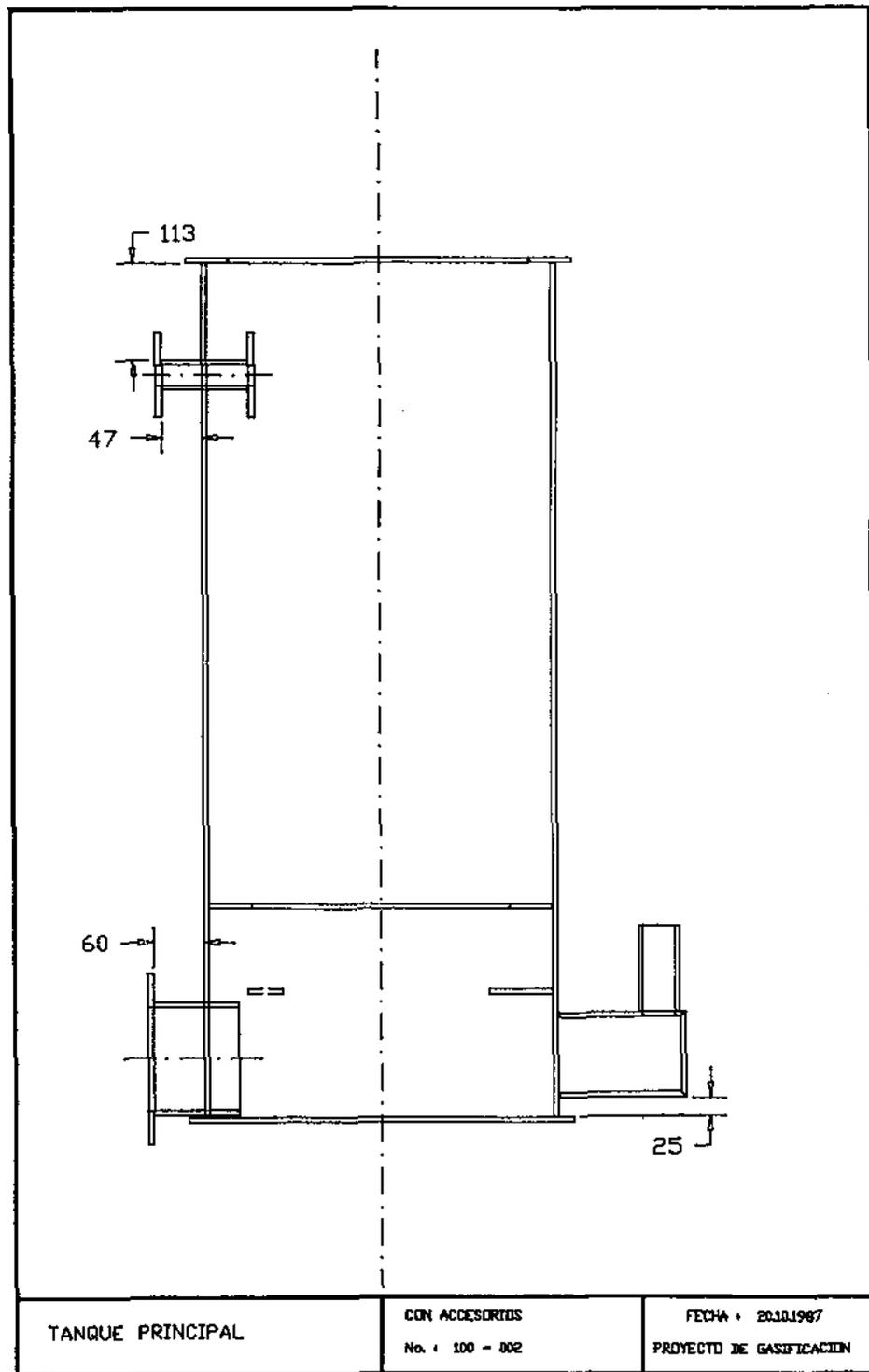
FECHA • 20101967
PROYECTO DE GASIFICACION

