



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

3/
29)

FACULTAD DE INGENIERIA

"ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL
DEL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO,
EN EL PERIODO 1980 - 1995."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

CELIA CASTILLO ARAUJO



CD. UNIVERSITARIA

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-058/96

Señorita
CELIA CASTILLO ARAUJO
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso la profesora **ING. ALBA B. VAZQUEZ GONZALEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

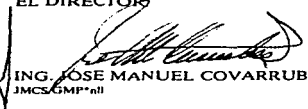
**" ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DEL VALLE DEL MEZQUITAL,
HIDALGO EN EL PERIODO 1980-1995"**

- INTRODUCCION
- I. CARACTERIZACION REGIONAL
- II. ANALISIS HIDROLOGICO
- III. ESTUDIOS DE MONITOREO DE LA RED GENERAL DEL VALLE DEL MEZQUITAL
- IV. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION
- V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 10 de abril de 1996.
EL DIRECTOR


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
JMCS/GMP*nl

**DOY GRACIAS A DIOS, A MIS
PADRES POR EL APOYO Y
MOTIVACIÓN QUE SIEMPRE
ME BRINDARON.**

**A MI ESPOSO, A MIS HIJOS:
MONTSERAT Y GUSTAVO POR
EL APOYO MORAL QUE SIEMPRE
ME BRINDARON.**

**AGRADESCO LA AYUDA Y
COLABORACIÓN EN ESTE
TRABAJO A:**

**ING. IGNACIO CASTILLO ESCALANTE
BIÓLOGA. ROCIO GONZÁLEZ VEGA**

UN AGRADECIMIENTO MUY ESPECIAL A:

**ING. ALBA B. VÁZQUEZ GONZÁLEZ
POR EL APOYO INCONDICIONAL EN EL
DESARROLLO DE ESTA TESIS.**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1	
1 CARACTERIZACIÓN REGIONAL	1.1
1.1 MARCO FÍSICO	1.1
1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA	1.1
1.1.2. GEOLOGÍA	1.1
1.1.3. HIDROGRAFÍA	1.2
1.1.4. EDAFOLOGÍA	1.4
1.1.5. HIDROLOGÍA	1.5
1.1.6. CLIMATOLOGÍA	1.6
1.1.7. VEGETACIÓN Y FAUNA	1.7
1.2. MARCO SOCIOECONÓMICO	1.8
1.2.1 DEMOGRAFÍA	1.8
1.2.2. VIVIENDA Y SERVICIOS	1.9
1.2.3. ACTIVIDADES ECONÓMICAS	1.15
1.2.4. VÍAS DE COMUNICACIÓN	1.18
CAPITULO 2	
2. ANÁLISIS HIDROLÓGICO	2.1
2.1. AGUAS SUPERFICIALES	2.1
2.1.1. INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	2.1
2.1.2. HIDROMETRÍA	2.2
2.1.3. VOLÚMENES ESCURRIDOS	2.2
2.1.4. GASTOS MÍNIMOS	2.7
2.2. USOS DEL AGUA	2.10
2.2.1. USOS ACTUALES	2.10
2.2.2. USOS FUTUROS	2.12
2.2.3. DESCARGAS DEL AGUA	2.19
2.2.4. BALANCE HIDRÁULICO	2.19

CAPITULO 3

3. ESTUDIOS DE MONITOREO DE LA RED GENERAL DEL VALLE DEL MEZQUITAL	3.1
3.1. SITIOS DE MUESTREO	3.1
3.1.1. PLANO GENERAL	3.2
3.1.2. CROQUIS DE ACCESOS PARA LLEGAR A LAS ESTACIONES DE MUESTREO	3.3
3.2. PARÁMETROS DE CALIDAD	3.20
3.3. TÉCNICAS DE MUESTREO Y PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS	3.20
3.3.1. TÉCNICAS DE MUESTREO DE LOS PARÁMETROS SELECCIONADOS	3.20
3.3.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	3.20
3.3.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	3.44
3.3.1.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	3.81
3.3.2. PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS	3.97
3.4. PROGRAMACIÓN DE MUESTREO Y ANÁLISIS	3.100

CAPITULO 4

4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	4.1
4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	4.1
4.1.1. ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	4.1
4.1.2. ESTADÍSTICA BÁSICA PARA EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	4.1

4.2. DISCUSION DE LOS RESULTADOS	4.2
4.2.1. CRITERIOS Y NORMAS DE CALIDAD	4.2
4.2.2. ANÁLISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS	4.10
4.2.3. ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)	4.35

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	5.1
5.1. CONCLUSIONES	5.1
5.2. RECOMENDACIONES	5.3

ANEXO " A "

"DATOS ESTADÍSTICOS Y GRÁFICAS DE PARÁMETROS"

BIBLIOGRAFÍA.

INTRODUCCIÓN

En la República Mexicana el 85% de los recursos hidráulicos se encuentran por debajo de los 500 m.s.n.m. Contrariamente a lo anterior, el 70% aproximadamente de la Población Nacional, se encuentra en asentamientos humanos ubicados arriba de dicha elevación.

El Valle del Mezquital se encuentra enclavado en el Altiplano Central, en la porción suroeste del estado de Hidalgo, por arriba de la elevación 1000 m.s.n.m., sitio en el que los recursos hidráulicos son escasos. Entre las localidades más importantes se encuentran Tula de Allende, Ixmiquilpan, Tepeji del Río, Actopan, Mixquiahuala de Juárez y Progreso de Alvaro Obregón, entre otras.

La descarga de aguas residuales del Valle de México hacia el el Río Tula y sus afluentes, se inició durante el periodo colonial con la construcción del "Tajo de Nochistongo" (1608-1789) y posteriormente se construyó el Gran Canal del Desague y el Túnel de Tequisquiác (1856-1900), que conectan al Valle de México con el Río Salado.

Dichas obras marcan el inicio de la utilización de las aguas residuales para el riego de diversos cultivos en la región conocida como el Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo. Esta condición constituye un factor de impulso en la zona, ya que transforma las tierras áridas en cultivables, donde se obtienen grandes rendimientos en la agricultura.

Años más tarde, en las postrimerías del año 1940, hubo necesidad de construir el túnel aliviador en la zona de Tequisquiác, para incrementar el volúmen de salida del Valle, siendo necesario ampliar la capacidad del Gran Canal del Desague.

En 1955, la Secretaría de Recursos Hidráulicos, organizó en forma definitiva los aprovechamientos "Taximay" y "Requena" al conformar el Distrito de Riego 03, Tula, y posteriormente, el Distrito de Riego 100, Alfajayucan, los cuales siguen operando actualmente.

Posteriormente con la construcción del Emisor Poniente en el año de 1962, que alivió al Gran Canal del Desague, se permite la flexibilidad de conducir las aguas fuera del Valle hacia la región de "El Mezquital" Hidalgo.

Finalmente en 1976 se construyó el Emisor Central que desaloja las aguas pluviales de la Ciudad de México mediante un túnel de más de 60 km de longitud, que descarga al Río el Salto, en el estado de Hidalgo.

En 1912, entró en operación la presa "Taximay" con una capacidad de 50 millones de m³, y en 1922, se terminó la construcción de la presa "Requena", con una capacidad de 35 millones de m³, para 1926, se efectuó la sobreelevación de la cortina de la presa "Requena", que incrementó su capacidad hasta 71 millones de m³ de almacenamiento.

Las aguas residuales del Valle de México se han utilizado desde principios del siglo para el riego de diversos cultivos en el "Valle del Mezquital", Hidalgo. Esta situación justifica la realización del presente trabajo, en el que se obtuvieron los datos de calidad del agua de muestreos realizados a lo largo del Río Tula, por la Comisión Nacional del Agua durante un promedio de 13 años. Se hace el análisis de esta información y así se determina la influencia que ha tenido la utilización de las aguas residuales provenientes a la Ciudad de México aplicadas en las labores agrícolas de los Distritos de Riego 03-Tula y 100 Alfajayucan.

1. CARACTERIZACIÓN REGIONAL

1.1 MARCO FÍSICO

Este capítulo presenta una síntesis de la información general en relación al medio físico donde se localiza el Valle del Mezquital y las características socioeconómicas de la población en ella asentada. Esta información fue analizada y recopilada con el objetivo de contar con un marco de referencia en el cual apoyar el estudio de calidad del agua que utilizan las localidades que forman los Distritos de Riego 03-Tula y 100-Atlixpala, dentro del Valle del Mezquital.

1.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA.

