

2 870115

2ej

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE INGENIERIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LA POBLACION: LA MADRID, COLIMA."

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

OSCAR ARMANDO AVALOS VERDUGO

GUADALAJARA, JAL. 1988



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE GENERAL

I.	GENERALIDADES	1
1.1	Localización	2
1.2	Vías de comunicación	6
1.3	Estudio socio-económico	11
1.4	Estudio climatológico	20
1.5	Estudio hidrológico	26
1.6	Flora	29
1.7	Fauna	31
1.8	Patrones educativos y culturales	33
2.	POBLACION FUTURA	35
2.1	Datos censales	36
2.2	Métodos analíticos	38
a)	Aritmético	39
b)	Geométrico	39
c)	Incremento	40
d)	Interés compuesto	40
2.3	Método gráfico	42
a)	Prolongación de la curva de crecimiento	43
2.4	Población final del proyecto para el año 2000	45
3.	CALCULO DE CAUDALES	47
3.1	Dotación específica	48
3.2	Consumos y gastos	52
4.	FUENTES DE ABASTECIMIENTO	54
4.1	Pozo profundo	55
4.2	Ubicación	64
4.3	Estudio geológico	66
4.4	Tratamiento	69
5.	CONDUCCION	89
5.1	Línea económica de bombeo	90

6.	REGULACION	96
6.1	Tanque de almacenamiento	98
6.2	Cálculo estructural	100
6.3	Cálculo de presiones	103
6.4	Cálculo de la vigerfa	104
7.	DISTRIBUCION	106
7.1	Cálculo de los gastos unitarios	107
7.2	Combinaciones posibles	109
7.3	Cálculo de la pérdida económica	112
8.	PRESUPUESTO	117

I. - GENERALIDADES

I.I LOCALIZACION

El poblado de La Madrid se localiza a 30 km. de la cabecera municipal de Tecomán, Colima; y hacia el Norte por carretera pavimentada, siendo su longitud Oeste $103^{\circ} 52'$ y Latitud Norte $19^{\circ} 07'$.

Es una de las haciendas más importantes del municipio de Tecomán, a fines del siglo XIX y principio del actual, fue la de Montecristo, propiedad del Lic. Enrique O. de la Madrid. - Comprendía: El Rosario, Guaracha, Llano Grande, Caleras San Antonio y el Banco de Jicotán, con una extensión de 25,000 -- hectáreas, de las cuales cerca de 5,000 eran irrigadas por el Río Armería.

Generalmente las tierras las rentaba a los agricultores para la siembra de maíz y frijol asociado, pero preferentemente el arroz, ya que se obtenía una cosecha muy superior a la producción actual de todo el estado.

En 1906 se sembraron allí las primeras cabezas de plátano roatán traídas desde Tabasco. Esta hacienda llegó a tener más de 10,000 cabezas de ganado vacuno y 1,000 caballar, que fueron cruzadas desde 1909 con razas suiza y durthand que trajeron del estado de México.

El casco de la hacienda estaba en El Rosario, a 800 metros al este de la plaza actual, pero se le cambió de nombre por el de Estación La Madrid en honor de su propietario, a partir de 1908 (12 de diciembre) en que se inauguró el ferrocarril.

Esta finca fue construida en 1860 por su anterior propietario el Sr. Dn. Encarnación Osorio, destinada a la explotación agropecuaria.

El Lic. de la Madrid mejoró la Hacienda, instaló molinos

arroceros y construyó en 1909 un acueducto de 5 km. para llevar agua potable del cerro del Rosario, ya que el del río Armerfa producía enfermedades.

El año de 1906, el presidente Porfirio Díaz, obsequió al Gobernador de esta entidad, Sr. Lic. Enrique O. de la Madrid, un furgón de cabezas de plátano roatán procedentes de Tabasco. La planta se distribuyó en este predio del Rosario, Jicotán, Paso del Río, Armerfa y el Colomo, siendo la primera siembra de esta variedad de plátano que se efectuó en Colima.

Como centro de población tuvo su origen a partir de la construcción de la Estación de Ferrocarril, pues empezaron a edificar casas cerca de ella. Se incrementó con las dotaciones de los ejidos El Rosario y Montecristo, siendo ya propietario de las tierras el señor Alberto Lepe, pero su desarrollo evidente fué hasta 1961 en que se construyó la carretera, se urbanizó la población en 1963 y en los siguientes años realizaron algunas mejoras importantes como el de la unidad de agua, servicio de agua potable, introducción de la energía eléctrica, centro de salud, escuela, pavimentos y servicio de correo y telégrafo, por vía telefónica.

La población según el censo de 1970, es de 2,309 habitantes. Por llenar los requisitos requeridos, la H. XLII Legislatura, iniciativa del C. Diputado Jorge Cabrera Salazar, expidió con fecha 31 de diciembre de 1968, el decreto número 76 eligiendo esa comunidad a la categoría de pueblo, a partir del 12 de enero de 1969.

Los integrantes de los ejidos El Rosario y Montecristo, radican en La Madrid confrontan el problema del fundo legal, pues el pueblo está edificado en una zona ejidal, por lo que es necesario gestionar la expropiación que establece la Ley agraria vigente.

Sin embargo, el problema tradicional ha sido el pistolero y el vicio. La falta de comunicaciones propiciaba el -- que se convierta en refugio de maleantes, procedentes generalmente de Jalisco y Michoacán. Se hace necesaria la pavimentación del camino que entronca con la carretera nacional, así - como la introducción de agua potable suficiente, pero de manera especial, llevar a cabo una campaña de concientización, a fin de lograr un cambio de actitudes mentales, sobre todo en la juventud.

1.2 VIAS DE COMUNICACION

a) Carreteras y Ferrocarril

Es evidente que las actuales vías de comunicación, salvo algunas rectificaciones, en lo general son los caminos tradicionales y herradura (para bestias), desde la colonia hasta - el principio de este siglo y aún antes, en la época prehispánica, los que utilizaban en su constante peregrinar las tribus autóctonas, ya para realizar incursiones bélicas, el incipiente comercio de trueque o el cobro de tributos a los pueblos sojuzgados. Así vemos los vestigios de los caminos, en los sitios sinuosos y accidentados, que han sido los pasos obligados de todos los tiempos, seguramente desde que existieron los primeros animales y el hombre.

Desde la época colonial, este poblado fue un paso obligado, primero hacia la capital de la provincia, ya que los lugares de acceso a esta región era la costa michoacana y posteriormente la comunicación y continuación del camino real desde la capital de la Nueva España hasta los puertos de Salagua, Navidad y Manzanillo.

Así podemos ver, consultando los mapas del siglo pasado, el camino para diligencias por el mismo sendero de la actual-carretera nacional y el de herradura pasando por Jala o sea, - el trazo de la vía de ferrocarril. De este camino de herradura todavía se encuentran vestigios en el Cerro de los Libros.

A principio de este siglo (1908) el ferrocarril comunicó a esta zona con el resto del país y por Tecomán pasaban los atajos de mulas que llevaban mercancías para una amplia zona del estado vecino de Michoacán.

Gracias a la topografía del terreno, en la planicie existieron caminos para carreteras, pero en realidad la primera -carretera o brecha, data del año 1912, construida por los se-

ñores Eduardo Iturbide y Juan Asónsulo, para transportar en -
 carros de cuatro ruedas tiradas por bestias mulares, las pa--
 cas de algodón de la planta despepitadora de su propiedad ins-
 talada en la Hacienda de San Vicente, Michoacán, hasta la Es-
 tación de Ferrocarril de la Madrid. Los expresados señores --
 fueron los primeros en atravesar el valle y llegar a dicha ha-
 cienda, a bordo de un automóvil "Packard", al cual le prote--
 gían las llantas con coyunturas de cuero, para evitar las pon-
 chaduras de las espinas.

En 1918 Dn. Jesús Alvarez estableció servicio de pasaje-
 a la Estación del Ferrocarril en un pequeño vehículo, sin em-
 bargo se les considera como pioneros de los transportes a don
 Pedro Virgen y Gregorio Hernández, quienes en 1923 trajeron -
 un camión Ford de pedales, viéndose la necesidad de aumentar-
 después con otro vehículo más.

Pasada la rebelión huertista, el señor Francisco Buenros-
 tro estableció un servicio entre la Madrid y Tecomán, con un-
 camión marca "Reo", suspendiéndose por la revuelta cristera -
 en 1928. Al pacificarse en 1929 reanudó este servicio, Don --
 Juan Jiménez, continuándole en seguida varios permisionarios,
 hasta que se constituyó en 1941 la sociedad cooperativa de --
 Autotransporte Colima-Madrid-Tecomán-Cerro de Ortega, S.C.L.;
 que ha cubierto este servicio hasta la fecha. Llegando otras-
 líneas de primera y segunda clase.

El incremento a nivel estatal se puede valorar, con las-
 unidades registradas en los siguientes años:

	1945	1953	1970	1980
Automóviles particulares	35	130	1203	
Automóviles de sitio	5	15	40	
Camiones particulares (carga)	18	70	110	
Bicicletas	55	180		

Se han construido 12 km. también de terracerías de puerta de Caleras-Madrid y algunos otros caminos que se pueden -- apreciar en el mapa de carreteras.

La distancia por carretera a la ciudad de México es de - 798 km. por Tecalitlán y 747 km. por vía corta. Guadalajara - queda a 268 km. por Atenquique y la ciudad de Colima a 36 km. finalmente Manzanillo está a 65 km.

FERROCARRIL.- Es de vía ancha, rehabilitada, de las lí-- neas nacionales y corresponde al tramo Guadalajara-Manzanillo. La distancia que separa por ferrocarril con Colima y Guadalajara es de 35 km. y 295 km. respectivamente. Es considerable el volumen de los productos regionales al interior y exterior por este - medio de comunicación.

b) Correo, Telégrafo, Teléfono, Radio y Televisión

Se cuenta con administraciones de correos y telégrafos - nacionales que proporcionan toda clase de servicios inheren-- tes. La línea telegráfica hasta Cahuayana, fue inaugurada el - 27 de febrero de 1882.

El primer teléfono lo instaló Dn. Pedro Gutiérrez, a su rancho La Providencia en 1923 y enseguida tendió la línea pa-- ra otro aparato a la Estación. Para servicio de larga distan-- cia se estableció una caseta en la casa de Dn. Carlos Ceba--- llos y finalmente se dio servicio local en 1963. En la actua-- lidad Teléfonos de México, S.A. comunica a La Madrid con el - resto del país y del mundo. Su uso y utilidad se pone de mani-- fiesto con decir, que en el mes de diciembre de 1970 se cele-- braron allí, 2354 llamadas nacionales e internacionales.

Uno de los medios más veloces y efectivos, que llega en-- todo momento a los hogares es la radio. No cuenta con ninguna

radiodifusora local, pero alcanza a llegar la de Tecomán, de 5,000 watts de potencia, que trabaja en la frecuencia de 1,400 kilociclos, la que se escucha en una gran área que comprende al estado de Colima y grandes zonas de Jalisco y Michoacán. - Su programación es inteligentemente programada por su propietario Víctor Manuel Martínez Jiménez, tendiente a contribuir a la formación cívica, moral y cultural de sus habitantes. La señal de televisión se capta en forma irregular por no utilizarse el sistema de microondas que construyó la Secretaría de Comunicaciones.

En cuanto a lo que se refiere a la electrificación, la primera planta para el servicio de alumbrado la instaló el señor Jesús Alvarez en 1934. Posteriormente fue concesionario - el Sr. Antonio García Barragán y en seguida don Pedro Gutiérrez. La Comisión Federal de Electricidad suplió y mejoró el servicio al instalar una planta con motor diesel en 1948. La demanda máxima registrada por esta zona se estima en 2500 kw.

1.3 ESTUDIO SOCIOECONOMICO

A la fecha La Madrid se ha convertido en un importante - centro comercial, agricultor, ganadero, fruticultor, lo cual - le ha permitido impulsar incluso el tradicional comercio ha-- cia la zona limítrofe de Michoacán y el intercambio de produc-- tos.

Las negociaciones más importantes son: 17 tiendas de ro-- pa, 200 de abarrotes, 1 mercado público, 1 supermercado, 3 -- mueblerías, 3 ferreterías, 1 refaccionaria, 7 zapaterías, 5 - huaracherías, 3 farmacias, 2 farmacias veterinarias, 2 depósi-- tos de refrescos, 5 carnicerías, 8 lecherías, 2 expendios de-- alimentos para aves y cerdos, 5 mercerías, 2 sombrerías, 2 de-- pósitos de vino, 1 armería, 1 funeraria, 1 expendio de pintu-- ra y 1 de artículos deportivos. En el aspecto agrícola exis-- ten 2 establecimientos de maquinaria agrícola, 1 para venta - de insecticidas, 1 distribuidora de fertilizantes, 3 giros de compra y venta de plátano, 7 de compra y venta de limón y 1 - de coco.

Recientemente se organizó la H. Cámara de Comercio, con-- un número inicial de 35 socios.

El incremento comercial de esta municipalidad o entidad-- eminentemente agrícola ha sido acorde con el acrecentamiento-- de las áreas cultivadas y últimamente con la industrializa--- ción de sus productos, entre los que destacan los elaborados-- del limón, que entran a formar parte de nuestro comercio exte-- rior, reportando así divisas para el país. También se ha esta-- do exportando al extranjero plátano roatán y otras variedades, sin embargo, la principal venta de los productos se hace al - interior de la república y a los estados fronterizos a donde-- se envía el plátano enano, limón y aceite de coco.

A la fecha las principales empacadoras de limón más impor-- tantes son: Limones Sevilla, Limones Ibarra y Limones La Luz-- Alvarez Hnos.

Los pobladores de la Madrid utilizan el ferrocarril para fines comerciales, desde hace 60 años; pero fué a partir de 1954 con la construcción de la carretera nacional cuando se tuvo un medio más efectivo para dar salida a los productos.

Las actividades bancarias, como las comerciales, están íntimamente ligadas con el desarrollo de la producción. El auge de La Madrid inicialmente se promovió con créditos que otorgó en forma ilimitada el Banco Agrícola, posteriormente el Banco Ejidal y algunas otras instituciones privadas. En igual forma el Banco Agropecuario estuvo facilitando algunas cantidades considerables de dinero para el desarrollo del plátano, siembras de limón, cultivo de la palma de coco, compra de maquinaria para trabajar la tierra, para el desarrollo de la avicultura apicultura, para la extracción y explotación de algunos metales, la perforación de pozos, introducción de drenaje, establecimiento de algunos canales y zanjas, mejoramiento de praderas, fertilización en general a todos y cada uno de los cultivos, etc. etc.

En el año de 1960 el 32.70% de la población de la república, se clasificó como económicamente activa, pero en La Madrid esa cifra sólo llegó al 30.31%. De esa población que labora se estima que el 53.7% se dedica a la agricultura.

El sector más organizado y numeroso es el obrero, que agrupa la Federación de Obreros y Campesinos (CTM), fundada en 1962. La CROM la Confederación Revolucionaria de Obreros Mexicanos, tiene tres grupos que agrupan a 130 miembros. C.N. O.P. La Federación de Organizaciones Populares de Colima, está representada por la liga de esta entidad, con 8 grupos que cuentan con 253 elementos.

La Madrid al igual que Manzanillo, Armería, Cihuatlán, Tecomán y Coahuayana Michoacán, forman la zona económica núme

ro 51, en las cuales fueron establecidos salarios mínimos generales y para trabajador del campo, en los bienios 1954-55 a 1970-1971, en la forma siguiente:

Períodos	Salario general (peso)	Incremento (peso)	%	Salario campo (peso)	Incremento (peso)	%
1954-1955	7.58	-	-	6.02	-	-
1956-1957	8.33	0.75	9.9	7.97	1.95	32.4
1958-1959	11.12	2.79	33.5	9.67	1.90	23.8
1960-1961	11.45	0.33	3.0	11.62	1.75	17.7
1962-1963	13.00	1.55	13.5	13.20	1.30	11.2
1964-1965	16.50	3.50	26.9	16.00	3.08	23.8
1966-1967	19.20	2.70	16.4	18.60	2.60	16.3
1968-1969	23.00	3.80	19.8	21.50	2.90	15.6
1970-1971	26.50	3.50	15.2	24.75	3.25	15.1

Los salarios mínimos profesionales en 1972-1973, fluctuaban desde \$ 36.60 un dependiente de farmacia hasta los \$41.75 de un oficial mecánico en la reparación de automóviles y carros.

Según estimaciones realizadas en monto de los ingresos - por familia era de:

Ingresos hasta	\$	500	el	19%
Ingresos de \$ 500.00 hasta	\$	1,000	el	38%
Ingresos hasta de	\$	3,000	el	36%
Ingresos de más de	\$	3,000	el	7%

Lo anterior significaba que el 57% de las familias tenían ingresos hasta \$ 1,000.00 mensuales y, que sólo el 43% restante recibían ingresos mayores que esa cifra.

