

3779

FACULTAD DE INGENIERIA

U. N. A. M.

**ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE A ISLA MUJERES**

UNIC 9

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A
ROBERTO BENADON LESCHZINER

MEXICO, D. F.

1968





Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE A ISLA MUJERES

UNICO
TESIS PROFESIONAL

ROBERTO BENADON LESCHZINER

México, D. F.

1968

*Al Mayor de los tesoros
Mis Padres*

*A mis hermanos
Diana, Rosa, Leopoldo, Luis y José*

A mi abuelita

Al Ing. Carlos Manuel Chavarri M.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
Dirección
Núm. 73-1598
Exp. Núm. 73 /

Al Pasante señor ROBERTO BENADON LESCHZINER
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobo por esta Dirección propuso el señor Profesor Ingeniero CARLOS MANUEL CHAVARRI M., para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ISLA MUJERES"

1. Introducción
2. Posibles soluciones y elección de la más conveniente.
3. Procedimiento de Construcción enfocado fundamentalmente al trabajo realizado bajo el agua.

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar examen profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Muy atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D. F., a 10 de Diciembre de 1968.
EL DIRECTOR


Ing. Manuel Paulín Ortiz


MPO: MPO mbc.

C A P I T U L O I

INTRODUCCION.

DENTRO DEL MUNDO DEL ARTE PRECORTESIANO,
EL ARTE MAYA ES UN MUNDO APARTE, EXTRAÑO Y FASCI-
NANTE.

NO SE SABE A PUNTO FIJO EL ORIGEN DE LA-
RAZA MAYA, SU RECUERDO SE PIERDE EN LA OSCURIDAD
DE LA LEYENDA, LA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE ESOS
PUEBLOS SE HA PERDIDO.

SIN EMBARGO, SABEMOS POR LAS ESTELAS LE-
VANTADAS AL SUR DE YUCATÁN EN TIERRAS DE GUATEMA-
LA, HONDURAS, BELÍCE, PARTE DE CHIAPAS Y TABASCO,
QUE ALLÍ TUVIERON UN PRIMER FLORECIMIENTO LLAMADO
A ESA ÉPOCA EL ANTIGUO IMPERIO.

LA EDAD DE ORO DE LOS MAYAS EN EL ANTI--
GUO IMPERIO, FUÉ DEL 633 A 830 D.C. FUÉ ENTONCES--
CUANDO LEVANTARON LOS MÁS Suntuosos Edificios, --
QUEDANDO COMO VESTIGIOS LAS RUINAS DE LAS ANTI--
GUAS CIUDADES DE TIKAL, VACHACTÚN, YAXILÁN, PA--
LENQUE Y BONAMPAK.

###

EN EL SIGLO VI SE INICIAN LOS GRANDES MOVIMIENTOS MIGRATORIOS HACIA EL NORTE, SIGUIENDO LA RUTA DEL CARIBE Y DEL GOLFO DE MÉXICO.

LAS MIGRACIONES A YUCATÁN SE INTENSIFICAN Y LAS OLEADAS HUMANAS EMPUJAN A UNOS GRUPOS Y FIJAN A OTROS. SEGÚN SILVANUS MORLEY, AUTOR DE "LA CIVILIZACIÓN MAYA", FUÉ EL AGOTAMIENTO DE LAS TIERRAS POR EL MAL SISTEMA AGRÍCOLA LO QUE MOTIVÓ EL ABANDONO DE AQUELLAS REGIONES, EN BUSCA DE MEJORES SITIOS PARA COLONIZAR.

LAS ANTIGUAS CIUDADES QUEDARON ABANDONADAS, LOS PUEBLOS MAYAS FUERON EMPUJADOS HACIA EL NORTE, COMIENZAN A MOVERSE A LO LARGO DEL MAR CARIBE, TULUM E ICHPAATUN, CIUDADES FUNDADAS EN LAS COSTAS ORIENTALES DE LA PENÍNSULA. EL MANUSCRITO MAYA DENOMINADO CHILAM BALAM DE CHUMAYEL, HABLA DE DISPERSIONES DE AQUELLA RAZA POR EL CARIBE.

"CUANDO SE MULTIPLICÓ LA MUCHEDUMBRE DE LOS HIJOS DE LA TIERRA, FUÉ EL CENTRO CUZA-MAIL".

LA CIVILIZACIÓN MAYA SE FUNDÓ EN EL DESCUBRIMIENTO DEL CULTIVO DEL MAÍZ, QUE DEBE HABER-

APARECIDO HACIA EL TERCER MILENIO DE NUESTRA ERA.

FUE PROBABLEMENTE EL OCCIDENTE DE GUATEMALA, DONDE SE DESARROLLÓ EL SISTEMA DE AGRICULTURA QUE DIÓ POR RESULTADO EL DESCUBRIMIENTO DE LA GRAMÍNEA QUE CONSTITUYE LA BASE DE LA ALIMENTACIÓN DE AQUELLOS PUEBLOS.

EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN SURGIÓ EL RENACIMIENTO DE LA ANTIGUA CULTURA MAYA-QUICHÉ, ENTONCES LLAMARON A AQUELLA REGIÓN "TIERRA DEL MAYAB", FUE ESTE EL NUEVO IMPERIO, FUNDARON LA TRIPLA ALIANZA Y VINO UN PERÍODO DE PAZ Y FLORECIMIENTO.

POR CAUSAS QUE AÚN NO ESCLARECEN LOS INVESTIGADORES HISTÓRICOS, AQUELLAS GRANDES CIUDADES FUERON ABANDONADAS. MAYAPAN, DESAPARECIÓ Y LAS RUINAS DE CHICHÉN-ITZÁ Y UXMAL, ASOMBRAN AL VISITANTE, HABLAN DE AQUELLA PORTENTOSA CIVILIZACIÓN Y DEL ALTO NIVEL CULTURAL QUE ALCANZARON AQUELLOS PUEBLOS EN TODOS LOS ÓRDENES DE LA VIDA.

CUANDO LLEGARON LOS CONQUISTADORES AQUE-

LLA CIVILIZACIÓN HABÍA SIDO DESTROZADA, ESTABA EN DECADENCIA, EN TRIBUS ERRANTES QUE SE DISEMINARON Y FORMARON CACICAZGOS INDEPENDIENTES POR TODA LA PENÍNSULA.

LAS COSTAS ORIENTALES DE AQUELLA REGIÓN, GOBERNADA POR UNO DE TANTOS CACIQUES, FUÉ LA PRIMERA TIERRA FIRME DESCUBIERTA POR LOS ESPAÑOLES, Y EN LA ACTUALIDAD EL TERRITORIO DE QUINTANA ROO DEPENDIENTE DE LA REPÚBLICA MEXICANA EN SUS COSTAS BAÑADAS POR EL MAR CARIBE, SE ENCUENTRAN VARIAS ISLAS ENTRE LAS COZUMEL E ISLA MUJERES.

UNA EXPEDICIÓN ESPAÑOLA AL MANDO DEL CAPITÁN FRANCISCO HERNÁNDEZ DE CÓRDOBA, QUE VENÍA DE LAS ANTILLAS, EN EL AÑO DE 1517 DESCUBRIÓ LA ISLA MUJERES, LUEGO LLEGARON OTROS EXPLORADORES HASTA QUE EN 1527 SE INICIÓ LA CONQUISTA DE LA PENÍNSULA.

FUÉ DON FRANCISCO DE MONTEJO, HIJO QUIÉN LOGRÓ CONQUISTAR YUCATÁN Y FUNDÓ MÉRIDA, CAMPECHE Y OTRAS POBLACIONES IMPORTANTES.

DURANTE LA COLONIA, LA PENÍNSULA DE YUCATÁN DEPENDÍA DIRECTAMENTE DE ESPAÑA, LA REGIÓN ORIENTAL SE MANTUVO APARTADA TOTALMENTE, DEBIDO A LA FALTA DE COMUNICACIONES Y LO MALSANO DE QUELLAS TIERRAS.

CONSUMADA LA INDEPENDENCIA DE ESPAÑA, YUCATÁN PIDIÓ ANEXARSE A LA NACIÓN MEXICANA Y DESPUÉS DE VARIAS SEPARACIONES SE INCORPORÓ DEFINITIVAMENTE EN DICIEMBRE DE 1848 FORMANDO UNO DE LOS ESTADOS DE NUESTRA REPÚBLICA.

POR RAZONES DE ORDEN POLÍTICO, DESPUÉS - LA PENÍNSULA QUE FORMABA UNA SOLA ENTIDAD, SE DIVIDIÓ EN DOS: YUCATÁN Y CAMPECHE.

EN LA REGIÓN ORIENTAL OLVIDADA QUE ES ACTUALMENTE EL TERRITORIO DE QUINTANA ROO, LOS INDIOS MAYAS CANSADOS DE LA ESCLAVITUD A QUE ERAN SOMETIDOS, SE SUBLEVARON, A ESA GUERRA SOCIAL LA LLAMARON DE "CASTAS".

LA GUERRA DE "CASTAS", FUÉ SANGRIENTA Y PACÍFICA A LOS MAYAS SUBLEVADOS, UNA TAREA DIFÍCIL--

CIL, AL FIN SEGREGARON LA REGIÓN Y LA CONSTITUTE-
RON COMO TERRITORIO EN EL AÑO DE 1902, DANDO LE EL
NOMBRE DE TERRITORIO DE QUINTANA ROO EN MEMORIA -
DEL PATRIOTA YUCATECO, DON ANDRÉS QUINTANA ROO.

ISLA MUJERES

EL GRAN INCREMENTO TURÍSTICO QUE HA TENIDO ISLA MUJERES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, HA OBLIGADO A LAS AUTORIDADES A DOTARLA DE AGUA POTABLE. PARA ELLO, EN DIFERENTES OCASIONES SE HA TRATADO DE RESOLVER EL PROBLEMA SIN OBTENER RESULTADOS SATISFACTORIOS.

ISLA MUJERES, CUYAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS SON DE 21° 18' LATITUD Y 86° 42' LONGITUD, SE ENCUENTRA LOCALIZADA EN EL MAR DEL CARIBE A UNOS 5 KM. AL NOE. DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, CON UNA SUPERFICIE DE 3.44 KM². TENIENDO 8 KM. DE LARGO Y 800 M. DE ANCHO. SU ALTURA REFERIDA AL NIVEL DEL MAR ES DE UN METRO.

POR SU POSICIÓN POLÍTICA, CORRESPONDE A UNA VILLA Y ES CABECERA DE LA CUARTA DELEGACIÓN.

ATRACTIVO TURISTICO.

EN ISLA MUJERES, LA VIDA ES ACTUALMENTE RÚSTICA, PERO SE CUENTA YA CON 3 MODERNOS HOTELES Y 9 CASAS DE HUÉSPEDES PARA EL CONFORT DE LOS VISITANTES.

###

LA BELLEZA DE ESTA REGIÓN, ASÍ COMO LA -
TRANSPARENCIA DE SUS AGUAS Y LA RIQUEZA DE LA FAU-
NA MARINA, HAN INCREMENTADO ENORMEMENTE EL TURIS-
MO, DANDO A LA REGIÓN UNA FUENTE DE INGRESOS DIG-
NA DE CONSIDERACIÓN.

LA PESCA EN LOS MARES QUE BAÑAN A LA IS-
LA, SE REALIZA NORMALMENTE CON ARPON, PERO TAM- -
BIÉN LOS BARCOS DE VELA LO HACEN CON REDES Y SA--
LEN AL MAR YATES Y LANCHAS QUE ORGANIZAN GRANDES-
PESCAS EN PLAN DE RECREO.

FAUNA MARINA.

EN ESTOS LUGARES LA FAUNA ES RIQUEZÍSIMA,-
SE ENCUENTRA EL "PEZ PAPAGAYO", LOS LLAMADOS "ISA-
BELITAS" QUE VIAJAN EN CARDÚMENES DE GRAN BELLE--
ZA, EL "PEZ GALLO" CON SU CRESTA, LAS BARRACUDAS,
MUY PELIGROSAS, HASTA DE 1.30 MTS. DE LARGO, LLA-
MADAS TIGRES DE MAR, "LA TINTORERA", "LA MORENA",
"LAS RAYAS", CLASIFICADAS SEGÚN SUS COLORES, TAM-
BIÉN ALLÍ HABITAN MILES DE TORTUGAS, CANGREJOS, -
LANGOSTAS Y LISAS, ASÍ COMO UNA GRAN VARIEDAD DE-
PECES MENORES QUE SE APROVECHAN EN LA ALIMENTA- -
CIÓN.

CLIMA.

EL CLIMA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, ASÍ COMO EL DE ISLA MUJERES, ES TROPICAL TIPO SENEGALES, QUE SE PRESENTA EN LAS REGIONES COSTERAS CERCANAS AL TRÓPICO. SE CARACTERIZA POR UN RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO CLARAMENTE TROPICAL, ES DECIR, DE LLUVIAS QUE COMIENZAN AL FINALIZAR LA PRIMAVERA Y TODO EL VERANO, CON UN PERÍODO DE TIEMPO SECO EL RESTO DEL AÑO.

LAS OSCILACIONES TÉRMICAS, SON MÁS SENSIBLES Y LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES INTERIORES A 1,500 MM. SE LOCALIZAN EN CASI TODA LA PENÍNSULA.

EN ISLA MUJERES SE CUENTA CON UNA ESTACIÓN TERMOPLUVIOMÉTRICA EN DONDE SE HAN REGISTRADO DURANTE LOS ÚLTIMOS DIEZ AÑOS, UNA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL QUE ALCANZA 920 MM.

REFERENTE A LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL, ÉSTA ES DE 27.8° C. CON MÁXIMA DE 36° C. DURANTE LOS MESES DE AGOSTO, SEPTIEMBRE Y OCTUBRE Y UNA MÍNIMA DE 16.5° C. DURANTE EL MES DE FEBRERO.

###

COMUNICACIONES.

SE COMUNICA MÉRIDA A PUERTO JUÁREZ, MEDIANTE UNA CARRETERA DE 320 KM., PAVIMENTADA Y - QUE ES TRANSITABLE EN TODO TIEMPO. DE PUERTO JUÁREZ, SE EFECTÚA UN SERVICIO DE EMBARCACIONES DE CALADO MEDIO CON MOTOR A ISLA MUJERES.

POR RUTA AÉREA, SE COMUNICA DIRECTAMENTE CON MÉRIDA Y LA CIUDAD DE MÉXICO. POR MAR TAMBIÉN SE COMUNICA CON PROGRESO, YUC., COZUMEL Y - CHETUMAL, CUENTA CON UNA OFICINA DE TELÉGRAFOS, - RADIO Y CORREO.

ASPECTO DE LA LOCALIDAD.- EN SU MAYOR - PARTE, EL TIPO DE EDIFICACIÓN ES DE UN SOLO PISO CON MATERIALES DE MADERA Y ALGUNAS DE BLOCK DE - CEMENTO; CUENTA ADEMÁS CON UNA IGLESIA, JARDINES, UNA ZONA NAVAL Y TAMBIÉN UN AEROPUERTO. LAS CALLES SE ENCUENTRAN SIN PAVIMENTAR Y SU TOPOGRAFÍA EN GENERAL ES PLANA, SIENDO LA CLASE DE TERRENO ARENOSO CON ROCAS EN ALGUNAS PARTES. SU SUELO CARECE DE RELIEVES.

SERVICIOS PUBLICOS.