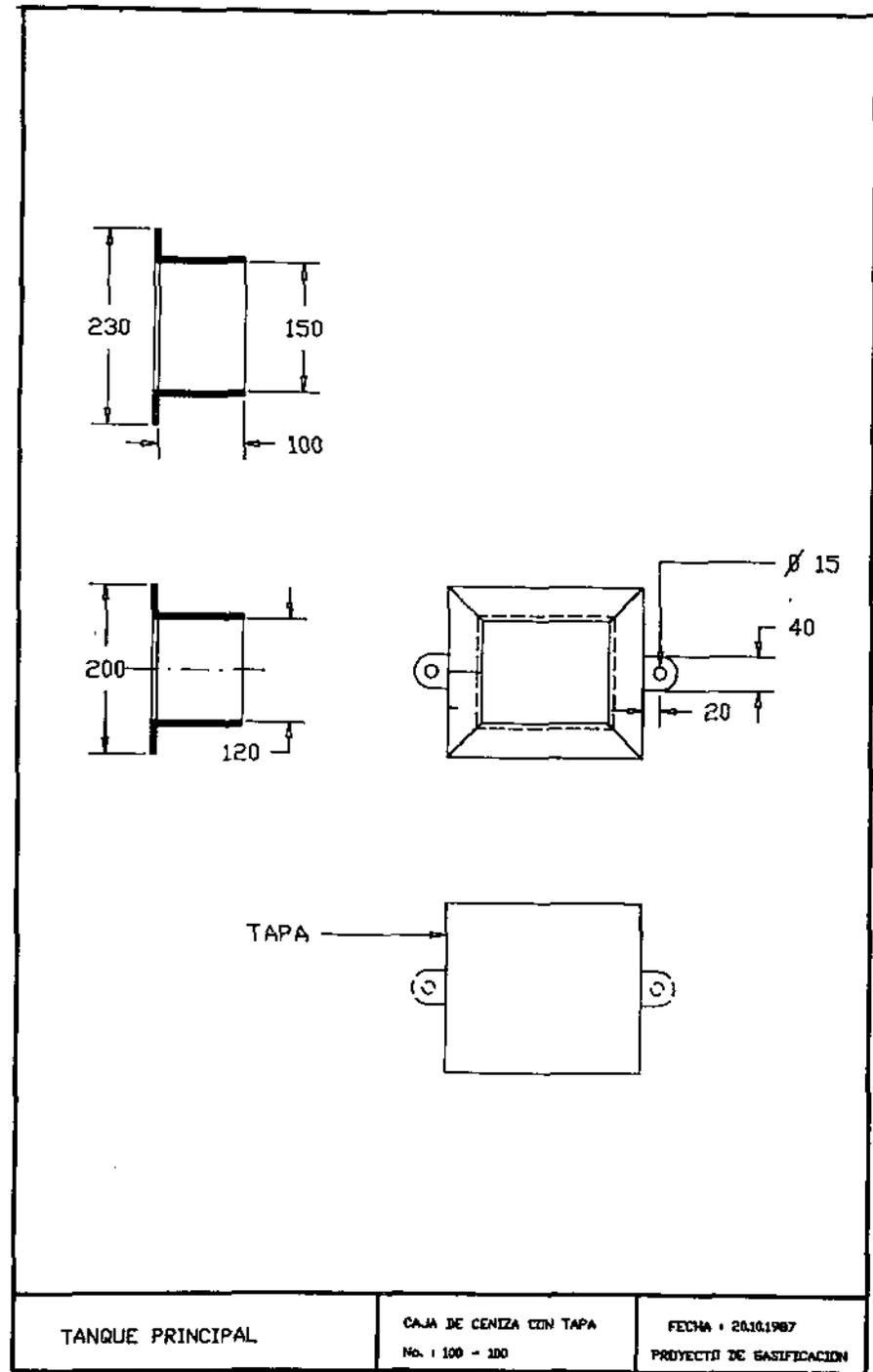