El presupuesto familiar es distribuido más o menos en la siguiente forma:

CONCEPTOS	ZONA URBANA	ZONA RURAL
1. Alimentación	60.00%	68.60%
2. Vivienda	10.90%	1.80%
3. Vestido	7.60%	7.10%
4. Artículos de aseo	3.00%	3.00%
5. Médicos y medicinas	4.60%	4.10%
6. Otros	13.60%	15.40%

El hecho que un alto porcentaje tuviera percepciones entre mil y tres mil pesos, en el año de 1973 se debía a que en el campo, tanto asalariados como propietarios, preferían el sistema de tareas o destajos y es así como un cortador de coco alcanzaba percepciones semanales que fluctuaban entre \$250.00 y \$400.00; un sacador de copra desde \$140.00 hasta \$450.00; cortando limón (8.00 la reja) una mujer podía ganarse de \$24.00 a \$32.00 diarios y un chamaco un mínimo de \$12.00. Los tractoristas ganaban \$30.00, ya que se ha seguido un sistema viciado de utilizar gente improvisada para ese empleo de tanta responsabilidad, puesto que se les confía una maquinaria costosa, que requiere cuidados y conocimientos.

La alimentación básica es el maíz, el frijol, la leche, el pan, la carne de res, cerdo y el pescado. El vestido que se usa, está adaptado al clima por lo que resulta económico, pues en el hombre se compone de camisa manga corta, pantalón y el huarache, que cada día va siendo reemplazado por el zapato. La mujer realmente ha resultado favorecida con la falda corta, en relación con el clima.

En cuanto a la higiene pública se refiere, puede decirse que no se le ha prestado la debida atención, de parte de las-

autoridades respectivas, circunstancias que parece estar -- agravando más con la construcción de más chozas y casas, con pisos de tierra que carecen de los servicios más elementales -- como el agua, drenaje, además que en un 55% las calles están -- sin pavimentos y sin banquetas.

El clima obliga a que en cierta forma a que la mayoría -- de los habitantes se bañen tres veces por semana, no así los -- trabajadores del campo que lo hacen cada 8 días, con excep--- ción de los jóvenes que tienen marcada tendencia a mejorar -- los hábitos higiénicos. Se cuenta con un centro de salud con -- tres camas atendido por un pasante de medicina, una enfermera y un auxiliar de enfermería.

Finalmente con relación a los salarios actuales es muy -- variado, ya que los que trabajan en el campo por tareas o por día ganan sobre la base de \$6,450.00 diarios, los tractoris-- tas \$10,000.00 diarios, los cortadores de coco se les paga en -- tre \$6.00 y \$6.50 cada pieza (coco); a los cortadores de li-- món a \$1,000.00 por cada reja promedio, dependiendo del pre-- cio que en el mercado exista.

Por regla general se está siguiendo el sistema de substi-- tuir la palma de coco enferma o muerta por la de frutales, ya que el tiempo requerido por la palma de coco para empezar a -- producir y ser costeaable fluctúa entre los 8 y 10 años poste-- rior a la siembra de la misma.

Para poder estimar la producción de palma, diremos que -- cada palma produce 75 cocos al año, los que dan 15 kilogramos de copra seca, siendo muy conservador este cálculo, ya que en la actualidad existen plantaciones que dan hasta 200 cocos y -- hasta 40 kilos de copra seca siempre y cuando se estén regan-- do y fertilizando periódicamente (2 a 3 veces al año) con los consecuentes costos.

En 1954 fue traída al valle de La Madrid semilla de una nueva variedad de cocotero denominada "palma de la India", -- misma que era menos resistente a las plagas y enfermedades como se ha podido probar; la relativa ventaja es que esta nueva variedad empieza a producir 2 ó 3 años antes que la anterior, pero en cuanto al tamaño y cantidad de copra es en un 30% menor.

El precio medio anual de la copra en la historia ha fluctuado como sigue:

AÑOS	PESO POR TONELADA
1943	900.00
1944	1134.30
1945	1438.31
1946	1642.50
1947	1868.08
1948	1542.46
1949	1863.00
1950	1600.00
1951	1872.50
1952	2041.77
1953	1369.25
1954	1648.88
1955	2041.04
1956	2033.06
1957	2072.75
1958	2402.99
1959	2196.67
1960	2364.43
1961	3210.80
1970	3400.00
1980	77000.00
1986	180000.00
1988 (Mayo)	850000.00

En la actualidad el cultivo de cocotero se ha venido desarrollando principalmente en los Estados de Campeche, Tabasco, Yucatán, Guerrero y Colima. Dentro del estado de Colima es Tecomán, quien tiene la mayor producción en el estado; ocupando el estado en sí el 89.46% de la producción total de la república mexicana.

El llamado limón mexicano, botánicamente hablando, no es un limón sino una lima agria, cuyo nombre técnico es lima citrus arauti-foliaswingle; pero con el nombre de limón mexicano no se ha impuesto en el mundo por su magnífica calidad.

El estado de Colima y en particular la región de La Madrid, reúnen las condiciones ecológicas necesarias para su desarrollo, como son los factores geográficos, meteorológicos y la composición de los suelos.

El cultivo intenso del limón se inició en 1920, presentándose en 1940 la "mosca prieta" y la afectó seriamente. Ese problema fue superado usando el control biológico de la "avispa dorada de Panamá" y otros parásitos, de tal manera que para 1950 había nuevamente en el estado dos millones de árboles, que colocaron a Colima y principalmente a Tecomán como primer productor de limón en el mundo, superando así a la región del Mediterráneo. Mas cuando llegó el ciclón de 1959 y arrasó un alto porcentaje de los limoneros de la costa.

En los años de 1953 y 1954 una nueva crisis afectó a los productores en virtud de que el limón perdió su valor como fruta, tanto en el mercado nacional como en el extranjero, debido a que las ofertas separadas de los productores habían hecho bajar el precio hasta un punto francamente incosteable.

Por otra parte, para la industria local, llegó a tener en esos años un precio de \$0.07 por kilogramo, con lo que só-

lo se cubrían los gastos del corte. Muchos tumbaron sus plantaciones para sustituirlas por otros cultivos, pero los hermanos Ingenieros Napoleón y Antonio Ramos Salida, encabezaron a un grupo de productores de limón y constituyeron la "Unión de Crédito Agrícola de Productores de Limón del Estado de Colima, S.A. de C.V.", la que facilitó la obtención de créditos para sacar adelante la formación de sus ranchos y ofrecer mancomunadamente al mercado su producción de limón. Bajo su patrocinio se constituyó la empresa industrial "Cítricos de Colima, S.A." que llevó sus beneficios incluso a los demás productores, elevando el precio del limón industrial que en 1955 fluctuó entre \$0.07 a \$0.18 el kilogramo al de \$0.55 y \$0.80- que tuvo en 1967.

En los últimos años se despertó nuevamente el interés -- por la siembra del limón, pero ahora sobre bases más firmes, -- ya que se industrializa en un 70% y el 30% restante se envía como fruta al interior y exterior del país.

Pero lo más grave es que los norteamericanos también están sembrando limón en Las Antillas, Haití, Perú, Venezuela -- y el norte de Africa. Los agricultores de La Madrid han organizado ya asociaciones municipales y estatales y la propia Unión de Productores de Limón, a fin de unificar su forma de actuar y defender sus intereses de pequeños propietarios y -- ejidatarios.

1.4 CLIMATOLOGIA

El clima es determinado por un conjunto de factores y -- elementos, tales como la latitud geográfica, altitud, relieve flora, lluvia, vientos, humedad atmosférica, etc.; pero lo -- más importante es que el clima se convierte en un factor de -- las actividades económicas del hombre, influyendo sobre todo -- en la agricultura, en la ganadería haciendo posible cierta va -- riedad de pastos y forrajes en el suelo y también en la explo -- tación forestal.

Las temperaturas registradas en los últimos años en cier -- tos meses fueron los siguientes, en grados centígrados:

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN GRADOS CENTIGRADOS REGISTRADAS

AÑO	E	M	M	J	S	N	D	ANUAL
1952	24.1	22.6	26.0	26.9	26.1	25.1	23.2	25.2
1954	24.2	23.8	27.2	28.1	27.9	26.2	24.2	26.3
1956	23.2	24.2	26.5	28.0	27.5	26.2	24.0	25.9
1958	23.9	24.7	26.1	29.6	28.9	26.8	26.4	27.1
1960	24.8	25.2	28.2	28.4	28.5	27.4	25.1	26.9
1962	24.1	24.0	27.2	27.8	27.7	26.9	24.5	26.4
1964	23.4	24.0	25.0	28.2	27.5	25.6	25.2	25.5
1966	24.6	24.0	26.3	29.0	27.4	27.2	26.9	26.6
1968	24.1	24.2	25.2	27.7	27.0	27.3	25.3	25.7
1970	24.7	22.3	25.6	26.9	27.6	27.1	26.2	25.4
1975	21.9	23.3	25.6	27.7	27.9	28.0	26.0	25.8
1978	25.4	22.3	25.2	25.9	26.4	26.9	26.3	25.3
1981	22.4	23.8	24.4	28.8	28.3	27.6	27.0	26.1
1983	27.7	27.4	27.4	27.7	28.9	29.9	29.5	28.4
1985	22.2	24.5	26.4	28.6	28.7	28.6	24.6	26.4
1987	27.7	27.8	28.9	28.9	-	-	-	-
PROM.	24.3	24.2	26.3	28.1	27.7	27.1	25.6	26.2

Pero en términos generales, se puede considerar esta entidad con un clima cálido y que tiene una temporada de lluvias en los meses de junio y julio, habiendo llegado a alcanzar en promedio de precipitación de 711 milímetros.

Del gran número de ciclones registrados a partir de 1930, solamente ocho han atacado la zona costera de Colima y los estados vecinos de Michoacán y Jalisco, siendo los siguientes:

FECHA DEL CICLON	CARACTERISTICAS
21 de Octubre de 1930	Directo, costas de Mich.
29 de agosto de 1932	Directo, costas de Mich.
26 de agosto de 1935	Costero, costas de Mich.
26 de octubre de 1939	Costero, costas de Jalisco
5 de julio de 1941	Directo, costas de Jalisco
8 de septiembre de 1944	Costero, costas de Mich. y Jalisco y Colima
16 de octubre de 1955	Directo, costas de Colima
27 de octubre de 1959	Directo, costas de Colima

Con relación al ciclón de 1959, afirman los técnicos que las avenidas registradas en el río Coahuayana de $17,00 \text{ m}^3$ por segundo, es comparable a las de condiciones extraordinarias registradas mundialmente.

La precipitación máxima en 48 horas con motivo del citado ciclón, fue de 625 mm. en esta región de La Madrid.

Tradicionalmente ha sido un factor desfavorablemente especialmente para los cultivos de temporal; el hecho de que la precipitación pluvial es muy irregular como se puede apreciar en los cuadros sinópticos. Para contrarrestar estos períodos de sequía, que las gentes del campo denominan "La calma de la virgen" en el mes de julio (cuando más lo necesitan), en 1953

se realizaron ensayos para provocar lluvia artificial en el valle, utilizando aviones que envió la Fuerza Aérea para arrojar hielo seco sobre las nubes cargadas de humedad, sin resultado positivo, como los obtenidos aún en forma limitada en el centro del país y sobre todo en los Estados Unidos.

Otro de los factores que influyen en el clima de La Madrid es que esta zona está sujeta a la mecánica climática de los vientos provenientes del mar (sur), al calentarse la tierra en el día y vientos del norte hacia el océano, al enfriarse la tierra en las primeras horas del día siguiente. También influyen en el sentido positivo, la reforestación que se ha realizado con la siembra de palmas y demás cultivos cíclicos que han convertido esta zona en un gran espacio verde.

Es muy común, especialmente entre las personas que radican en las grandes ciudades, creer que se está operando una alteración radical del clima. Efectivamente, en esos centros urbanos, son diversos los factores que contribuyen para esta modificación, desde el aumento de calor por el pavimento hasta las múltiples formas de contaminación ambiental. Sin embargo, cabe recordar que "el primer factor del clima es la energía solar y mientras ésta no cambie sensiblemente y no cambiará en un período geológico, no hay razón para superar cambios de clima radicales".

Dada la importancia que representa el agua, creo interesante incluir además de los cuadros sinópticos de la lluvia en la región sobre las precipitaciones medias anuales en un largo período de tiempo; así se podrá apreciar lo variable -- que es en México, ya que la precipitación media y a un período abundante de lluvias, suele suceder uno de sequía y viceversa.

Al referirme a los climas, creo oportuno agregar además,

éstos "influyen enormemente sobre los individuos y los pueblos" sobre su habitación, su vestido, su alimentación, sus enfermedades y aún sobre "la manera de ser" de las gentes, su "psicología". Recordemos, por ejemplo, la enorme diferencia entre el "igloó" (casa de los esquimales) y la choza de los negros africanos; entre el vestido de los japoneses y el de los habitantes de las regiones tropicales, entre el modo calmoso, la parsimonia y la "flema" de los que viven en regiones frías y la locuacidad, la vivacidad y la efervecencia de carácter de los que nacieron en el trópico. La "patología" de las regiones más allá de los círculos polares es completamente distinta de la que reina en las comarcas cálidas, etc."

En síntesis, el clima de La Madrid es: semiseco, con invierno y primavera secos, tropical, sin estación invernal --- bien definida, o sea tropical lluvioso (con lluvias en verano).

LLUVIA MENSUAL REGISTRADA EN m. m. EN LA ESTACION TERMOPLUVIOMETRICA DE LA MADRID.

AÑO	B	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1942											28.6	100	
1943	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	88.8	144.6	139.3	140.3	92.9	0.0	61.1	614.8
1944	6.1	14.5	24.0	0.0	0.0	6.9	145.8	218.0	207.0	0.0	8.5	0.0	630.8
1945	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.4	108.3	204.8	5.0	37.0	0.0	0.0	375.5
1946	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	108.0	65.5	169.0	132.0	83.0	15.0	539.0
1947	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4	65.0	177.5	75.0	62.0	35.0	40.0	190.2
1948	15.0	0.0	18.0	0.0	0.0	145.5	217.0	109.3	320.5	25.0	10.0	0.0	860.5
1949	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.0	144.0	56.4	194.9	92.9	21.4	6.1	563.7
1950	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	173.7	108.3	60.9	230.2	82.3	0.0	0.0	633.4
1951	0.0	0.0	0.0	0.0	51.6	131.1	107.8	165.9	373.4	50.4	37.2	0.0	517.5
1952	0.0	11.0	0.0	0.0	35.6	130.3	237.5	87.4	354.0	13.0	0.0	0.0	869.9
1953	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91.0	33.0	113.5	0.0	101.5	0.0	0.0	339.0
1954	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	88.1	93.6	229.2	411.6	81.2	7.0	0.0	917.6
1955	14.2	Inap	0.0	0.0	0.0	17.0	299.9	335.4	209.2	202.7	18.3	0.0	1096.9
1960	6.0	0.0	0.0	0.0	23.9	198.3	300.7	147.6	95.6	8.2	2.3	0.0	775.9
1970	0.0	0.0	0.0	0.0	Inap	95.8	126.1	98.7	105.2	83.7	24.1	1.3	534.9
1980	49.3	10.6	8.0	0.0	Inap	105.6	126.7	142.4	209.7	112.2	116.5	34.7	907.7
1985	Inap	0.0	0.0	105.4	Inap	165.6	67.9	44.4	212.6	402.8	Inap	0.0	998.7
PROM	6.1	2.1	2.5	6.2	6.9	88.1	144.6	139.3	194.9	92.9	21.4	6.1	711.1

MANUAL INFORMATIVO DE LA SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO
 MANUAL INFORMATIVO DE LA SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO

1.5 ESTUDIO HIDROLOGICO

En el caso concreto de la entidad de La Madrid Colima, - el agua con la que subsiste y se abastece desde hace más de - 20 años, es debido a los dos sistemas de captación con la que goza dicha población:

1.- Un pozo profundo perforado hace más de 10 años, el - cual tiene una profundidad de aproximadamente 60 metros su zo - na de bombeo, se localiza a unos 50 metros obteniéndose dos - litros por segundo de agua de mala calidad, estando equipada - con una bomba de 3"

2.- Cuentan además con un manantial localizado a 5 kiló - metros de la población, en las faldas del cerro denominado -- "El Aguacate", hace cien años se hizo un canal a cielo abier - to para poder ser transportada el agua a la Hacienda del po - blado, siendo considerada desde aquella fecha hasta la actua - lidad como la principal fuente de abastecimiento de este lu - gar.

Reconstruyendo con una cierta periodicidad el sistema y - entubando las partes más dañadas se ha conservado dicha obra; pero desgraciadamente en estos tres últimos años se ha desmon - tado grandes extensiones del cerro y ha ocasionado que dicho - manantial casi se vea desaparecido, por lo que a las últimas - fechas el mantenimiento y sostenimiento está resultando incog - teable para los pobladores y para la cabecera municipalidad a que corresponde, Tecomán, Colima.