La Cuenca del río Tula tiene una extensión de 6660 km² y se localiza entre los paralelos 19° 41' y 20° 41' de latitud norte y los meridianos 98° 41' y 99° 41' de longitud oeste. Su disponibilidad de agua se estima superior a los 327 millones de metros cúbicos anuales, gran parte de los cuales son utilizados en la agricultura. De la misma manera se dispone de acuíferos importantes en calizas, basaltos y rellenos.

De acuerdo al funcionamiento hidráulico del sistema, la cuenca se divide en varias subcuencas que son las siguientes:

La del colector principal con un área de 2,129 km²; la del río Alfajayucan con un área de 856 km²; la del río Rosas con un área de 300 km²; la del río Tlaxtla con 512 km²; una subcuenca que comprende a varios arroyos y el río Tepeji hasta la presa Requena con 365 km²; la del río Salado con 669 km²; y un aportador secundario, el río Actopan, con 1329 km².

Desde el punto de vista político la cuenca se encuentra localizada en su mayor parte dentro del estado de Hidalgo, aunque toca la porción al Norte del estado de México.

Dentro del estado de Hidalgo los municipios que están comprendidos en el Valle del Mezquital son los siguientes: Actopan, Ajacuba, Alfajayucan, El Arenal, Atlixpala, Atotonilco de Tula, Cardonal, Chapantongo, Chilcuautla, Francisco I Madero, Ixmiquilpan, Mixquiahuala, Progreso, San Agustín Tlaxiaca, San Salvador, Santiago de Anaya, Tasquillo, Tepeji de Ocampo, Tepetitlan, Tetepango, Tezontepec de Aldama, Tlahuelilpan, Tlaxcoapan y Tula de Allende.

1.1.2 GEOLOGÍA

El Valle del Mezquital, se encuentra ubicado dentro de la Provincia Geológica del Eje Neovolcánico, el cual está constituido predominantemente por rocas volcánicas terciarias y cuaternarias (brechas y derrames riolíticos, intermedios y basálticos), de composición y textura variada, las cuales forman en conjunto un extenso y grueso paquete.

Este conjunto ha sido superpuesto a las rocas sedimentarias mesozoicas por los fenómenos del vulcanismo. De estas últimas se encuentran algunos afloramientos que sobresalen en forma de cerros aislados en medio del dominio de rocas ígneas, como en las localidades de Tula de Allende y Atotonilco de Tula, donde afloran cerros de caliza que tienen un aprovechamiento industrial.

La morfología en el valle es variada, se presentan diversos tipos de estructuras volcánicas bien conservadas, además de extensos flujos piroclásticos y derrames lávicos basálticos.

1.1.3 HIDROGRAFÍA

La cuenca del río Tula se encuentra situada en la parte centro-oriental de la Provincia Geológica del Eje Neovolcánico de México.

En términos generales se puede decir que la Mesa Central está constituida por montañas de rocas volcánicas del Cenozoico y separadas por pequeñas cuencas rellenas parcialmente por sedimentos lacustres y aluviales derivados de materiales extrusivos. En este punto resulta conveniente hacer mención del hecho que el origen de la mesa central se encuentra estrechamente ligado al de las sierras que la circundan. La altura media de la Altiplanicie es próxima a los 2000 m, manifestándose un relieve de valles y llanuras separadas por pequeñas serranías secundarias que atraviesan en direcciones diversas.

La cuenca correspondiente al río Tula en sí, está formada por un sistema de valles interconectados cuyo conjunto se conoce como Valle del Mezquital. Este valle permaneció cerrado durante el plioceno por efecto del tectonismo regional y las acciones volcánicas que dieron origen a gruesas series de materiales clásticos que sepultaron los Valles de Tasquillo, Ixmiquilpan y Actopan. Al reanudarse la salida del drenaje, el río Tula labró su cauce sobre una cubierta formada por estos materiales dando origen a las elevaciones y depresiones existentes.

En las cadenas montañosas, que delimitan los valles antes mencionados, existen numerosas elevaciones que rebasan los 2500 metros, las elevaciones más importantes se localizan al sur de la cuenca estando localizadas al norte las de mayor importancia en la zona donde confluyen el río Tula y el río San Juan para dar origen al río Moctezuma.

Hidrografía. - El río Tula constituye el colector general del río Pánuco en sus orígenes. Su nacimiento se efectúa en el cerro San Pablo, La Buña, a una altitud de 3,800 m, en la sierra de la Catedral, zona en donde está ubicado el partearguas entre las cuencas de los ríos Pánuco y Lerma.

El colector general en sus orígenes lleva el nombre del río San Jerónimo y drena la falda norte de la sierra de la Catedral. La topografía en esta zona es accidentada y los escurrimientos son controlados por la presa Taxhimay a una altitud de 2200 m aproximadamente.

Este tramo inicial tiene una longitud de 37 km y carece de afluentes de importancia. En esta zona se localizan los poblados de Villa del Carbón, Chapa de Mota y San Luis Taxhimay.

Después de la Presa Taxhimay el colector general toma el nombre del río Tepeji de Ocampo y es controlado nuevamente por la Presa Requena. En este tramo la topografía es muy accidentada y se sigue careciendo de afluentes de importancia; sin embargo, un kilómetro aguas abajo de la cortina de la presa Taxhimay, se localiza una estación hidrométrica, denominada Calabozo, que ha registrado un escurrimiento medio anual de 73.9 millones de metros cúbicos. Los escurrimientos regularizados por la presa Taxhimay son derivados 3 km aguas abajo de esta, mediante la presa derivadora las golondrinas, para irrigar la margen izquierda de la corriente hasta la zona de Tepeji de Ocampo. De la misma manera, aguas arriba de esta última localidad se localiza la presa derivadora Romera, que deriva los escurrimientos hacia una pequeña zona de riego que queda comprendida a todo lo largo de esta margen y hasta la presa Requena.

Por su parte la presa Requena recibe, mediante el canal el Salto, volúmenes medios anuales de 26.2 millones de metros cúbicos, medidos en la estación hidrométrica el Salto. Esta misma presa alimenta directamente al canal principal, que domina gran parte del Distrito de Riego del Río Tula, y al canal Schmelz, cuyas aguas irrigan una pequeña zona en la margen izquierda.

Después de la presa Requena y partiendo de una altitud de 2100 m, el colector toma el nombre del río Tula y pasa por las localidades de Jasso y Tula para controlar nuevamente sus escurrimientos mediante la presa Endho, que constituye la obra de almacenamiento más importante de la cuenca.

La topografía de la zona es drenada por este tramo de la corriente, es accidentada principalmente en su parte suroeste, en la cuenca del río Coscomate.

Las aportaciones de mayor importancia al colector general son las representadas por el río Tlautla, el río Rosas y el río Michimaloya, que descarga directamente en el embalse de la presa Endho.

Por la margen derecha el único aportador de importancia es el río el Salto, que afluye medio kilómetro aguas abajo de la Presa Requena y que esta constituida en gran parte por las aportaciones que recibe de la cuenca del Valle de México.

Un kilómetro aguas abajo de la presa Requena se efectúan derivaciones del río Tula mediante la presa derivadora Los Pueblos y un kilómetro aguas arriba de Jasso, Hgo. se efectúan nuevas derivaciones, esta vez mediante la presa derivadora Jasso, que alimenta el canal Requena el cual riega la zona del Distrito de Riego del río Tula inmediato a la margen derecha del río y la parte baja del mismo.

Partiendo de la presa Endhó a una altitud de 2,005 m.s.n.m. el colector general conserva su rumbo norte con una longitud de 3 km hasta llegar a la formación de Cerro Grande y Sombrerete, en donde cambia bruscamente de dirección hacia el oriente, pasa por las inmediaciones de Tezontepec, Hgo., y cambia de nuevo su curso, esta vez hacia el noreste para pasar cerca de las poblaciones de Mixquiahuala y Progreso de Alvaro Obregón, Hgo. A partir de este último poblado sigue un curso norte y penetra en una zona topográficamente accidentada.

El único afluente de importancia en este tramo es el río Salado, el cual fluye por la margen derecha 2 km aguas abajo de Tezontepec de Aldama. Otro aspecto de importancia es el hecho de que el río Salado, además de los recursos propios recibe importantes aportaciones provenientes del Valle de México.