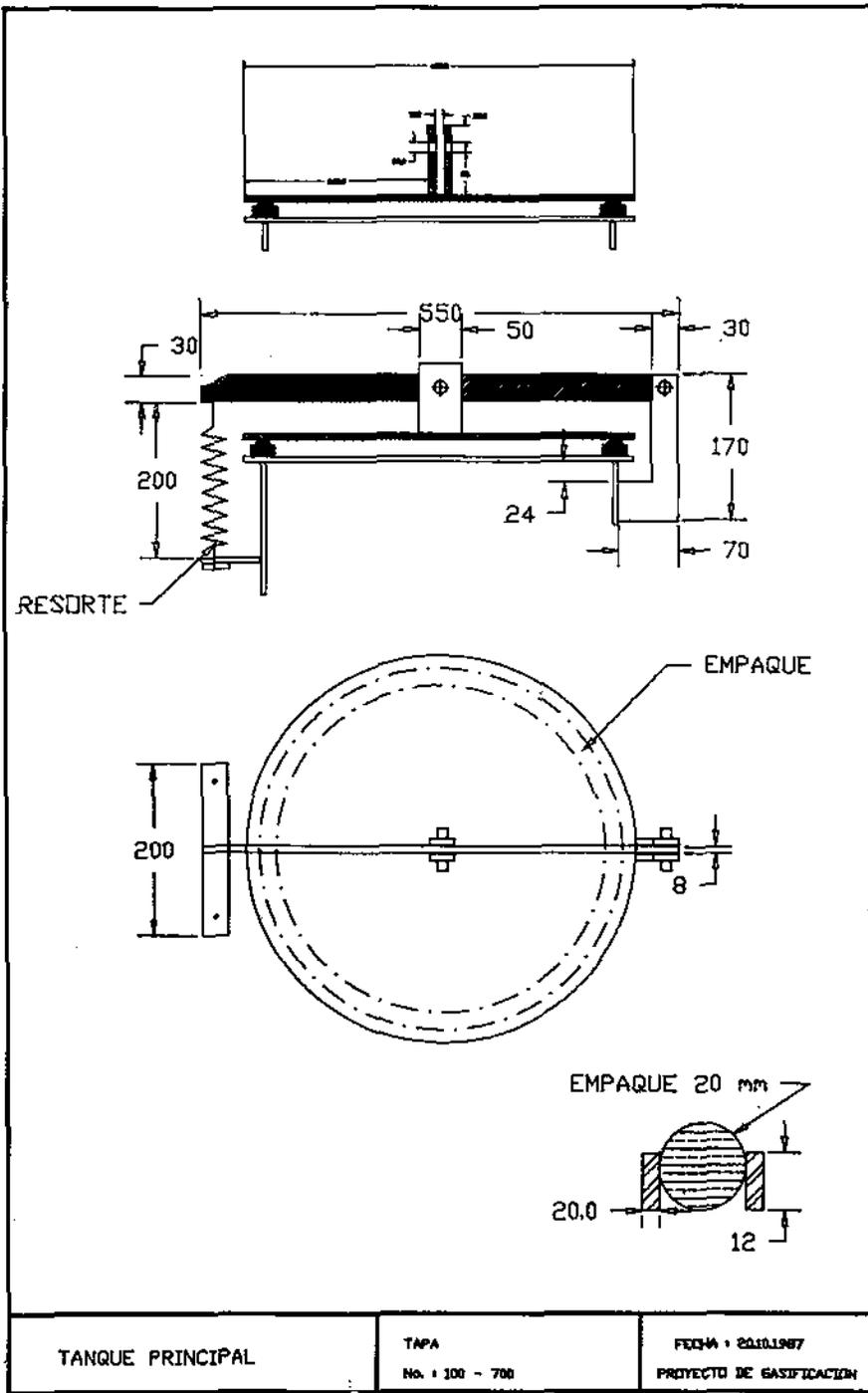