ELIMINACIÓN DE DESECHOS; TODA LA ISLA, -
CUENTA CON POZOS NEGROS Y EXISTEN ALREDEDOR DE 30
FOSAS SÉPTICAS APROXIMADAMENTE; NO EXISTE ALCANTA
RILLADO.

EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, ES -
DE 570 K.W.H. A 2,400 VOLTS Y EL COSTO ES DE - -
\$ 0.20 EL K.W.H.

HAY UN HOSPITAL DE LA S.S.A., UNA ESCUE-
LA SECUNDARIA TÉCNICA, UNA PRIMARIA Y UN JARDÍN -
DE NIÑOS.

RESPECTO AL AGUA POTABLE, QUE ES EL PRO-
BLEMA QUE NOS INCUMBE, ACTUALMENTE SE SURTEN DE -
PEQUEÑAS NORIAS, EXISTEN TAMBIÉN PIPAS QUE VENDEN
EL AGUA DE LLUVIA A \$ 0.75 LA LATA DE 18 LITROS,-
SIENDO LA CALIDAD DE ÉSTAS AGUAS MALA.

DATOS DE PROYECTO

ES CONVENIENTE QUE EL PROYECTO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SE HAGA CON EL CUIDADO Y LA APROXIMACIÓN QUE EL CASO REQUIERE -- (YA QUE ESTA DEBERÁ DE TRABAJAR EFICIENTEMENTE Y SIN NINGUNA INTERRUPCIÓN, DURANTE EL PERÍODO DE SERVICIO, EL CUAL COMPRENDE EL PERÍODO ECONÓMICO).

LO ANTERIOR EN ESTE CASO ES DE VITAL IMPORTANCIA, YA QUE LA REALIZACIÓN DE ESTA OBRA, IMPLICA ENORMES EROGACIONES, SIENDO ADEMÁS DE QUE LA REPOSICIÓN O REPARACIÓN DE ALGUNAS DE SUS PARTES, ES ENORMEMENTE COSTOSA Y REPRESENTARÁ GRANDES MOLESTIAS PARA LAS ACTIVIDADES NORMALES DE LA POBLACIÓN.

EN LA ELABORACIÓN DE ESTE PROYECTO, HE-- MOS DE CONTAR CON LA INTERVENCIÓN DE VARIOS FACTO RES, ENTRE LOS QUE PODEMOS MENCIONAR, EL AUMENTO DE LA POBLACIÓN REAL COMO FLOTANTE; DURACIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA OBRA Y SUJETOS AL DESGASTE PROPIO DEL LUGAR, ETC.

###

ESTUDIO DE LA POBLACION FUTURA

EXISTEN VARIOS MÉTODOS QUE TRATAN DE -
PREDECIR EL NÚMERO DE HABITANTES EN UN FUTURO -
PRÓXIMO, BASÁNDOSE EN DETERMINADAS CONDICIONES-
ESTIMATIVAS, ASÍ COMO EN LOS CENSOS REGISTRADOS
PARA EL LUGAR, LOS CUALES DE NINGUNA MANERA NOS
DARÁN UNA CIFRA EXACTA, PERO QUE UNIDOS A LAS -
OBSERVACIONES EFECTUADAS POR EL PROYECTISTA CON
RESPECTO A LA POSIBILIDAD DE DESARROLLO Y CRECI-
MIENTO DE LA POBLACIÓN, DEBERÁN NORMAR EL CRITE-
RIO PARA FIJAR UN NÚMERO DETERMINADO DE HABITAN-
TES A LOS CUALES DARÁ SERVICIO LA RED PROYECTA-
DA.

MÉTODOS MATEMÁTICOS.

1.- ARITMÉTICO.

SUPONE AUMENTO CONSTANTE DE LA POBLA-
CIÓN. ESTE INCREMENTO CONSTANTE EN LA POBLACIÓN
SE OBTIENE PROMEDIANDO LOS INCREMENTOS REGISTRA-
DOS EN CENSOS ANTERIORES:

###

<u>AÑO</u>	<u>POBLACION</u>	<u>INCREMENTO</u>
1950	657	314
1960	1071	317
1966	1388	
1970	1753	365
1980	2118	365
1990	2483	365

EL INCREMENTO HA SIDO.

$$A = \frac{731}{2} = 365$$

MÉTODO ARIMÉTICO (1990) - - - 2.483 HABITANTES.

GEOMÉTRICO:

ESTE MÉTODO, EN LUGAR DE EMPLEAR LOS INCREMENTOS ABSOLUTOS, SE UTILIZA UN PROMEDIO DE LOS POR CIENTOS QUE SE VA APLICANDO A CADA TIEMPO DETERMINADO.

PARA SU CÁLCULO, PODEMOS APLICAR LA FÓRMULA DEL INTERÉS COMPUESTO, EN LA QUE EL CAPITAL REPRESENTA LOS HABITANTES Y EL RÉDITO, EL FACTOR DE CRECIMIENTO.

$$P_F = P_A (1 + R)^Y - - - (1)$$

EN DONDE:

P_F = POBLACIÓN FUTURA

P_A = POBLACIÓN ACTUAL

R = RAZÓN DE INCREMENTO

N = NÚMERO DE AÑOS.

CALCULEMOS LA RAZÓN DE CRECIMIENTO, TOMANDO
DO EN CUENTA LOS CENSOS CONOCIDOS:

AÑO	POBLACION	P_F/P_A	R
1950	657	1.63	0.63
1960	1071		
1966	1388	1.30	<u>0.30</u>
			0.93

$$R_{\text{PROM.}} = \frac{0.93}{2} = 0.465$$

CONSIDEREMOS QUE LA RAZÓN ANTERIOR ES PA-
RA UN PERÍODO DE 10 AÑOS DE DONDE:

CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA:

<u>AÑO</u>	<u>POBLACION</u>
1966	1388
1970	2033
1980	2990
1990	4380

MÉTODO GEOMÉTRICO (1990) - 4,380 HABITANTES.

MÉTODO GRÁFICO.

CONSISTE EN DIBUJAR UNA GRÁFICA MEDIA EN-
TRE LOS PUNTOS DETERMINADOS POR LAS ABCISES QUE -
SON LAS FECHAS Y ORDENADAS QUE REPRESENTAN EL NÚME-
RO DE HABITANTES, PROLONGÁNDOSE LA CURVA CORRESPON-
DIENTE HASTA EL AÑO QUE SE DESEE CONOCER.

DADO LOS POCOS DATOS DE QUE SE DISPONE - PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA GRÁFICA, NO PUEDE PRECISARSE LA CONTINUACIÓN DE LA CURVA PARA EL AÑO - DESEADO, DE DONDE RESULTA INÚTIL EL MÉTODO EN ESTE CASO.

COMPARACIÓN CON CIUDADES SEMEJANTES.

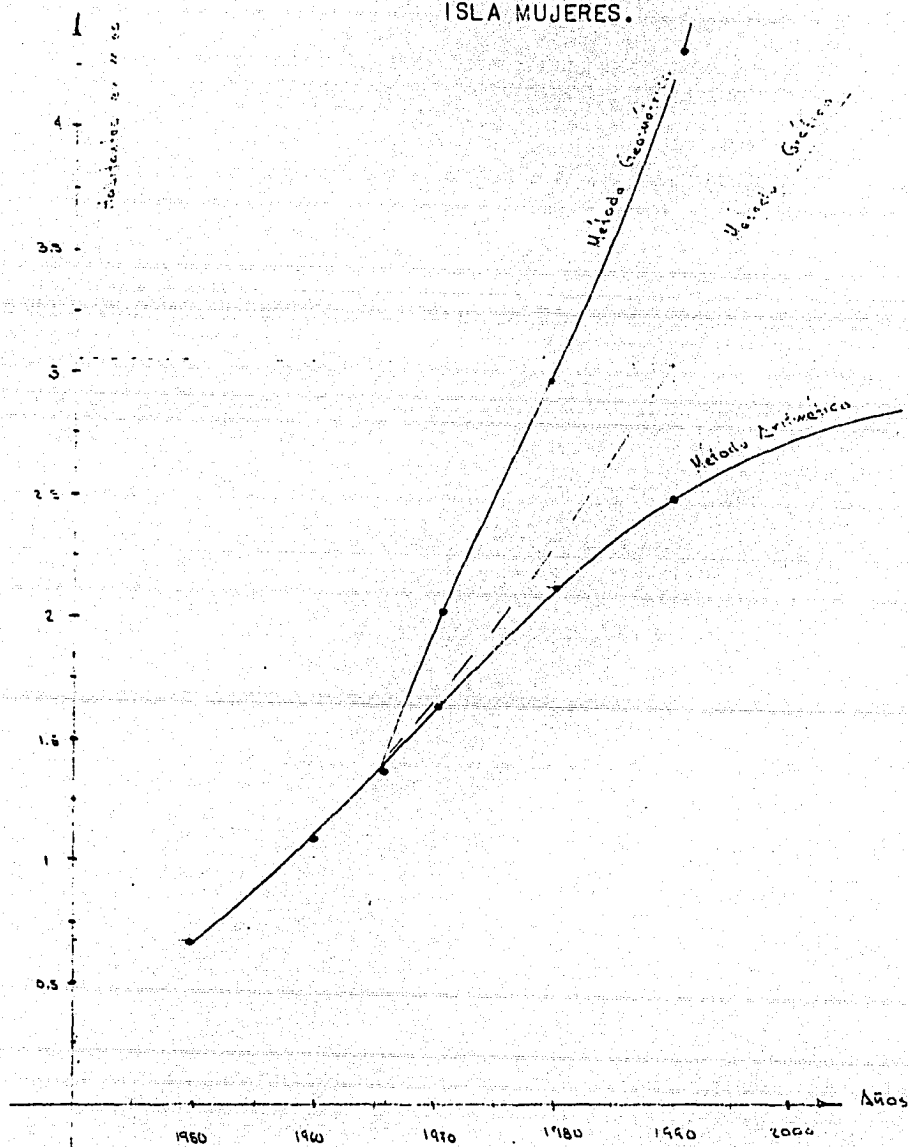
CONSISTE EN COMPARAR EL CRECIMIENTO DE - VARIAS POBLACIONES QUE SE CONSIDERAN SEMEJANTES - CON LA QUE SE QUIERE DETERMINAR.

ESTE MÉTODO QUE PODRÍA SER EL MÁS APROXIMADO A LA REALIDAD EN NUESTRO PAÍS, ES DIFÍCIL DE LLEVARLO A CABO POR CARECERSE DE DATOS SUFICIENTES Y AÚN MÁS EN EL CASO PARTICULAR QUE NOS CONCIERNE.

DADO EL GRAN INCREMENTO TURÍSTICO QUE HA REALIZADO NUESTRO PAÍS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, ASÍ - COMO EL GRAN DESARROLLO QUE ESTÁ TENIENDO LA AVIACIÓN COMERCIAL, NOS HACE INCLINAR NUESTRAS APRECIACIONES A CONSIDERAR UN AUMENTO CONSIDERABLE EN LA POBLACIÓN ACTUAL EN ISLA MUJERES, CONDUCIENDONOS A UNA POBLACIÓN TEÓRICA FUTURA DE 5,000 HABITANTES.

CRECIMIENTO DE POBLACION

ISLA MUJERES.



###

POBLACIÓN FLOTANTE.- PARA CONOCER LA -
AFLUENCIA DE TURISTAS QUE LLEGA A ISLA MUJERES,
LA OFICINA DE MIGRACIÓN DE LA SECRETARÍA DE GO-
BERNACIÓN REALIZÓ UNA ENCUESTA DURANTE LOS ME--
SES DE SEPTIEMBRE DE 1965, AL MES DE MARZO DE -
1966, OBTENIENDO QUE DURANTE ESTE LAPSO DE TIEM-
PO, ARRIBARON 10,465 TURISTAS A ISLA MUJERES, -
POR LAS DIFERENTES VÍAS DE COMUNICACIÓN, HACIEN-
DO UN PROMEDIO DE 50 Y ESTIMANDO UN MÁXIMO DE -
400 PERSONAS POR DÍA, EN ÉPOCA DE MAYOR AFLUEN-
CIA TURÍSTICA.

PARA EL CASO DE PROYECTO, SE HA CONSI-
DERADO UN AUMENTO DE UN 100% DE POBLACIÓN FLO--
TANTE EN LOS PRÓXIMOS 20 AÑOS

CONSUMO.-

EXISTE ACTUALMENTE UN CRITERIO QUE NOR-
MA LA DOTACIÓN CORRESPONDIENTE A UN LUGAR EN --
FUNCIÓN DEL NÚMERO DE HABITANTES. DICHA TABLA -
FORMULADA POR EL BANCO NACIONAL HIPOTECARIO, ES
APLICABLE ÚNICAMENTE A NUESTRO PAÍS, EN VIRTUD-
DE QUE ES RESULTADO DE OBSERVACIONES Y EXPERIEN-
CIAS EFECTUADAS EN LA REPÚBLICA MEXICANA.

<u>No. DE HABITANTES</u>	<u>DOTACION EN L/N/D</u>		
	<u>MINIMA</u>	<u>MEDIA</u>	<u>MAXIMA</u>
5,000	60	100	150
5,000 A 15,000	100	150	200
15,000 A 50,000	150	200	250
50,000 A 200,000	200	250	300

VARIACION DE CONSUMOS.

EL CONSUMO DE AGUA DE UNA POBLACIÓN, NO ES CONSTANTE AL AÑO, PRESENTA VARIACIONES DE MES A MES, DE DÍA A DÍA Y AÚN EN EL TRANSURSO DEL DÍA TIENE FLUCTUACIONES.

EXISTE UN DÍA DURANTE EL AÑO EN EL CUAL SE REGISTRA EL MÁXIMO CONSUMO. ESTE CONSUMO SE DA EN FUNCIÓN DEL GASTO MEDIO, AFECTÁNDOLO DE UN COEFICIENTE QUE VARÍA SEGÚN EL CLIMA DE CADA LUGAR.

PARA NUESTRO CASO UTILIZAREMOS COEFICIENTES PARA:

CLIMAS EXTREMOSOS - - - - - C = 1.50

CLIMAS MUY EXTREMOSOS - - - - - C = 1.75

AL AFECTAR EL GASTO MEDIO CON ESTOS COEFICIENTES, SE OBTIENE EL GASTO MEDIO EN EL DÍA DE MÁXIMO CONSUMO.

###

GASTOS:

COMO RESULTADO DE LO ENUNCIADO ANTERIORMENTE, PODEMOS OBTENER:

$$\text{GASTO MEDIO} = \frac{5,800 \times 200}{86,400} = \underline{\underline{13.4 \text{ L.P.S.}}}$$

SE HA CONSIDERADO POBLACIÓN FIJA + POBLACIÓN FLOTANTE PARA ENCONTRAR EL GASTO EN EL DÍA - DE MÁXIMO CONSUMO.

$$13.4 \times 1.5 = \underline{\underline{20.2 \text{ L.P.S.}}}$$

PARA ENCONTRAR EL GASTO MÁXIMO HORARIO, - CONSIDERAMOS UN COEFICIENTE DE 1.75 (DE LA PRÁCTICA SE HA VISTO QUE LAS ACTIVIDADES DE LOS HABITANTES ES MAYOR DE LAS 7 HORAS A LAS 18 HORAS, LLEGÁNDOSE A TENER UN CONSUMO DE 1.50 HASTA 2.00 DEL CONSUMO DIARIO.

$$\text{GASTO MÁXIMO HORARIO} = 20.0 \times 1.75 = \underline{\underline{35.30 \text{ L.P.S.}}}$$

EL GASTO DIARIO ES EL PRODUCTO DEL GASTO MÁXIMO DIARIO POR LOS SEGUNDOS DE UN DÍA.

$$\text{GASTO DIARIO} = 20.2 \times 86.400 = 1,740 \text{ M}^3.$$

CAPITULO II

EXPOSICION DEL PROBLEMA

EN DIFERENTES OCASIONES SE HA TRATADO DE RESOLVER EL PROBLEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ISLA MUJERES, SIN OBTENERSE RESULTADOS SATISFACTORIOS.