Finalmente, señalaré, que muy cercano al poblado de La - Madrid pasa el río Armería, el cual tiene las siguientes ca - racterísticas:

1.6 LA FLORA

La vegetación que predomina en los cerros y sus estribaciones es arbórea tipo del monte bajo, así como arbustiva, -- propia de la región cálida, como el Xolocuahuitl, habillo, -- brasil, guásima, tepemezquite, azmol, llorasangre, parota, mojo o tapomo, sangre de toro, listoncillo, lengua de vaca, guayacán, coral, sangualica, moralete, cuero de venado, zapotillo, timúchil, tepehuaje, primavera, rosa morada, otate, etc. En otra sección es donde se ha aprovechado la tierra para fines agrícolas, sin embargo, en la parte arcillosa ubicada al-Suroeste, existe vegetación de tipo arbustivo como el tipo de huizache, cactus, cuatecomate y herbáceas, como gramíneas, leguminosas y muy particularmente en las zonas salinas, yerbas-halófitas cuyo sabor es completamente salobre. También se encuentran las higuierillas en la zona del Bajío, que seguramente fue cause de un brazo del río Armería en épocas remotas.

Podría decirse que la parte del valle fue reforestada -- con las plantaciones de palmeras, plataneras, frutales y otra gran variedad de cultivos.

1.7 LA FAUNA

En lo general la fauna existente, es la propia de la vertiente del Pacífico y estas latitudes, tanto en lo relativo a los mamíferos como aves, reptiles, arácnidos, insectos; los peces del río, caimanes en esteros y lagunas e inclusive la marítima.

Se ha logrado ver el jaguar o tigre americano, la onza, el puma o león americano, los que realizan incursiones atravesando la carretera para pasarse de una montaña a la otra. -- Igualmente habitan allí, el jabalí, el coyote, venado cola; -- diversas clases de tejón, el gato montés, ardillas, armadillo, tlacuache, zorrilla, tuza, tesmo y de manera especial la iguana, la cual existe en una muy grande cantidad. El tordo y la rata de campo constituyen una gran plaga que es una constante amenaza contra los cultivos.

Entre las aves tenemos la güilota, chachalaca y las diversas variedades que se desarrollan en el litoral y lagunas, debido a que en su mayor parte, la planicie costera está cubierta de cultivos, las especies cinegéticas han disminuido considerablemente, sin embargo el venado y otros animales tiene necesidad de bajar de las zonas montañosas a las lagunas de Amela y Alcuahue, que han sido sus tradicionales abrevaderos.

Dadas esas condiciones especiales, el Club Cinegético -- "Colima" de la ciudad de Colima, desde hace varios años ha gestionado ante la Dirección General de la Fauna Silvestre, -- fueron declaradas zonas de refugio estos sitios.

Recientemente el mismo Club amplió su petición, en el sentido de que se declare una veda total en el estado de Colima por cinco años, tendiente a evitar la extinción de las especies, por los batallones de cazadores furtivos, que no ven en la caza un deporte o un medio de subsistencia, sino que tratan de exterminarlas.

1.8 PATRONES EDUCATIVOS
Y CULTURALES

Este punto ha sido un gran problema que esta entidad no ha podido superar del esfuerzo de algunos sectores de la población minoritarios, ya que la mentalidad que se tiene sobre las escuelas es de que únicamente sirven para perder el tiempo y evitan que el hijo de familia no colabore con el propio sostenimiento de la economía familiar; en la actualidad cuentan con una escuela primaria que cuenta con 7 aulas y 9 maestros estando registrados 469 alumnos, de los que el 30% son alumnos irregulares desde el punto de vista de las asistencias y cumplimientos de trabajos; existe una secundaria con 201 alumnos inscritos en los distintos grados, contando el plantel con 4 aulas exclusivamente y 5 maestros.

Finalmente, son escasamente unas 10 personas las que van a la escuela de Agricultura a la ciudad de Tecomán, Colima; en donde están recibiendo una educación media superior y preparándolos como técnicos en Agricultura y en Ganadería.

Las personas en forma más directa han estado participando de la mejor forma posible se pueden enumerar a: Profr. Miguel Rodríguez Rodríguez, Profr. Edmundo Huerta Duarte, Sra. Angela Salazar Vda. de Cabrera, entre otras.

A últimas fechas se han emprendido campañas intensivas por varios centros educativos cercanos a La Madrid con la intención de alfabetizar a la mayor cantidad de habitantes de esa región, entre ellos y principalmente está el Instituto Autónomo de Educación de Tecomán, A.C. (I.A.E.T.A.C.) ubicando en el Km. 1 carretera costera Tecomán-Playa Azul en coordinación con el D.I.F. (Desarrollo Integral de la Familia) Estatal y Municipal; así como la captación de alumnos para la debida preparación tanto a nivel medio como superior en el propio I. A.E.T.A.C.

2. POBLACION FUTURA

2.1 DATOS CENSALES

AÑO	NUMERO DE HABITANTES
1960	1460
1970	2309
1980	6723

Nota: El cálculo de la población futura se calculará estimándose hasta el año 2000.

Nos valdremos de dos tipos de métodos: Análiticos y Gráfico. Los métodos son los siguientes:

- a) Aritmético
- b) Geométrico
- c) Incremento
- d) Interés compuesto

Los métodos gráficos es el siguiente:

- a) Prolongación de la curva de crecimiento.

2.2 METODOS ANALITICOS

a) Aritmético:

$$\begin{array}{r} 1960 - 70 = 2309 - 1460 = 849 \\ 1970 - 80 = 6723 - 2309 = \underline{4414} \\ \text{Suma} \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 5263 \end{array}$$

$$\text{Promedio} = \frac{5263}{2} = 2631.5/\text{Década}$$

$$\text{Incremento anual} = \frac{2631.5}{10} = 263.15$$

+ para el año 2000:

$$6723 + 20 (263.15) = 11,986 \text{ habitantes}$$

b) Geométrico

$$\% = \frac{Pf - Pi}{Pi} \cdot 100$$

$$\% 60 - 70 = \frac{2309 - 1460}{1460} \cdot 100 = 58.15\%$$

$$\% 70 - 80 = \frac{6723 - 2309}{2309} \cdot 100 = 191.16\%$$

$$p = \frac{58.15 + 191.16}{2} = 124.66\%$$

$$\% \text{ Anual} = \frac{124.66}{10} = 12.46\%$$

= Para el año de 1981

$$12.46 = \frac{X - 6723 \cdot 100}{6723} \text{ por lo tanto } X = 7561$$

$$\text{Incremento anual} = 7561 - 6723 = 838 \text{ hab/año}$$

+ Para el año 2000

$$2000 = 6723 + 838 (20) = 23,483 \text{ habitantes}$$

c) Incrementos

AÑO	HABITANTES	INC/PERIODO	DIF
1960	1460	849	
1970	2309		3565
1980	6723	<u>4414</u>	
		5263	

$$\text{Promedio de los incrementos por periodo} = \frac{5263}{2} = 2632/\text{Década}$$

$$P_{1990} = 6723 + 2632 + 3565 = 12,920$$

$$I_{80-90} = 12,920 - 6723 = 6197$$

$$P_{2000} = 12,920 + 6197 + 2632 = 21,749 \text{ habitantes}$$

d) Interés compuesto

$$C_f = C_s (1 + r)^n \quad \text{donde}$$

$$P_f = P_i (1 + r)^n$$

P_f = Población futura
 P_i = Población inicial
 n = Número de datos

$$r = \sqrt[n]{\frac{P_f}{P_i}} - 1$$

n = Número de años

$$r_1 = 10 \frac{2309}{1460} - 1 = 0.0469046$$

$$r_2 = 10 \frac{6723}{2309} - 1 = 0.1127918$$

$$r = \frac{0.469046 + 0.1127918}{2} = 0.0798482$$

$$P_{2000} = 6723 (1 - 0.0798482)^{20} = 31,248 \text{ habitantes...}$$

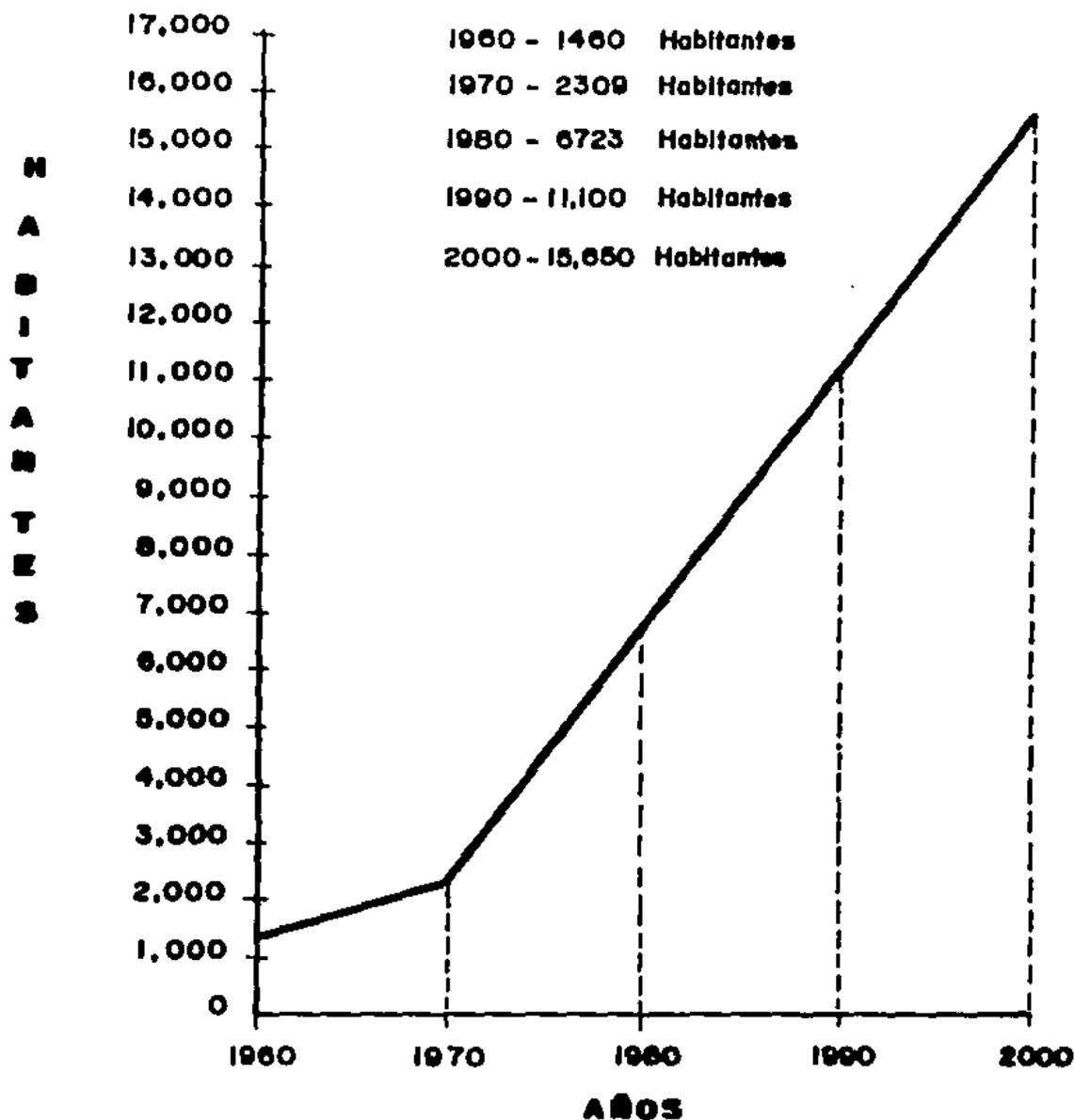
3.3 METODO GRAFICO

a) Prolongación de la curva de crecimiento

AÑO	NUMERO DE HABITANTES
1960	1460
1970	2309
1980	6723

PROLONGACION DE LA CURVA DE CRECIMIENTO

44



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
TESIS PROFESIONAL

OSCAR A. AVALOS V. PROLONGACION DE
LA CURVA DE
CRECIMIENTO

No. Lám. 1

2.4 POBLACION FINAL DEL PROYECTO PARA EL AÑO 2000

Esta población de proyecto para el año 2000, resulta del promedio de los cinco métodos usados anteriormente y es como sigue:

$$P_{2000} = \frac{11,986 + 23,483 + 21,749 + 31,248 + 15,650}{5}$$

$$P_{2000} = 20,823 \text{ HABITANTES}$$

3. CALCULO DE CAUDALES

3.1 DOTACION ESPECIFICA

El agua se suministra a una población. Se clasifica de acuerdo a los usos y empleos que se le den y con ello se considerará la cantidad adecuada y necesaria por habitante y por día; dichos usos principales son los siguientes:

+ USOS DOMESTICOS

Este uso se considera de 38 a 150 litros por habitante y por día y nos representa un 30% de la dotación específica.

+ USO COMERCIAL E INDUSTRIAL

Se considera también el 30% de la dotación específica.

+ USOS PUBLICOS

Se considera de 40 a 45 litros por habitante y por día.

+ PERDIDAS Y FRAUDES

Se considera del 2 al 10% de la dotación específica, dependiendo del control del propio sistema de abastecimiento.

+ DOTACION PARA INCENDIOS

Está dada por la fórmula siguiente:

$$Q = 4080 (P)^{0.5} [1 - 0.01 (P)^{0.5}]$$

de donde

Q = Gastos de litros por minuto en un periodo de 10 horas
P = Población en miles de habitantes

De acuerdo al número de habitantes y a la situación climatológica del lugar, fijaremos la dotación específica de --- acuerdo a la siguiente tabla:

DOTACION ESPECIFICA. LITROS/HABITANTES/DIA

No. HABITANTES	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
1 a 2000	50	100	150
2000 a 5000	100	150	200
5000 a 20,000	150	200	250
Más de 20,000	200	250	300
Tipo de clima	FRIO	TEMPLADO	CALIDO

Dado que la población donde vamos a efectuar el proyecto es de clima cálido en forma general y las condiciones del lugar son muy deplorables, determinaremos nuestra dotación específica como 300 lt/hab/dfa.

Hay muchos factores, como el clima, tamaño de la ciudad, estándar de vida, grado de industrialización, tipo de servicio (con o sin medidor), riego de jardines, presión y calidad del agua; que influyen en la cantidad de demanda de agua.

La presencia de industrias suele aumentar el uso total de agua por persona, pero disminuye la fluctuación en la demanda. Puede hacerse una buena estimación de la demanda potencial de agua industrial, relacionando la demanda con el porcentaje de terrenos destinados a usos industriales.

En los climas cálidos y secos hay mayor demanda de consumo de agua, por el riego de jardines y el aire acondicionado. La demanda de agua está relacionada con los medidores, costos, y presión del agua. El uso de medidores reduce el consumo en-

tre 10 y 25%, por el aumento en el costo total a los consumidores si siguen usando el agua como si no tuviera medidor. -- Las altas presiones de agua aumentan la demanda debido a que hay mayores fugas en las tuberías principales, válvulas y llaves en general. Normalmente se ha observado si aumenta el costo del agua, se reduce la demanda.

Los volúmenes de demanda varían en las horas del día, -- del mes y por consiguiente del año.

3.2 CONSUMOS Y GASTOS

Considerada ya la dotación específica y la cantidad de habitantes para el año 2000 se obtendrán los diferentes consumos y gastos:

$$+ \text{Consumo medio/día} = \text{c.m.d.} = (\text{No. hab.}) (\text{D.E.})$$

$$\text{c.m.d.} = (20,823) (300) = 6'246,900 \text{ lts/día}$$

$$+ \text{Consumo medio/hora} = \text{c.m.h.} = \frac{\text{c.m.d.}}{24} = \frac{6'246,900}{24} =$$

$$260,287.5 \text{ lts/hr.}$$

$$+ \text{Consumo máximo por día} = \text{C.M.D.} = (\text{c.m.d.}) (\text{coef. var. diario}) = \text{C.M.D.} = (6'246,900) (1.8) = 11'244,420 \text{ lts/día}$$

$$+ \text{Consumo máximo por hora} = \text{C.M.H.} = \frac{\text{C.M.D.}}{24} = \frac{11'244,420}{24} =$$

$$468,517.5 \text{ lts/hr.}$$

$$+ \text{Consumo máximo horario en día de máxima demanda} = \text{CMHDMD} = (\text{C.M.H.}) (\text{coef. var. horario}) = (468,517.5) (2.5) = 1'171,293.8 \text{ lts/hr.}$$

$$+ \text{Gasto máximo diario en el día de máxima demanda} = \text{QMDDMD} = \frac{(\text{c.m.d.}) (\text{coef. var. diario}) (\text{coef. var. horario})}{(3600) (24)} =$$

$$\text{QMDDMD} = \frac{(6'246,900) (1.8) (2.5)}{(3600) (24)} = 325.36 \text{ lts/seg.}$$

$$+ \text{Gasto medio} = Q_m = \frac{\text{c.m.h.}}{3600} = \frac{260,287.5}{3600} = 72.30 \text{ lts/seg}$$

$$+ \text{Gasto máximo diario del día de máxima demanda} = \text{QMDDMD} = \text{QMDDMD} = (Q_m) (\text{coef. var. diaria}) (\text{coef. var. horario}) = (72.30) (1.8) (2.5) = 325.36 \text{ lts/seg.}$$

Nota: Los coeficientes de variación horario, así como el coeficiente de variación diario, fueron considerando alguna situación extraordinaria.