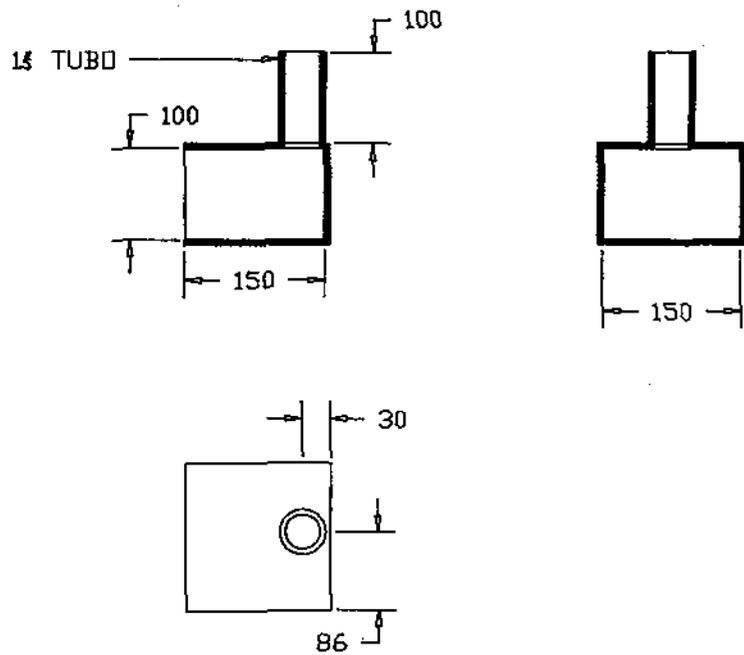
TANQUE PRINCIPAL

SIN ACCESORIOS
No. 100 - 001

FECHA • 20101967
PROYECTO DE GASIFICACION



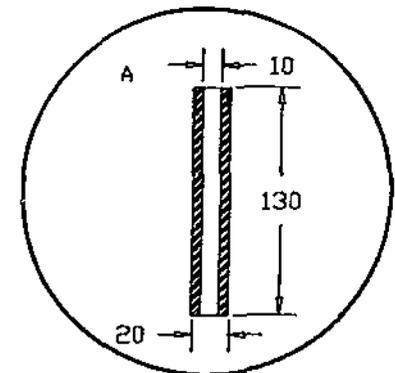
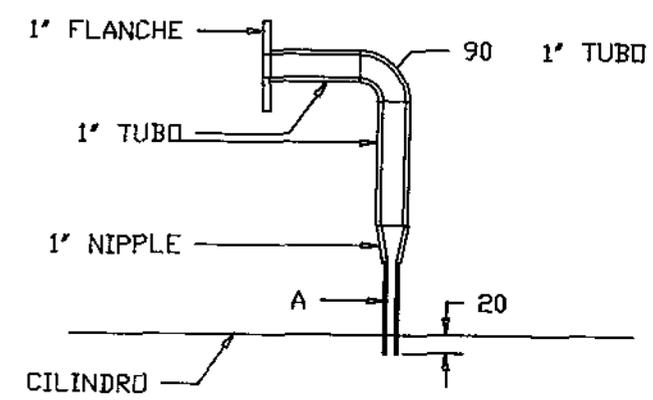




TANQUE PRINCIPAL

SALIDA DE GAS
No. 100 - 300

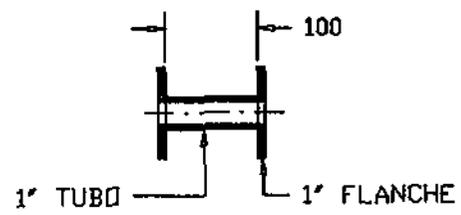
FECHA - 20.10.1987
PROYECTO DE GASIFICACION



TANQUE PRINCIPAL

TUBO DE AIRE
No. 100 - 400

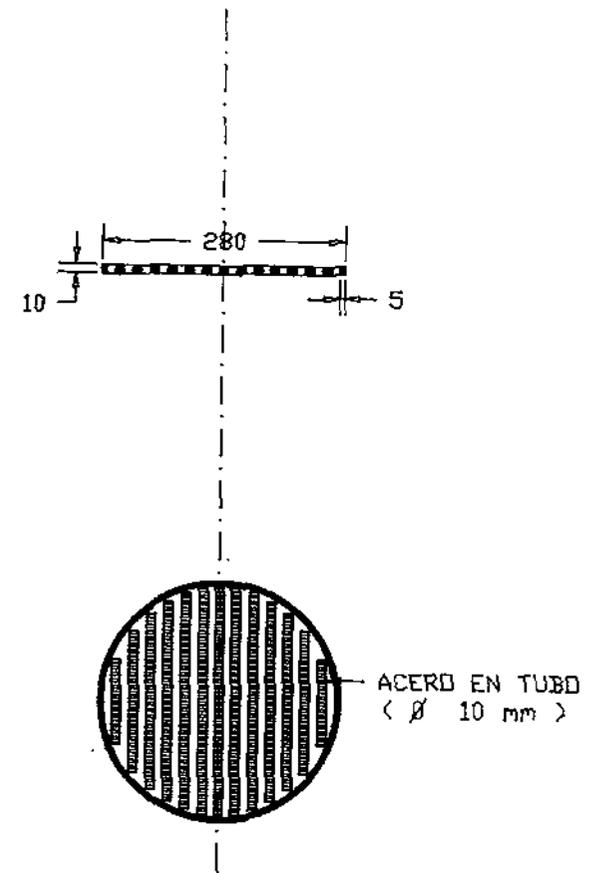
FECHA - 20.10.1987
PROYECTO DE GASIFICACION