EN EL AÑO DE 1959, LA SECRETARÍA DE RE--CURSOS HIDRÁULICOS, PROYECTÓ Y CONSTRUYÓ EN UNA ZONA ADYACENTE A LA PISTA DEL AEROPUERTO, DOS SUPERFICIES DE RECOLECCIÓN DE AGUAS PLUVIALES, RE--VESTIDAS DE CONCRETO Y CON ÁREA DE 5,000 M2. DE DICHAS SUPERFICIES EL AGUA PASABA A UN CÁRCAMO DE 1,000 M3. DE CAPACIDAD DE DONDE SE BOMBEABA A LA POBLACIÓN MEDIANTE UNA TUBERÍA DE ASBESTO CEMENTO DE 60 MM. (2 1/2") DE DIÁMETRO.

ESTE SISTEMA LOGRABA PROPORCIONAR A LA - POBLACIÓN UN GASTO DE 0.5 A 1.0 L.P.S. QUE RESULTABA COMPLETAMENTE INSUFICIENTE PARA LAS NECESIDADES MÍNIMAS DE LA ISLA, HABIENDO QUEDADO EL PRO--BLEMA SIN RESOLVER. EN EL AÑO DE 1960, LA GEREN--CIA DEL ESTADO DE YUCATÁN, EFECTUÓ PRUEBAS MEDIANTE EL SISTEMA DE PUYONES EN LA PARTE NORTE DE LA-

ISLA PARA CAPTAR AGUAS FRÉATICAS, TOMANDO MUESTRAS DE AGUA DURANTE TODO EL TIEMPO DE LAS PRUEBAS PARA CONTROLAR QUE EL CONTENIDO DE FLORUROS, NO PASARAN EL LÍMITE PERMITIDO POR LAS NORMAS.

COMO LOS RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE - EL SISTEMA DE PUYONES SE CONSIDERÓ SATISFACTORIO, - EN 1961 SE CONSTRUYÓ UNA BATERÍA DE PUYONES DE 32-MM. (1 1/2") DE DIÁMETRO DE LOS QUE SE EXTRAERÍAN SOLAMENTE 1.00 L.P.S. EN ESTE MISMO AÑO, SE CONSTRUYÓ LA REAL DISTRIBUCIÓN, INSTALÁNDOSE 44 TOMAS DOMICILIARIAS Y UN TANQUE ELEVADO TIPO INTZE DE -- 100 M3. DE CAPACIDAD CON TORRE DE 10 M. DE ALTURA.

EL SISTEMA EMPEZÓ A FUNCIONAR CON LAS - - AGUAS PLUVIALES RECOLECTADAS Y LAS AGUAS DEL SISTEMA DE PUYONES. AL POCO TIEMPO, EL AGUA CAPTADA POR DICHOS PUYONES, SE TORNÓ COMPLETAMENTE SALADA, MOTIVATIVO POR EL CUAL SE TUVO QUE BUSCAR OTRA FUENTE DE ABASTECIMIENTO. LA INVERSIÓN TOTAL DE LAS -- OBRAS MENCIONADAS, ASCENDIÓ A LA CANTIDAD DE - - - \$ 615,000.00.

POSTERIORMENTE, UN CONSULTIVO TÉCNICO RECOMENDÓ LA PERFORACIÓN DE UN POZO PROFUNDO, DENTRO DE LA ISLA OBRA QUE SE EJECUTÓ.

DURANTE ESTE TRABAJO, SE SACARON MUESTRAS DE AGUA PARA ANALIZARLAS A CADA TRES METROS CONFORME SE AVANZÓ LA PERFORACIÓN. AISLANDO EL TRAMO DE LA PARTE SUPERIOR.

DESAFORTUNADAMENTE EN NINGÚN NIVEL HASTA EL 152 M. A QUE SE PROFUNDIZÓ, SE LOCALIZÓ AGUA DULCE; POR LO QUE TUVO QUE DESECHARSE ESTA POSIBILIDAD.

RECONOCIMIENTOS POSTERIORES EFECTUADOS EN TODA LA ISLA, INDICARON QUE NO EXISTE POSIBILIDAD DE EXPLOTAR AGUA POTABLE, EN CALIDAD Y EN CANTIDAD SUFICIENTE.

POR LOS ANTECEDENTES, SE DENOTA QUE LA CALIDAD DE LAS AGUAS INSULARES, RECOLECTADAS SOBRE UN CAMPO DE PUYONES, INDICAN QUE, POR LA INTRUSIÓN DE AGUAS MARINAS, AUMENTA RÁPIDAMENTE EL CONTENIDO SALINO DE ÉSTAS, HASTA HACERLAS DECIDIDAMENTE IMPOTABLES.

SIENDO POR OTRO LADO CADA DÍA MAYORES LAS NECESIDADES DE LA POBLACIÓN, EL GOBIERNO SE

HA PROPUESTO SUBSANAR ÉSTAS, BUSCÁNDOSE PARA ELLO, NUEVAS Y APROPIADAS SOLUCIONES.

POR LA SITUACIÓN, LA PRIMERA DE LAS SOLUCIONES QUE CORRESPONDÍA ESTUDIAR, ERA LA POSIBILIDAD DE APROVECHAR LAS AGUAS DE MAR, PARA EL ABASTECIMIENTO DEL AGUA POTABLE DE LA POBLACIÓN, DESPUÉS DE UN TRATAMIENTO CONVENIENTE.

POR SUPUESTO, ACEPTANDO OBTIVAMENTE, QUE - LA CANTIDAD TRATADA, SERÁ SUFICIENTE, VEAMOS LA MANERA DE HACER QUE LA CALIDAD DE LAS AGUAS UNA VEZ-TRATADA, SEA ADECUADA.

PRIMERAMENTE, DAMOS A CONOCER LAS NORMAS-DE CALIDAD, QUE RIGEN ACTUALMENTE EN LA ASOCIACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, EXTRAÍDAS DEL I.S.D.W. (INTERNATIONAL STANDARDS OF DRINKING WATER).

LOS LÍMITES SIGUIENTES DE "PERMISIBLE", - SE APLICAN A AGUAS QUE SON GENERALMENTE ACEPTADAS-POR LO CONSUMIDORES. VALORES MAYORES A ÉSTOS, SE - CONSIDERAN "EXCESIVOS", AFECTANDO MARCADAMENTE LA-POTABILIDAD DEL AGUA.

EL COLOR ESTÁ BASADO EN LA ESCALA PLATINO

COBALTO Y LA TURBIEDAD ESTÁ DADA EN "UNIDADES DE TURBIEDAD", ACEPTADA EN EE.UU.

PARA REALIZAR LA COMPARACIÓN, SE PRESENTA A CONTINUACIÓN LA:

COMPOSICION NORMAL DEL AGUA DEL MAR.

CLORURO DE SODIO	27,200	(CL:	16,500)
CLORURO DE MAGNESIO	3,800	(CL:	2,800)
SULFATO DE MAGNESIO	1,700	(SO ₄ :	1,360)
SULFATO DE CALCIO	1,200	(SO ₄ :	850)
SULFATO DE POTASIO	900	(SO ₄ :	635)
SULFATO DE CALCIO Y OTROS	200	(C _A (O ₃ ≠ OTROS:	200)
TODAS LAS SALES	35,000		
TODOS LOS CLORUROS	19,360		
TODOS LOS SULFATOS	2,845		
CARBONATOS Y OTROS	200		

ANTES DE TRATAR DE INICAR CONCRETAMENTE EL PROCEDIMIENTO MÁS ADECUADO PARA DESMINERALIZAR LAS AGUAS DE ISLA MUJERES, VEAMOS EN FORMA GENERAL, ALGUNOS DE LOS DIVERSOS MÉTODOS QUE HAN SURGIDO ACTUALMENTE, PARA TRATAR AGUAS SALINAS, ASÍ COMO SU DESARROLLO Y SU IMPORTANCIA.

ESPECIFICACIONES FISICO QUIMICAS PARA EL AGUA POTABLE
(ASOCIACION MUNDIAL DE LA SALUD)

CONCEPTO	PERMISIBLE	EXCESIVO
SÓLIDOS TOTALES	500 Mg/L.	1,500 Mg/L.
COLOR	5 UN.	50 UN.
TURBIDIDAD	5 UN.	25 UN.
SABOR	AGRADABLE	- 0 -
OLOR	INOLORO	- 0 -
hierro (Fe)	0.3 Mg/L.	1.0 Mg/L.
MANGANESO (Mn)	0.1 Mg/L.	0.5 Mg/L.
COBRE (Cu)	1.0 Mg/L.	1.5 Mg/L.
ZINC (Zn)	5.0 Mg/L.	15 Mg/L.
CALCIO (Ca)	75 Mg/L.	200 Mg/L.
MAGNESIO (Mg)	50 Mg/L.	150 Mg/L.
SULFATO (SO)	200 Mg/L.	400 Mg/L.
CLORUROS (CL)	200 Mg/L.	600 Mg/L.
P.H.	7.0 - 8.5	MENOS DE 6.5 O MÁS DE 9.2
MAGNESIO + SULFATO DE		
SODIO	500 Mg/L.	1,000 Mg/L.
SUSTANCIAS FENÓLICAS		
(COMO FENOL)	0.001 Mg/L.	0.002 Mg/L.

###

MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE MAR.

DESDE HACE MUCHOS AÑOS, SE HA DIRIGIDO LA ATENCIÓN DE LOS INVESTIGADORES, EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE MAR, PROCURANDO EL MÁS - BAJO COSTO.

LOS MÉTODOS DE CONVERSIÓN DE AGUA SALADA, INCLUYEN UN GRAN NÚMERO DE PROCESOS BASTANTE CONOCIDOS, PERO ALGUNAS NUEVAS IDEAS, HAN VENIDO A REVOLUCIONARLOS O A COMPLEMENTARLOS.

DESMINERALIZACIÓN DEL AGUA DE MAR.

ES SABIDO QUE LOS PRINCIPIOS FUNDAMENTALES PARA QUITAR LAS SALES AL AGUA DE MAR, SON - BASTANTE SENCILLOS. UNA SAL DISUELTA EN AGUA, - SE SEPARA EN SUS IONES, POR EJEMPLO, EL CASO -- DEL CLORURO DE SODIO, LA CARGA POSITIVA, EL IÓN SODIO Y LA CARGA NEGATIVA, EL IÓN CLORURO; ESTOS IONES SE LIGAN A LAS MOLÉCULAS DEL AGUA POR SUS CARGAS ELÉCTRICAS. EL PROBLEMA SE REDUCE A-- SEPARAR LAS MOLÉCULAS DE AGUA Y LOS IONES DE LA SAL.

SE PUEDE HACER UN CÁLCULO DE CANTIDAD DE ENERGÍA QUE SE NECESITA PARA ESTA OPERACIÓN:

TOMEMOS DOS FRASCOS CERRADOS; UNO CON -- AGUA PURA Y EL OTRO CON AGUA DE MAR. A LA TEMPERA TURA AMBIENTE, UNA DETERMINADA CANTIDAD DE AGUA - DE CADA FRASCO SE EVAPORA, ESTABLECIÉNDOSE UN - - CIERTO EQUILIBRIO DE LA PRESIÓN DE VAPOR, SIN DES TAPAR LOS FRASCOS.

LA PRESIÓN DEL VAPOR EN EL FRASCO CON -- AGUA DE MAR, ES MENOR QUE EN EL FRASCO DE AGUA PU RA, PORQUE SUS MOLÉCULAS DE AGUA, ESTANDO SUJETAS A LOS IONES DE LA SAL, NO SE EVAPORAN TAN FACIL-- MENTE. AHORA BIEN, LA ENERGÍA EXTRA QUE SE NECESI TA PARA SEPARAR LAS MOLÉCULAS DEL AGUA DE LOS IO NES SE PUEDE MEDIR FÁCILMENTE: ES IGUAL A LA ENER GÍA QUE SE TIENE QUE DAR PARA COMPRIMIR EL VAPOR- DEL FRASCO DE AGUA DE MAR, HASTA QUE SU PRESIÓN - SEA IGUAL A LA DEL VAPOR DEL FRASCO DE AGUA PURA.

PARA AGUA DE MAR MEDIA, ESTA ENERGÍA SE- CALCULA EN 0.75 KWH/M3. PERO ÉSTO ES SOLAMENTE EL MÍNIMO NECESARIO PARA QUE SE PUEDA REALIZAR EL -- EQUILIBRIO DE LA PRESIÓN, CON UN ESCASO MÁRGEN.

PARA LLEVAR ESTE RANGO DE EVAPORACIÓN A UN NIVEL PRÁCTICO, SE REQUIERE MUCHO MÁS ENERGÍA. ADEMÁS, HAY MUCHAS LIMITACIONES EN LA EFICIENCIA EN LA CONVERSIÓN DE ENERGÍA A TRABAJO, EN CUALQUIER PROCESO DE MAQUINARIA.

EN CONSECUENCIA, CUALQUIER TIPO DE ENERGÍA QUE SE APLIQUE A UNA MÁQUINA, SE VE IRREMEDIABLEMENTE PERDIDA EN UN PORCENTAJE CONSIDERABLE.

EN LA PRÁCTICA, SEPARAR AGUA DE SAL POR EVAPORACIÓN EN UNA SIMPLE DESTILACIÓN, SE LLEVA MIL VECES LA CANTIDAD DE ENERGÍA INDICADA POR -- LOS RESULTADOS TEÓRICOS DE LA TERMODINÁMICA, MÁS O MENOS 750 KWH/M3. EN FORMA DE CALOR. PERO HAY-- DESDE LUEGO, OTROS PROCESOS MÁS EFICIENTES QUE -- EL SIMPLE DESTILADOR DE UN PASO.

DESTILACION.

EL PROCESO MÁS SENCILLO DE ESTE TIPO, -- ES EL SIMPLE ALAMBIQUE EVAPORADOR DE AGUA, QUE -- TRABAJA A LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA PERO NO ES MUY-- SOCORRIDO POR SU EFICIENCIA QUE ES BASTANTE BA-- JA.

SIN EMBARGO, SI SE COMPRIME EL VAPOR ALGUNOS KILOGRAMOS POR CENTÍMETRO CUADRADO, ARRIBA DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA. LA TEMPERATURA DEL VAPOR DEBE ASCENDER LIGERAMENTE Y SE PUEDE USAR ESTE INCREMENTO DE CALOR PARA EVAPORAR MÁS AGUA. - EN OTRAS PALABRAS, SE HA INCREMENTADO LA PRODUCCIÓN DE AGUA DESTILADA SIN PROPORCIONAR MÁS CALOR AL SISTEMA: SOLAMENTE EMPLEANDO UNA PEQUEÑA CANTIDAD DE ENERGÍA EN FUNCIONAR UN COMPRESOR.

ESTE MÉTODO SE DENOMINA "DESTILACIÓN A COMPRESIÓN" Y REDUCE EL TOTAL DE LA ENERGÍA REQUERIDA DE 750 KWH/M3. A 55 MÁS O MENOS.