A partir de Progreso de Alvaro Obregón el río Tula toma un curso norte penetrando en una zona topográfica accidentada y pasando por las localidades de Chilcuautla, Tlacotalpilco e Ixmiquilpan. En este tramo del río se tiene que 7 km aguas abajo de Tlacotalpilco la aguas del río son desviadas mediante la derivadora Tecolote hacia el túnel del mismo nombre, el cual alimenta al canal Alberto, para riego de tierras en la margen derecha del río Tula hasta abajo del valle Ixmiquilpan. Después de la derivadora Tecolote, el río continúa su curso norte hasta Ixmiquilpan y sus aguas son derivadas 3 km aguas arriba de esta localidad en la derivadora López Rayón que, a su vez, alimenta a un sistema de canales de riego localizado en la margen izquierda de la corriente.

1.1.4 EDAFOLOGÍA

Los tipos de suelo característicos de la zona son:

Fcozem.- El Fcozem tiene una capa superficial de color pardo, rica en materia orgánica y nutrientes, se encuentra desde zonas semi-áridas hasta templadas o tropicales. En condiciones naturales tiene casi cualquier tipo de vegetación, se encuentra en terrenos desde planos hasta montañosos y la susceptibilidad a la erosión depende del tipo de terrenos en los que se encuentre.

Castanozem.- El Castanozem tiene una capa superficial de color pardo, rica en materia orgánica y acumulación de calcio en el subsuelo, son de zonas semi-áridas a transición a clima más lluvioso, en condiciones naturales tiene vegetación de pastizal o matorral. Moderadamente susceptible a la erosión.

Planosol.- El Planosol presenta debajo de la capa más superficial, una capa más o menos delgada de una material claro, ácido e infértil que a veces impide el paso de las raíces, por debajo de esta capa se presenta un subsuelo arcilloso o impermeable o bien roca o un tepetate, son de climas semi-áridos o templados, su vegetación natural es de pastizal. Son susceptibles a la erosión.

Feozem Háplico.- Son suelos que se presentan en varias condiciones climáticas y que pueden presentar casi cualquier tipo de vegetación en condiciones naturales. Su característica principal es una capa oscura superficial, suave, rica en materia orgánica y nutrientes. Los feozems profundos y situados en terrenos planos se utilizan en agricultura de riego temporal, de granos, hortalizas y legumbres con altos rendimientos. Los menos profundos o aquellos que se presentan en pendientes o laderas tienen rendimientos más bajos y se erosionan con mucha facilidad, aunque pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables.

Rendcina.- Son suelos que se presentan en zonas de clima cálido o templado y se caracterizan por poseer una capa superficial rica en humus y muy fértil, descansa sobre roca caliza o algún material rico en cal. No son muy profundos y generalmente arcillosos. Cuando se encuentran en llanos o lomas suaves se utiliza para sembrar henequén con buenos rendimientos y maíz con rendimientos bajos. Al ser desmontado puede utilizarse en la ganadería con rendimientos bajos o moderados pero con gran peligro de erosión en las laderas y lomas. Su susceptibilidad a la erosión es moderada.

Castanozem cálcico.- Se trata de suelos que se pueden localizar en zonas semi-áridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal con algunas áreas de matorral. Se caracterizan por tener una capa superior de color pardo o rojizo oscuro, rica en materia orgánica y nutrientes y acumulación de caliche suelto y ligeramente cementado en una capa de color claro de más de 15 cm de espesor. Se utilizan para ganadería extensiva mediante el pastoreo, o intensiva con pastos cultivados con rendimientos de medios altos. Además se usan en agricultura con cultivos de granos, oleaginosas y hortalizas con rendimientos generalmente altos, sobre todo si están sometidos a riego, pues son suelos que naturalmente tienen una alta fertilidad. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

1.1.5 HIDROLOGÍA

De acuerdo con la regionalización del Estado de Hidalgo se localiza dentro de las regiones Valle de México y Golfo Norte. La primera cubre un 43 % y la segunda un 57% de la superficie total del estado. La región Valle de México está integrada por las subcuencas del río Tula y del río de Las Avenidas de Pachuca, la primera con una superficie dentro del estado de 6,732 km² y la segunda 2,341 km².

El río Tula, corre de sur a noreste, al poniente del estado; sus afluentes principales son los ríos: El Salto, Tlautla, Las Rosas, Salado, Actopan, y Alfajayucan; es importante señalar que sus escurrimientos se ven incrementados notablemente por las aguas residuales provenientes de la zona metropolitana de la Ciudad de México a través del Tajo de Nochitongo, los túneles de Tequixquiac y Emisor Central.

1.1.6 CLIMATOLOGÍA

El clima en el Valle del Mezquital puede dividirse a grandes rasgos en la siguiente forma:

En la zona aledaña al punto de confluencia del río Moctezuma, estepario con clima semicálido, invierno fresco, temperatura media anual entre 18 y 22 grados centígrados y la del mes más frío de 18 grados centígrados; con régimen de lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 % del total anual.

Aguas arriba, siguiendo el curso de la corriente y en la zona aledaña a la localidad de Ixmiquilpan, el clima se torna más seco de los climas secos esteparios, en general su clima es semicálido con invierno fresco, temperatura media anual entre 18 y 22 grados centígrados y la del mes más frío menor a 18 grados centígrados, el régimen de lluvias es en verano y se presenta un porcentaje de lluvia invernal de entre 5 y 10.2 % del total anual.

Continuando el curso de la corriente en el sentido mencionado se presenta un tercer tipo de clima correspondiente al menos secos de los climas secos, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18 grados centígrados, la del mes más frío entre los 3 grados centígrados y la del mes más cálido menor a 18 grados centígrados, con régimen de lluvias en verano.

Al ascender la topografía y conforme se llega a la parte alta del valle los climas se tornan templados teniendo una franja, relativamente angosta, en la zona de Tepeji de Ocampo que es el más seco de los templados subhúmedos, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor del 5% de la anual.

La precipitación pluvial en el valle esta medida por las estaciones climatológicas operadas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. En la parte más alta del valle se presentan los valores mayores de precipitación pluvial, teniendo promedios anuales del orden de 1200 mm; conforme desciende la topografía los valores son menores teniendo una precipitación del orden de los 800 mm anuales de la presa Taxhimay; esta sigue descendiendo y a la altura de la presa Requena, se tiene un valor anual de 700 mm. Al seguir el curso del río Tula, sigue descendiendo, tomando un valor de 600 mm anuales en la zona aledaña Tula y a la presa Endhó. Este valor desciende aún más en el curso del río y llega a un mínimo menor a 400 mm anuales en la zona de Ixmiquilpan, en donde asciende hasta cerca de los 500 mm anuales en el punto de su confluencia con el río Moctezuma.

Quando la temperatura del ambiente es igual o menor a 0 grados centígrados, dan lugar a las llamadas heladas. En nuestro país estas se presentan debido a la invasión de aire polar continental, generalmente seco, proveniente de Canadá y los Estados Unidos. Las heladas se producen cuando una región que durante el día ha recibido y retenido la radiación del calor solar, pierde durante la noche ese calor como resultado de un enfriamiento adicional de la masa de aire polar que la ha invadido.

Los enfriamientos prolongados retardan el crecimiento de algunas plantas llegando a matar ciertos cultivos. Las heladas mas peligrosas para la agricultura son aquellas que ocurren fuera del periodo normal.

En la región del Valle del Mezquital, el promedio de las heladas al año es de 40 días, presentándose el mayor número en Tepeji del Río con 95 días, San Agustín Tlaxiaca con 84 días y Chapantongo con 57 días al año.

1.1.7. VEGETACIÓN Y FAUNA

Los tipos de vegetación que se presentan en la zona del Valle del Mezquital, son un fiel reflejo de las condiciones climáticas prevalecientes, siendo el relieve y el tipo de unidades edáficas factores determinantes. De esta manera se tiene que en aquellos lugares en donde el clima semiárido es prevaleciente, la vegetación que se desarrolla es del tipo submontano; en las zonas en donde el clima predominante es el cálido subhúmedo predomina la selva baja caducifolia y la selva espinosa y en las regiones en donde domina el semicálido subhúmedo la vegetación esta representada por el bosque de encino.

Es importante mencionar que un gran porcentaje de la superficie que integra el Valle del Mezquital esta dedicada a la agricultura tanto de riego como de temporal.