4. FUENTES DE ABASTECIMIENTO

4.1 POZO PROFUNDO

Existen tres tipos de fuentes de abastecimientos de agua las cuales son las siguientes:

1. Fuente de abastecimiento por aguas meteóricas
2. Fuente de abastecimiento por aguas superficiales
3. Fuente de abastecimiento por aguas subterráneas

Para nuestro caso muy exclusivo usaremos como fuente de abastecimiento, el de aguas subterráneas, ya que existen en abundancia y reúne las características deseables para su consumo.

Las aguas subterráneas constituyen importantes manantiales de abastecimiento de agua a una población. Son muchas las ventajas que se pueden obtener con este tipo de aguas, ya que la inmensa mayoría de ellas no requieren de mucho tratamiento aunque existen otras que si lo requieren por tener un considerable grado de contaminación. La temperatura es uniforme a lo largo de todas las épocas del año.

Su captación suele resultar más económica y las cantidades de agua es más segura, a tal grado que las sequías muy poco llegan a afectarle.

Del agua que cae sobre la tierra en forma de lluvia o en alguna de sus demás manifestaciones, se infiltra en el subsuelo para convertirse en aguas subterráneas. Además, parte de esa misma agua es utilizada por las plantas para poder desarrollar sus funciones propias, otra gran cantidad se evapora en forma de calor, otra parte, la higroscopia, no se evapora, sino que es retenida por el propio suelo. El resto del agua, por efectos de gravedad, desciende hasta las zonas inferiores hasta alcanzar algún estrato impermeable, escurriendo en dirección lateral hasta encontrar alguna salida.

La porción de tierra a través de la cual tiene lugar el movimiento lateral se le denomina zona de saturación y su agua es llamada subterránea. El estrato o formación portadora de agua constituye un acuífero.

El nivel freático es la superficie superior de la zona de saturación, a menos que el acuífero esté recubierto por un estrato impermeable. Dicho nivel libre suele fluctuar considerablemente.

Un largo período de sequía llevará probablemente a un descenso del propio nivel freático del pozo y viceversa, un exceso de lluvias lo elevará.

La transmisión del agua superficial se hará hacia el interior a través de estratos permeables o acuíferos hacia puntos de descarga entre los estratos impermeables, quedando en forma de agua confinada, es decir, bajo presión.

Si el estrato impermeable es agujerado mediante un pozo u otro tipo de perforación, el agua se elevará en el mismo nivel hasta una cierta altura, conocida como nivel piezométrico, llamada también nivel acuífero. Si el agua descurre a lo largo del acuífero los niveles piezométricos descenderán en dirección del flujo. La pendiente de estos niveles es el llamado gradiente hidráulico.

La construcción del pozo como fuente de abastecimiento es muy común en la mayoría de los pueblos y ciudades; para nuestro caso consideramos un pozo profundo como fuente de abastecimiento de la población de La Madrid.

Los pozos profundos tienen las ventajas de perforar capas acuíferas extensas circunstancias que evitan fluctuaciones rápidas en el nivel de la superficie piezométrica y dan

por resultado una superficie con un rendimiento uniforme y -- constante, además que puede ser una cantidad bastante considerable.

El agua profunda es adecuada para obtener una buena calidad sanitaria, al menos que esté contaminada por infiltraciones en las diversas capas acuíferas, por cavernas o figuras - en las rocas que las recubren, pero el agua que existe en esta zona a lo largo de los últimos años no se ha presentado dicho problema, pues la calidad es bastante aceptable.

Los inconvenientes que presentan es el alto costo que se origina la propia perforación y equipo que se necesita para - el pozo, pudiéndose correr el riesgo de que el agua que existe en el acuífero esté demasiado contaminado, o que presente cierta cantidad de sales y minerales no del todo saludable para los seres humanos.

Los pozos profundos se pueden construir por varios métodos, en los que destacan los siguientes:

a) El método normal o de percusión

Se va haciendo la perforación mediante un trepano o unacuchara de arena.

b) El método californiano.

Es muy parecido al de adema normal también llamado de tubos hincado.

c) Método rotativo

Es por el cual se va rotando una broca para triturar el material, el cual se le inyecta agua para sacar el material de la perforación.

d) Método por inyección

Consiste en estar inyectando agua a presión para con ello ir poco a poco perforando.

e) Método de corona de diamantes

Se usa este método para realizar perforaciones en terrenos muy rocosos con el auxilio de una corona de diamantes.

Debido a las características de nuestro terreno en el -- proyecto utilizaremos el método californiano o de tubos hincados, que consiste en ir introduciendo en el terreno por medio de un gato hidráulico un tubo de acero calibrado número de 10 a 14 de 60 cm. de diámetro. Se emplean de dos diámetros para que uno se deslice en el otro.

Ambos tubos se unen haciéndoles muecas con un pico y se añaden o hincan sucesivas longitudes de tubo, se extraen el material del interior por medio de una cuchara para arena.

Para extraer el agua subterránea que necesitaremos para abastecer la población en proyecto, nos valdremos de un pozo profundo como fuente de abastecimiento principal de nuestra población.

Cuando un pozo se pone en servicio, hay una succión de agua de sus alrededores y el gradiente hidráulico toma una -- pendiente hacia el pozo, formándose así un cono de depresión invertido. La base del cono se denomina círculo de influencia suponiéndose que en la circunferencia del círculo existe equilibrio, por lo que no habrá más descenso y toda el agua que pase a través del cilindro cuya base es justamente el círculo de influencia, será extraída del pozo.

La fórmula para calcular el caudal del pozo es la siguiente:

$$Q = \frac{(3.1416) (K) (P) (D^2 - d^2)}{\text{Ln. } (R/r)}$$

donde:

Q = Gasto proporcionado por el pozo

D = Desnivel entre el fondo del pozo y el nivel freático

d = Desnivel entre el fondo del pozo y el nivel del cono de abatimiento

R = Radio del cono de depresión

r = Radio del pozo perforado

P = Constante de permeabilidad del suelo

K = Constante de la propia fórmula

Habiéndose hecho las anteriores consideraciones, el cálculo del caudal del pozo profundo es el siguiente:

$$Q = \frac{(3.1416) (P) (K) (D^2 - d^2)}{\text{Ln. } (R/r)}$$

P = 0.30
K = 13
D = 100
d = 25
R = 220
r = 0.30

$$Q = \frac{(3.1416) (0.30) (13) (100^2 - 25^2)}{\text{Ln. } (220/0.30)}$$

$$Q = 17,410.08 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q = 201.50 \text{ lt/seg.}$$

Con los datos obtenidos del pozo nos da un gasto de ---- 201.50 lt/s que es mayor que el requerido en el gasto medio - que fue de 72.30 lt/seg. por tal motivo nuestro pozo resulta aceptable.

TABLA DE REGULACION DEL BOMBEO

A continuación se construirá una tabla de regulación que nos servirá para regular el flujo y la propia presión.

Para regular el flujo o consumo se hará por medio de un almacenamiento, para lo cual lo haremos construyendo un tanque de almacenamiento.

Para regular la presión se hará calculando las pérdidas de carga para encontrar la altura "H" y bombear el agua.

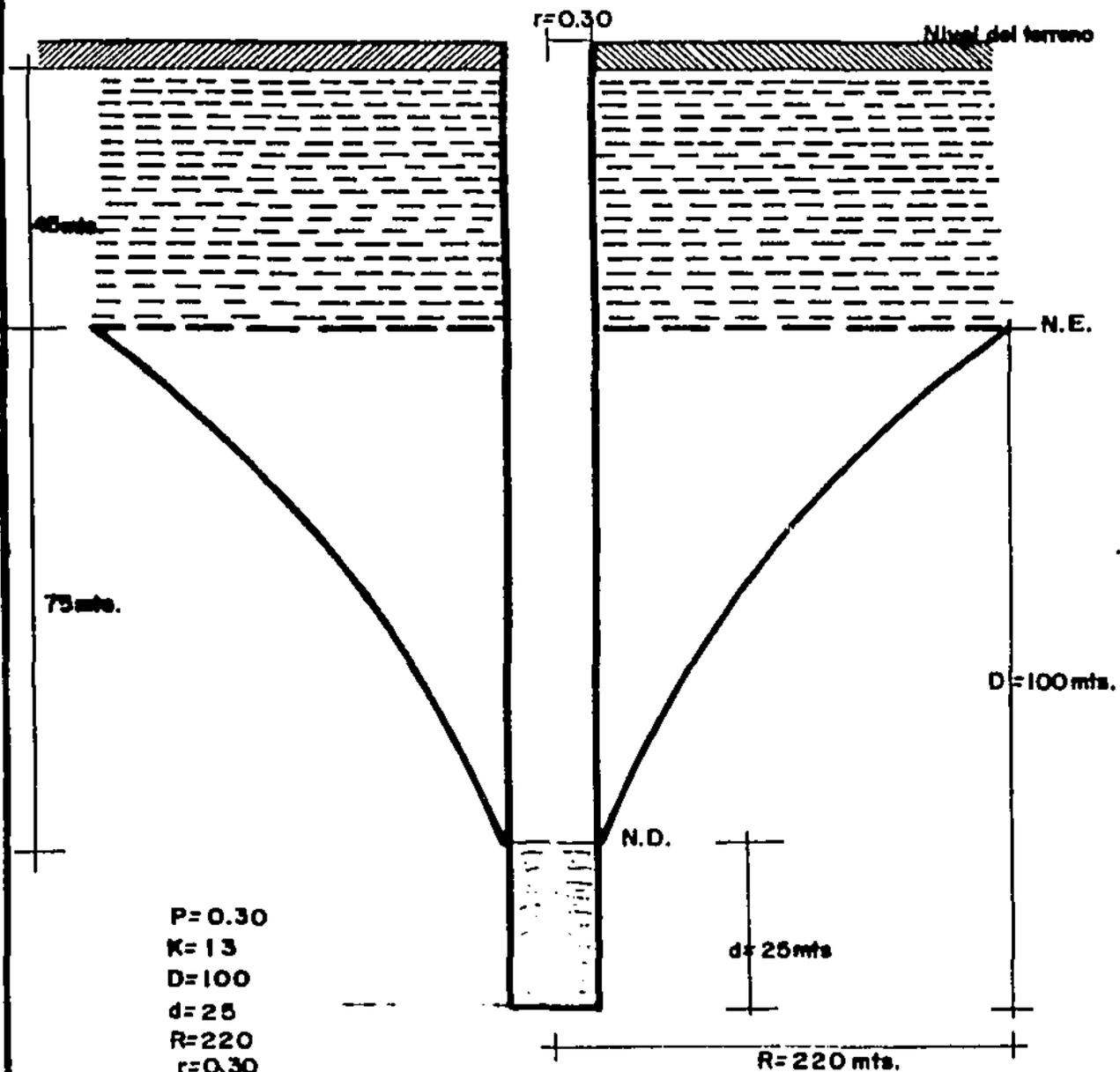
El tanque elevado nos regula el consumo y a la vez la presión.

		TAMAÑOS EFECTIVOS DE MATERIAL CIB.								
PORCIÓN P	C	MUY FINO (0.10)	FINO (0.20)	MEDIANO (0.30)	GRASO (0.40)	MUY GRASO (0.60)	GRANILLA		FINA	
							(0.80)	(1.00)	(2.00)	(3.00)
0.25	290	8	31	71	126	198	500	780	3100	7100
0.30	1330	13	53	120	213	333	851	1530	5300	12000
0.35	2000	20	80	180	320	500	1280	2000	8000	17700
0.40	2500	25	100	225	400	625	1600	2500	10000	32500

Tabla comparativa de valores de P Y K a diferentes tamaños de granos.

DISEÑO DEL POZO PROFUNDO

63



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
TESIS PROFESIONAL

OSCAR A. AVALOS VERDUGO DISEÑO DEL POZO PROFUNDO

No. LAM. 2

4.2 UBICACION

Debido a la gran cantidad de agua subterránea que existe en el poblado de La Madrid, Colima y, habiendo visto que prácticamente es un valle, consideré adecuada la ubicación del pozo que actualmente funciona y brinda este vital líquido a los pobladores de esta ciudad.

Es un pozo con magníficas características y que proporciona en forma adecuada y suficiente la demanda de agua requerida.

Dicho pozo lo tenemos ubicado entre la calle El Salvador y Colima según plano urbano de La Madrid.

Se tiene un programa bastante ambicioso y el mantenimiento es excelente.

4.3 ESTUDIO GEOLOGICO

Puesto que fue la era del cenozoico, de intensa actividad volcánica, la que originó la formación de las sierras Madres Occidental y del Sur, la considerará como el principio geológico de la región de Colima, pues se afirma que "estas cordilleras como resultado de plegamientos derivados de fenómenos orogénicos, que al fracturar la corteza dejaron paso a los magmas interiores que salieron al exterior modificando la superficie terrestre y definiendo el relieve actual. Además, el agua al infiltrarse en las grietas abiertas, llegó a los materiales ígneos para volver a la superficie como materiales termales, solfateras y aguas mineralizadas que fueron a depositar su solvencia. Parece ser que desde el principio del cenozoico se estableció el litoral del pacífico, de Colima a Oaxaca y el resto se fue transformando paulatinamente a su forma actual".

Basándose en la Carta Geológica de la República, se puede observar que el territorio colimense y particularmente la zona de La Madrid, Colima, tuvo su origen como sigue: la planicie costera en el paleozoico metamórfico y una pequeña zona de la cuenca del río Armerfa, pertenece al cenozoico superior, a través de derrames lávicos basálticos.

Las rocas ígneas o plutónicas de origen volcánico, son las que ocupan la mayor parte de la superficie de la entidad. Las rocas sedimentarias cuaternarias se encuentran igualmente en toda la región, formando capas arcillosas, areniscas y calizas. El cerro de Tecomán o San Miguel es un gran depósito de calizas del cretácico inferior, que han tenido influencia en los suelos llamados de montaña. En los cortes de la carretera nacional se aprecian a simple vista, los aglomerados o conglomerados de calizas o margas (calizas orgánicas). También están a la vista las calizas que muestran estructuras secundarias a base de plieguez sinclinales y anticlinales, pliegues secundarios, fracturas de crucero, etc., asimismo cali-

zas metamórficas, (yeso en grandes cantidades) y estructuras de formaciones de mármol derivada de calizas.

Los cerros aislados que se localizan en la planicie costera, están constituidos por rocas ígneas intrusivas del tipo microgabro o diabasas.

Como ya se indicó la planicie costera corresponde al --- pleistoceno y reciente, pues se trata de una gran terraza marina, formada por gravas, arenas y limos. Este plano costero que se ha dado en llamar el Valle de La Madrid, resultó por tanto de la emergencia del piso marino que formaba parte de la zona nerítica actual.

Al estudiar este aspecto, debemos tener presente la circunstancia de que esta zona, además de ser costera, es de origen volcánico y que las grandes erupciones de la Era Cuaternaria, cuyos vestigios aún podemos observar, han determinado un prolongado proceso de sedimentación a lo largo de las costas, depresiones y valles; lo que dio lugar a la formación del relieve del suelo que actualmente conocemos, mismo que será modificado a través de los tiempos, ya que todo en el universo, es una constante evolución.

4.4 TRATAMIENTO

El abastecimiento de agua se debe obtener de la fuente más deseable que sea factible y se debe hacer un esfuerzo por evitar o controlar la contaminación de la fuente. Si la fuente no tiene protección adecuada contra la contaminación por medios naturales, el suministro se debe proteger en forma adecuada por medio de tratamiento.

Se deben hacer inspecciones sanitarias del sistema de abastecimiento de agua, desde la fuente de abastecimiento hasta la conexión a la toma del consumidor, para localizar y corregir cualquier riesgo contra la salud que podrían existir. La frecuencia de estas inspecciones dependerá de la necesidad histórica.

Se proveerá capacidad adecuada para satisfacer las demandas máximas sin pérdida de presión y sin posibilidad de circulación inversa de aguas contaminadas desde la toma y tuberías del consumidor.