ESTE PROCEDIMIENTO DE DESTILACIÓN A COMPRESIÓN TIENE MÁS DE CIENTO AÑOS; FUE PATENTADO POR PRIMERA VEZ POR EL FRANCÉS PIERRE PELLETAU EN 1840.

EL EJÉRCITO DE LOS ESTADOS UNIDOS USÓ ESTE MÉTODO EN MÚLTIPLES OCASIONES DURANTE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL PARA PROPORCIONARLE AGUA A SUS TROPAS EN ZONAS DESPROVISTAS DE AGUA POTABLE.

EN LOS ÚLTIMOS AÑOS SE HA DESPERTADO MUCHO INTERÉS POR LA DESTILACIÓN A COMPRESIÓN POR-

LA APARICIÓN DE UN NUEVO SISTEMA INVENTADO POR -
KENNETH C.D. HICKMANN.

EN ESENCIA LO QUE HICKMANN INTRODUJO, -
FUÉ UN SIMPLE ARTEFACTO PARA INCREMENTAR EXTRAOR-
DINARIAMENTE LA TRANSMISIÓN DE CALOR AL AGUA; DE
BIDO PRINCIPALMENTE A QUE LA EXTIENDE EN UNA DEL-
GADA PELÍCULA.

LO MÁS IMPORTANTE DE ESTE INVENTO, ES -
LA APARICIÓN DE UN TAMBOR GIRATORIO (DE LA FORMA
DE UN TAMBOR DE JUGUETE).

EL AGUA SALADA, A UNA TEMPERATURA DE --
52° C. ES ROCIADA EN LA SUPERFICIE INTERIOR DEL-
TAMBOR. LA FUERZA CENTRÍFUGA POR LA ROTACIÓN DEL
TAMBOR EXTIENDE EL AGUA SOBRE ESTA SUPERFICIE EN
UNA DELGADA Y TURBULENTE PELÍCULA.

PORTE DEL AGUA, SE EVAPORA (LAS GOTAS -
QUE NO SE EVAPORAN SON CONSTANTEMENTE REMOVIDAS-
HACIA AFUERA, POR MEDIO DE UNA CUCHARA). EL VA--
POR DE AGUA SALE DEL TAMBOR POR UN TUBO DONDE UN
VENTILADOR LO COMPRIME, AUMENTANDO SU TEMPERATU-
RA. EL VAPOR CALENTADO, CIRCULA ENTONCES POR LA-

SUPERFICIE DE AFUERA DEL TAMBOR; AHÍ SE CONSIDERA Y DESPRENDE SU CALOR LATENTE; LA PARED DEL TAMBOR TRANSMITE ESTE CALOR A LA PELÍCULA DE AGUA DE LA PARTE DE ADENTRO, IMPULSANDO LA VELOCIDAD DE EVAPORACIÓN. EL VAPOR CONDESADO ES COLECTADO COMO -- AGUA DESTILADA.

ESTE SISTEMA ES RECOMENDADO NO SÓLO POR SU SIMPLICIDAD Y BAJA ENERGÍA REQUERIDA, SINO TAMBIÉN POR OTRA VENTAJA; LA BAJA TEMPERATURA DE OPERACIÓN (DE 52 A 65° C.).

EN LOS PROCESOS DE DESTILACIÓN, DONDE SE EMPLEAN MUY ALTAS TEMPERATURAS, LAS SALES DEL AGUA DE MAR SON DEPOSITADAS EN LAS SUPERFICIES DE METAL COMO INCRUSTACIONES.

LA FORMACIÓN DE INCRUSTACIONES, QUE IMPIDEN LA TRANSFERENCIA DE CALOR AL AGUA, ES EL PRINCIPAL ENEMIGO QUE SE TIENE PARA DISMINUIR EL COSTO DE LA DESTILACIÓN.

EN EL APARATO DE HICKMANN, LAS INCRUSTACIONES SON MUY PEQUEÑAS, DEBIDO A LAS BAJAS TEMPERATURAS DE OPERACIÓN.

LA PRINCIPAL LIMITACIÓN EN EL USO DE ES
TE DESTILADOR ROTATORIO, ES OBVIAMENTE LA DEBIDA
A LO REDUCIDO DE SU TAMAÑO.

DESTILADOR DE MÚLTIPLES PASOS.

ENTRE LAS SOLUCIONES DE MAYOR IMPORTAN-
CIA EN EL PROBLEMA DE LA EFICIENCIA EN LA DESTI-
LACIÓN, LA QUE PRESENTA MÁS ESPERANZAS DE MEJO--
RAR ES EL DESTILADOR DE MÚLTIPLES PASOS.

PLANTA EVAPORADORA DE MULTIPLE EFECTO.

EL PRIMER EFECTO CONDENSA VAPOR DE ESCA
PE DE UN TURBO GENERADOR (5 A 8 #). EL CONDENSA-
DO REGRESA A LA CALDERA. EL VAPOR PRODUCIDO EN -
CADA EFECTO SIRVE PARA CALENTAR EL SIGUIENTE PA-
SO Y EL CONDENSADO OBTENIDO ES YA AGUA POTABLE.-
LA ALIMENTACIÓN DE AGUA DE MAR SE EFECTÚA A CON-
TRA CORRIENTE, OBTENIÉNDOSE SALMUERA (A PARTIR -
DE LA CUAL PODRÍA FABRICARSE SAL, CONSTITUYENDO-
UNA FUENTE DE INGRESOS SECUNDARIA),

LA ALIMENTACIÓN DE CADA EFECTO, SE PRECA
LIENTA CON EL CONDENSADO DEL MISMO Y LA SALMUERA).

CADA EVAPORADOR CONSTA DE UNA CALANDRIA EXTRALARGA Y UNA CÁMARA DE EXPANSIÓN CON UN DEFLECTOR CÓNICO. EL VAPOR RESULTANTE DEL ÚLTIMO EFECTO, PASA A UN CONDENSADOR DE SUPERFICIE QUE OPERA CON LA ALIMENTACIÓN FRÍA QUE VA A LOS EVAPORADORES.

EN ESTE SISTEMA, EL CALOR LATENTE, DESPRENDIDO POR LA CONDENSACIÓN DEL AGUA EVAPORADA EN CADA PESO, ES USADA EN EL SIGUIENTE PASO, PRODUCIENDO UN EFECTO DE CADENA.

EN EL PRIMER PASO, EL AGUA DE MAR ES EVAPORADA A LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA (O MAYOR); EL VAPOR PASA POR SERPENTINES AL SEGUNDO EVAPORADOR, SE CONDENSA AHÍ Y SE COLECTA COMO AGUA DESTILADA; EN LA CONDENSACIÓN DESPRENDE SU CALOR LATENTE, PARA EVAPORAR EL AGUA DE MAR EN ESTE DEPÓSITO Y ASÍ SUCESIVAMENTE EN UN DETERMINADO NÚMERO DE DEPÓSITOS O EVAPORADORES.

BOMBAS DE VACÍO EN CADA UNO DE ESTOS PASOS, HACEN QUE LOS EVAPORADORES PERMANEZCAN A UNA PRESIÓN MÁS BAJA, CON LA CUAL, EL AGUA HIERVE A MENOR TEMPERATURA.

ESTE PROCEDIMIENTO PUEDE EMPLEAR EL VAPOR SOBRANTE EN UNA PLANTA GENERADORA DE ELECTRICIDAD.

EL PROBLEMA MÁS GRANDE ES EL DE EVITAR LA FORMACIÓN DE INCRUSTACIONES, SIENDO ESTE TANTO PROMETEDOR, QUE JUSTIFICA LAS GRANDES INVERSIONES QUE SE HAN HECHO PARA INVESTIGAR LA RESOLUCIÓN DE ESE PROBLEMA.

SI PUDIERAN SER ELIMINADAS LAS INCRUSTACIONES, UN EVAPORADOR DE VEINTE PASOS SERÍA EL MÁS EFICIENTE, PUDIENDO PRODUCIR AGUA DE BUENA CALIDAD A UN COSTO DE \$ 1.00 A \$ 1.30 EL METRO CÚBICO.

OTROS TIPOS DE EVAPORADORES:

EXISTE UN MÉTODO, RELATIVAMENTE NUEVO DE DESTILACIÓN, QUE EMPLEA UNA REDUCCIÓN REPENTINA DE PRESIÓN, EN LUGAR DE CALOR, PARA EVAPORAR EL AGUA.

A UNA TEMPERATURA DADA, LA CANTIDAD DE VAPOR DE AGUA QUE PUEDE PRODUCIRSE, DEPENDE DE LA PRESIÓN DEL AIRE. SI EL AGUA SALADA SE ENCUENTRA EN UN RECIPIENTE CERRADO EN DONDE LA PRESIÓN

ES INFERIOR A LA EXTERIOR, PARTE DEL AGUA SE CON-
VIERTE RÁPIDAMENTE EN VAPOR.

ESTE MÉTODO SE HA ESTADO USANDO MUCHO EN
SISTEMAS DE MÚLTIPLES PASOS.

EN EL OESTE DEL AFRICA FRANCESA, ALGUNOS
INGENIEROS ESTÁN INTENTANDO DESARROLLAR UN EVAPO-
RADOR FLASCH, QUE DEBERÁ OPERAR CON LA DIFERENCIA
DE TEMPERATURAS QUE EXISTEN ENTRE EL NIVEL SUPER-
FICIAL Y EL FONDO DEL OCEANO, USANDO EL AGUA MÁS-
FRÍA PARA CONDENSAR EL VAPOR DE LA CÁMARA. EL DE-
PARTAMENTO DEL INTERIOR EN EE.UU. Y LA UNIVERSI-
DAD DE CALIFORNIA, HAN ESTADO TRABAJANDO EN SISTE-
MAS SEMEJANTES.

SE HAN ESTUDIADO MUCHOS OTROS PROCESOS -
DE DESTILACIÓN, INCLUYENDO DESTILACIÓN A TEMPERA-
TURAS Y PRESIONES "SUPERCRÍTICAS". NO ES POSIBLE-
SEÑALAR EN ESTE TRABAJO TODAS LAS IDEAS SOBRE DES-
TILACIÓN QUE ESTÁN EN ESTUDIO, PERO ESTA BREVE --
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EN DESARROLLO, PUEDE ACLA-
RAR QUE LOS PROSPECTOS PARA LA DESTILACIÓN DEL --
AGUA SALADA A UN COSTO REDUCIDO SON MUY OPTIMIS-
TAS.

###

EVAPORADORES CON RADIACION SOLAR.

EL SOL, FUENTE DE ENERGÍA, ES EL ENCARGADO DE PROPORCIONARNOS CONSTANTEMENTE AGUA BUENA - EVAPORÁNDOLA DE LOS MARES.

SE HA BUSCADO DISEÑAR UN SISTEMA DE DESTILACIÓN EMPLEANDO LAS RADIACIONES SOLARES COMO - FUENTE DE CALOR, Y SE HAN PROPUESTO EN TODO EL -- MUNDO, VARIOS TIPOS MUY INGENIOSOS DE EVAPORADO-- RES.

EL EVAPORADOR SOLAR MÁS SIMPLE, CONSISTE EN UN RECIPIENTE QUE CONTIENE UNA PELÍCULA DE - - AGUA SALADA DE UNA PULGADA MÁS O MENOS; DICHO RECIPIENTE ESTÁ CUBIERTO CON UNA PLACA VERTEDEDORA DE VIDRIO. EL VIDRIO ES TRNASPARTENTE PARA DEJAR PASAR LIBREMENTE LOS RAYOS DEL SOL.

EL AGUA ES EVAPORADA, SE CONDENSA EN EL VIDRIO, ESCURRE POR LA SUPERFICIE VERTEDEDORA Y ES-COLECTADA EN OTRO RECIPIENTE. ESTE TIPO DE EVAPO-RADOR USA SOLAMENTE LA MITAD DE LA RADIACIÓN SO--LAR Y PUEDE PRODUCIR 6.5 LITROS DE AGUA PURA POR-DÍA POR CADA METRO CUADRADO DE ÁREA, EN UN CLIMA-CALIENTE Y DESPEJADO, SEMEJANTE AL DE ARIZONA, --

QUE ES DONDE SE HA EXPERIMENTADO.

ALGUNOS INDUSTRIALES HAN OBTENIDO UN TIPO DE PLÁSTICO QUE PUEDE SUPLIR AL VIDRIO A MUCHO MENOR COSTO. UNO DE ELLOS ES EL FLUORO CARBÓN, LLAMADO "TEFLÓN", ELABORADO PARA RESISTIR TODA CLASE DE INTEMPERISMO.

LA E. J. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY HA DISEÑADO UNA COLOCACIÓN EN LA QUE EL PABELLÓN DE TEFLÓN, SE SOPORTA INFLÁNDOLO A UNA PRESIÓN LIGERAMENTE MAYOR QUE LA ATMOSFÉRICA, ELIMINANDO ASÍ LA NECESIDAD DE UNA ESTRUCTURAS PARA SOPORTARLO.

EN DENVER, GEORGE O.G. LOT, UN INGENIERO CONSULTOR DEL DEPARTAMENTO DEL INTERIOR, ESTÁ INVESTIGANDO UN EVAPORADOR EN DONDE EL SUELO ACTÚA COMO UN BANCO DE ALMACENAMIENTO DE CALOR DEL SOL. UN DEPÓSITO QUE CONTIENE TREINTA CENTÍMETROS DE AGUA SE COLOCA DIRECTAMENTE SOBRE LA TIERRA, DE TAL MANERA QUE EL CALOR SOLAR ABSORBIDO POR EL AGUA, ES TRANSMITIDO A LA TIERRA. ESTA RESERVA DE CALOR, CONTINÚA EVAPORANDO EL AGUA AÚN DESPUÉS DE QUE EL SOL YA SE HA OCULTADO. SI LA -

PÉRDIDA DE CALOR POR RADIACIÓN EN LA NOCHE NO ES MUY ALTA, SE HA ESTIMADO QUE ESTE TIPO DE EVAPORADOR, PUEDE PRODUCIR MÁS DE 10 LITROS DE AGUA PURA POR DÍA POR METRO CUA DRADO, A UN COSTO DE- \$ 1.65/M3.

EN LA UNIVERSIDAD DE NUEVA YORK, MARFATKES, HA DISEÑADO UN INTERESANTE EVAPORADOR DE 10 PASOS. ACTÚA CON CALOR SOLAR, O CON ALGUNA -- OTRA FUENTE QUE PRODUZCA UN CALOR SEMEJANTE. EL APARATO ESTÁ CONSTITUIDO POR VARIOS DEPÓSITOS ALTERNADOS DE ABSORCIÓN Y CONDENSACIÓN, DIVIDIDO -- POR PLACAS DELGADAS DE VIDRIO.

UN MATERIAL ABSORBENTE NEGRO, EN FORMA DE HOJA, EMPAPADO CON AGUA DE MAR, CAPTA EL CALOR DEL SOL. EL AGUA EVAPORADA SE CONDENSA EN EL SIGUIENTE DEPÓSITO, DESPRENDE CALOR PARA CALENTAR LA SIGUIENTE HOJA, ETC.

ESTA COLOCACIÓN PRODUCE CINCO O SEIS VECES MÁS AGUA PURA, QUE EL VAPOR SOLAR DE UN PASO, POR METRO CUADRADO DE AGUA EXPUESTA AL SOL.