TANQUE PRINCIPAL

ENTRADA DE AIRE
No. : 100 - 200

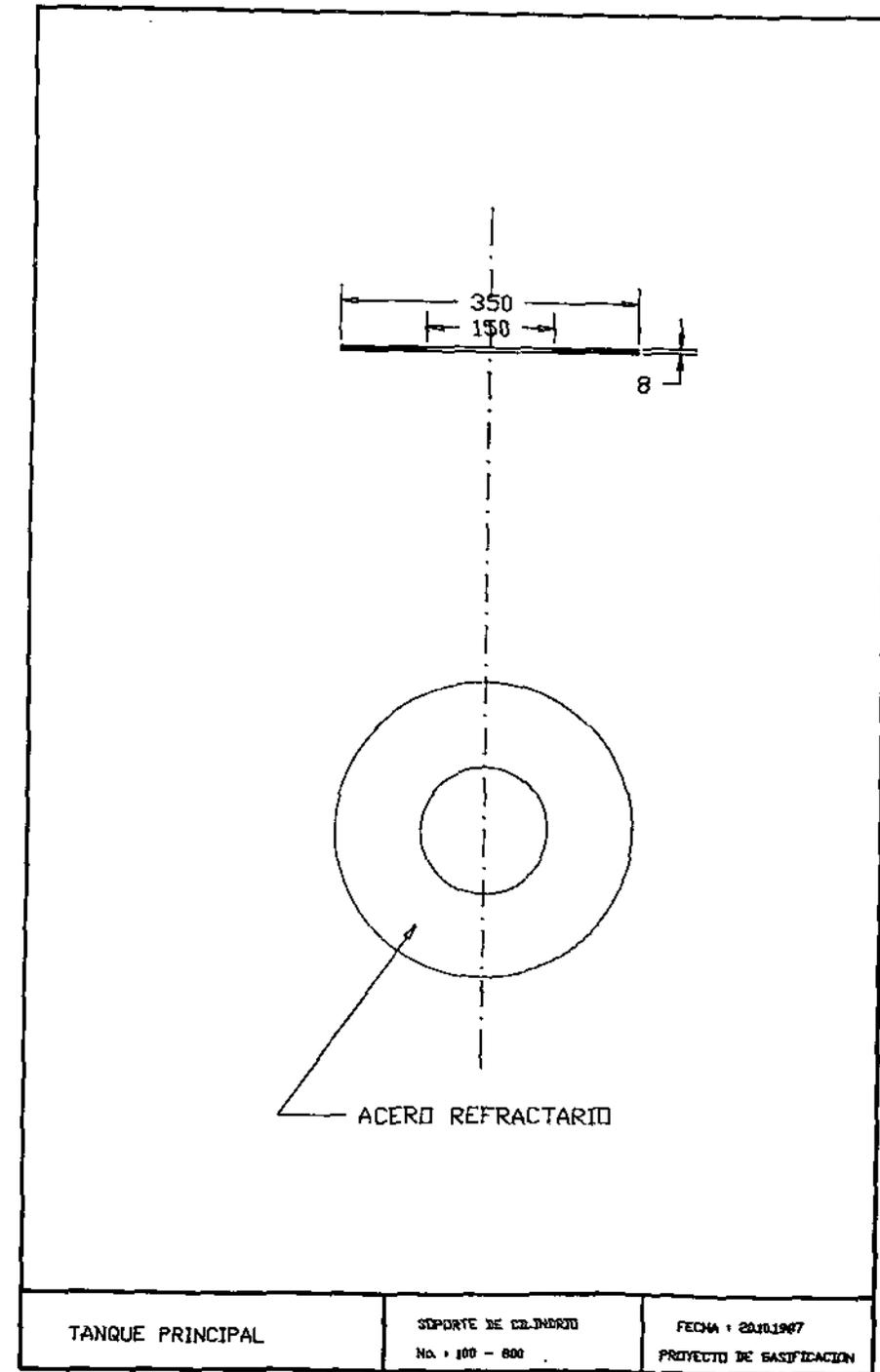