En términos de superficie relativa y después del área destinada a los cultivos a base de riego y temporal se presenta el hecho de que una gran superficie de la cuenca está destinada a la nopalera, en donde los géneros y especies mas frecuentemente encontradas son las siguientes: *Opuntia streptacantha*, *Zaluzania augusta*, y *Mimosa blumifera* sin contar con las eventuales eminencias de *Yucca filifera* y *Schinus molle*. Se localizan también zonas aún no dedicadas a la agricultura en donde es frecuente encontrar *Cephalocereus senilis*, géneros varios de Fouquieria, *Gochnatia*, *Echinocactus* y *Dasyliroton*. Una comunidad bastante extendida en estas últimas regiones es la conocida como matorral crasicaule entre los cuales destacan los llamados "cardonales" de *Lemaireocereus weberi* (cardon), estos están dominados por cactáceas columnares o candelabriformes que en general son mas termófilas que otras comunidades afines.

Como parte de la comunidad denominada matorral submontano se tiene que este está formado por elementos perennes y caducifolios y que se desarrollan básicamente en las partes bajas y medias de las sierras que limitan el valle, siendo su más importante representante la barreta (*Helietta parvifolia*), córnea de gallina (*Neoprifolia integrifolia*), anacahuíta (*Cordia boissieri*), tenaza (*Pithecellobium brevifolium*), gavia (*Acacia amentacea*), ocotillo (*Gochnatia Hypoerua*) y cenizo (*Leucophyllum* sp.)

La selva baja espinosa es una comunidad heterogénea que constituyen bosques bajos caducifolios y cuyos componentes son, en su mayoría, árboles espinosos. Es necesario mencionar que esta vegetación esta siendo sustituida por pastizales inducidos, lo cual ha dado origen a serios problemas de erosión en las zonas de mayor pendiente en el valle. Los principales representantes de esta comunidad son el cascolote espuanero (*Caesalpinia* sp.), brasil

(*Haematoxylon brasiletto*), *tempextle* (*Bumelia* sp.), *amolé* (*Rezipinus amolé*), *cruzeto* (*randia* sp.), *cuastecomate* (*Crescentia alata*) y *mezquite* (*prosopis* sp.) esta última especie en zona de poco drenaje, se asocia con el *hizache* (*Acacia* sp) y el *palo verde* (*Cercidium*), comunidad denominada comúnmente como el *mezquital* en vez de *selva espinosa*.

Por su parte el bosque de encino, ubicada en las partes más altas del valle se desarrollan en condiciones ecológicas muy variadas. Los elementos dominantes están constituidos principalmente por las especies del género *Quercus* (*encinares*) y presentan características estructurales que permiten su explotación forestal a nivel comercial, siendo lo abrupto del terreno donde se distribuyen, la principal limitante para el desarrollo ganadero.

Con respecto a la fauna, el Valle del Mezquital, debido en gran parte a la desmedida cantidad de asentamientos humanos que en él se ubican, así como al creciente desarrollo industrial que en él se ha presentado, muestra poca variedad faunística.

A continuación se mencionan las especies que aún tienen como hábitat al valle.

Desde el punto de vista de aves de interés cinegético se presentan en la cuenca el *pato triguero* (*Anas diazi*), *pato baludo chico* (*Aythya affinis*), *pato enmascarado* (*oxyura* dominica), *pato tepalcate* (*Oxyura jamaicensis*), *gallina del monte* (*Dendrortyx macroura*), *codorniz escamosa* (*Callipepla squamata*), *codorniz común* (*Colinus virginianus*), *codorniz pinta* (*Cyrtonyx montezumae*), *paloma collar* (*Columba fasciata*), *paloma escamosa* (*Columba speciosa*), *huitota* (*Zenaidura macroura*), y *paloma de alas blancas* (*Zenaida asiática*).

Entre los mamíferos merecen ser mencionados el *Tlacuache* (*Didelphis marsupialis*), el *armadillo* (*Dasypus novemcinctus*), la *liebre torta* (*Lepus callotis*), *liebre de cola negra* (*Lepus californicus*), *conejo del este* (*Sylvilagus floridanus*), *conejo de Audubon* (*Sylvilagus audubonii*), *conejo mexicano* (*Sylvilagus cunicularius*), *ardillas* varias entre las que se encuentra la *Sciurus nelsoni*, *Sciurus aureogaster*, conocida comúnmente como *ardilla "panza roja"*, y *Sciurus oculus*. Particular mención entre los mamíferos merece el *coyote* (*Canis Latrans*) ya que es una especie distribuida en prácticamente todo el territorio nacional.

1.2 MARCO SOCIOECONÓMICO

Desde el punto de vista político, el Valle del Mezquital se ubica en la parte suroeste del estado de Hidalgo, y comprende los municipios de Actopan, Ajacuba, Alfayucan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Chapantongo, Chilcuautla, Francisco I Madero, Ixmiquilpan, Progreso, San Agustín Tlaxiaca, San Salvador, Santiago de Aldama, Tasquillo, Tepeji del Río, Tepetitlan, Tetepango, Tezontepec de Aldama, Tlahuacilpan, Tlaxcoapan y Tula de Allende.

1.2.1. DEMOGRAFÍA

La población en el Valle del Mezquital, era en el año de 1960 de 257,698 habitantes, siendo las poblaciones con mayor número de habitantes las de Tula de Allende, Ixmiquilpan,

Actopan, Mixquiahuala y Tepeji del Río con 29 339; 24 871; 20 994; 19 342 y 18 769 habitantes, respectivamente. Para el año de 1970, la población total del valle se incrementó a 328,748 habitantes, siendo las localidades más pobladas las de Tula de Allende, Ixmiquilpan, Actopan y Tepeji del Río con 38 685; 35 516, 25 959 y 24 139 habitantes, respectivamente. En 1980, la población total ascendió a 446,434 habitantes. Para este año las localidades con mayor población eran Tula de Allende, Ixmiquilpan, Tepeji del Río y Actopan, con 57 604; 52 124, 37 777 y 34 622 habitantes respectivamente.

Para el año 1990, y de acuerdo con los resultados definitivos del XI Censo General de Población y Vivienda realizado en el año de 1990, el Valle del Mezquital cuenta con una población de 562,796 habitantes. Para este año, las localidades con mayor número de habitantes son: Tula de Allende con 73,713, Ixmiquilpan con 65,934, Tepeji del río con 51,199 y Actopan con 40,613. En el Cuadro 1.1, se presenta un resumen de población en los municipios que forman el Valle del Mezquital, de 1960 a 1990.

De acuerdo con los datos analizados, podemos observar que los principales polos de desarrollo tanto industrial como agropecuario, han sido a lo largo del tiempo, las localidades de Tula de Allende, Ixmiquilpan, Tepeji del Río y Actopan.

1.2.2. VIVIENDA Y SERVICIOS

Los aspectos referentes a vivienda y servicios con que contaba el Valle del Mezquital en el año de 1980 se presentan en el Cuadro 1.2. En este cuadro es posible apreciar el número de viviendas con que contaba cada municipio, así como la proporción de habitantes que contaba con agua potable, drenaje y energía eléctrica.

El número total de viviendas dentro del Valle en este año era de 76,054 con lo que resultaba un promedio de 5.9 habitantes por vivienda, ligeramente superior al valor de la media nacional para ese año.

Del total de la población censada en 1980 solo el 69.55% contaba con el servicio de energía eléctrica, el 73.57% contaba con el servicio de agua potable y solo el 15.17% contaba con drenaje conectado al servicio público.

Para 1990, de acuerdo con el Cuadro 1.3, se puede observar que la población total del Valle aumentó a 562,796 habitantes, lo que significó un incremento del 26% con respecto a 1980. Asimismo, el número de viviendas fue de 142,478, significando un incremento del 87.33%. Para este año el número promedio de habitantes por vivienda fue de 4.

Del total de la población censada en 1990, el 61.5% contaba con el servicio de energía eléctrica, el 54.56% contaba con agua potable y solo el 31.46% contaba con drenaje conectado al servicio público.