###

SE HA ENCONTRADO QUE ESTE TIPO DE DESTILADORES SOLARES, PUEDE DAR UN RESULTADO SATISFACTORIO EN MAYOR ESCALA.

EN VARIAS PARTES DEL MUNDO, COMO AUSTRALIA, NOR AFRICA, ESTADOS UNIDOS, ESPAÑA E ITALIA, ESTÁN TRATANDO DE PERFECCIONAR LOS DESTILADORES YA EXISTENTES, O BIEN, INVESTIGAR OTROS MODELOS NUEVOS.

PERMUTACION IONICA.

ENTRE LOS MÉTODOS DIFERENTES A LA DESTILACIÓN PARA SEPARAR LAS SALES DEL AGUA, EL PROCESO DE PERMUTACIÓN IÓNICA, SE HA EMPLEADO EN LA INDUSTRIA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, PARA VARIOS OBJETOS, PRINCIPALMENTE EN LA REFINACIÓN DE AGUA SALOBRES.

SE HA PROFUNDIZADO MUCHO SU ESTUDIO EN LOS PAÍSES BAJOS, INGLAN TERRA, ESTADOS UNIDOS Y LA UNIÓN DE SUR AFRICA, PERO SE HA ENCONTRADO QUE ESTE MÉTODO DE PERMUTACIÓN IÓNICA, NO ES SUFICIENTEMENTE ECONÓMICO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE MAR A GRAN ESCALA.

EN EL PROCESO DE PERMUTACIÓN IÓNICA, PARA TRATAR LA SAL DEL AGUA ES LAVADA A TRAVÉS DE RESINAS SINTÉTICAS U OTROS MATERIALES EN QUE LOS IONES DE SAL SON REEMPLAZADOS POR OTROS IONES -- INOFENSIVOS, ES DECIR, QUE NO AFECTAN LA PUREZA DEL AGUA POTABLE.

ESTE CAMBIO EN IONES, SE HA EMPLEADO EN EL ABLANDAMIENTO DE AGUAS, PURIFICACIÓN DE AGUAS PARA PROPÓSITOS INDUSTRIALES ESPECIALES Y PARA DESMINERALIZAR AGUAS SALOBRES.

HA DADO MUY BUENOS RESULTADOS EN EL DESIERTO DE SAHARA.

EL PRINCIPIO DE LA PERMUTACIÓN IÓNICA, HA TRAI DO COMO CONSECUENCIA, QUE SE DESARROLLE PROFUSAMENTE EL ESTUDIO Y LA FORMACIÓN DE MEMBRANAS Y RESINAS SINTÉTICAS SELECTAS QUE PUEDAN SEPARAR MÁS SATISFACTORIAMENTE LOS IONES DEL AGUA.

ELECTRODIALISIS.

EL MÉTODO DE ELECTRODIÁLISIS, CONSISTE BÁSICAMENTE EN UNA MEMBRANA QUE HACE IMPERMEABLES TANTO A LOS IONES POSITIVOS, COMO A LOS NEGATIVOS, DEPENDIENDO DE LA NATURALEZA DE ÉSTA.

EN EL CASO DE UNA MEMBRANA IMPERMEABLE --
PARA IONES POSITIVOS, PERO NO PARA IONES NEGATI--
VOS, UNA CORRIENTE ELÉCTRICA HARÁ QUE LOS IONES --
NEGATIVOS SE DIRIJAN A TRAVÉS DE LA MEMBRANA, --
MIENTRAS QUE REPELE A LOS IONES POSITIVOS.

SI UNA CORRIENTE ELÉCTRICA SE APLICA A --
UN TANQUE CON AGUA SALADA, DIVIDIDO EN COMPARTI--
MENTOS POR UNA SERIE DE MEMBRANAS, ALTERNATIVAS --
PERMEABLES PARA IONES POSITIVOS Y NEGATIVOS, LOS--
IONES DE SAL SON COLECTADOS EN LOS COMPARTIMENTOS
ALTERNADOS Y EL AGUA QUE QUEDA ENTRE LAS MEMBRA--
NAS SE HALLA DESMINERALIZADA.

EL PROCESO DE ELECTRODIÁLISIS, DEBIDO AL
PODER ELÉCTRICO REQUERIDO, NO SE CREE QUE SE MUY--
ECONÓMICO PARA CONVERTIR AGUA DE MAR, PERO PRESEN
TA MUCHAS VENTAJAS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SA--
LOBRES.

EN LA UNIVERSIDAD DE OKLAHOMA, GEORGE --
W. MURPHY, HA PROPUESTO EL USO DE LA CARGA ELÉC--
TRICA EN LOS IONES, EN UN AGUA MUY SALINA, EN VEZ
DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA, COMO UN MEDIO DE DIRI--
GIR A LOS IONES A TRAVÉS DE LA MEMBRANA. ESTA PO--
SIBILIDAD TAMBIÉN SE ESTÁ ESTUDIANDO EN EL INSTI--
TUTO DE BIRMINGHAM.

###

OSMOSIS

OTRO DE LOS MÉTODOS POR MEDIO DE MEMBRANAS, QUE HAN DESPERTADO MUCHO INTERÉS, ESTÁ BASADO EN EL FENÓMENO DE ÓSMOSIS.

SE DEBE QUE SI UNA SOLUCIÓN SALINA ES DE PARADA DE OTRA DE MENOR CONCENTRACIÓN POR UNA MEMBRANA OSMÓTICA, IMPERMEABLE A LA SAL, PERO NO AL AGUA; EL AGUA PASA A TRAVÉS DE LA MEMBRANA DE LA SOLUCIÓN QUE ESTÁ MÁS CONCENTRADA EN SAL, TENDIENDO A EQUILIBRAR LA CONCENTRACIÓN SALINA EN AMBOS LADOS DE LA MEMBRANA.

PERO ESTE PROCESO PUEDE HACERSE REVERSIBLE, APLICANDO A LA SOLUCIÓN MÁS CONCENTRADA, UNA PRESIÓN MECÁNICA MAYOR QUE LA PRESIÓN OSMÓTICA, ACTUANDO EN EL AGUA. DICHA PRESIÓN LLEGA A 350 -- PSI, CUANDO SE TRABAJA CON AGUA PURA Y AGUA DE -- MAR, A CADA LADO DE LA MEMBRANA. ES DECIR, ESTE -- PROCESO REVERSIBLE DE OSMÓSIS, EMPUJA EL AGUA DE LA SOLUCIÓN SALINA A TRAVÉS DE LA MEMBRANA, A LA VEZ QUE LA MEMBRANA RETIENE LOS IONES DE SAL.

EN LA UNIVERSIDAD DE FLORIDA, CHARLES E. REID, HA DEMOSTRADO LO ANTERIOR, REMOVIENDO DEL -

90 A 95% DE LA SAL DEL AGUA DE MAR, EN UN SOLO PA
SO, EMPLEANDO MEMBRANAS DE ACETATO DE CELULOSA.

OTROS PROCESOS.

EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, HAN APRECIADO OTROS
MÉTODOS INTERESANTES; COMO EL DE LA SEPARACIÓN DE
LA SAL DEL AGUA POR MEDIO DE CONGELACIÓN.

LA CARRIER CORPORATION, ESTÁ INVESTIGAN-
DO UNA COMBINACIÓN DE CONGELACIÓN Y EVAPORACIÓN,-
QUE HA RESULTADO MUY ATRACTIVA. SE HAN REPORTADO-
DE ISRAEL Y YUGOSLAVIA, PROCESOS MUY SIMILARES.

OTRO PROCEDIMIENTO INCIPIENTE ES LA SEPA
RACIÓN DEL AGUA POR LA DISOLUCIÓN DE ÉSTA EN SOL-
VENTES ORGÁNICOS QUE NO DISUELVEN LA SAL.

POR LA GRAN EVOLUCIÓN QUE HAN TENIDO LOS
MÉTODOS DE CONVERTIR AGUA DE MAR EN POTABLE O ADE
CUADA PARA OTROS FINES, SE HA ESTIMADO QUE EN UN-
LAPSO DE TRES A QUINCE AÑOS, NOS ENCONTRAREMOS EN
POSIBILIDAD DE TRATARLA A UN COSTO RAZONABLE, PA-
RA UN GRAN NÚMERO DE USOS, PRINCIPALMENTE INDUS--
TRIALES.

###

POSIBLES SOLUCIONES TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DEL MAR CARIBE

NOS DAMOS CUENTA, QUE DE LOS PROCESOS DESCRITOS ANTERIORMENTE, EL MÁS FACTIBLE DE -- APLICAR POR SUS CONDICIONES, EN ISLA MUJERES, -- SERÍA LA DESTILACIÓN DEL AGUA POR MEDIO DE ALAMBIQUES SOLARES.

ALAMBIQUES SOLARES.

LA DESALACIÓN DE AGUA MARINA MEDIANTE ALAMBIQUES SOLARES, RINDE AGUA PRACTICAMENTE -- DESTILADA. CUYO VOLUMEN PODRÍA INCREMENTARSE -- EN UN GRADO AUN DESCONOCIDO, AL MEZCLAR EL PRODUCTO CON LAS MEJORES AGUAS INSULARES QUE PUEDAN LOGRARSE.

CON LA AYUDA DEL DR. JACK HUNTER, DIRECTOR DE LA OFICINA DE AGUA SALINA, DEL DEPARTAMENTO DEL INTERIOR DE LOS EE.UU. DE A., SE -- LLEGÓ A LA CONCLUSIÓN QUE CON ESTE MÉTODO, SE -- PODRÍA OBTENER TOMANDO COMO COMPARACIÓN LOS -- ALAMBIQUES DE LA INDIA QUE SE ENCUENTRAN A LA -- MISMA LATITUD QUE ISLA MUJERES, CUATRO LITROS-

DE AGUA DESTILADA POR METRO CUADRADO DE ALAMBIQUE CUBIERTO Y MÁS AUN, SE CONSIDERARÍA FACTIBLE MEJORARSE ESE RENDIMIENTO, APLICANDO TÉCNICAS DE CONDENSACIÓN ADICIONAL, ENSAYADAS EN GRECIA, HASTA LLEGAR A UNA PRODUCCIÓN DIARIA DE 5 LITROS POR METRO CUADRADO.

LA PRODUCCIÓN ANTERIOR, SE BASA EN DATOS COMPROBADOS DE LA INSOLACIÓN QUE, COMO PROMEDIO - PARA LA LATITUD 21° N, ES DE 5,220 K. CALORÍAS 6-5,220 M CAL/M². Y EN EL ESTADO DEL TIEMPO, GENERALMENTE DESPEJADO, QUE CARACTERIZA A LA PENÍNSULA DE YUCATÁN Y QUE PREVALECE EN ISLA MUJERES; -- LOS VALORES EXTREMOS DE INSOLACIÓN, SON DE 7,420 M CAL/M²., EN JUNIO, COMO MÁXIMO Y DE 3,100 - - - M CAL/M². EN DICIEMBRE, COMO MÍNIMO. LOS VALORES-MÍNIMOS, SON SUSCEPTIBLES DE UN NOTABLE INCREMENTO SI IMPERA TIEMPO DESPEJADO EN LA ISLA.

LOS PRINCIPALES INCONVENIENTES QUE SE ENCONTRARON PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO, -- FUERON PRIMERAMENTE QUE LA DESALACIÓN DE AGUAS EN ALAMBIGUES SOLARES SE JUSTIFICA EN ABASTECIMIENTOS MUY PEQUEÑOS, PERO NO EN ISLA MUJERES, QUE -- PUEDE LLEGAR A TENER HASTA 5,880 M.

POR OTRA PARTE, DE REALIZARSE DEBERÍA -
DE PROCEDERSE INMEDIATAMENTE A LA ERECCIÓN DE UN
ALAMBIQUE-PILOTO, CON UNA SUPERFICIE DE UNOS 200
A 250 M., CON EL PROPÓSITO DE ENSAYAR LAS VARIAN
TES QUE SE HAN EXPERIMENTADO EN GRECIA, YA QUE -
ES MUY DIFÍCIL DE PREDECIR UN COSTO APROXIMADO -
DE UNA PLANTA DE ESTE TIPO, SINO SE HAN REALIZA-
DO ANTES ENSAYOS EXPERIMENTALES.

AGUA POTABLE DESDE EL CONTINENTE.

OTRAS SOLUCIONES SE INCLINARON A TOMAR-
COMO FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE --
DEL CONTINENTE, TENIENDO EN CONSIDERACIÓN LA DIS
TANCIA QUE SEPARA A ÉSTE DE ISLA MUJERES.

SE HICIERON LOS ESTUDIOS DE LOS CENOTES
EXISTENTES EN LOS ALREDEDORES DE PUERTO JUÁREZ Y
SE ENCONTRÓ LA EXISTENCIA DE MANTOS SUPERFICIA--
LES DE AGUA DULCE. CON OBJETO DE NO CONTAMINAR--
LAS CON AGUA SALADA AL EXPLOTARLAS, SE RECOMENDÓ
QUE DICHAS CAPTACIONES SE LOCALIZARAN A 10 KM. -
DE PUERTO JUÁREZ Y HACIA ADENTRO DEL CONTINENTE,
PARA QUEDAR ALEJADOS DE LA COSTA, HASTA ENCON- -
TRAR EL NIVEL FREÁTICO DE 50 A 75 M. S.N.M.

SIENDO YA EVIDENTE EL HECHO DE UTILIZAR EL AGUA DEL CONTINENTE COMO LA DE ABASTECIMIENTO DE ISLA MUJERES, SE PROCEDIÓ A LA LOCALIZACIÓN Y PERFORACIÓN DE 5 POZOS A LO LARGO DE LA CARRETERA QUE VA A MÉRIDA, CON VISTAS A SERVIR DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS QUE SE OBTUVIERON DE DICHOS POZOS, SE ENCUENTRAN REFERIDOS EN LA SIGUIENTE TABLA.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS
OBRAS EN EL TERRITORIO DE QUINTANA ROO
LABORATORIO DE AGUAS

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LOS POZOS DE PUERTO JUAREZ, QUINTANA ROO

POZO No.	PROFUNDIDAD TOTAL	PROFUNDIDAD ES PEJO DE AGUA	GASTO L.P.S.	P.H.	DUREZA TOTAL	ALCALINIDAD	CLORUROS
					300	400	250
1	10.50 M.	6.50 M.	9.95	7.2	436	321	480
2	7.00 M.	3.30 M.	13.67	7.4	414	306	421
3	13.50 M.	3.40 M.	11.00	7.3	396	308	388
4	8.40 M.	3.80 M.	11.00	7.4	441	312	412
5	13.30 M.	7.30 M.	7.77	7.6	392	281	352

SULFATOS	CALCIO	MAGNESIO	SODIO	CONDUCTIVIDAD ELEC TRICA 25° C. MICROMHOS/CM.	ABASTECIMIENTO EN M.	PROFUNDIDAD NIVEL DINA- MICO EN M.
42	114	37	278	1,940	- 0 -	- 0 -
48	107	36	245	1,740	- 0 -	- 0 -
56	102	34	238	1,600	0.77	4.17
48	111	40	231	1,690	0.21	4.01
61	103	33	206	1,550	0.19	7.49

VALORES DETERMINADOS
DE LAS CURVAS DE AFO
RO.

NOTA: LAS CONCENTRACIONES ESTÁN DADAS EN P.P.M. O MG/LITRO.