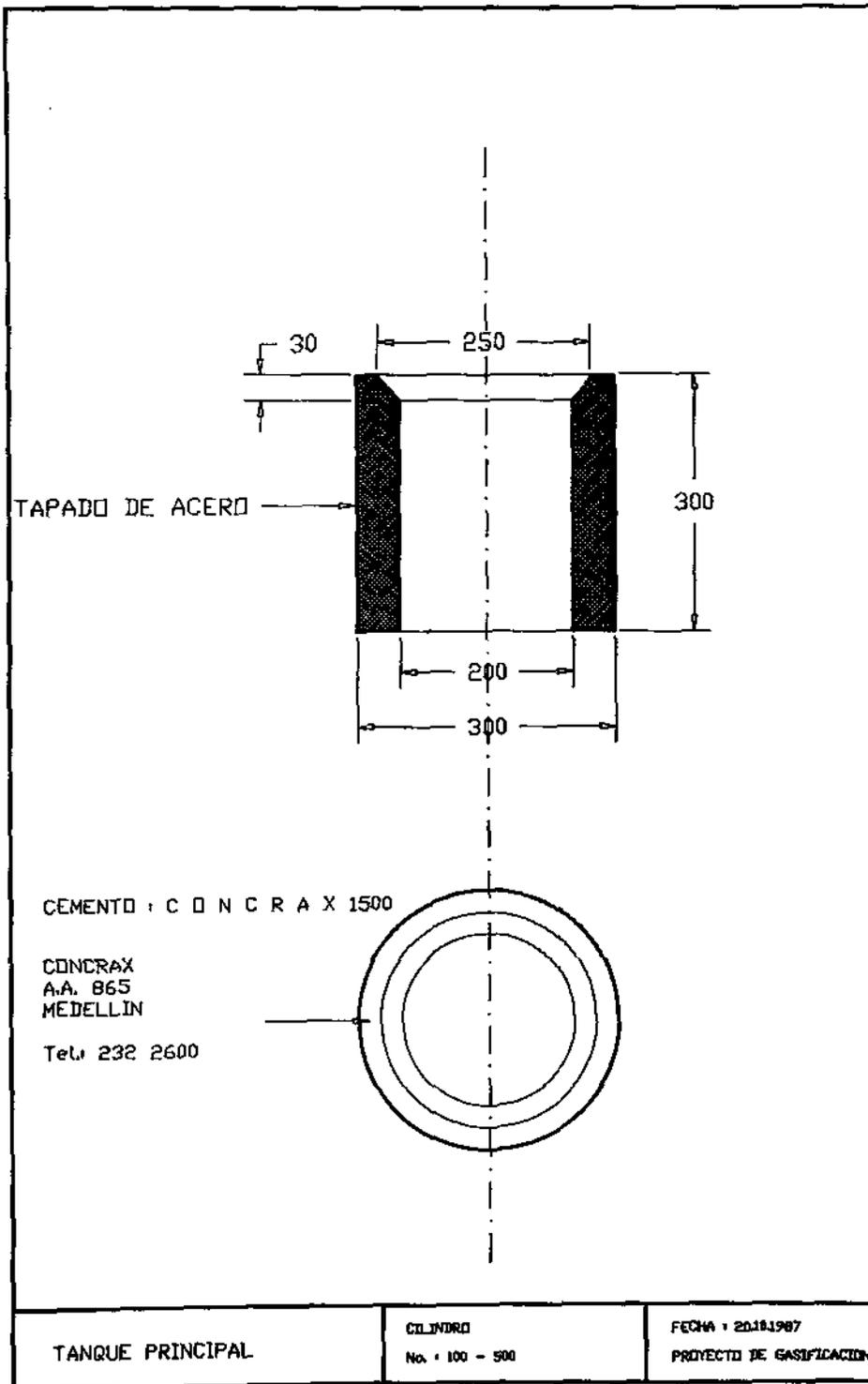
FECHA : 20.10.1967
PROYECTO DE GASIFICACION