De acuerdo con la calidad bacteriológica el principal peligro con el agua potable es la posibilidad de su contaminación reciente con aguas negras que contengan excremento humano. Estas aguas negras pueden contener bacterias patógenas capaces de producir fiebre tifoidea, cólera u otras enfermedades gastrointestinales. Los organismos que se emplean con más frecuencia como indicadores de la contaminación fecal son el *Escherichia Coli* y el grupo coliforme en general, o en partes por millón (ppm), porque las dos notaciones dan respuesta más o menos iguales para estas concentraciones pequeñas.

En las áreas donde se sabe que la concentración de nitratos excede de la concentración listada (posteriormente), se debe advertir al público del peligro potencial de usar el agua en la alimentación de lactantes, porque puede dar origen a metohemoglobinemia infantil. La intoxicación por niño es se

ria y en ocasiones mortal para lactantes de menos de un año.

Una muestra normal para el análisis bacteriológico consiste en cinco porciones de 10 ó de 100 ml. De acuerdo a los ~~reglamentos de sanidad~~ indican que no más del 10% de todas las porciones normales de 10 ml. examinadas por mes debe mostrar la presencia de organismos del grupo coliforme. La presencia del grupo coliforme en tres o más porciones de 10 ml. de una muestra normal no es permisible si ocurre: en dos muestras consecutivas, en más de una muestra por mes cuando se examina menos de 20 cada mes o en más del 5% de las muestras cuando se examinan 20 o más cada mes.

Referente a la calidad física.- Se deben tomar muestras por lo menos una vez a la semana de puntos representativos en el sistema de distribución y examinarla para ver si hay turbidez, color, intensidad de olor y sabor. No se debe exceder de los siguientes límites por razones estéticas de acuerdo a reglamento de sanidad.

Turbidez	5 unidades de turbidez
Color	15 unidades de color
No. de intensidad de olor	3

Analizando las características químicas se tiene la siguiente tabla A:

Sustancia	Concentración mg. por litro o ppm
- Alquilbencesulfonato (ABS)	0.50
- Arsénico (A)	0.01
- Cloro (Cl)	250.00
- Cobre (Cu)	1.00
- Extracto de carbono cloroformo (CCB)	0.20
- Cianuro (CN)	0.01
- Fluor (F)	Ver tabla B
- Hierro (Fe)	0.30
- Manganeso (Mn)	45.00
- Nitrato (NO ₃)	0.001
- Fenoles	250.00
- sulfato (SO ₄)	500.00
- Sólidos disueltos totales	5.00

MANUAL DEL INGENIERO CIVIL

Las sustancias químicas listadas en la tabla anterior - no deben estar presentes en un abastecimiento de agua, si exceden de las concentraciones indicadas, cuando existen o pueden tenerse disponibles abastecimiento más adecuados.

Las muestras para el examen químico se deben tomar, por lo menos, una vez cada tres meses en los abastecimientos para servicios de más de 50,000 habitantes y por lo menos, dos veces al año en los abastecimientos para servicios hasta de --- 50,000 habitantes.

El fluoruro se considera un constituyente esencial del - agua potable para la prevención de las caries dental de la población infantil. Pero la concentración no debe promediar más del límite superior correspondiente a la tabla B, pues el exceso del fluoruro puede dar origen a fluorosis dental (man---

chas dentales) en los niños. El fluoruro en concentración promedio mayor del doble de los valores óptimos será motivo para el rechazo del abastecimiento.

Quando se agrega fluoruro al agua potable, la concentración promedio del fluoruro se debe mantener entre los límites superiores e inferiores indicados. Además del programa anterior para muestreo, los suministros con o sin fluoruro agregado se deben muestrear con suficiente frecuencia para determinar que se mantiene la concentración deseada del fluoruro.

Las muestras se deben recolectar y analizar para determinar la presencia de sustancias tóxicas por lo menos una vez - cada tres meses.

Cuando se encuentren niveles inferiores a las tolerancias, presentes en una fuente de abastecimiento, se deben tomar muestras y analizarlas con más frecuencia para determinar si la concentración se está aproximando al límite especificado. La presencia de sustancias tóxicas en exceso de las concentraciones listadas en la tabla C será la base para el rechazo de la fuente de abastecimiento.

TABLA "B"
CONCENTRACION PERMISIBLE DE FLUORURO

Promedio anual de temperaturas máximas diarias del aire en °F	Límites recomendadas de control, concentraciones de fluoruro, mg. por litro o ppm.		
	Inferior	Optima	Superior
50.0 - 53.7	0.9	1.2	1.7
53.8 - 58.3	0.8	1.1	1.5
58.4 - 63.8	0.8	1.0	1.3
63.9 - 70.6	0.7	0.9	1.2
70.7 - 79.2	0.7	0.8	1.0
79.3 - 90.5	0.6	0.7	0.8

TABLA "C"
LÍMITES DE CONCENTRACION PARA SUSTANCIAS TOXICAS

Sustancias	Concentración mg p/litro o ppm
Arsénico (As)	0.05
Bario (Ba)	1.00
Cadmio (Cd)	0.01
Cromo (Hexavalente) (Cr ⁶⁺)	0.05
Cianuro (CN)	0.20
Fluoruro (F)	Véase tabla "B"
Plomo (pb)	0.05
Selenio (Se)	0.01
Plata (Ag)	0.05

Referente a la Radiactividad.- Los valores límites dados para la radiactividad no se deben considerar como valores que si se exceden, harían que el agua no fuera potable. Más bien estos valores indican que si los valores observados son más bajos, es agua inocua para usarla, sin tratamiento adicional. Si los niveles exceden de los indicados en la tabla "D", se requerirá un análisis radioquímico, para determinar la naturaleza de las partículas radiactivas presentes y la seguridad del agua para el servicio a los usuarios.

La frecuencia del muestreo y análisis de radiactividad se determina después de considerar el tipo y cantidad de radiactividad presente. Cuando las concentraciones de radio-226 o de estroncio-90 varían considerablemente, las muestras se deben tomar a diario y pueden dejarse acumular por un período no mayor de tres meses antes de examinarlas.

Las muestras para determinar la concentración beta total se deben tomar a diario y analizar con frecuencia.

TABLA "D"

VALORES LIMITES DE RADIATIVIDAD, PICOCURIES (CURIES x 10 ¹²) POR LITRO	
Estroncio - 90	10
Radio - 226	3
Concentración beta bruta (cuando las cantidades de estroncio-90 y emisores alfa son insignificantes)	1000

El agua se trata para eliminar las bacterias patógenas, sabores y olores desagradables, material particulado, colorado y dureza. Algunos métodos más comunes para tratamiento son sedimentación sencilla y almacenamiento, coagulación-sedimentación, filtrado lento y rápido por arena, desinfección y suavización.

Explicación de lo que consiste cada uno de los métodos:

a) Sedimentación-sencilla y almacenamiento

El almacenamiento a largo plazo del agua reduce la cantidad de bacterias patógenas y de material particulado. Pero -- las condiciones económicas obligan a la entidad de servicio -- de agua a usar métodos más eficaces para el tratamiento.

La sedimentación sencilla o simple es un proceso para -- eliminar material particulado del agua en un estanque, reduciendo del agua en un estanque, reduciendo la velocidad de -- flujo a través del mismo. Los factores que afectan la rapidez de sedimentación del material particulado suspendido en el -- agua son tamaño, forma y densidad específica de las partículas suspendidas; temperatura y viscosidad del agua; tamaño y forma del estanque para sedimentación.

La velocidad v_s de sedimentación de las partículas en un líquido viscoso puede encontrarse mediante la ley de Stokes, -- si el número de Reynolds $R = vPd/M$, calculado con $v = v_s$, es igual o menor a 1.

$$v_s = \frac{g(P. - p)d^2}{18 M}$$

donde

- v_s = velocidad de sedimentación de partículas, en cm/seg
 g = aceleración debida a la gravedad, en cm/seg²
 M = viscosidad absoluta del fluido, en dinas-segundo/cm²
 P_1 = densidad de partículas, en gr/cm³
 P_2 = densidad del fluido, en gr/cm³
 d = diámetro de partículas, en cm.

si $R = 2000$, se aplica la ley de Newton

$$v_s = \frac{4g(P_1 - P_2)d^3}{3\mu C_D}$$

en donde C_D es el coeficiente de resistencia.

En la región en donde $1.0 < R < 2000$ hay una transición de la ley Stokes a la de Newton. La velocidad de sedimentación en esta región está en algún punto entre los valores dados -- por la ley de Newton y los de la ley de Stokes; pero no se ha desarrollado expresión exacta para dar la velocidad.

El estanque ideal para sedimentación es un tanque de sedimentación en el cual el flujo es horizontal, la velocidad es constante y la concentración de partículas de cada tamaño es la misma en todos los puntos de la sección vertical en el lado de entrada. El estanque tiene una capacidad volumétrica C , profundidad h_0 y anchura B . La velocidad v_0 de carga superficie o de derrama, igual que la velocidad de sedimentación de la partícula más pequeña que se va a eliminar por completo puede determinarse dividiendo el gasto Q de flujo entre el -- área A de la superficie de sedimentación. Para este estanque ideal, la velocidad de derrama es $v_0 = Q/A = Q/BL_0$, en donde $Q = Bh_0V$, L_0 es igual a la longitud de la zona de sedimentación y V es la velocidad de travesía o de paso. El tiempo de

detención, $t = h_0/v_0 = L_0/V$, también es igual que la capacidad volumétrica C dividida entre el gasto Q .

Las partículas con una velocidad de sedimentación $v_s = V_0$ y las que entran a la zona de sedimentación entre f y j con una velocidad de sedimentación v_s ($v_1 = h_1V/L_0$) aunque es menor que v_0 , se eliminan en este estanque.

Las partículas con una velocidad de sedimentación de $v_s = v_1$ que entran a la zona de sedimentación entre f y e no se eliminan en este estanque.

La eficiencia de un estanque de sedimentación es la relación entre el período de travesía del flujo y el tiempo de detención. El período de travesía del flujo es el tiempo requerido para un tinte, una sal u otro indicador, atravesar el estanque. La eficiencia de los estanques de sedimentación se reduce por muchos factores, como corrientes transversales, circuitos cortos y corrientes de remolino. Un estanque bien proyectado debe tener una eficiencia de 30 a 50%.

Algunos criterios para el proyecto de estanques de sedimentación son:

Período de detención: 2 a 8 horas

Relación longitud: anchura del canal de travesía: 3:1 a 5:1

Profundidad del estanque: 10 a 25 pies (15 pies promedio)

Anchura del canal de travesía: no más de 40 pies (30 -- pies más común)

Diámetro del tanque circular: 35 a 200 pies (100 pies -- más común)

Velocidad de travesía: no excederá de 1.5 pies/min. (la velocidad más común es 1.0 pies/min.)

Velocidad de carga de superficie o de derrama, en galones por día por pie² de área de la superficie: entre 500 y 2000 para la mayoría de los estanques de sedimentación.

b) Coagulación-sedimentación

Para aumentar la velocidad de sedimentación y eliminar partículas muy finas en suspensión, se agregan coagulantes al agua. Sin los coagulantes, las partículas muy finas no se sedimentan debido a su elevada relación entre área de superficie y masa y por la presencia de cargas negativas en ellas. La velocidad a la cual las fuerzas de arrastre y de gravitación son iguales, es muy baja y las cargas negativas en las partículas producen fuerzas electrostáticas de repulsión que tienden a mantener separadas las partículas y evitar la aglomeración. Cuando se mezclan los coagulantes con el agua, introducen núcleos con fuerte carga positiva que atraen y neutralizan el material suspendido que tiene carga negativa.

Los compuestos de hierro y aluminio son de uso común como coagulantes, debido a su fuerte carga iónica positiva. La alcalinidad del agua que se va a tratar debe ser lo bastante alta para que se forme un hidrato o hidróxido insolubles de estos metales. Estos flóculos insolubles de hierro y aluminio que se combinan entre sí y con las otras partículas suspendidas, se precipitan cuando se forma un flóculo de suficiente tamaño.

Los coagulantes más comunes son sulfato de aluminio, más conocido como alumbre ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$); sulfato ferroso ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), cloruro férrico ($FeCl_3$) y caparrosa clorada (una mezcla de cloruro férrico y de sulfato ferroso). El tipo y cantidad de coagulante necesario para clarificar un agua es especificada depende de las cualidades del agua que se va a tra

tar, como pH, temperatura, turbidez, color y dureza. En el laboratorio se suelen hacer análisis en matraces para determinar la cantidad óptima de coagulante.

El proceso completo de clarificación se suele dividir en tres etapas:

- 1) Mezclado rápido de los productos químicos
- 2) Floculación o agitación lenta para hacer que se aglomeren los flóculos pequeños.
- 3) Coagulación-sedimentación en el estanque de baja velocidad de circulación.

El mezclado rápido de los productos químicos puede lograrse por muchos medios, como agitadores mecánicos, bombas centrífugas y chorros de aire. El tiempo necesario para el mezclado va desde unos segundos hasta 20 minutos. La floculación o agitación lenta aumenta el tamaño de los flóculos y acelera la sedimentación. La velocidad de los agitadores debe ser lo bastante alta para ocasionar contacto entre los flóculos pequeños, pero no tan grande que se rompan los grandes. El tiempo de detención en el flóculo está entre 20 y 60 minutos. El proceso de coagulación-sedimentación tiene lugar en un estanque casi idéntico a un estanque simple de sedimentación. El tiempo de detención en un estanque de sedimentación debe ser entre 2 y 8 horas.

c) Filtrado de arena

Al pasar el agua a través de una capa de arena, se eliminan gran parte de las partículas más finas y algunas bacterias grandes. El proceso de filtrado tiene muchos componentes como colado físico, reacciones químicas y biológicas, sedimentación y neutralización de las cargas electrostáticas. -

Los filtros de arena lentos y rápidos son los dos tipos más--
usados.

El filtro lento de arena consiste en un recipiente con -
drenes en la parte inferior, hermético, que contiene una car-
ga de arena de 2 a 4 pies, soportada por una capa o lecho de-
grava de 6 a 12 pulgs. El tamaño efectivo de la arena debe es-
tar en la gama de 0.25 a 0.35 mm. (El tamaño efectivo es el
tamaño de un tamiz, en milímetros, que dejará pasar 10% por -
peso de la arena. El coeficiente de uniformidad es la rela---
ción entre el tamaño de un tamiz que deje pasar 60% de la --
muestra y el tamaño efectivo).

El coeficiente de uniformidad de la arena debe ser menor
de 3. La arena suele estar sumergida debajo de 4 a 5 pies de-
agua. El agua pasa por el filtro a un volumen de 3 a 6 millo-
nes de galones por acre por día, según la turbidez. El filtro
lento no se utiliza mucho en Estados Unidos, debido a que los
filtros rápidos de arena son más adaptables y eficaces.

El filtrado rápido con arena suele estar procedido por -
un tratamiento químico; como fluctuación, coagulación y desin-
fección; por ello puede pasarse el agua a través de la arena-
en mayor volumen. Por lo general, el efluente de un filtro rí-
pido necesita desinfección o coloración adicionales, porque -
en este proceso no se eliminan por completo las bacterias.

El orden normal de flujo a través de los diversos compo-
nentes del filtro es desde los clarificadores (tanques de se-
dimentación) hasta la parte superior de la capa de arena, a -
través de las capas de arena y grava, por los drenes inferio-
res laterales hasta la descarga principal y luego a través --
del controlador hasta un depósito de agua clarificada para su
almacenamiento.

El flujo de agua de lavado tiene lugar en dirección inversa después de cerrar el tubo de afluente al filtro. El flujo de agua de lavado es por la descarga principal hasta los drenes laterales, desde los laterales hacia arriba a través de la grava y la arena, hasta los canales para agua de lavado. Estos canales llevan el agua hasta el canal para descargar de desechos.

Algunos factores comunes para diseño de filtros rápidos de arena son:

Tamaño efectivo de granos: 0.35 a 0.55 mm.

Coefficiente de uniformidad: 1.20 a 1.75

Espesor de la capa de arena: 24 a 30 pulg. según el tamaño de los granos.

Espesor de la capa de grava: 15 a 24 pulg.

Tamaño de la grava: de 1/8 a 1 1/2 pulg.

Volumen de filtrado: 2 a 4 gal/min por pie² (125 a 250 - millones de galones por acre por día)

Profundidad total de cada estanque: 8 a 10 pies

Pérdida máxima de carga hidráulica permitida antes del lavado de la arena: 8 a 10 pies.

Expansión de la arena durante el lavado: 25 a 50%.

Volumen de agua de lavado: 15 a 20 gal/min por pie²

Distancia desde el borde superior del canal para agua de lavado hasta la parte superior de la arena sin expandir: 24 a 30 pulg.