###

TRATAMIENTO.- DE LA TABLA ANTERIOR, SE DEDUCE QUE COMO LA CALIDAD DEL AGUA PRESENTA -- LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PENÍNSULA, -- O SEA UN ALTO CONTENIDO DE DUREZA QUE LE PRODUCEN LOS CARBONATOS QUE CONTIENE, SE CONSIDERA -- NECESARIO REDUCIR ÉSTOS, CON EL OBJETO DE EVITAR INCrustACIONES EN LA TUBERÍA. PARA REALIZAR LO ANTERIOR, YA CONSIDERÁNDOSE ÉSTE COMO PROYECTO, SE CONSTRUYÓ UNA PLANTA POTABILIZADORA PARA 21 LTS. POR SEGUNDO, DICHA PLANTA CONSISTE EN -- ABLANDAMIENTO A BASE DE CAL Y SULFATO DE ALUMINIO.

CAPTACION.-CON LOS DATOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS, SE DECIDIÓ REALIZAR LA EXPLOTACIÓN DE LOS POZOS 3, 4 Y 5, FLIENDOSE PARA ELLO LOS EQUIPOS DE BOMBEO Y LAS CORRESPONDIENTES SUBESTACIONES ELÉCTRICAS, PARA UN GASTO DE 7.1 L.P.S. POR POZO QUE EN TOTAL -- DAN 21 L.P.S., MISMO QUE LA PLANTA POTABILIZADORA.

CONDUCCION.- SE REALIZÓ EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y CON LOS DATOS DE PROYECTO, SE ESTUDIARON DIVERSOS --

DIÁMETROS PARA FLEGIR EL MÁS ECONÓMICO. POR TRATARSE DE UNA LÍNEA DE BOMBEO, RESULTÓ EL DIÁMETRO DE 200 CM. (8") DE ASBESTO CEMENTO, EL MÁS CONVENIENTE.

EL DESARROLLO TOTAL DE ESTA CONDUCCIÓN ES DE 30,758 M., LA CUAL SE INICIA A PARTIR DEL KM. 34 + 425.35, PARA FINALIZAR EN PUERTO JUÁREZ EN DONDE SE ENCUENTRA LOCALIZADA LA PLANTA DE ABLANDAMIENTO.

POBLACIONES BENEFICIADAS.

ENTRE OTRAS DE LAS RAZONES QUE LLEVARON A LA DECISIÓN DE DOTAR CON AGUA POTABLE A ISLA MUJERES, DESDE EL CONTINENTE FUÉ QUE CON ELLO SE BENEFICIA TAMBIÉN AL POBLADO DE PUERTO JUÁREZ, QUE ACTUALMENTE CUENTA CON 332 HABITANTES.

UNA VEZ QUE SE HUBIERON REALIZADO LOS ESTUDIOS REFERENTES A LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO, POTABILIZACIÓN DEL AGUA Y CONDUCCIÓN DE ÉSTA, PUNTA SAM, QUE ES EL LUGAR MÁS INDICADO PARA CUALQUIER OPERACIÓN DE LIGA CON ISLA MUJE-

RES, SURGIÓ EL MAYOR DE LOS PROBLEMAS QUE CONSTITUÍA EL DE CONducIR EL AGUA A TRAVÉS DEL MAR CARIBE.

PARA RESOLVER ÉSTO, SE HIZO UN ESTUDIO-ECONÓMICO COMPARATIVO, MEDIANTE EL USO DE TANQUES DE HULF SINTÉTICO, ARRASTRADOS POR UN BARCO Y LA INSTALACIÓN DE UNA TUBERÍA SUBMARINA PARA ATRAVESAR EL MAR.

COMO DATOS DE PROYECTO, SE UTILIZARAN LOS EXPUESTOS EN EL PRIMER CAPÍTULO.

ALMACENAMIENTOS EXISTENTES.

1.- TANQUE ELEVADO DE 10 M. DE ALTURA.-	100 M3.
2.- CISTERNA EXISTENTE.-	1,000 "
TOTAL.-	1,100 M3.

ALMACENAMIENTO REQUERIDO PARA TENER

EL CONSUMO DIARIO.-	1,740 M3.
ALMACENAMIENTO EXISTENTE.-	1,100 "
ALMACENAMIENTO FALTANTE.-	640 M3.

###

ALTERNATIVA No. 1

A) ANTEPROYECTO DEL ESTUDIO ECONÓMICO.

CAPACIDAD TANQUE REMOLQUE (1100 x 0.85) - -	430	M3.
SE REMOLCARÁN DOS TANQUES DIARIAMENTE EN UN		
SOLO VIAJE. - - - - -	1520	M3.
VELOCIDAD DE ARRASTRE: 5 NUDOS x 1.84 - - -	9.20	KM/H.
H.P. REQUERIDOS PARA JALAR LOS DOS TANQUES. =		
= $\frac{6,200 \times 2 \times 9.20 \times 1,000 \times 3.28}{550 \times 3,600}$ =	208	H.P.

PERO SE CONSIDERA QUE LE BARCO QUE JALE, --
 TENGA UN EQUIPO DE MOTORES DE 300 H.P., CON
 UN CONSUMO DE DIESEL DE 61 LTS./HORA A - -

\$ 0.40 - - - - -	\$	24.00/HORA
ACEITE - - - - -	"	6.00/ "
FILTROS DE ACEITE COMBUSTIBLE - - - - -	"	6.00/ "
	\$	36.00/HORA
	= = = = =	= = = = =

I.- POR VIAJE DEL BARCO (IDA Y VUELTA CON -
 MANIOBRAS DE 2 HORAS) - - - - -

\$ 72.00/DIA
 = = = = =

II.- TRIPULACIÓN BARCO.

1.- CAPITÁN - - - - -	\$	150.00/DIA
1.- CONTRA MAESTRE - - - - -	"	100.00/ "
1.- JEFE DE MÁQUINAS - - - - -	"	100.00/ "
1.- MECÁNICO - - - - -	"	80.00/ "
1.- AYUDANTE MECÁNICO - - - - -	"	50.00/ "
4.- MARINOS (\$ 40.00 DIARIOS) - - - - -	"	160.00/ "
	\$	640.00/DIA
	= = = = =	= = = = =

COSTO BARCO \$ 800,000.00

III.- AMORTIZACIÓN A 10 AÑOS Y AL 9% ANUAL

$$800,000 \times 0.1637 = \$ 130,160.00$$

$$\frac{130,160}{365} \text{ - - - - - } \$ 357.00/\text{día}$$

= = = = =

IV.- COSTO DE ARRASTRE.- I + II + III = \$ 1,069.00/día

= = = = =

V.- CONSTRUCCIÓN DE UN CÁRCAMO DE BOMBEO
DE 640 M3. DE CAPACIDAD PARA COMPLE-
TAR LOS 1,740 M3. DE AGUA QUE SE RE-
QUIERE ALMACENAR DIARIAMENTE.

COSTO CÁRCAMO: 640 x \$ 5.00 - - - - - \$ 320,000.00

AMORTIZACIÓN ANUAL \$ 320,000.00 x 0.11 - - " 35,200.00

\$ 35,200 - - - - - " 96.50/día

365

VI.- COSTO DE BOMBEO DEL CÁRCAMO NUEVO --
CONSTRUIDO EN LA PLAYA HASTA EL TAN-
QUE EXISTENTE, ELEVADO DE 10 M. DE -
TORRE.

$$\text{H.P.} = \frac{20.2 \times 15}{76 \times 0.80} = 4.95$$

CONTROLES. - - - - - \$ 25,000.00

COSTO DEL EQUIPO DE BOMBEO CON ARRANCADO--

RES, CUCHILLAS, ETC. - - - - - " 10,000.00

• SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CON TRANSFORMADOR DE

15 KVA TRIFÁSICO - - - - -	\$	15,000.00
LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA - - - - -	"	15,000.00
CASETA DE OPERACIÓN - - - - -	"	10,000.00

COSTO ANUAL DE BOMBEO

$$4.3 \times 0.75 = 3.3 \text{ K.W.H.}$$

$$3.3 \times \$ 0.12 = \$ 0.40$$

COSTO ANUAL DE BOMBEO

$$0.40 \times 8760 = \$ 3,500.00$$

$$\frac{\$ 3,500.00}{365}$$

AMORTIZACIÓN AL 9% ANUAL EN 10 AÑOS Y 20 AÑOS.

$$\$ 50,000.00 \times 0.16 = 8,000$$

$$\frac{8,000}{365} = 22.00 \text{ DIARIOS}$$

$$\$ 25,000.00 \times 0.11 = 2,750$$

$$\frac{2,750}{365} = 7.50 \text{ DIARIOS}$$

$$\text{SUMA} = \$ 9.60 + 22 + 7.50 - - - - - \$ 39.10$$

###

ALTERNATIVA No. 2

LINEA DE CONDUCCIÓN, TRAMO SUBMARINO CON TUBERÍA P.U.C. DE
: " Ø

EXCAVACIÓN MEDIANTE DRAGA.

20 DÍAS DRAGA + CHALAN x 8 HRS. x \$1,000.00/H.	\$	640,000.00
INGENIERO SUBACUÁTICO RESIDENTE DE LA OBRA - -		
\$ 20,000.00/MES x 3 - - - - -	"	60,000.00
4 BUZOS ESPECIALIZADOS 4 x 5,000.00 x 3 - - -	"	60,000.00
ESTANCIA INGENIERO RESIDENTE \$ 5,000.00/MES x 3	"	15,000.00
ESTANCIA 4 BUZOS = 4 x 3,000 x 3 - - - - -	"	36,000.00
	\$	811,000.00
20% ADMINISTRACIÓN. - - - - -	"	162,200.00
	\$	973,200.00
15% UTILIDAD. - - - - -	"	145,980.00
	\$1'	119,180.00
10% IMPREVISTOS. - - - - -	"	111,918.00
	\$1'	231,098.00
EQUIPO. - - - - -	"	200,000.00
	\$1'	431,098.00

MONTO TOTAL = 1'500,000.00

TOMANDO UNA AMORTIZACIÓN AL 9% EN 20 AÑOS.

\$ 15'000,000.00 x 0.11 = \$ 165,000.00 ANUALES

\$ 165,000.00 = \$ 450.00 DIARIOS
365

RESUMEN:

1).- LA SOLUCIÓN DE UTILIZAR ALAMBQUES SOLARES, SE DESECHÓ,
YA QUE SU COSTO RESULTABA EXCESIVAMENTE ALTO, NO PUDIEN
DO POR ELLO COMPETIR CON LAS OTRAS SOLUCIONES.

###

B).- EL COSTO DIARIO PARA TRANSPORTAR UN M3.
DE AGUA, DESDE PUNTA SAM, HASTA UN CÁR-
CAMO EN LA PLAYA DE ISLA MUJERES, UTILI-
ZANDO LOS TANQUES DE HULE SINTÉTICO DE-
LA DUNLOP DRACONES

1.- COSTO DE ARRASTRE DEL TANQUE DUNLOP.

DRACONES - - - - - \$ 1,069.00/día

2.- COSTO DE AMORTIZACIÓN DE UN CÁRCAMO DE-
BOMBEO DE 640 M3. DE CAPACIDAD - - - - "

96.50/ "

3.- COSTO DE BOMBEO DEL CÁRCAMO NUEVO HASTA
EL TANQUE ELEVADO EXISTENTE, INCLUYENDO
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA, CONTROLES, LÍNEA
DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, CASETA DE OPE-
RACIÓN Y TODOS LOS ACCESORIOS. - - - - "

39.10/ "

\$ 1,204.60

COSTO POR M3. DE AGUA.

TRANSPORTADA \$ $\frac{1,204.60}{1,520}$ - - - - - \$ 0.79/M3.

C).- COSTO DEL M3. DE AGUA CONDUcida MEDIANTE TUBERÍA DE P.U.C.
DE 6" DE DIÁMETRO INSTALADA DESDE PUNTA SAM, HASTA ISLA --
MUJERES.

$$96.50 + 39.10 + 450 = 585.60$$

\$ $\frac{585.60}{1520}$ - - - - - \$ 0.38/M3.

OTRA DESVENTAJA QUE PRESENTA LA UTILIZACIÓN DE TANQUES DE HULE SINTÉTICO, ADEMÁS DE LA ECONOMÍA, ES QUE EL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN LA ISLA, PUEDE SUSPENDERSE EN CASO DE EXISTIR UN TEMPORAL QUE DURE VARIOS DÍAS, POR DESCOMPOSTURAS DEL BARCO O REPOSICIÓN DE LOS TANQUES DE HULE.

DE LO ANTERIOR SE DESPRENDE QUE LA SOLUCIÓN MÁS CONVENIENTE PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ISLA MUJERES, ES LA INSTALACIÓN SUBMARINA DE UNA TUBERÍA DE P.U.C. DE 6" DE Ø.

CAPITULO III

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ISLA MUJERES

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN.

PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA OBRA, SE UTILIZARON DIVERSOS MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN, BASADOS EN LAS DIFERENTES ZONAS DE TRABAJO, YA QUE CADA UNA PRESENTABA UN PROBLEMA DE CONSTRUCCIÓN DIFERENTE.

LA PRIMERA ZONA SECA, SE INICIA TIERRA ADENTRO, A PARTIR DE LA BERMA PLAYERA, FORMANDO UN SISTEMA DE DUNAS O MONTÍCULOS ARENOSOS, CUYAS DIMENSIONES SON MUY VARIABLES, DEPENDIENDO DE LA PLAYA, GRADO DE AGITACIÓN, INTENSIDAD Y ORIENTACIÓN DE LOS VIENTOS, LA VEGETACIÓN, ETC.

LA OBRA DE CONSTRUCCIÓN, ABARCA DOS REGISTROS DE RECEPCIÓN, DE LA TUBERÍA DE ASBESTO-CEMENTO, SIENDO EL PRIMERO AL QUE LLEGA LA TUBERÍA PROCEDENTE DE LOS POZOS DE CAPTACIÓN EN TIERRA FIRME Y REALIZA EL ENSAMBLE CON LA TUBERÍA DE P.U.C.

EL SEGUNDO SE ENCUENTRA EN ISLA MUJERES, A DONDE DESEMBOCA LA TUBERÍA P.U.C. PARA SER ENSAMBLADA NUEVAMENTE CON LA TUBERÍA DE AS-

BESTO CEMENTO, QUE VA HACIA EL SISTEMA DE BOMBEO DE DISTRIBUCIÓN DE LA ISLA.

PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA DE EXPAN-
SIÓN EN LA TUBERÍAS, SE SUPUSO UNA DILATACIÓN DE
15 CM. POR CADA EXTREMO, ES DECIR, UN CAMBIO DE-
TEMPERATURA DE 5° C., COLOCÁNDOSE COMO EL ELEMEN-
TO DE CONEXIÓN A LOS REGISTROS. MANGUERAS "SEA -
LOADING HOSE", TIPO PETROLERA, FIJADAS CON ABRA-
ZADERAS DE ACERO INOXIDABLE, TANTO EN EL TUBO DE
ASBESTO CEMENTO, COMO AL P.U.C., A DICHAS MANGUE-
RAS SE LES DIÓ UNA "COLA DE COCHINO", COMO EL --
UTILIZADO EN INSTALACIONES DE GAS CON TUBO DE CO-
BRE.

A CONTINUACIÓN DEL REGISTRO, SE REALIZÓ
EL TRABAJO EN PLAYA SECA, MEDIANTE EL USO DE PI-
COS Y PALAS, ABRIENDOSE UNA ZANJA DE 1 M. DE PRO-
FUNDIDAD POR 1.50 M. DE ANCHO QUE EN 100 M. DE -
DISTANCIA, RESULTÓ SUFICIENTE PARA IR DEPOSITAN-
DO LA TUBERÍA, LA CUAL SE ENCONTRABA PREVIAMENTE
ENSAMBLADA EN TRAMOS DE 18 M.