CUADRO 1.1

VALLE DEL MEZQUITAL
POBLACION TOTAL, PERIODO 1960 - 1990

LOCALIDAD	AÑO			
	1960	1970	1980	1990
ACTOPAN	20,994	25,959	34,622	40,813
AJACUBA	7,920	8,981	11,875	12,704
ALFAJAYUCAN	12,810	13,916	15,700	18,830
ARENAL EL	6,621	7,799	10,151	12,650
ATITALAQUIA	5,326	7,147	10,384	17,628
ATOTONILCO DE T	7,017	9,634	14,519	19,327
CHAPANTONGO	8,225	8,975	9,678	11,108
CHILCUALTLA	7,305	8,455	10,060	13,697
FRANCISCO I M	12,854	16,409	21,741	25,554
DMIQUILPAN	24,871	35,516	52,124	65,934
MIXQUIAHUALA	19,342	17,513	24,782	31,137
PROGRESO		9,959	15,026	17,156
SAN AGUSTIN T	11,546	12,287	17,668	19,941
SAN SALVADOR	13,268	17,027	20,356	25,674
SANTIAGO DE A	8,332	9,693	11,481	12,457
TASQUILLO	9,113	10,972	13,797	15,090
TEPEJ DEL RIO	18,769	24,139	37,777	51,199
TEPETITLAN	5,002	5,872	6,825	8,399
TEPANGO	3,279	4,399	5,922	7,960
TEZONTEPEC DE A	13,531	18,322	20,050	31,651
TLAHUELLPAN		6,177	9,136	11,508
TLAXCOAPAN	12,234	10,912	15,156	20,868
TULA DE ALLENDE	29,339	38,685	57,604	73,713
TOTALES:	257,698	328,748	446,434	562,796

FUENTE: XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990.

CUADRO 1.2

VALLE DEL MEZQUITAL
DATOS SOCIOECONOMICOS (1980)

LOCALIDAD	POBLACION		VIVIENDAS CON		
	TOTAL	VIVIENDA TOTAL	AGUA	DRENAJE	ENERGIA E.
ACTOPAN	34,662	5,731	4,728	1,578	4,080
AJACUBA	11,875	2,087	1,761	68	1,640
ALFAJAYUCAN	15,700	2,800	2,156	87	1,013
ARENAL EL	10,151	1,663	1,667	39	963
ATITALAQUIA	10,384	1,698	1,362	241	1,316
ATOTONILCO DE T	14,519	2,269	1,745	268	1,858
CHAPANTONGO	9,678	1,829	1,052	71	1,011
CHILCUALTLA	10,060	1,780	1,123	18	865
FRANCISCO I M	21,741	3,480	3,093	177	2,474
IXMQUILPAN	52,124	8,446	6,385	1,579	4,654
MIXQUIAHUALA	24,782	3,940	3,384	170	3,258
PROGRESO	15,026	2,382	2,122	29	1,941
SAN AGUSTIN T	17,668	2,858	2,085	89	2,038
SAN SALVADOR	20,356	3,261	2,008	137	2,309
SANTIAGO DE A	11,481	2,003	1,675	46	1,048
TASQUILLO	13,797	2,395	1,629	110	1,047
TEPEJI DEL RIO	37,777	6,910	3,082	1,368	5,286
TEPETITLAN	6,825	1,299	1,000	29	776
TETEPANGO	5,922	1,015	98	643	893
TEZONTEPEC DE A	20,050	4,270	3,698	98	3,136
TLAHUELILPAN	9,136	1,561	1,216	540	1,300
TLAXCOAPAN	15,156	2,254	1,772	584	1,745
TULA DE ALLENDE	57,604	10,123	7,126	3,574	8,250
TOTALES :	446,474	76,054	55,968	11,543	52,906

FUENTE: XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990.

CUADRO 1.3

VALLE DEL MEZQUITAL
DATOS SOCIOECONOMICOS (1990)

LOCALIDAD	POBLACION		VIVIENDAS CON		
	TOTAL	VIVIENDA TOTAL	AGUA	DRENAJE	ENERGIA E.
ACTOPAN	40,613	7,591	6,163	4,115	8,322
AJACUBA	12,704	2,492	2,179	655	2,166
ALFAJAYUCAN	16,830	4,223	1,474	419	1,969
ARENAL EL	12,650	3,236	1,503	392	1,691
ATITALAQUIA	17,626	4,710	3,072	2,314	3,106
ATOTONILCO DE T	19,327	4,774	2,853	1,673	2,315
CHAPANTONGO	11,108	2,878	1,591	358	1,562
CHILCUALTLA	13,697	3,429	1,426	294	1,734
FRANCISCO I M	25,554	6,397	3,584	1,954	3,921
IXMIQUILPAN	65,934	17,490	8,395	4,476	8,957
MEXQUAHUALA	31,137	7,864	4,864	2,762	5,185
PROGRESO	17,156	4,550	2,740	2,065	2,847
SAN AGUSTIN T	19,941	5,249	2,367	809	3,004
SAN SALVADOR	25,674	5,930	3,278	1,365	3,865
SANTIAGO DE A	12,457	3,087	1,494	360	1,519
TASQUILLO	15,090	3,498	1,510	696	1,838
TEPEJI DEL RIO	51,199	14,803	5,982	4,744	8,967
TEPETITLAN	8,399	2,428	1,029	436	1,070
TETEPANGO	7,960	2,301	967	413	1,014
TEZONTEPEC DE A	31,651	7,704	4,856	1,585	5,314
TLAHUELILPAN	11,508	3,120	1,939	1,427	2,018
TLAXCOAPAN	20,868	4,819	3,090	2,232	3,041
TULA DE ALLENDE	73,713	19,905	11,392	9,290	13,919
TOTALES:	562,796	142,478	77,748	44,834	87,344

FUENTE: XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990.

Podemos observar, que en lo referente a los servicios de agua potable y energía eléctrica se tiene un incremento en los porcentajes de población servida, lo cual se puede deber al alto incremento de la población y de las viviendas en el Valle del Mezquital.

Con respecto al servicio de drenaje, se aprecia un gran aumento en el porcentaje de la población servida, lo que significa un gran beneficio para los habitantes de la zona.

En lo que a salud corresponde, el Valle del Mezquital, cuenta con centros de salud y hospitales de la Secretaría de Salud (SSA), además se tienen centros de salud, consultorios rurales y unidades médico rurales del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Se cuenta también con clínicas, unidades médico familiares y hospitales regionales del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).

Dentro de la asistencia social, el Sistema Estatal para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), en sus tareas de protección y auxilio, maneja programas básicos orientados a menores desamparados, minusválidos sin recursos, ancianos desprotegidos y mujeres trabajadoras a través de las jefaturas de área.

Por lo que respecta a las principales enfermedades en los habitantes, ocasionados por el uso de agua residual en el riego agrícola, se han efectuado diversos estudios que relacionan la salud con el uso de estas aguas en la agricultura.

En 1980, Sánchez Leyva investigó el efecto del uso del agua residual y la incidencia de infecciones diarreicas y parasitarias entre la población del Distrito de Riego 03 concluyendo que no existía exceso significativo de dolores gastrointestinales o de infección de protozoarios o helmintos en los habitantes que viven en comunidades cercanas a las zonas que irrigan con aguas residuales, comparando con los que viven en una comunidad control donde se irrigan con agua limpia.

Este estudio se realizó sobre 2929 familias en la zona de estudio. De los resultados de este estudio se derivaron las siguientes conclusiones:

-Los padecimientos más frecuentes en la población fueron: Disenteria bacilar y amibiasis con una incidencia media de 23.4%.

-Clasificando los resultados por grupos de edad se encontró que la población más afectada es la menor de 15 años, seguida por la población mayor de 45 años.

En el Cuadro 1.4 se presentan algunos de los diversos organismos patógenos que pueden estar presentes en las aguas residuales.