Tiempo de funcionamiento del filtro entre lavado: 4 a 6-pies

Relación entre longitud y anchura de cada estanque: 1.25 a 1.35

Los filtros rápidos de arena se hacen funcionar hasta que las partículas y los flóculos sin sedimentar cubren los vacíos entre los granos de arena y crean una gran pérdida de carga a través del filtro. Esta alta pérdida de carga hace menor el -

gasto y puede obligar a algunas de las partículas a pasar a través de las capas de arena y de grava. Los filtros, por lo general, se lavan a la inversa cuando la concentración de partículas aumenta en el efluente del filtro o cuando la pérdida de carga llega de 8 a 10 pies. El lavado a la inversa de un filtro consiste en hacer pasar agua filtrada a presión a través del filtro desde los drenes y en sentido ascendente hasta los canales para agua de lavado. Los sedimentos ligeros se lavan en los granos de arena con el agua en movimiento y, a veces, con algún agitador, como rattrillos, chorros de agua y -- chorros de aire. Los filtros se deben lavar en forma completa porque se encontrarán dificultades con bolas de lodo, agrietamiento del lecho o incrustaciones de arena.

Inmediatamente después de lavarlos, los filtros dejan pasar un gran volumen de agua, lo cual produce un efluente sin tratar. Se debe utilizar un control automático o manual del volumen para evitar esta ocurrencia. En muchas plantas de tratamiento se controlan el volumen y velocidad del filtrado con aparatos con tubos venturi, los cuales estrangulan el tubo -- del efluente del filtro, disminuye la velocidad de flujo en el tubo para efluente y, luego, se abre el controlador para aumentar la velocidad.

Se produce una carga negativa en el filtro cuando la pérdida de carga a través del filtro es mayor que la profundidad del agua que hay sobre la arena. Las cargas negativas pueden producir una condición conocida como cierre de aire. La ocasiona la eliminación de los gases disueltos en agua y la subsecuente formación de burbujas entre los granos de arena. Estas burbujas disminuyen en forma apreciable la capacidad del filtro.

Los drenes inferiores de un filtro suelen ser de tubo -- perforado, o placas porosas, los drenes inferiores se deben --

disponer de modo que cada área filtre y distribuya su proporción de agua. La relación entre el área de perforaciones y el área del lecho del filtro, normalmente, es entre 0.002:1 y -- 0.005:1. El diámetro de las perforaciones varía entre 1/4 y - 3/4 de pulg.

Los canales para agua de lavado deben tener espaciamiento uniforme y el agua no tendrá que recorrer más de 3 pies en sentido horizontal, para llegar a un canal de descarga de --- agua de lavado. El tirante de flujo en un canal horizontal se puede calcular con:

$$Q = 1.72 by^{3/2}$$

donde

Q = flujo total recibido por el canal, en gal/min

b = anchura del canal, en pulgadas

y = tirante en el extremo de aguas arriba del canal, en pulgadas

El tirante total del canal puede encontrarse sumando 2 a 3 pulgadas de margen libre al tirante y calculado.

Puede utilizarse antracita en lugar de arena en los filtros del tipo de gravedad. El tamaño efectivo de los granos - de antracita es mayor que los de arena, lo cual permite mayores volúmenes y velocidades de filtrado y más tiempo de trabajo del filtro.

Un filtro de presión está constituido por un medio para-filtrado por gravedad; alojado en un recipiente hermético. El medio filtrante puede ser arena, tierra diatomácea o antracita. La función de los filtros de presión es como auxiliares y se utilizan en aplicaciones industriales especializadas y pa-

ra purificar el agua de las piscinas.

Las galerías filtrantes son tubos horizontales, perforados o con uniones abiertas, enclavados en acuíferas de arena o grava de poca profundidad. Las galerías, en el caso típico, se alimentan por derivación o por bombeo desde las corrientes hacia los estanques de esparcimiento con fondos de grava o arena.

Algunas pueden estar colocadas en acuíferas con nivel freático alto. El agua filtrada puede bombearse desde la galería o dejarla salir por gravedad por un extremo.

d) Ablandamiento

La presencia de bicarbonato, carbonatos, sulfatos y cloruros de calcio y magnesio en el agua, produce la dureza. Las tres clasificaciones principales de dureza son:

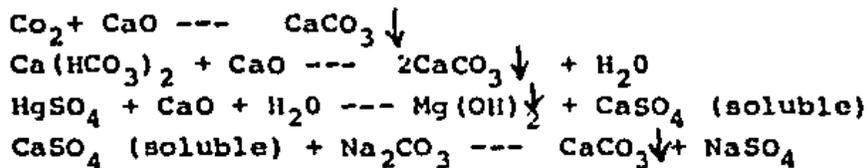
- 1) Dureza de carbonato (temporal) ocasionada por bicarbonato
- 2) Dureza sin carbonato (permanente)
- 3) Dureza total

Las plantas municipales para tratamiento suelen usar, ya sea el proceso de cal-sosa (precipitación) o el proceso de intercambiador de base (zeolita) para reducir la dureza del agua a menos de 100 mg. por litro (alrededor de 10 ppm) de equivalencia de CaCO_3 .

En el proceso de cal-sosa, se agregan al agua cal viva (CaO), cal hidratada (Ca(OH)_2) y sosa comercial (Na_2CO_3) en cantidades suficientes para reducir la dureza a un nivel aceptable. Las cantidades de cal y sosa necesarias para suavizar-

a una dureza residual, pueden determinarse con el uso de equivalentes de peso de productos químicos, tomando en cuenta que los grados comerciales de cal y de cal hidratada comprenden - 90% de CaO. En el agua tratada queda una dureza residual de - 50 a 100 mg. por litro como CaCO₃, debido a la mínima solubilidad del CaCO₃ y del Mg (OH)₂. La dureza del agua se expresa en grados por galón (gpg) o en miligrados por litro (mg/litro) de CaCO, en donde 1 gpg = 17.1 mg/lt.

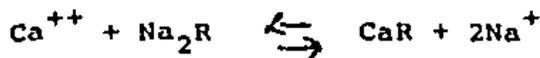
Las reacciones químicas para los procesos más comunes de suavización con sal-sosa son:



Como las partículas de carbonato y de hidróxido de magnesio se sedimentan en estanques de sedimentación, se deben proveer instalaciones para extraer y eliminar las partículas. La acumulación del CaCO₃ y del Mg(OH)₂ sobre los granos de arena, en los depósitos de agua clarificada y en las tuberías de distribución, puede evitarse con la recarbonatación con CO₂ antes del tratamiento con filtro de arena.

La dureza del agua puede reducirse a cero, si se pasa -- por un material intercambiador de base o de zeolita. Estos materiales eliminan los cationes, como los de calcio y magnesio del agua y los sustituyen con los cationes solubles de sodio e hidrógeno.

El calcio puede eliminarse del agua como lo indica la siguiente reacción:



en donde Na^{++} es el ión de dureza de calcio eliminado, Na^+ es igual al ión de sodio que sustituye al Ca^{++} en el agua y R es el material de zeolita. La reacción de Na^+ a un valor alto, - como se suele hacer para regenerar la unidad suavizadora.

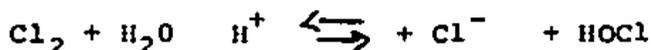
El Cloruro de sodio (sal común) es de uso común para regenerar la unidad. La regeneración requiere entre 0.3 y 0.5 - libra de sal por cada 1000 gramos de dureza eliminados.

Las capacidades de eliminación de dureza por pie³ de material de intercambio de base son: zeolita natural, 2500 a -- 3000 granos; zeolita sintética, 5000 a 30000 granos (1 libra= 7000 granos).

e) Desinfección con cloro

El cloro en forma líquida, gaseosa o de hipoclorito, es el principal producto químico para destruir las bacterias en los suministros de agua. Otros desinfectantes son el yodo, el bromo, el ozono, la luz ultravioleta y la cal viva.

La reacción del cloro con el agua es:



El ácido hipocloroso (HOCl) reacciona con la materia orgánica de las bacterias para formar un complejo clorado que destruye las células vivas. La cantidad de cloro (dosis) de cloro agregada al agua depende de la cantidad de impureza por eliminar y del residuo descado de cloro en el agua. Una dosis de 1 ó 2 mg. de cloro por litro suele ser suficiente para destruir todas las bacterias y dejar un residuo adecuado. En las corrientes de efluente de las plantas de tratamiento de agua, se mantiene un residuo de cloro de 0.1 ó 0.2 mg. por lt. como

factor de seguridad en el agua mientras se envía al consumi--
dor.

Finalmente y habiendo hecho el desarrollo de cada uno de los métodos más comunes para el tratamiento del agua, conside
ro que el que nos es más útil y económico es a base de la de-
sinfección con cloro.

5. CONDUCCION

5.1 LINEA ECONOMICA DE BOMBEO

A continuación se hará una tabla de una línea económica de bombeo para saber con qué tubería (diámetro) nos conven---dría más para bombear del pozo al tanque el agua.

DATOS:

La longitud del pozo al tanque es de 1500 metros. El gasto que se utiliza es el gasto medio multiplicado por el por---centaje de horas de bombeo.

$$Q \text{ BOMBA} = (200\%) (Q \text{ medio})$$

$$Q \text{ BOMBA} = (200\%) (72.30 \text{ lt/seg}) = 144.60 \text{ lt/seg.}$$

Con la siguiente fórmula calcularemos el número de caba---llos que tendrá la bomba para bombear el agua del pozo al tan---que de almacenamiento.

$$H.P. = \frac{Q H}{75 (H)}$$

donde

H.P. = Caballo de potencia

Q = Gasto de la bomba

H = $h_1 + h_2 + h_f + 10\% h_f$

H_1 = Altura del nivel dinámico a la bomba

h_2 = Altura de la bomba al tanque

h_f = pérdida de carga

$10\%h_f$ = Es el 10% de la pérdida de carga

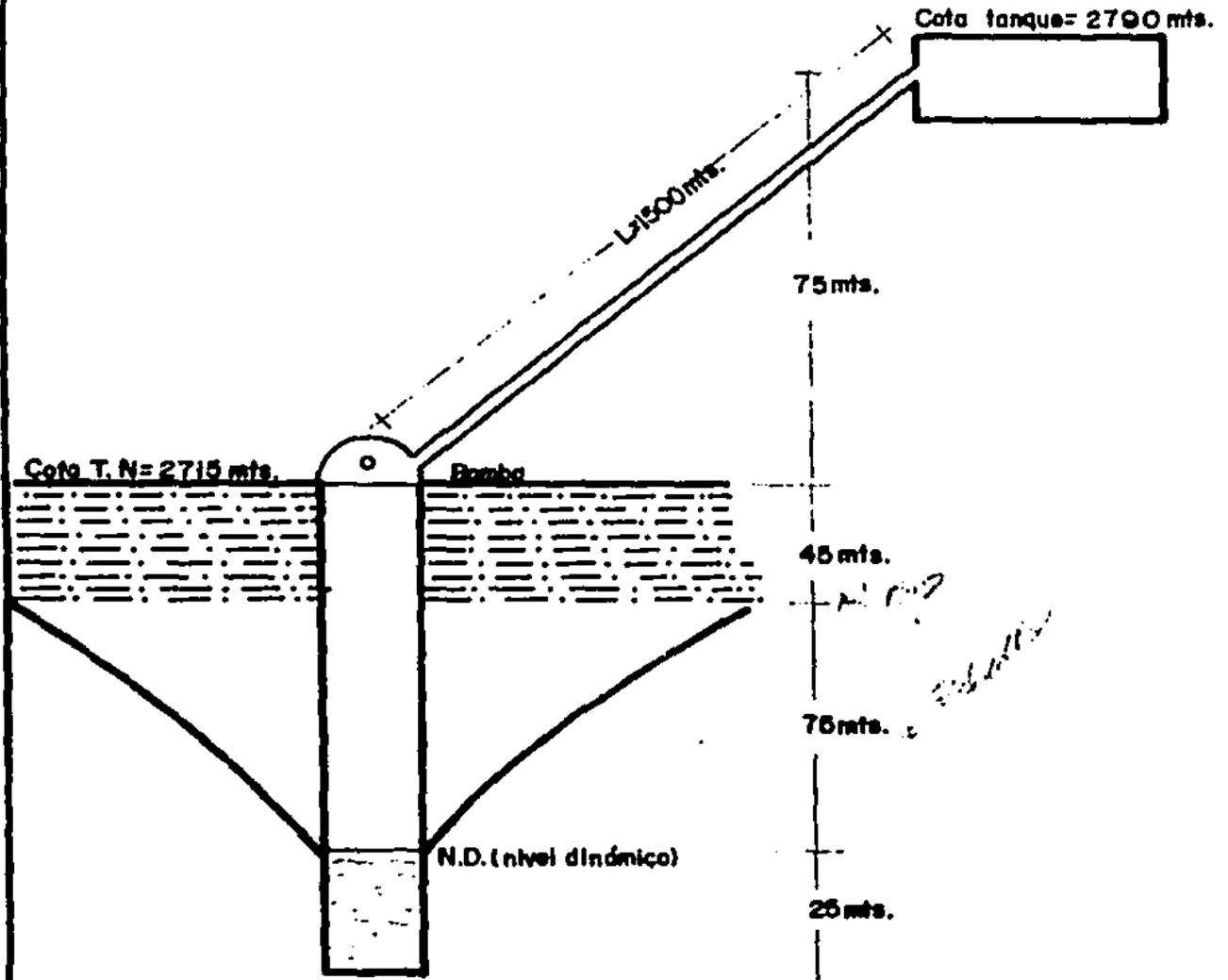
75 = Constante para convertir a H.P.

~~... E = Eficiencia de la bomba = 0.75~~

La pérdida de carga se obtiene mediante el monograma de---la fórmula de Williams y Hazen.

LINEA ECONOMICA DE BOMBEO

92



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
T E S I S P R O F E S I O N A L
OSCAR A. AVALOS
VERDUGO

LINEA
ECONOMICA
DE BOMBEO

No. LAM. 3

CALCULO DE LOS HORSE POWER
(H.P.)

Q BOMBA = 144.60 lt/seg.

$$\text{H.P.} = \frac{\text{QB II}}{75 (0.75)}$$

$$\text{H.P. (4")} = \frac{(144.6) (4430)}{(75) (0.75)} = 11,388.053 \text{ H.P.}$$

$$\text{H.P. (6")} = \frac{(144.6) (778)}{(75) (0.75)} = 1,999.9787 \text{ H.P.}$$

$$\text{H.P. (8")} = \frac{(144.6) (349)}{(75) (0.75)} = 897.16267 \text{ H.P.}$$

$$\text{H.P. (10")} = \frac{(144.6) (236.8)}{(75) (0.75)} = 608.73387 \text{ H.P.}$$

$$\text{H.P. (12")} = \frac{(144.6) (215.9)}{(75) (0.75)} = 555.00693 \text{ H.P.}$$

$$\text{H.P. (14")} = \frac{(144.6) (204.9)}{(75) (0.75)} = 526.7296 \text{ H.P.}$$

$$\text{H.P. (16")} = \frac{(144.6) (200.28)}{(75) (0.75)} = 514.85312 \text{ H.P.}$$

$$\text{H.P. (18")} = \frac{(144.6) (198.08)}{(75) (0.75)} = 509.19765 \text{ H.P.}$$

$$\text{H.P. (20")} = \frac{(144.6) (196.87)}{(75) (0.75)} = 506.08715 \text{ H.P.}$$

$$\text{H.P. (24")} = \frac{(144.6) (195.77)}{(75) (0.75)} = 503.25941 \text{ H.P.}$$

NOTA: El costo de cada H.P. = \$ 600,000. M.N.