UNA VEZ REALIZADO EL TENDIDO, SE PROCE-
DIÓ A UNA PRUEBA DE PRESIÓN GENERAL, LA CUAL SE-

###

EJECUTÓ 1 HORA DESPUÉS DE LA ENCEMENTADA A 6 -
KG/CM2. Y LA SEGUNDA A 12 KG/CM2., DESPUÉS DE-
24 HORAS.

REALIZADO LO ANTERIOR, SE PROCEDIÓ A -
ARROPAR LA TUBERÍA. LA PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL-
RELLENO O ARROPE, FUÉ DE 1.50 M.

SE REVISÓ EL FONDO DE LA ZANJA, CON OB-
JETO DE EVITAR QUE ESTA TUVIERA MATERIAL DE CO-
RAL CORTANTE, QUE PUDIERA DAÑAR LA TUBERÍA.

CUANDO SE OBSERVÓ QUE EXISTÍA PÉRDIDA-
DE PRESIÓN; SE PROCEDIÓ A DESCUBRIR LAS FUGAS-
DE AGUA POR MEDIO DEL COLORANTE QUE SE HABÍA -
DILUIDO EN ELLA Y SE HICIERON LAS REPARACIONES
CONVENIENTES.

LA SEGUNDA ZONA SE INICIA MAR ADENTRO,
A PARTIR DE LA BERMA PLAYERA, QUE DEBE SU FOR-
MACIÓN AL APORTE DEL MATERIAL POR EFECTO DE LA
ROTURA DE LA OLA, SIENDO MAYOR MIENTRAS MENOR-
ES LA AGITACIÓN, LUEGO VIENE EL ÁREA DEL "ES--
TRAN" QUE ESTÁ LIMITADA POR LA TRAZA DE MAREAS
BAJAS Y EL PUNTO DE ALCANCE MÁXIMO DE LAS OLAS,
SIENDO EN SÍ, LA CARA DE LA PLAYA QUE SE CUBRE

Y DESCUBRE CONTINUAMENTE.

EL MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN SOBRE ESTA ZONA, PRESENTÓ PROBLEMAS DE ZANJEADO PRECISAMENTE EN EL ÁREA DE LA "BERMA", YA QUE ES UNA FORMACIÓN MUY SUAVE EN DONDE ILEGAN LAS OLAS. AQUÍ SE UTILIZÓ EL MÉTODO DE "CHIFLON DE AGUA", EMPLEADO SIMULTANEAMENTE AL IR ENTERRANDO LA TUBERÍA.

PREVIAMENTE AL ENTERRADO DE LA TUBERÍA, SE HICIERON ENSAMBLES DE TUBOS CON LONGITUD APROXIMADA DE 30 M., LAS CUALES SE ASEGURARON MEDIANTE PIJAS DE VARILLA DE CONSTRUCCIÓN CON OBJETO DE EVITAR EL DESPLAZAMIENTO POR LA CORRIENTE, MIENTRAS SE ENTERRABAN TOTALMENTE A BASE DE CHIFLONES DE AGUA.

PARA ESTE TRABAJO, SE PROBARON DOS TIPOS DE "PIJAS FIJADORAS" DE LA TUBERÍA, LA UNA HECHA CON VARILLA CORRUGADA DE 1/2" DE DIÁMETRO Y UN METRO DE LARGO, DOBLADO EN SEMI-CÍRCULO EN LA PARTE SUPERIOR, PARA "ABRAZAR" LA TUBERÍA Y SOLDADA AL INICIARSE LA TANGENTE, CON TRAMO RECTO DE FIERRO PARA GOLPEARSE. EL OTRO TIPO DE PIJA FUÉ DE FIERRO ÁNGULO DE UNA PULGADA Y UN METRO DE LARGO, CON SEMI-CÍRCULO HECHO DE VARILLA CORRUGADA PARA "ABRAZAR" LA TUBERÍA.

RESPECTO AL CHIFLÓN DE AGUA, ÉSTE SE -
LLEVÓ A CABO, MEDIANTE BOMBAS DE 2" Y 5" DE DIÁ-
METRO, ACOPLÁNDOSE MANGUERAS DE TIPO BOMBERO DE
UNA LONGITUD DE 20 M., ESTAS BOMBAS SE INSTALA-
RON A BORDO DE UNA EMBARCACIÓN TIPO CHALÁN DE -
POCO CALADO.

EL MÉTODO ANTERIORMENTE DESCRITO, SE -
APLICÓ HASTA LLEVAR EL TENDIDO DE LA TUBERÍA A -
UNA PROFUNDIDAD DE 0.90 M. QUE ES LO SUFICIENTE
PARA QUE LA DRAGA PUDIESE CONTINUAR TRABAJANDO -
TODA LA TERCERA ZONA, HASTA LLEGAR NUEVAMENTE A
LA ZONA INTERIOR DE LA PLAYA DE ISLA MUJERES, EN
DONDE SE CONTINUÓ CON EL MISMO PROCEDIMIENTO.

LA ZONA TRES, SE INICIA PLAYA AFUERA, -
A PARTIR DE LA LÍNEA DE ROMPIENTES; PRESENTANDO
EN EL FONDO, UN PERFIL MÁS O MENOS UNIFORME, SU
JETO SOLAMENTE A LAS VARIACIONES PRODUCIDAS POR
EL EFECTO DEL TRANSPORTE EN EL SENTIDO DE PRO--
PAGACIÓN DEL OLEAJE.

EN EL TENDIDO DE LA TUBERÍA DE CLORURO
DE POLIVINILO, ENTRE LOS PUNTOS CONOCIDOS COMO -
PUNTA SAM EN EL CONTINENTE Y PUNTA CERVERA EN -

ISLA MUJERES, ATRAVEZANDO EL LLAMADO CANAL DE ISLA MUJERES, SE PROCEDIÓ DE LA FORMA SIGUIENTE:

PRIMERAMENTE SE REALIZÓ EL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO Y PARA ELLO SE RECORRIÓ TRES VECES LA LÍNEA DE TRAZO CON UN APARATO DE SONAR, MARCA RAYTHEON D-725, CON SENSIBILIDAD DE 0.03 M. UNA VEZ REALIZADO ESTO, TODOS LOS DATOS FUERON VOLCADOS EN UN PLANO PARA PODER OBTENER LAS ISOBATAS QUE UNEN PUNTOS DE IGUAL PROFUNDIDAD.

LA INSPECCIÓN OCULAR SUBMARINA, SE REALIZÓ POSTERIORMENTE Y PARA ELLO, SE UTILIZARON CUATRO BUZOS QUE EMPLEARON SIETE DÍAS CONSECUTIVOS A RAZÓN DE DOCE HORAS DIARIAS, EQUIPADOS CON AGUA-LUNGS, TRAJES DE HULE Y EQUIPO NOMINAL DE ALETAS, VISORES Y CINTURONES DE PESAS.

ESTE PERSONAL RECORRIÓ LAS COLINDANCIAS DE LA LÍNEA DE TRAZO, ENTRE LAS PUNTAS PROPUESTAS, CUBRIENDO UNA TAJA DE 20 A 25 M. DE ANCHO.

SE UTILIZÓ TAMBIÉN UN "ACUAPLANO" SIMPLIFICADO, QUE FUE REMOLCADO DESDE LA LANCHAS DE OPERACIONES POR MEDIO DE UN CABLE DE NYLON DE --

FORMA QUE EL TÉCNICO BUZO, PUDIESE APRECIAR TODO EL ASPECTO DE LA FISIOGRAFÍA SUBMARINA.

UNA VEZ TRAZADA LA LÍNEA, SE PROCEDIÓ A MUESTREAR EL SUBSUELO CON UN PENETRÓMETRO DE - - 0.60 M., DE LARGO Y DE DIÁMETRO, EQUIPADO CON UN MARTINETE DE 30 KILOS, CUYA CAIDA FUÉ DE 0.65 M.

LAS CONDICIONES DE PENETRACIÓN DE SUBSUELO, SE REALIZARON CON OBJETO DE CONOCER LA RESISTENCIA QUE TENDRÍAN EN EL HINCADO, DOS TIPOS DE "PIJAS FIJADORAS". DE LAS CUALES YA HEMOS HECHO MENCIÓN.

PARA OBTENER LA RESISTENCIA DEL SUBSUELO MARINO A LA INYECCIÓN DEL AIRE A PRESIÓN, SE USÓ UN PROBADOR DE AIRE CON TUBO DE 1/4" DE DIÁMETRO Y A PRESIONES QUE OSCILARON ENTRE 100 Y 300 LIBRAS.

INSTALACION DE LA TUBERIA.

PARA LA COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA SE HIZO UNA ZANJA A TODO LO LARGO DEL CANAL DE ISLA MUJERES, LA CUAL FUÉ EXCAVADA POR LA DRAGA COZUMEL.

A CAUSA DE QUE EN DETERMINADOS TRAMOS DEL CANAL SE ENCONTRARON FORMACIONES CARRILLO PUERTO - QUE SON CALIZAS MUY DURAS PARA PODER SER ATACADAS - POR DRAGA, FUE NECESARIO HACER USO DE EXPLOSIVOS, - UTILIZANDOSE PARA ELLO, GELATINAS QUE SON LO MÁS - USUAL EN ESTE MEDIO.

EL TENDIDO DE LA TUBERÍA. SE COMENZÓ, - - UNIENDOLA, DE DERECHA A LAQUIERDA, SOBRE EL TECHO - DE LA DRAGA Y DEJANDOLA DESCANSAR EN PARTE, SOBRE - UN DIALAN. AUXILIANDO EN LA MENIORRA, LOS CARRES - TANTOS DE LAS DOS UNIDADES. POSTERIORMENTE, SE DES - CANSÓ EL P.U.C., SOBRE LOS FLOTADORES DE LA TUBE - RÍA DE DESCARGA, HASTA ENCONTRAR EL ÁNGULO APROPIA - DO DE ENSAMBLE CON LA TUBERÍA QUE SALÍA DE LA PLA - YA.

SE PROCURÓ QUE PARTE DEL ÚLTIMO TRAMO QUE EMERGÍA ESTUVIESE SECO Y LAVADO CON AGUA DULCE, PA - RA QUE AL UNIRSE CON LA TUBERÍA QUE BAJABA DE LA - DRAGA, EL SELLO DE LA JUNTA FUERA CORRECTO.

LA TUBERÍA DE 150 MM. DEBE TENER POR ES - PECIFICACIÓN DEL FABRICANTE 132 MM. DE ENTRADA EN - EL COPLER DE EXPANSIÓN, PARA EFECTUAR CON PRECISIÓN - ESTO, SE MARCÓ EN LOS TUBOS CON GRAYON DICHA MEDI -

DA.

SE ASEGURÓ DE QUE LA RANURA DE LA CAMPANA Y EL ANILLO SE ENCONTRARAN LIMPIOS. LA POSICIÓN DEL ANILLO DE HULE, EN VIRTUD DE SU CONICIDAD, DEBERÍA COLOCARSE CON LA MARCA DE COLOR HACIA AFUERA. SE LUBRICÓ LA TUBERÍA PARA SU FÁCIL INSERCIÓN. FINALMENTE SE INTRODUCÍA LA PUNTA DEL TUBO PERFECTAMENTE EN LA CAMPANA, HASTA LA MARCA DE INSERCIÓN.

UNA VEZ CEMENTADO SE PROCEDÍA A INSERTAR EL TUBO, SIN DAR VUELTA, LIMPIANDO EL EXCESO DE CEMENTO Y MANTENIENDO FIJA LA TUBERÍA, DURANTE 5-MINUTOS.

SE PROCURÓ QUE EL FONDO DE LA ZANJA, ESTUVIERA LO MÁS PLANO POSIBLE PARA PROPORCIONAR MEJOR COPORTE A LA TUBERÍA A TODO LO LARGO; DE IGUAL FORMA SE INSPECCIONÓ DE QUE NO HUBIERA FILOS QUE PUDIERAN DAÑAR A LA MISMA.

UNA VEZ DEPOSITADA LA TUBERÍA EN LA ZANJA SE PROCEDÍÓ A COLOCAR SOBRE ELLA, LOS MUERTOS-DE RETENCIÓN CON UNA SEPARACIÓN DE APROX. 45 M.,- PROCURANDO QUE NO QUEDARAN SOBRE LAS JUNTAS, SINO

###

INMEDIATAMENTE ATRAS. ENTRE CADA UNO DE ESTOS ELEMENTOS, SE COLOCÓ UN SACO DE CEMENTO PERFORADO, - CON OBJETO DE QUE CUANDO LE CALLERA EL PRODUCTO - ARENOSO, SE AGLUTINARA FORMANDO UN CUERPO RÍGIDO, ADHIERIENDOSE MUY BIEN AL TUBO.

ASÍ PROTEGIDA LA TUBERÍA, SE PROCEDIÓ ACUBRIRLA CON EL AZOLVE QUE PRODUJO EL CORTADOR DE LA DRAGA Y QUE UNA BOMBA SE CONDUJO POR LA TUBERÍA DE DESCARGA HASTA EL EXTREMO OPUESTO DESCURIER TO.

EL PESO TOTAL APROXIMADO DE ANCLAJE, FUÉ DE 30,000 KILOS, EL CUAL SE DISTRIBUYÓ UNIFORMEMENTE A TODO LO LARGO DE LA TUBERÍA.

EQUIPO EN GENERAL Y DE BUCEO, PARA EL TENDIDO DE LA TUBERIA.

EL EQUIPO DE BUCEO MÁS APROPIADO PARA EL TENDIDO DE LA TUBERÍA, ES SIN DUDA ALGUNA EL - - AGUA-LUNG O ESCAFANDRA AUTÓNOMA, COMBINADO CON EL USO DEL HOOKAH O SEA COMPRESOR DE BAJA PRESIÓN, - QUE MANDA EL AIRE A TRAVÉS DE UNA MANGUERA A UNA-MASGARILLA DE CARA COMPLETA.

EL AGUA-LUNG, SE UTILIZA EN LOS CASOS --

DONDE SE REQUIERE UNA COMPLETA MOBILIDAD Y LIBERTAD DE MOVIMIENTO, RESPECTO A LA SUPERFICIE. EL HOOKAH, SE USA EN LA OPERACIÓN DE ARROPE DE LA TUBERÍA, YA QUE VIENE QUEDANDO SIEMPRE A UNA MISMA DISTANCIA DEL CHALAN PARA EL ENSAMBLE DE LOS TUBOS POR LO QUE LA MANGUERA DE ABASTECIMIENTO DE AIRE, QUEDA SIEMPRE A UNA MISMA DISTANCIA, DURANTE TODO EL PROCESO.

LOS BUZOS SE EQUIPAN CON TRAJE DE HULE - DE 3/16" DE GRUESO, LO QUE LES PERMITE UNA EXPOSICIÓN PROLONGADA AL MEDIO ACUÁTICO, SIN GRAN PÉRDIDA DE CALORÍAS. TAMBIÉN EL TRAJE DE HULE, PROPORCIONA UNA EFECTIVA PROTECCIÓN CONTRA CORTADAS, -- RASPONES O ABRACIONES QUE SE PRODUCEN NORMALMENTE EN EL TRABAJO SUBMARINO.