CUADRO 1.4
ORGANISMOS PATÓGENOS QUE PUEDEN ESTAR
PRESENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES

ORGANISMO	ENFERMEDAD	RESERVORIO
VIRUS ENTERICOS		
ENTEROVIRUS	GASTROENTERITIS, ANOMALIAS EN EL CORAZON, MENINGITIS	HOMBRE Y ANIMALES
ROTAVIRUS	GASTROENTERITIS	HOMBRE Y ANIMALES DOMESTICOS
PARVOVIRUS	GASTROENTERITIS	HOMBRE
VIRUS HEPATITIS A	HEPATITIS INFECCIOSA	HOMBRE Y ALGUNOS PRIMATES
ADENOVIRUS	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS, CONJUNTIVITIS Y OTRAS	HOMBRE
BACTERIAS		
ESCHERICHIA COLI	GASTROENTERITIS	HOMBRE Y ANIMALES DOMESTICOS
SALMONELLA	FIEBRE TIFOIDEA, SALMONELOSIS	HOMBRE Y ANIMALES DOMESTICOS
SHIGELLA	SHIGELOSIS (DESINTERIA BASILAR)	HOMBRE
	GASTROENTERITIS	HOMBRE Y ANIMALES DOMESTICOS
PROTOZOARIOS		
BALANTIDIUM COLI	BALANTIDIASIS	HOMBRE Y CERDO
ENTAMOBA HISTOLITICA	AMIBIASIS	HOMBRE
GIARDIA LAMBLIA	GIARDIASIS	HOMBRE Y ANIMALES DOMESTICOS
HELMINTOS		
ASCARIS LUMBRICOIDES	ASCARIASIS	HOMBRE Y CERDO
ANCHYLOSTOMA DUODENALE	ANCLYOSTOMASIS	HOMBRE
ANCHYLOSTOMA BRAZILIENSE	INFECCIONES DE LA PIEL	GATOS
ANCHYLOSTOMA CANINUM	INFECCIONES DE LA PIEL	PERROS
ENTERIOVIRUS VERMICULARIS	ENTEROBLIASIS	HOMBRE
STRONGYLOIDES STERCULARIS	STRONGYLOIDIASIS	HOMBRE, PERRO
TOXOCARA CATI	INFECCIONES VISCERALES	CARNIVOROS
TOXOCARA CANIS	INFECCIONES VISCERALES	CARNIVOROS
TRICHURIS TRICHURA	TRICURIASIS	HOMBRE
CESTODOS		
TAENIA SAGINATA	TAENIASIS	HOMBRE
TAENIA SOLIUM	TAENIASIS	HOMBRE
HYMENOLEPIS NANA	TAENIASIS	HOMBRE, RATAS
ECHINOCOCCUS GRANULOSUS	EQUINOCOCCOSIS	PERRO
ECHINOCOCCUS MULLICULARIS	ENFERMEDADES ALVEOLAR	PERROS, CARNIVOROS

FUENTE: COPLAIN INGENIEROS CIVILES, S. A. de C. V.

1.2.3 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Población Económicamente Activa

La Población Económicamente Activa (PEA) en el Valle del Mezquital, para el año de 1960 era de 78,589 habitantes, incrementándose a 83,388 para el año de 1970. A partir de este año, la PEA se vio incrementada en forma acelerada alcanzando para 1980 un valor total de 130,145 habitantes, Cuadro 1.5. Esto es debido en gran medida al impulso proporcionado al desarrollo de las zonas industriales y a la apertura de nuevas zonas de riego.

Para el año de 1990, la PEA en el Valle del Mezquital, ascendió a 146,844 habitantes, siendo las localidades con mayor participación de habitantes las de Tula de Allende 19,905, Ixmiquilpan con 17,490, Tepeji del Río con 14,803 y Actopan con 11,086; Cuadro 1.6. A nivel del valle, la distribución de la PEA para este año fue la siguiente: el 37% de la población se dedicaba a actividades primarias, resultando que la agricultura y ganadería son actividades con gran impulso regional; el 34% se dedicaba a la industria de la transformación y extractiva y el 25.2% se dedicaba a los servicios, comercial y gobierno. El 3.8% restante no se tiene especificado.

Particular mención merecen los municipios de Tula de Allende y Tepeji del Río, en virtud de que son aquellos que concentran la más importante actividad de tipo industrial en el Valle del Mezquital.

Como ya se mencionó anteriormente, en el valle la agricultura representa la principal actividad económica, y se desarrolla tanto de temporal como de riego. En el Valle del Mezquital se encuentran asentados los Distritos de Riego 03-Tula y 100-Alfayucan, contándose en conjunto con 83,752 hectáreas de las cuales 52,270 pertenecen al Distrito de Riego 03 y 31482 al Distrito de Riego 100.

Con respecto al Distrito de Riego 03-Tula, los principales cultivos durante el año de 1991 fueron: La alfalfa con 19,463 ha, el maíz con 17,561 ha, la cebada con 3,453 ha, y la avena con 2,342 ha.

Por su parte, en el Distrito de Riego 100-Alfayucan, los principales cultivos en el mismo año fueron: el maíz con 13,381 ha, la alfalfa 5,867 ha, el frijol con 838 ha y el jitomate con 757 ha.

Usos del Suelo

Dado que el Valle del Mezquital antes de ser irrigado con las aguas residuales procedentes del Valle del México, era árido y poco productivo agricolamente, el uso del suelo que se dió al iniciar el riego fue el agrícola, teniendo como consecuencia que se incrementara la ganadería y la avicultura. Estos usos son marcados en la normatividad.

CUADRO 1.5

**VALLE DEL MEZQUITAL
DATOS SOCIOECONOMICOS**

LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	P. E. A.
ACTOPAN	34,622	10,689
AJACUBA	11,875	2,769
ALFAJAYUCAN	15,700	4,083
ARENAL EL	10,151	3,226
ATTALAQUIA	10,384	3,067
ATOTONILCO DE T	14,519	3,022
CHAPANTONGO	9,678	2,678
CHILCUALTLA	10,060	3,150
FRANCISCO I M	21,741	5,604
DMIQUILPAN	52,124	16,736
MXQUIAHUALA	24,782	7,268
PROGRESO	15,026	4,065
SAN AGUSTIN T	17,668	5,135
SAN SALVADOR	20,356	5,239
SANTIAGO DE A	11,481	3,020
TASQUILLO	13,797	3,190
TEPEJI DEL RIO	37,777	11,489
TEPETITLAN	6,825	2,231
TETEPANGO	5,922	1,838
TEZONTEPEC DE A	20,050	7,557
TLAHUELLIPAN	9,136	2,754
TLAXCOAPAN	15,156	4,462
TULA DE ALLENDE	57,604	16,873
TOTALES:	446,434	130,145

FUENTE: XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1980.

CUADRO 1.6
VALLE DEL MEZQUITAL
POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA
1990

LOCALIDAD	POBLACION TOTAL	P. E. A.
ACTOPAN	40,613	11,086
AJACUBA	12,704	2,867
ALFAYUCAN	16,830	4,223
ARENAL EL	12,650	3,226
ATITALAQUILA	17,626	4,710
ATOTONILCO DE T	19,327	4,774
CHAPANTONGO	11,108	2,878
CHILCUALTLA	13,697	3,429
FRANCISCO I M	25,554	6,397
DMIQUILPAN	65,934	17,490
MDXQUAHUALA	31,137	7,864
PROGRESO	17,156	4,550
SAN AGUSTIN T	19,941	5,248
SAN SALVADOR	25,674	5,930
SANTIAGO DE A	12,457	3,087
TASQUILLO	15,090	3,498
TEPEJI DEL RIO	51,199	14,803
TEPETILAN	8,399	2,895
TETEPANGO	7,960	2,143
TEZONTEPEC DE A	31,651	7,704
TLAHUELILPAN	11,508	3,120
TLAXCOAPAN	20,868	5,017
TULA DE ALLENDE	73,713	19,905
TOTALES :	562,796	146,844

FUENTE: XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990.

Por lo que a áreas destinadas se refiere, se tiene que se dedican a este uso aproximadamente 84,000 ha que corresponden a los Distritos de Riego 03-Tula y 100 Alfayucan.

Los principales cultivos son el maíz, la alfalfa, avena, calabaza, chile, frijol, jitomate y trigo.

Por lo que a ganadería se refiere, el mayor número de cabezas es el ovino, el porcino, el bovino y el caprino, en este orden de importancia.

1.2.4. VÍAS DE COMUNICACIÓN

El Valle del Mezquital cuenta en general con una red de vías de comunicación bastante completa. Dentro de estas vías destacan la carretera estatal No. 13 que comunica las regiones centro y norte del valle siguiendo en forma aproximada el curso del río, y la carretera No. 85 (México-Nuevo Laredo).

La comunicación por ferrocarril es bastante completa, ya que dos ramales de la línea México-Querétaro cruzan la zona central del valle, mereciendo especial mención la línea doble a Querétaro.

Por lo que a comunicación aérea se refiere, se tienen numerosas aeropistas en el valle pero ninguna de estas tienen la categoría de aeropuerto.

Se cuenta en la mayoría de las localidades con los servicios de teléfono, telégrafo y fax. Además se reciben las señales de televisión y radio.

2. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

La descripción de la hidrología del Valle del Mezquital, se efectuó para aguas superficiales, considerando los principales aspectos.

2.1 AGUAS SUPERFICIALES

La clasificación de los cuerpos de agua está basado en el conocimiento de su hidrología, la calidad de sus aguas, y sus usos actuales y potenciales a los que se destinan los mismos. El estudio hidrológico de la cuenca del Río Tula dentro del Valle del Mezquital, incluye la infraestructura de riego de los distritos 03 y 100, la descripción de las estaciones hidrométricas existentes, el resumen de los volúmenes medios escurridos y el análisis de los gastos mínimos en las corrientes principales.