El costo de la tuberfa de asbesto cemento (A-7) por metro lineal es de:

4"	\$	15,525.00	14"	\$	97,000.00
6"	\$	27,790.00	16"	\$	119,600.00
8"	\$	34,465.00	18"	\$	143,900.00
10"	\$	46,100.00	20"	\$	183,500.00
12"	\$	59,925.00	24"	\$	235,200.00

6. REGULACION

	HORAS	% DEMANDA	PORCENTAJE DE F.O. N.P.E.O			DIFERENCIA ACUMULAD.		DIFERENCIA ACUMULAD.		DIFERENCIA ACUMULAD.	
			8 HORAS	12 HORAS	16 HORAS	PARCIAL 8 HRS.	8 HORAS	PARCIAL 12 HRS.	12 HORAS	PARCIAL 16 HRS.	16 HORAS
	0 - 1	45				-45	-45	-45	-45	-45	-45
	1 - 2	45				-45	-90	-45	-90	-45	-90
	2 - 3	45				-45	-135	-45	-135	-45	-135
	3 - 4	45			150	-45	-180	-45	-180	105	-30
	4 - 5	45		200	150	-45	-225	155	-25	105	75
	5 - 6	60		200	150	-60	-285	140	115	90	165
	6 - 7	90	300	200	150	210	-75	110	225	60	225
	7 - 8	135	300	200	150	165	90	65	290	15	240
	8 - 9	150	300	200	150	150	240	50	340	0	240
	9 - 10	150	300	200	150	150	390	50	390	0	240
	10 - 11	150	300	200	150	150	540	50	440	0	240
	11 - 12	140	300	200	150	160	700	60	500	10	250
	12 - 13	120	300	200	150	160	880	80	580	30	280
	13 - 14	140	300	200	150	160	1040	60	640	10	290
	14 - 15	140	200	150	150	140	900	60	700	10	300
	15 - 16	130	200	150	150	130	770	70	770	20	320
	16 - 17	130		150	150	130	640	130	640	20	340
	17 - 18	120		150	150	120	520	120	520	30	370
	18 - 19	100		150	150	100	420	100	420	50	420
	19 - 20	100				100	320	100	320	100	320
	20 - 21	90				90	230	90	230	90	230
	21 - 22	90				90	140	90	140	90	140
	22 - 23	80				80	60	80	60	80	60
	23 - 24	60				60	0	60	0	60	0

HORAS	% DEMANDA	P.E.P.O.			DIFERENCIA ACUMULADA		DIFERENCIA ACUMULADA		DIFERENCIA ACUMULADA	
		8 HORAS	12 HORAS	16 HORAS	PARCIAL 8 HRS.	8 HORAS	PARCIAL 12 HRS.	12 HORAS	PARCIAL 16 HORAS	16 HORAS
0 - 1	45				-45	-45	-45	-45	-45	-45
1 - 2	45				-45	-90	-90	-90	-90	-90
2 - 3	45				-45	-135	-135	-135	-135	-135
3 - 4	45			150	-45	-180	-180	-180	-105	-30
4 - 5	45		200	150	-45	-225	-155	-25	-105	75
5 - 6	60		200	150	-60	-285	-110	-115	-90	165
6 - 7	90	300	200	150	210	-75	-110	225	60	225
7 - 8	135	300	200	150	165	90	65	290	15	240
8 - 9	150	300	200	150	150	240	50	340	0	240
9 - 10	150	300	200	150	150	390	50	390	0	240
10 - 11	150	300	200	150	150	540	50	440	0	240
11 - 12	140	300	200	150	160	700	60	500	10	250
12 - 13	120	300	200	150	160	880	80	580	30	280
13 - 14	140	300	200	150	160	1040	60	640	10	290
14 - 15	140		200	150	-140	900	60	700	10	300
15 - 16	130		200	150	-130	770	70	770	20	320
16 - 17	130			150	-130	640	-130	640	20	340
17 - 18	120			150	-120	520	-120	520	30	370
18 - 19	100			150	-100	420	-100	420	50	420
19 - 20	100				-100	320	-100	320	100	320
20 - 21	90				-90	230	-90	230	90	230
21 - 22	90				-90	140	-90	140	90	140
22 - 23	80				-80	60	-80	60	80	60
23 - 24	60				-60	0	-60	0	60	0

6.1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Después de haber construido la tabla de regulación de -- bombeo, escogemos la cantidad de horas de bombeo, que es en base a la que más nos convenga, y para nuestro caso es de 12- horas, para después empezar a calcular el volumen del tanque- de almacenamiento y, para ello aplicamos la fórmula siguiente:

$$\text{VOLUMEN} = \frac{\% \text{ MAX. (+)} - \% \text{ MAX. (-)} (3600 \text{ seg}) (Q \text{ medio})}{(100) (1000)}$$

$$\text{VOLUMEN} = \frac{(770) - (-180) (3600) (72.30)}{(100) (1000)} = 468.5117 \text{ m}^3$$

Para el tanque de almacenamiento vamos a construir tres- tanques de almacenamiento o depósito en el mismo tanque, de - los cuales dos de ellos llevarán el 50% cada uno del volumen- total del agua; y el otro que también es del 50% del volumen- total, se encontrará vacío con el fin de ayudarnos para el -- servicio de limpieza y reparación del tanque.

Cuando alguno de los depósitos llenos necesite algún ser- vicio, se vaciará en el depósito vacío y se procederá a lim- piarlo o repararlo, de acuerdo con las necesidades, o bien te- nerlo lleno como reserva para alguna necesidad extraordinaria.

6.2 CALCULO ESTRUCTURAL

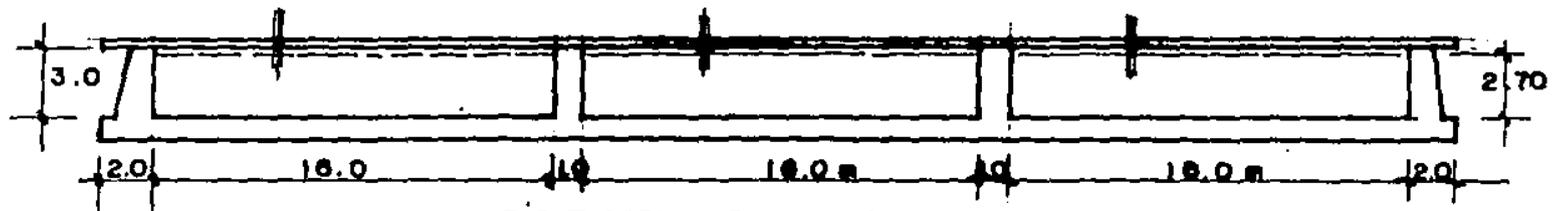
El tanque que se va a construir, será de una forma rectangular, con las siguientes medidas:

Profundidad = 3.0 metros

Anchura = 5.0 metros

Longitud = 16.0 metros

NOTA: Las medidas anteriores son por cada uno de los tanques o depósitos de almacenamiento.



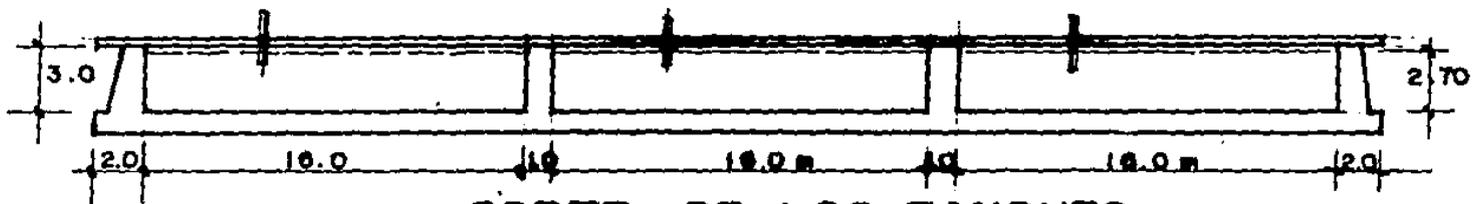
CORTE DE LOS TANQUES
ESCALA 1:250

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
TESIS PROFESIONAL

OSCAR A. AVALOS
VERDUGO

CORTE DE LOS
TANQUES

LAM. No. 4

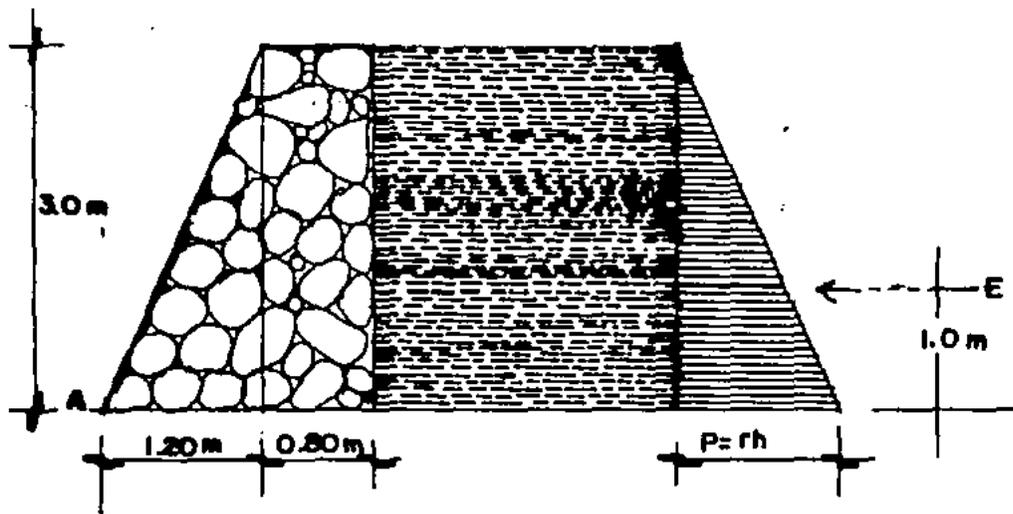


CORTE DE LOS TANQUES
ESCALA 1:250

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
T E S I S P R O F E S I O N A L
OSCAR A. AVALOS
VERDUGO
LAM. No. 4

CORTE DE LOS
TANQUES

CALCULO DE PRESIONES



$$\begin{aligned}
 &+ \text{Peso volumétrico de la mampostería} = 2400 \text{ Kg/m}^3 \\
 &+ \text{Peso volumétrico del agua} = 1000 \text{ Kg/m}^3 \\
 E &= \frac{(3) (1000) (3)}{2} = 4500 \text{ Kgs.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_1 &= \frac{(1.20) (3) (1) (2400)}{2} = 4320 \text{ Kgs. (Triángulo)} \\
 W_2 &= (0.80) (5) (1) (2400) = \frac{5760}{10,080} \text{ Kgs. (Rectángulo)}.
 \end{aligned}$$

$$\Sigma MA = 4320(0.80) + (5760) (1.60) - 4500(1.0) = 8172 \text{ Kg.m}$$

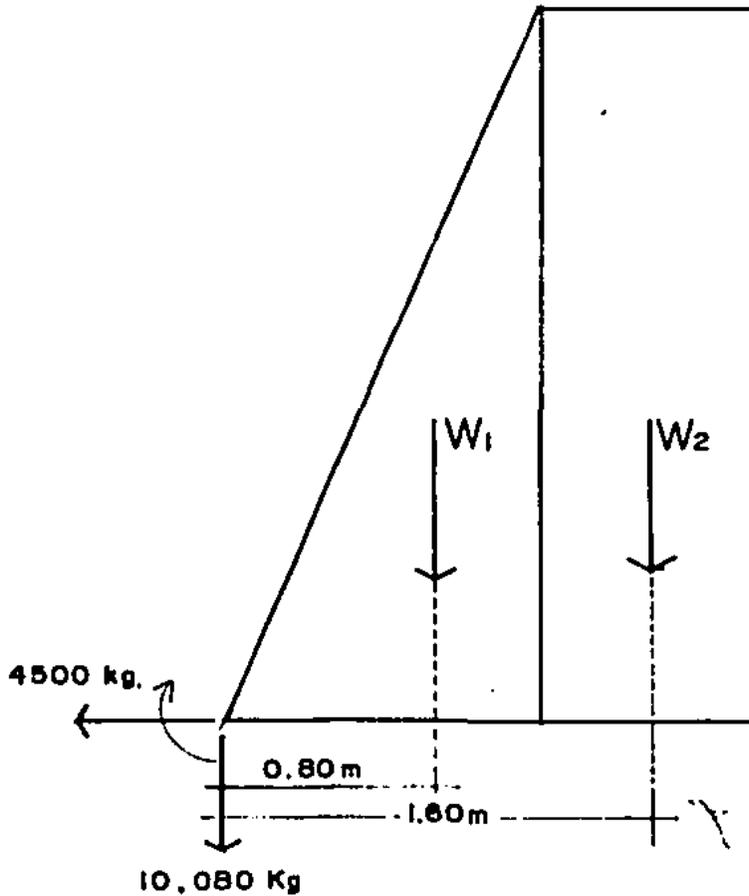
$$\begin{aligned}
 M_a \text{ F.d} \\
 8172 - 10,080(x) \longrightarrow x = \frac{8172}{10,080} = 0.81 \text{ mts.}
 \end{aligned}$$

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
T E S I S P R O F E S I O N A L

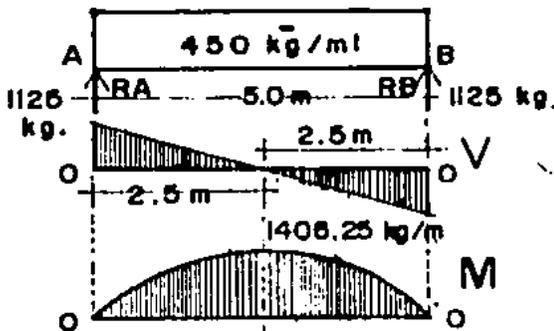
OSCAR A. AVALOS
VERDUGO

LAM. No. 5

CALCULO DE
PRESIONES



CALCULO DE LA VIGUERIA



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
TESIS PROFESIONAL

OSCAR A. AVALOS
VERDUGO.

LAM. No. 6

CALCULO DE
VIGUERIA

CALCULO DE LA VIGUERIA

+ Poniendo cada viga con una separación de 1.0 metros.

D A T O S:

$$\begin{aligned} \text{C.V.} &= 250,00 \text{ kg/m}^2 \\ \text{C.M.} &= \underline{200,00} \text{ kg/m}^2 \\ \text{C.T.} &= 450,00 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= 450(1) = (450 \text{ kg/ml}) \\ FY &= 450(5) + 1,125 + RA = 0 \\ RA &= 1,125 \text{ kg} \\ M \text{ Máx} &= \frac{1,125(2.5)}{2} = 1406.25 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$S = \frac{140,625 \text{ kg. cm.}}{1520 \text{ kg/cm}^2}$$

$$S = 92.52 \text{ cm}^3$$

Se ocupa para soportarlo una vigueria 6".

7. D I S T R I B U C I O N

7.1 CALCULO DE GASTOS UNITARIOS

$$q_u = \frac{Q.N.D.M.D.}{i} = \frac{325.36 \text{ lt/seg}}{2000 \text{ lts.}} = 0.16268$$

$$\begin{aligned} q_1 &= 0.16268 (112) = 18.22016 \\ q_2 &= 0.16268 (114) = 18.22016 = 36.76568 \\ q_3 &= 0.16268 (40) = 36.76568 = 43.27288 \\ q_4 &= 0.16268 (56) = 43.27288 = 52.38296 \\ q_5 &= 0.16268 (94) = 52.38296 = 67.67488 \\ q_6 &= 0.16268 (84) = 13.66512 \\ q_7 &= 0.16268 (98) = 13.66512 = 29.60776 \\ q_8 &= 0.16268 (110) = 29.60776 = 47.50256 \\ q_9 &= 0.16268 (114) = 47.50256 = 66.04808 \\ q_{10} &= 0.16268 (92) = 14.96656 \\ q_{11} &= 0.16268 (94) = 14.96656 = 30.25848 \\ q_{12} &= 0.16268 (94) = 30.25848 = 45.5504 \\ q_{13} &= 0.16268 (118) = 45.5504 = 64.74664 \\ q_{14} &= 0.16268 (92) = 133.72296 = 148.68952 \\ q_{15} &= 0.16268 (94) = 148.68952 = 163.98144 \\ q_{16} &= 0.16268 (96) = 163.98144 = 179.59872 \\ q_{17} &= 0.16268 (110) = 244.34536 = 262.24016 \\ q_{18} &= 0.16268 (90) = 262.24016 = 276.88136 \\ q_{19} &= 0.16268 (91) = 276.88136 = 291.68524 \\ q_{20} &= 0.16268 (91) = 291.68524 = 306.48912 \\ q_{21} &= 0.16268 (116) = 306.48912 = 325.36 \end{aligned}$$

= = = = =
= = = = =
= = =

PUNTO

$$A = 67.64488 + 66.04808 = 133.72296$$

$$C = 64.74664 + 179.59872 = 244.34536$$

7.2 COMBINACIONES

$$\frac{1}{3}$$

$$a = \text{lqu. acom.}$$

Cálculo de "a" del tubo IV y de $a^{1.2}$

$a_1 = 84$	$(13.66512)^{1/3}$	$= 200.8246$	579.9366
$a_2 = 98$	$(29.60766)^{1/3}$	$= 303.175$	950.6763
$a_3 = 100$	$(47.50256)^{1/3}$	$= 398.3807$	1319.3439
$a_4 = 114$	$(66.04808)^{1/3}$	$= 460.8122$	1571.1902
$\sum a_{IV}$		$= 1363.1925$	$\sum a_{IV}^{1.2} \quad 4421.1470$

Cálculo de "a" del tubo V y de $a_{IV}^{1.2}$

$a_1 = 112$	$(18.22016)^{1/3}$	$= 294.714$	918.9237
$a_2 = 114$	$(36.76568)^{1/3}$	$= 379.0696$	1242.9763
$a_3 = 40$	$(43.27288)^{1/3}$	$= 140.4317$	377.5358
$a_4 = 56$	$(52.38296)^{1/3}$	$= 209.5324$	610.2413
$a_5 = 94$	$(67.57488)^{1/3}$	$= 383.0631$	1258.7063
$\sum a_V$		$1'406.8108$	$\sum a_V^{1.2} \quad 4408.3834$

Cálculo de "a" del tubo II y de $a_{II}^{1.2}$

$a_1 = 92$	$(14.96656)^{1/3}$	$= 226.7228$	670.8017
$a_2 = 94$	$(30.25848)^{1/3}$	$= 292.9163$	912.2046
$a_3 = 94$	$(45.55040)^{1/3}$	$= 335.7056$	1074.3612
$a_4 = 118$	$(64.74664)^{1/3}$	$= 473.8263$	1624.5885
$\sum a_{II}$		1329.1710	$\sum a_{II}^{1.2} \quad 4281.9560$

Cálculo de "a" del tubo III y de $a_{III}^{1.2}$

$a_1 = 92$	$(148.68952)^{1/3} = 487.3952$	1680.5734
$a_2 = 94$	$(163.98144)^{1/3} = 514.5062$	1793.3647
$a_3 = 96$	$(179.59872)^{1/3} = 541.6336$	1907.4219
$\sum a_{III}$	1543.5350	$\sum a_{III}^{1.2}$ 5381.3600
	$\sum a$	$\sum a^{1.2}$
TUBO IV	1363.1925	4421.1470
TUBO V	<u>1406.8108</u>	<u>4408.3834</u>
	2'770.0033	8'829.5304

$$\Lambda_1 = (\sum a_{IV}^{1.2} + \sum a_V^{1.2})^{5/6}$$

$$\Lambda_1 = (8,829.5304)^{5/6} = 1942.1436$$

TUBO II	1'329.1710	4'281.9560
TUBO III	1'543.5350	5'381.3600
A	<u>2'872.706</u>	<u>8'829'5304</u>
		18'492.2464

$$\Lambda_2 \cdot (\sum a_{II}^{1.2} + \sum a_{III}^{1.2} + \Lambda_1)^{5/6}$$

$$\Lambda_2 = (18,492.8464)^{5/6} = 3'596.1389$$

7.3 CALCULO DE LA PERDIDA ECONOMICA

TUBO No. 1

+ Carga por perder:

$$2790 - (2702 + 10) = 78 \text{ mts.}$$

TRAMO No.