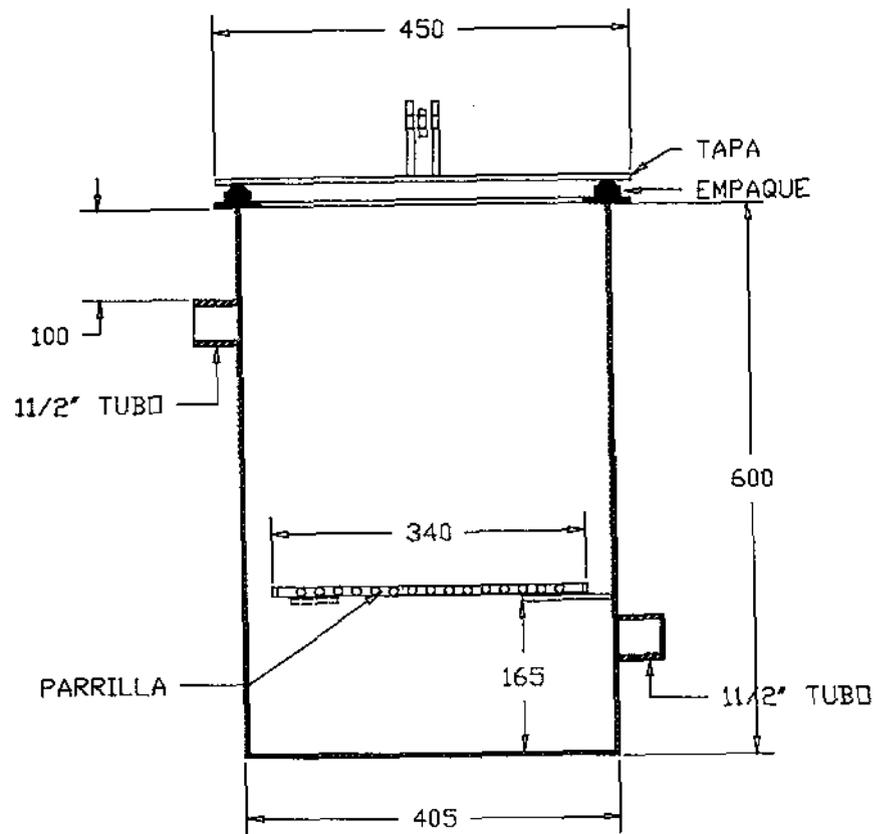
TANQUE PRINCIPAL

PARRILLA
No. : 100 - 600

FECHA : 20.10.1967
PROYECTO DE GASIFICACION



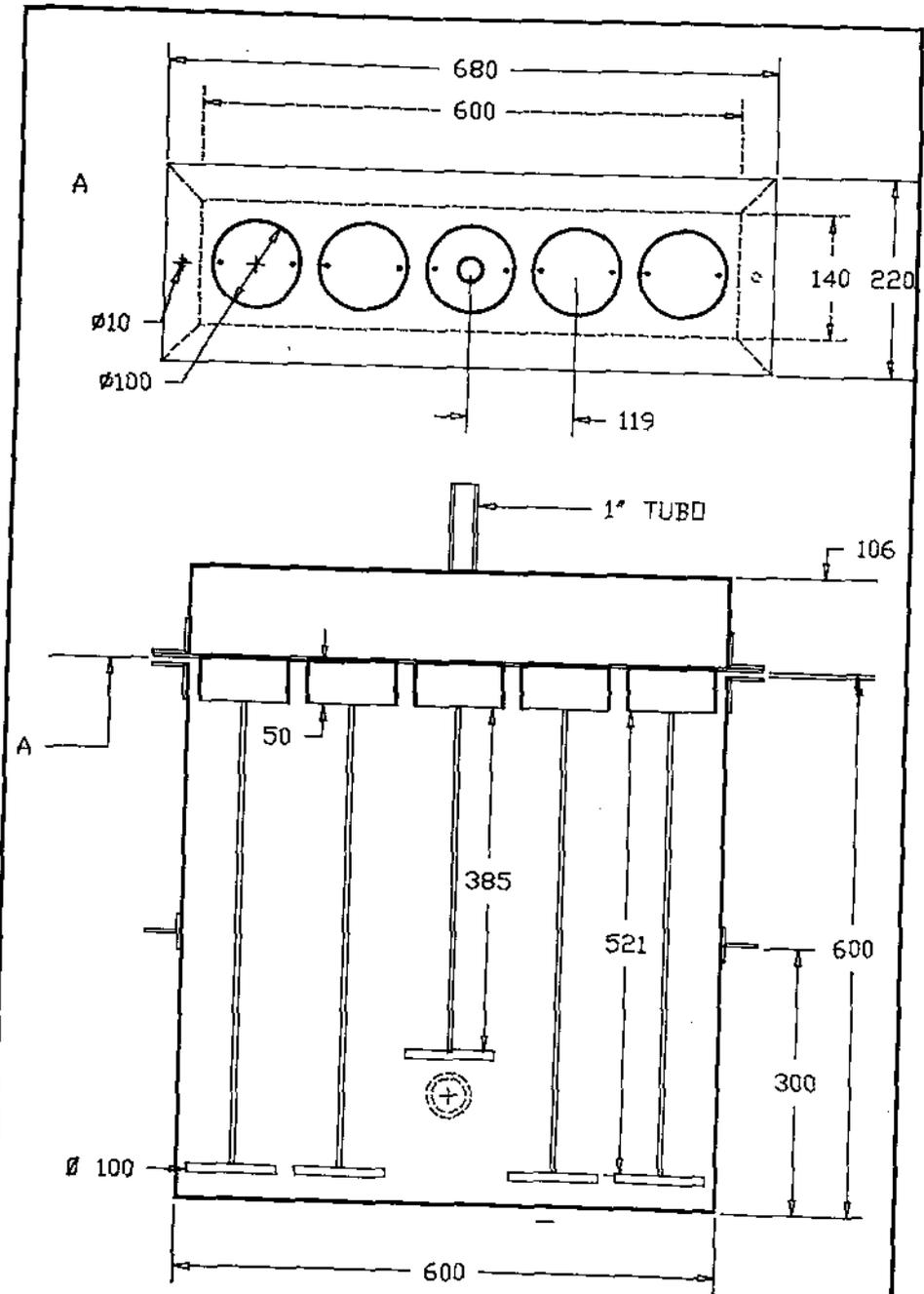
LA CONSTRUCCION DE TAPA, EMPAQUE Y PARRILLA
 COMO EL TANQUE PRINCIPAL



FILTRO de CONDENSACION

con TODOS
 No. : 200 - 001