EL USO DEL CINTURÓN DE PESAS DE PLOMO, - PERMITE AL BUZO UNA FLOTABILIDAD NEGATIVA, BAJO EL AGUA, PARA PODER EFECTUAR CUALQUIER TRABAJO, ESTE LASTRE AUMENTA CUANDO SE UTILIZA TRAJE DE HULE QUE PRODUCE UNA FLOTABILIDAD POSITIVA.

ALETAS DE BUCEO PARA UN DESPLAZAMIENTO - RÁPIDO Y EFECTIVO EN EL CASO DEL USO DEL AGUA - - LUNG Y BOTAS LASTRADAS EN EL CASO DEL USO DEL - -

HOOKAN DE MASCARILLA COMPLETA, QUE ES MUY CONVENIENTE PARA CONTRA-RESTAR LAS CORRIENTES DURANTE EL PROCESO DE SUPERVISIÓN Y AYUDA EN EL TENDIDO Y ARROPE DE LA TUBERÍA.

LINTERNAS SUBACUÁTICAS DE DOS TIPOS, EL AUTÓNOMO DE PILA SECA Y EL PLATÓN CON CABLE CONECTADO AL SISTEMA DE FUERZA DE LA DRAGA.

ESTAS LINTERNAS SE UTILIZARON CUANDO EL TRABAJO SE INICIA MUY DE MADRUGADA O SE PROLONGA DESPUÉS DE LA CAIDA DEL SOL.

UN COMPRESOR DE ALTA PRESIÓN, MARCA "MAKO", CON UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE 3,000 LIBRAS -- POR PULG²., PARA EL LLENADO DE LOS AGUA-LUNGS, A UNA PRESIÓN MEDIA DE 2,000 LB. POR PULG².; A LO QUE SE CONSIDERA "PRESIÓN DE TRABAJO".

UN COMPRESOR DE BAJA PRESIÓN, CON 100 - LIBRAS POR PULG²., PARA ALIMENTACIÓN DE LAS MASCARILLAS DE CARA COMPLETA.

LA TÉCNICA FOTOGRÁFICA AL SER APLICADA BAJO EL AGUA, SE CONVIERTE EN EL PRINCIPAL AUXI-

LIAR EN LA INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN DE LAS OBRAS, PROPORCIONANDO UN REGISTRO GRÁFICO DE LO OBSERVADO.

SE UTILIZÓ UNA CÁMARA FOTOGRÁFICA, SUBMARINA TIPO "NIKONOS", CON LENTES GRAN ANGULAR ESPECIAL PARA FOTOGRAFÍA SUBACUÁTICA, NO SE UTILIZA FLASH, NI FILTROS, YA QUE SE TRATABA DE REPRODUCIR LAS CONDICIONES NORMALES DE PÉRDIDA DE LOS COLORES; ROJO, ANARANJADO Y AMARILLO, PRODUCIDO POR EL EFECTO DE LAS DISTINTAS PROFUNDIDADES A LAS QUE SE TRABAJÓ.

SE EMPLEÓ PELÍCULA KODACHROME "X" Y EKTACHROME "X" DE UNA SENSIBILIDAD DE 69 GRADOS "ASA" Y CON UNA VELOCIDAD DE OBTURADOR DE 1/125 DE SEGUNDO CONSTANTE, VARIANDO SOLO LA APERTURA DEL DIAFRAGMA PARA LAS DISTINTAS EXPOSICIONES.

SE UTILIZÓ TAMBIÉN UNA CÁMARA DE CINE DE 8 MM. PARA EL MISMO FIN, EQUIPADA CON ESCAFRANDA PARA LAS TOMAS SUBMARINAS.

TELÉFONO SUBACUÁTICO PARA MANTENER COMUNICACIÓN CONSTANTE ENTRE EL BUZO Y LA OPERACIÓN DE SUPERFICIE.

EN CONSIDERACIÓN A LA PROFUNDIDAD A LA QUE SE TRABAJÓ NO SE REQUIERE EL USO DE CÁMARA DE DESCOMPRESIÓN. SEGÚN LAS FASES DE DESCOMPRESIÓN DEL MANUAL DE BUCEO DE LA ARMADA NORTEAMERICANA, PUDIENDOSE TRABAJAR INDEFINIDAMENTE HASTA UNA PROFUNDIDAD MÁXIMA DE 30 LTS. SIN PROBLEMAS DE DESCOMPRESIÓN.

UN COMPRESOR DE AIRE, MARCA CHICAGO -- PNEUMATIC, CLASE ROTATIVO DE DOS PASOS, MODELO 125 "POWER VANE", ENFRIADO Y LUBRICADO POR ACEITE NO DETERGENTE, ACOPLADO DIRECTAMENTE A UN MOTOR DIESEL, MARCA FORD, MODELO D-2,000 DE CUATRO CILINDROS, MONTADO SOBRE UN BASTIDOR DE 3 LLANTAS NEUMÁTICAS.

CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

CAPACIDAD EFECTIVA - - - - - 125 PIES CÚBICOS/MÍN.

PRESIÓN MÁXIMA - - - - - 125 LIBRAS/PULG².

PRESIÓN NORMAL - - - - - 100 LIBRAS/PULG².

VELOCIDAD A PLENA CARGA 1800 R.P.M.

UNA PERFORADORA DE PISO, HÚMEDA CON BROQUERO CINCO BARRENAS DE ACERO HEXAGONAL, CON PASTILLA DE CARBURO DE TUNGSTENO TIPO CINCEL. ESTE-

EQUIPO SE UTILIZÓ EN LA BARRENACIÓN DE LAS FORMACIONES DURAS TIPO "CARRILLO PUERTO", PARA POSTERIORMENTE DINAMITARSE YA QUE NO PENETRABA EL CORTADOR DE LA DRAGA.

LA DRAGA UTILIZADA EN ESTA OBRA, FUÉ LA "COZUMEL" ENTRE CUYAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES PUEDEN CONTARSE:

TIPO HIDRAÚLICO DE - - - - -	12"
PESO DE - - - - -	300 Ton.
ESLORA - - - - -	18.00 M.
MANGA - - - - -	7.00 M.
CALADO - - - - -	0.90 M.
PUNTAL - - - - -	2.00 M.
MOTOR - - - - -	320 H.P.
BOMBA DE SUCCIÓN - - - - -	12"
RENDIMIENTO 10% - - - - -	100 M ³ /H.
RENDIMIENTO 20% - - - - -	200 M ³ /H.
RENDIMIENTO EN MATERIAL DURO	50 M ³ /H.
RENDIMIENTO EN MATERIAL SUAVE	450 M ³ /H.

LONGITUD DE LA TUBERÍA DE DESCARGA 1,200 M.
CON MATERIAL LIGERO.

LONGITUD DE LA TUBERÍA DE DESCARGA CON - -
550 M. CON MATERIAL PESADO.

RECORRIDO - - 10 A 15 M/H. EN ZANJA MENOR.

CORTE HORIZONTAL MÍNIMO POR CABECEO - - 2.00 M.

CORTE VERTICAL MÍNIMO - - - - 0.20 M.

FINALMENTE, ES CONVENIENTE HACER NOTAR QUE UNA JORNADA DE 8 HORAS DE TRABAJO EN LA SUPERFICIE, SE REDUCE A UNA JORNADA DE 2 A 4 HORAS BAJO EL AGUA (A 30 FF PROFUNDIDAD), DEBIDO A LA FATIGA DEL OPERADOR, AL TRABAJAR EN UN MEDIO DIFERENTE Y A UNA PRESIÓN MAYOR.

GENERALIDADES SOBRE LA TUBERÍA P.U.C.

ENTRE LAS VENTAJAS QUE HAN ORIGINADO UN AUMENTO EN SU EMPLEO PARA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE SE CUENTA CON LA ALTA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN. SU FÁCIL Y RÁPIDA INSTALACIÓN, DEBIDA ENTRE OTRAS COSAS A SU BAJO PESO, QUE VIENE SIENDO CASI LA 6A. PARTE DEL PESO CONVENCIONAL DE OTRA TUBERÍA. OTRO FACTOR ES LA ELIMINACIÓN DE INCRUSTACIONES. SU ACABADO TERSO INTERIOR, EVITA CONSIDERABLEMENTE, PÉRDIDAS POR FRICCIÓN, HASTA EN UN 25%. LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINACIONES, -- POR CARECER DE OLOR Y SABOR, Y POR ÚLTIMO SU BAJO COSTO.

ESTA TUBERÍA TIENE DOS SISTEMAS DE ACOPLAMIENTO QUE SE PUEDE UTILIZAR INDISTINTAMENTE O SIMULTANEAMENTE, QUE SON: EL ENCEMENTADO Y EL ANILLO DE EMPAQUE DE HULE.

EL TUBO UTILIZADO EN ESTE PROYECTO, REUNIÓ LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS.

TUBO CON COPLE INTEGRAL.

DIÁMETRO NOMINAL 150 MM.

DIÁMETRO REAL EXT. 168.3 MM.

###

TOLERANCIA DIAM. EXT. MÁS-MENOS 0.3 MM.

ESPESOR PARED 6.5 MM.

PESO POR M/GRM. 4,900 GRS.

ATAQUE DE MICROORGANISMOS.

SIENDO ÉSTE UN PRODUCTO NUEVO EN EL MERCADO Y EN LA INDUSTRIA.

"SE DESCONOCEN LOS EFECTOS QUE PUDIERE-TENER ESTE PRODUCTO EN EL MEDIO SUBACUÁTICO, MARINO Y MÁS AÚN, LA RESISTENCIA AL ATAQUE DE SERES PERTENECIENTES, TANTO A LA FLORA COMO A LA FAUNA MARINA, EN TODOS SUS ASPECTOS".

SIN EMBARGO, COMO UNA MEDIDA DE SEGURIDAD, SE PROPUSO QUE LA TUBERÍA DE P.U.C. RÍGIDO, SE ENTERRARA EN EL SUELO MARINO, CUANDO MENOS UN METRO, YA QUE LA VIDA ACTIVA DE LOS MICROORGANISMOS, EN ESTE LUGAR, SE LLEVA HASTA UNA PROFUNDIDAD MEDIA DE TREINTA A CUARENTA CENTÍMETROS, EXISTIÉNDO ALGUNAS ESPECIES DE GUSANOS ESCARBADORES (ÁNELIDOS) QUE AÚN PERFORAN HASTA OCHENTA CENTÍMETROS DE PROFUNDIDAD, RAZÓN POR LA CUAL, LA ZANJA DE ARROPE DEBERÁ PROFUNDIZARSE CUANDO MENOS - 1.50 M.

FINALMENTE, PARA TENER UNA IDEA DE LA RESISTENCIA DE LA TUBERÍA, SE HICIERON DIVERSAS PRUEBAS ENTRE LAS QUE SE PUEDEN CONTAR:

1.- SE HICIERON AJUSTES EN LAS CAMPANAS DE LA TUBERÍA PARA PERMITIR UN CEMENTADO EFECTIVO, DENTRO DEL MEDIO SUBMARINO.

2.- SE REALIZÓ UNA SUPERVISIÓN DE LAS UNIONES CEMENTADAS A CADA 5 TRAMOS, QUE SERÍAN LAS REALIZADAS BAJO EL AGUA EN UNA LONGITUD DE APROXIMADAMENTE 180 M.

3.- SE PROBÓ LA TUBERÍA A UNA PRESIÓN DE 10.5 -- KG/CM²., ESTANDO ÉSTA SIN ATRACAR.

BIBLIOGRAFIA

LA CIVILIZACIÓN MAYA

SILVANUS G. MOPLEY.

HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO Y CONQUISTA DE YUCATÁN.

JUAN FRANCISCO MOLINA SOLIS

EL AGUA COMO CLAVE EN EL DESARROLLO DE PENÍNSULA DE YUCATÁN.

ASOCIACIÓN HIDROLÓGICA MEXICANA. A. C.

México 1950

APUNTES SOBRE LA MORFOLOGÍA DE YUCATÁN EN LOS RECURSOS NATURALES DE YUCATÁN.

SOCIEDAD MEXICANA DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA.

México 1950

GEOLOGÍA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.

ENCICLOPEDIA YUCATANENSC.

SAPPER, K.

México 1945

APUNTES DE LA CLASE.

ING. ARNULFO PAZ SÁNCHEZ.

SEE WATER DESTILLATION

RICHARDSONS, WESTGARTH & CO. LIMITED

TESIS PROFESIONAL DE ING. JORGE KING BETANCOURT

ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA CIUDAD DE CHETUMAL,

QUINTANA ROO.

I N D I C E

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ISLA MUJERES.

C A P I T U L O I P Á G I N A

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	7
ATRACTIVO TURÍSTICO	7
FAUNA MARINA	8
C L I M A	9
COMUNICACIONES	10
ASPECTO DE LA LOCALIDAD	10
SERVICIOS PÚBLICOS	11
DATOS DE PROYECTO	12

C A P I T U L O II

EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA	21
MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE MAR	26
POSIBLES SOLUCIONES	44
ELECCIÓN DEL PROYECTO	57

C A P I T U L O III

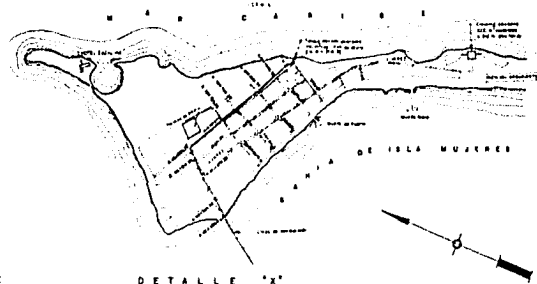
MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN	58
EQUIPO EN GENERAL Y DE BUCEO PARA EL -	
TENDIDO DE LA TUBERÍA	67
GENERALIDADES SOBRE LA TUBERÍA P.V.C.	74

DATOS RELATIVOS A LOS POZOS

POZO	PROFUNDIDAD en metros	DIAMETRO en metros	DESEMBOQUE en metros	TIPO DE POZO	TIPO DE TUBERIA	TIPO DE VALVULA	TIPO DE MOTOR
1	15.00	0.40	0.10	1	100	100	100
2	0.40	0.40	0.10	2	100	100	100
3	15.25	0.40	0.10	3	100	100	100

ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

PERFIL
Escala
Horizontal 1:5000
Vertical 1:500



CANTIDADES DE TUBERIAS

TIPO DE TUBERIA	CANTIDAD
1. TUBERIA DE 100 mm	100 m
2. TUBERIA DE 150 mm	150 m
3. TUBERIA DE 200 mm	200 m
4. TUBERIA DE 250 mm	250 m
5. TUBERIA DE 300 mm	300 m
6. TUBERIA DE 350 mm	350 m
7. TUBERIA DE 400 mm	400 m
8. TUBERIA DE 450 mm	450 m
9. TUBERIA DE 500 mm	500 m
10. TUBERIA DE 550 mm	550 m
11. TUBERIA DE 600 mm	600 m
12. TUBERIA DE 650 mm	650 m
13. TUBERIA DE 700 mm	700 m
14. TUBERIA DE 750 mm	750 m
15. TUBERIA DE 800 mm	800 m
16. TUBERIA DE 850 mm	850 m
17. TUBERIA DE 900 mm	900 m
18. TUBERIA DE 950 mm	950 m
19. TUBERIA DE 1000 mm	1000 m

ISLA MUJERES, Q. ROO aguas potables
LINEA DE CONDUCCION
TESIS ROBERTO BENADON LESCHNER
México D.F. Diciembre de 1968