1. $\frac{1,031.6821 (78)}{4,337.2441 + 3590.1389} = 10.1434$
2. $\frac{797.83 (78)}{4,337.2441 + 3,596.1389} = 7.8441$
3. $\frac{613.545 (78)}{4,337.2441 + 3,596.1389} = 6.0323$
4. $\frac{603.503 (78)}{4,337.2441 + 3,596.1389} = 5.9336$
5. $\frac{586.598 (78)}{4,337.2441 + 3,596.1389} = 5.7673$
6. $\frac{704.086 (78)}{4,337.2441 + 3,596.1389} = 6.9225$

TUBO No. II

+ Carga por perder:

$$2763.6 - (2702 + 10) = 51.6 \text{ mts.}$$

TRAMO No.

1. $\frac{473.828 (51.6)}{1.329.171} = 18.3945$

$$2. \quad \frac{335.705 (51.6)}{1.329.171} = 13.0325$$

$$3. \quad \frac{292.916 (51.6)}{1,329.171} = 11.3713$$

$$4. \quad \frac{226.722 (51.6)}{1,329.171} = 8.8016$$

TUBO No. III

+ Carga por perder:

$$2,763.6 - (2702 + 10) = 51.6 \text{ mts.}$$

$$1. \quad \frac{541.63272 (51.6)}{1,543.535 + 1,942.1436} = 8.0180$$

$$2. \quad \frac{514.50786 (51.6)}{1,543.535 + 1,942.1436} = 7.6165$$

$$3. \quad \frac{487.3944 (51.6)}{1,543.535 + 1,942.1436} = 7.2151$$

TUBO No. IV

+ Carga por perder en tramo 1: $2749 - 2744.7 = 4.3 \text{ m.}$

+ Carga por perder en tramos 2-4: $2744.7 - (2702+10) = 32.7 \text{ m.}$

TRAMO No.

1. $\frac{460.812 (4.3)}{1,363.1925} = 1.4535$
2. $\frac{398.380 (32.7)}{1,363.1925} = 9.5563$
3. $\frac{303.176 (32.7)}{1,363.1925} = 7.2725$
4. $\frac{200.8245 (32.7)}{1,363.1925} = 4.8173$

TUBO No. V

+ Carga por perder:

$$2,749 - (2702 + 10) = 37 \text{ mts.}$$

1. $\frac{383.0626 (37)}{1,406.8108} = 10.0748$
2. $\frac{209.5322 (37)}{1,406.8108} = 5.5108$
3. $\frac{140.432 (37)}{1,406.8108} = 3.6934$
4. $\frac{379.069 (37)}{1,406.8108} = 9.9697$
5. $\frac{294.715 (37)}{1,406.8108} = 7.7512$

FRANCO	CALLE	UNIFICACIONES				LONG. (-)	GASTOS		A	A1.2	PERDIDA		PERDIDA EFFECTIVA	TIPO
		T	U	B	O		PARCIAL	ACUML.			ECONOM.	D		
1.-	NICARAGUA					150		325.36	1031.6823	4132.4907	10.1434	12 "	6.90	7128
2.-	NICARAGUA					116	18.8768	325.36	797.3100	1035.9560	7.8441	12 "	5.00	7126
3.-	NICARAGUA		COLOMBIA	Y	ECUADOR	91	14.8018	306.485	611.3450	2212.2160	6.0123	12 "	4.00	7126
4.-	NICARAGUA		ECUADOR	Y	LAS AMERICAS	91	14.8018	291.685	601.5030	2171.7760	5.9136	12 "	3.70	7122
5.-	NICARAGUA		LAS AMERICAS	Y	COLOMBIA	90	14.6412	276.88	586.5980	2098.9810	5.7673	12 "	3.00	7119
6.-	COLOMBIA		NICARAGUA	Y	ECUADOR	110	17.8948	262.240	704.0860	2613.0660	6.9225	12 "	3.80	7116
									4337.2441	16267.858				
1.-	COLOMBIA		HONDURAS	Y	MEXICO	118	19.1962	64.7466	473.3280	1624.5688	15.3945	6 "	9.80	7142
2.-	MEXICO		COLOMBIA	Y	CUBA	94	15.2919	45.5504	335.7050	1074.3612	13.0325	6 "	3.80	7142
3.-	MEXICO		CUBA	Y	BOLIVIA	94	15.2919	30.2585	292.9160	912.2046	11.3733	6 "	1.50	7109
4.-	MEXICO		BOLIVIA	Y	BRASIL	92	14.9665	14.9665	226.7220	670.8017	8.6016	6 "	3.50	7109
									1323.4710	4231.9560				
1.-	HONDURAS		COLOMBIA	Y	CUBA	96	15.6173	179.5967	541.6327	1907.4219	8.0180	10 "	6.30	7114
2.-	HONDURAS		CUBA	Y	BOLIVIA	94	15.2919	163.9814	514.5079	1793.3667	7.6165	10 "	3.10	7113
3.-	HONDURAS		BOLIVIA	Y	BRASIL	92	14.9665	148.6695	487.3344	1689.5734	7.2151	8 "	7.20	7111.5
									1543.5350	5381.3600				
1.-	BRASIL		HONDURAS	Y	MEXICO	114	18.5455	66.0481	460.9120	1571.1902	1.4535	10 "	0.75	7109.0
2.-	BRASIL		MEXICO	Y	GUATEMALA	110	17.8948	47.5026	398.3800	1319.3439	9.5563	6 "	4.90	7107.0
3.-	GUATEMALA		BRASIL	Y	ARGENTINA	98	15.9426	21.6078	303.1760	950.6763	7.2725	4 "	11.00	7106.0
4.-	GUATEMALA		ARGENTINA	Y	REP. DOMINICANA	84	13.6651	13.6651	200.8245	572.9366	4.6173	4 "	2.20	7102.0
5.-									1363.1925	4421.1470				
1.-	HONDURAS		BRASIL	Y	ARGENTINA	94	15.2919	67.6749	383.0626	1258.7065	10.0748	6 "	8.20	7108.5
2.-	HONDURAS		ARGENTINA	Y	BULGARIA	55	9.1101	52.3829	209.5322	610.2413	5.5108	6 "	3.10	7108.5
3.-	REP. HONDURAS		BULGARIA	Y	REP. DOMINICANA	40	6.5072	43.2729	140.4320	377.5353	3.6934	6 "	1.50	7108.00
4.-	REP. DOMINICANA		HONDURAS	Y	MEXICO	114	18.5455	36.7697	375.0690	1242.9763	9.9697	6 "	2.90	7106.5
5.-	REP. DOMINICANA		MEXICO	Y	GUATEMALA	112	18.2202	18.2202	294.7150	918.9237	7.7512	4 "	6.50	7102.0
									1406.8108	4408.3634				

B. P R E S U P U E S T O

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNIT.	P. TOTAL
Tubería de 4"	9732	ML	15,525.00	151'089,300.00
Tubería de 6"	720	ML	27,790.00	20'008,800.00
Tubería de 8"	92	ML	34,465.00	3'170,780.00
Tubería de 10"	304	ML	46,100.00	14'014,400.00
Tubería de 12"	613	ML	59,925.00	36'734,025.00
				225'017,305.00

PIEZAS ESPECIALES

Tee de 4" x 4"	8	pza	64,000.00	512,000.00
Tee de 6 x 6"	1	pza	82,125.00	82,125.00
Tee de 12 x 12"	2	pza	396,000.00	792,000.00
Codo de 22.5 de 4"	3	pza	44,315.00	221,575.00
Codo de 45 de 4"	1	pza	44,315.00	44,315.00
Codo de 90 de 4"	2	pza	58,618.00	117,236.00
Codo de 90 de 6"	1	pza	71,510.00	71,510.00
Codo de 45 de 12"	1	pza	226,000.00	226,000.00
Reducción de 6" x 4"	16	pza	62,600.00	1'001,600.00
Reducción de 10 x 4"	7	pza	81,425.00	569,975.00
Reducción de 10 x 6"	2	pza	90,000.00	180,000.00
Reducción de 10 x 8"	2	pza	126,800.00	253,600.00
Reducción de 12 x 4"	7	pza	152,326.00	1'066,282.00
Reducción de 12 x 6"	1	pza	173,481.00	173,481.00
Reducción de 12 x 10"	1	pza	201,500.00	201,500.00
Válvula de 4"	2	pza	210,000.00	420,000.00
Válvula de 6"	9	pza	400,800.00	3'607,200.00
Válvula de 10"	7	pza	863,306.00	6'043,142.00
Válvula de 12"	9	pza	1'274,325.00	11'468,925.00
Cruces de 4" x 4"	28	pza	80,000.00	2'240,000.00
Cruces de 6" x 6"	5	pza	121,760.00	608,800.00
Cruces de 10 x 10"	4	pza	358,315.00	1'433,260.00
Cruces de 12 x 12"	3	pza	545,660.00	1'636,980.00

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNIT.	P. TOTAL
Tapas ciegas de 4"	20	pza.	21,000.00	420,000.00
Junta giubault comp. de 4"	200	pza	29,895.00	5'979,000.00
Junta Giubault comp. de 6"	14	pza	37,840.00	529,760.00
Junta Giubault comp. de 8"	3	pza	45,717.00	137,151.00
Junta Giubault comp. de 10"	6	pza	81,306.00	487,836.00
Junta Giubault comp. de 12"	13	pza	101,975.00	<u>1'325,675.00</u>
			\$	41'850,928.00

Tanque de almacenamiento:

(Mampostería de piedra, bóveda de ladrillo incluyendo
hormigón y lechado) 1'232,565.00

Excavación a mano en cepas (M³) (11,461) (1.2) (0.6) = 8251.92 m³

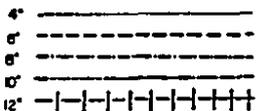
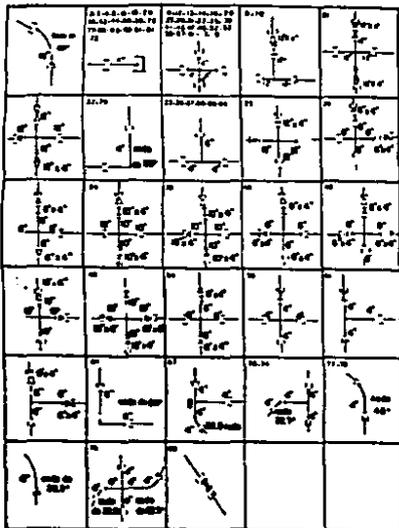
+ Costo por metro cúbico = \$ 2,000.00

+ Costo total = (2,000.00) (8251.92) = 16'503,840.00

GASTOS TOTALES DE LA OBRA

1. TUBERIA	225'017,305.00
2. PIEZAS ESPECIALES	41'850,928.00
3. TANQUE DE ALMACENAMIENTO	17'736,405.00
4. LINEA ECONOMICA DE BOMBEO	<u>422'891,658.00</u>
TOTAL	\$ 707'496,296.00

TIPOS DE CRUCEROS

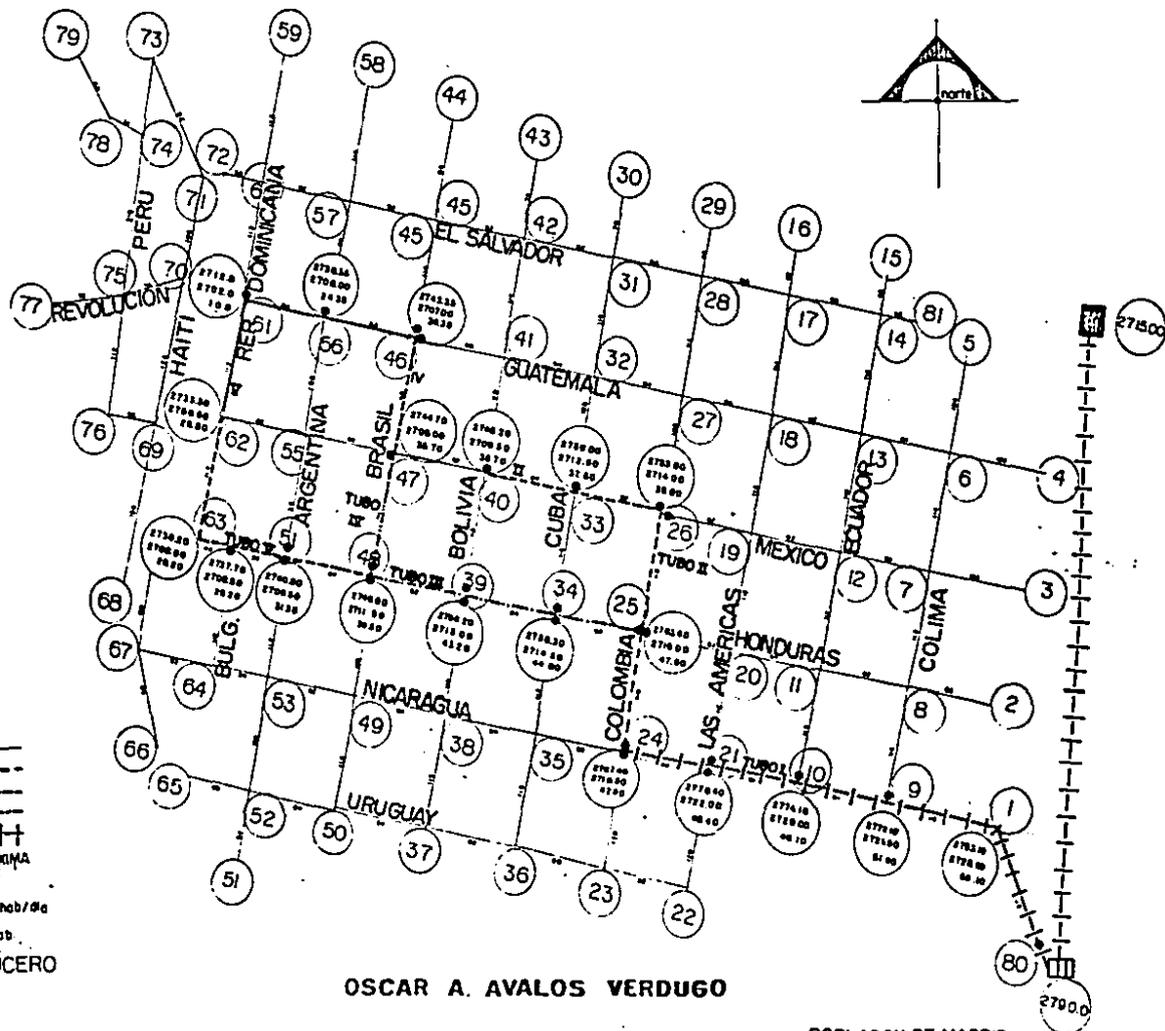


GASTO MAXIMO DEL DIA DE MAXIMA DEMANDA : 325.35 lts. / seg.

DOTACION ESPECIAL : 300 lts./hab/dia

POBLACION FUTURA : 20.823 hab.

(X) NUMERO DE CRUCERO



OSCAR A. AVALOS VERDUGO

POBLACION DE MADRID
MUNICIPIO DE TECOMAN, COL.