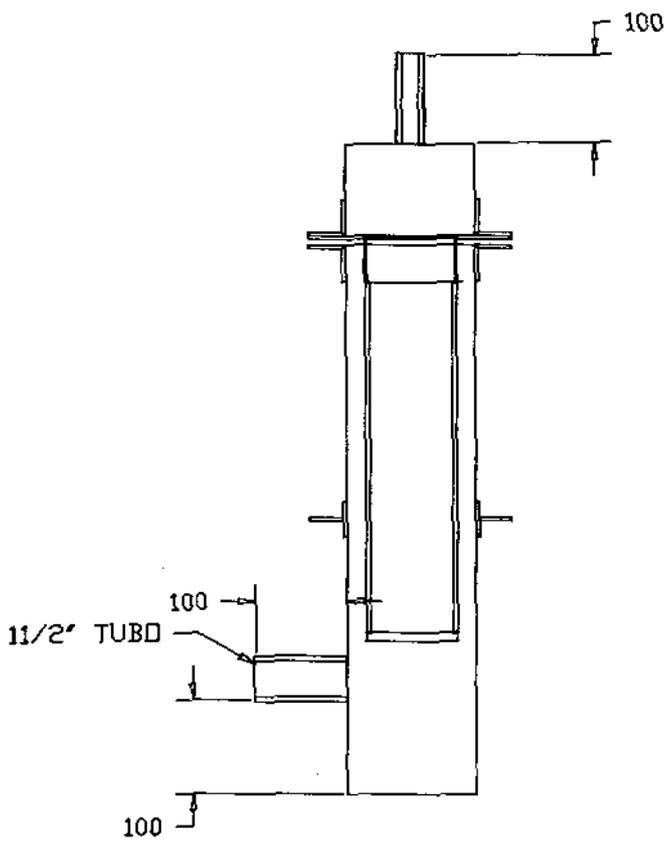
FECHA : 20.10.1987
 PROYECTO DE GASIFICACION



FILTRO de TELA

CON TODOS
 No. : 300 - 001

FECHA : 20.10.1987
 PROYECTO DE GASIFICACION



FILTRO de TELA	CON TODOS VISTA de LADO No. : 300 - 002	FECHA : 20.10.1987 PROYECTO DE CLASIFICACION
----------------	--	---