2.1.1. INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

La infraestructura de riego del Valle del Mezquital está constituida principalmente por tres presas: Taxhimay, La Requena y la Endhó.

La presa Taxhimay, fué construida en el año de 1934, sirve de embalse al río San Luis, su construcción es a base de enrocamiento, su cortina tiene una altura de 43 metros y una longitud de corona de 233 metros. El volumen de almacenamiento es de 112 millones de m³.

Las características del vaso son las siguientes: 6.59 millones de m³ de capacidad de azolves, 42.75 millones de m³ de capacidad útil, 1.26 millones de m³ de capacidad de superalmacenamiento para una capacidad total de 50.6 millones de m³. La cortina desplanta del nivel 2168.4 m.s.n.m. siendo su nivel de aguas máximo extraordinarias (NAME) el 2,210 m.s.n.m., con el nivel de la cresta y vertedora en la cota 2,208.0 m.s.n.m. La obra de toma es a base de tubería de presión y riega una superficie de 2900 ha.

La Presa Requena, se construyó en el año de 1919 y fué sobreelevada en 1967, sirve de embalse del río Tepeji y fué construida por la Secretaría de Recursos Hidráulicos con doble objetivo de control de avenidas y de irrigación. Su cortina es de enrocamiento con una altura de 32 metros, una longitud de corona de 230 metros y un volumen de 372 millones de m³.

Las características del vaso son las siguientes: 10 millones de m³ de capacidad de azolves, 50 millones de m³ de capacidad útil, 11 millones de m³ de capacidad de control y 10 millones de m³ de capacidad de superalmacenamiento para un total de 81 millones de m³. La cortina desplantada del nivel 2,078.10 m.s.n.m. y el nivel del terreno natural en la boquilla es de 2,087.00 m.s.n.m. El nivel de la corona está ubicado en la cota 2111.00 m.s.n.m., su cresta vertedora está en la cota 2109.00 m.s.n.m. y el nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME) está en la cota 2110.50 m.s.n.m. La obra de toma consiste en un conducto y riega 6500 ha.

Con respecto a la presa Endhó, esta fué construida por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en el año de 1951 con el propósito de irrigar 13,000 ha embalsando al río Tula. La cortina es de tierra con una altura de 55 metros, una longitud de corona de 1400 metros y un volumen de 1,500 millones de m³. Su capacidad de azolves es de 38 millones de m³, con una capacidad útil de 144 millones de m³, un superalmacenamiento de 26 millones de m³ para una capacidad total de 208 millones de m³. Desplantada en la cota 1,968.00 m.s.n.m. en una elevación de terreno natural de 1,973. La cresta vertedora está en la cota 2,018.00 m.s.n.m. y la obra de toma es consiste en un un conducto.

Se cuenta además con las presas de almacenamiento Javier Rojo Gómez y Vicente Aguirre y las derivadoras Chiucautla, Felipe Angeles, el Tecolote y el Maye. En el Cuadro 2.1 se presenta un resumen de datos de estas presas.

Con respecto a los ríos, se tiene que el principal de ellos es el Tula, siguiéndole en orden de importancia el Salto, el Salado, el Rosas y el Tlautila.

Además, cuenta con una serie de canales principales y secundarios, los cuales conducen el agua a las diferentes zonas de los distritos de riego 03-Tula.

De los canales mas importantes se tiene a los siguientes, dentro del Distrito de riego 03 Tula el Salto-Tlamaco, el de Fuerza, el Dendho, el Endhó y el canal Requena.

Por lo que respecta al Distrito de Riego 100-Alfayucan, los canales de mayor importancia son: el Xochitlán, el del Centro, el Alto Alfayucan, el Principal Rojo Gómez Margen Derecha, el Principal Rojo Gómez Margen Izquierda, el Vicente Aguirre, el Alto Ixmiquilpan, el Xotho y el López Rayón Cuadro 2.2.

2.1.2. HIDROMETRÍA

En la cuenca del Río Tula correspondiente a la zona del Valle del Mezquital se encuentran ubicadas 32 estaciones hidrométricas operadas por la Comisión Nacional del Agua (CNA), de las cuales siete han dejado de operar en diversos años por lo que solo se tiene información de 25 estaciones. En la Figura 2.1 se muestra la localización de las estaciones mencionadas y en el Cuadro 2.3 se presentan las principales características de 25 estaciones.

2.1.3 VOLÚMENES ESCURRIDOS

En una forma global se estima que el río Tula tiene un escurrimiento medio anual del orden de 327 millones de metros cúbicos, siendo los principales aportadores el colector general, el arroyo Barranca de Pilares y los ríos El Salto, El Tlautila, El Rosas, El Salado, El Actopan (conocido como Arroyo Danu) y el río Alfajayucan. De los aportadores más importantes que exclusivamente cuentan con estación hidrométrica son los ríos El Salto, El Tlautila, El Rosas y El Salado.

CUADRO 2.1

APROVECHAMIENTO EN EL VALLE DEL MEZQUITAL

APROVECHAMIENTO	VOLUMEN ANUAL EXTRAÍDO (103 Mm ³)	USOS
PRESA TAXHIMAY	8,535	RIEGO
		GENERACION DE E. E.
P. DERIV. GOLONDRINAS	13,265	RIEGO
P. DERIV. ROMERA	4,106	RIEGO
PRESA REQUENA	57,278	RIEGO
P. DERIV. REQUENA	37,836	RIEGO
PRESA ENDHO	56,485	RIEGO
P. DERIV. EL TECOLOTE	76,461	RIEGO
P. DERIV. LOPEZ RAYON	36,166	RIEGO
P. DERIV. EL MAYE	64,657	RIEGO
P. JAVIER ROJO GOMEZ	----	RIEGO
P. CHILCUAUTLA	----	RIEGO
P. FELIPE ANGELES	----	RIEGO

FUENTE: GERENCIA ESTATAL EN EL ESTADO DE HIDALGO
 DATOS BASICOS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO
 3 - TULA Y 100 - ALFAJAYUCAN

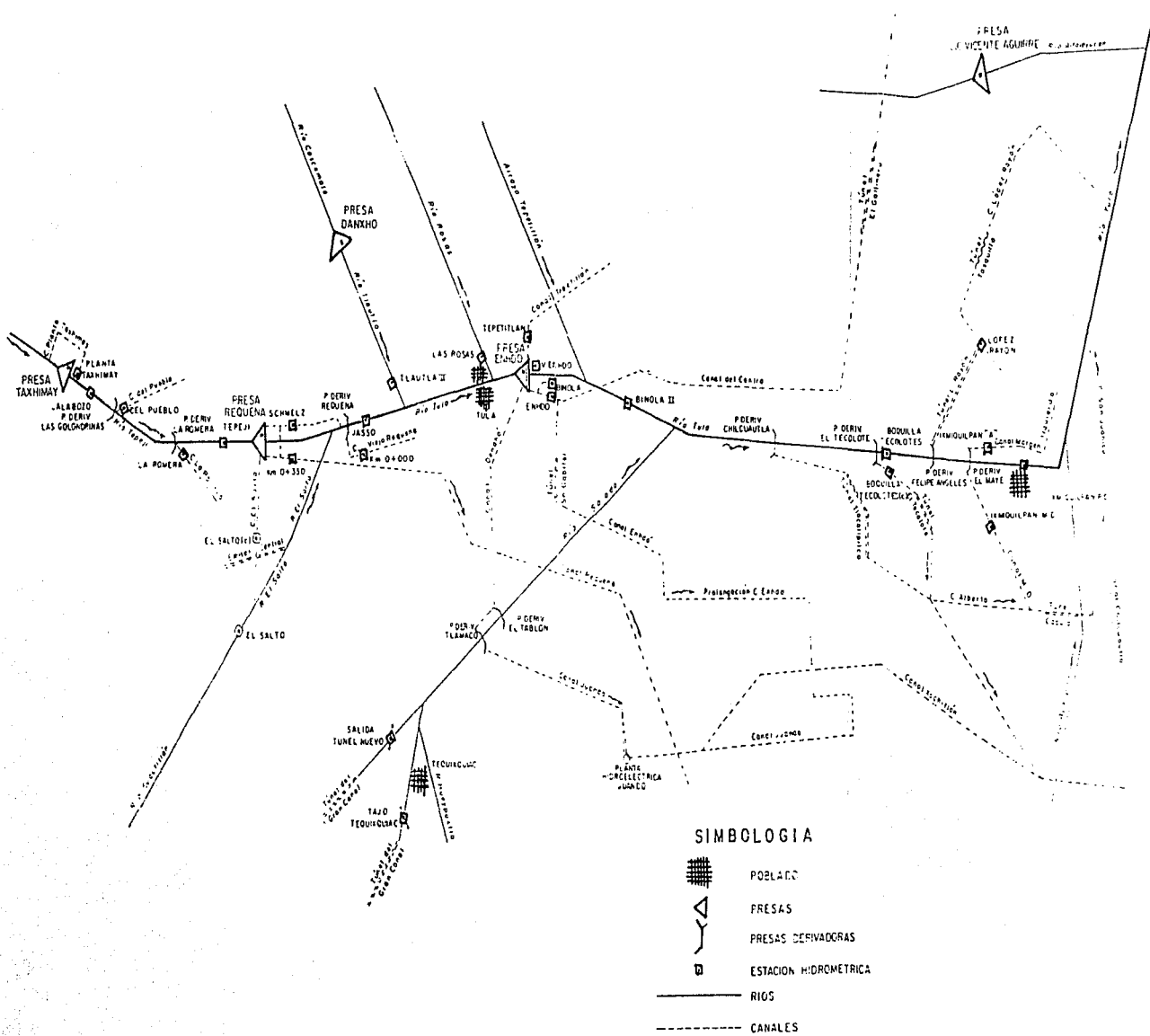
CUADRO 2.2
PRINCIPALES CANALES EN EL VALLE DEL MEZQUITAL

ORGANISMO	CAPACIDAD m ³ /s
SALTO TLAMACO	50
DE FUERZA	13
DENDHO	15
ENDHO	15
REQUENA	15
XOCHITLAN	5
DEL CENTRO	25
ALTO ALFAJAYUCAN	20
ROJO GOMEZ MARGEN DERECHA	9
ROJO GOMEZ MARGEN IZQUIERDA	5
VICENTE AGUIRRE	7.2
ALTO IXMIQUILPAN	7
XOTHO	9.5
LOPEZ RAYON	7

FUENTE: GERENCIA ESTATAL EN EL ESTADO DE HIDALGO
DATOS BASICOS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO
3-TULA Y 100 - ALFAJAYUCAN

FIGURA 2.1

ESQUEMA DE LOCALIZACION DE ESTACIONES HIDROMETRICAS DEL RIO TULA



CUADRO 2.3

ESTACIONES HIDROMETRICAS

ESTACION	CORRIENTE	OBJETIVO DE INSTALACION
PLANTA TAXHIMAY	CANAL PLANTA	CONOCER VOLUMEN UTILIZADO EN PLANTA
CALABOZO	RIO SAN LUIS	CONOCER VOLUMEN EXTRAIDOS
CANAL DEL PUEBLO	CANAL TEPEJI	MEDIR VOLUMENES UTILIZADOS PARA RIEGO
LA ROMERA	CANAL LA ROMERA	MEDIR VOLUMENES UTILIZADOS PARA RIEGO
TEPEJI	RIO TEPEJI	MEDIR ESCURRIMIENTOS DEL RIO
KM 0+300	C. PRINCIPAL REQUENA	MEDIR VOLUMENES UTILIZADOS PARA RIEGO
SCHMELZ	CANAL VIEJO SCHMELZ	MEDIR VOLUMENES PARA GENERACION Y RIEGO
KM 0+000	C. VIEJO REQUENA	MEDIR VOLUMENES UTILIZADOS PARA RIEGO
REQUENA	RIO TULA	MEDIR EXTRACCIONES Y DERRAMES DE REQUENA
JASSO	RIO TULA	MEDIR VOLUMENES DEL RIO TULA
TEPETITLAN	CANAL TEPETITLAN	MEDIR EXTRACCIONES Y DERRAMES DE REQUENA
ENDHO	CANAL EXTRACCIONES	MEDIR EXTRACCIONES Y DERRAMES DE REQUENA
BINOLA	CANAL BINOLA	MEDIR EXTRACCIONES Y DERRAMES DE REQUENA
VERTEDOR ENDHO	FILTRACIONES P ENDHO	MEDIR EXTRACCIONES Y DERRAMES DE REQUENA
BINOLA II	RIO TULA	CONOCER VOLUMENES DESFOGADOS POR ENDHO
BOQUILLA TECOLOTES	CANAL TUNEL	MEDIR EXTRACCIONES Y DERRAMES DE REQUENA
BOQUILLA TECOLOTES	RIO TULA	MEDIR VOLUMENES SOBORNANTES DE DERRIVADORA
LOPEZ RAYON	CANAL TUNEL	MEDIR EXTRACCIONES Y DERRAMES DE REQUENA
DMIQUILPAN MD	CANAL MARGEN DERECHA	MEDIR EXTRACCIONES Y DERRAMES DE REQUENA
DMIQUILPAN A	CANAL MARGEN IZQUIERDA	MEDIR EXTRACCIONES Y DERRAMES DE REQUENA
DMIQUILPAN PC	RIO TULA	CONOCER EXCEDENTES DEL SISTEMA DE RIEGO
EL SALTO	RIO EL SALTO	MEDIR EXTRACCIONES Y DERRAMES DE REQUENA
EL SALTO	CANAL EL SALTO	MEDIR EXTRACCIONES Y DERRAMES DE REQUENA
TLAUTLA	RIO TLAUTLA	CONOCER VOLUMENES ANTES DE ENTRAR A ENDHO
LAS ROSAS	RIO ROSAS	CONOCER VOLUMENES ANTES DE CONFLUENCIA

FUENTE: CNA, GERENCIA ESTATAL EN EL ESTADO DE HIDALGO

Río El Salto: Aunque tiene una cuenca de captación bastante pequeña es importante ya que recibe importantes volúmenes de agua mediante el Tajo de Nochistongo y el Emisor Central, los cuales conducen parte de las aguas generadas en el Valle de México. El escurrimiento medio anual en este aceptor es de 60.2 millones de metros cúbicos.

Río Tlaxtla: este cuenta con una cuenca propia de 532 km², y ocupa el segundo lugar en importancia en cuanto a volúmenes descargados al río Tula.

Río Rosas: tiene un área drenada de 303 km², tiene su origen en la parte poniente del valle, y descarga en el colector general ligeramente aguas abajo de la localidad de Tula, Hidalgo. El escurrimiento medio anual registrado es de 39.3 millones de metros cúbicos.

Río Salado: este río posee una cuenca propia de 635 km², sin embargo, sus recursos son muy abundantes debido a que recibe aportaciones considerables de la Cuenca del Valle de México mediante los Túneles de Tequixquiac y el Emisor Central. El escurrimiento promedio registrado en la estación hidrométrica Tezontepec es de 132.3 millones de metros cúbicos.

En el Cuadro 2.4 se presentan los escurrimientos anuales registrados en las estaciones hidrométricas ubicadas dentro del Valle del Mezquital. En este cuadro es posible apreciar los escurrimientos medios anuales a lo largo del colector general son variables en función de los usos que se hacen del recurso. Se aprecia también el hecho de que solamente los Ríos El Salto y Tlaxtla muestran gran regularidad en sus escurrimientos, con coeficientes de variación de 0.75 y 0.71; los demás muestran poca consistencia en cuanto a los gastos que por ahí transitan.

2.1.4 GASTOS MÍNIMOS

Los gastos mínimos en una corriente se presentan durante la época de sequía, que en la República Mexicana comienza en el mes de diciembre y concluye en el mes de mayo, siendo los meses críticos los de marzo, abril y mayo, ya que, por estar localizados al final del periodo seco, son los meses en que las corrientes conducen el menor caudal para sustentar la vida acuática de manera permanente.

Conforme a lo anterior, queda definido el hecho de que el gasto mínimo de un río o valor asociado a los gastos durante la sequía, es el adecuado para clasificar a una corriente, ya que presenta las condiciones críticas de las mismas respecto a la calidad.

En el Cuadro 2.5 se presenta el análisis de los gastos mínimos que han registrado en las estaciones hidrométricas del río Tula.

De los datos registrados que se encuentran reportados en este cuadro se concluye lo siguiente:

CUADRO 2.4

ESCURRIMIENTOS ANUALES EN LA CUENCA DEL RIO TULA

AÑO	ESTACION								
	CALABOZO	TEPEJ	EL SALTO	JASSO	TLAUTLA	BINOLA II	TEZONTEPE	TECOLOTES	IXMIQUILPAN
1976	93,561	160,199	325,123	547,617	103,994	383,106	397,587	1,119,565	923,833
1977	84,616	127,903	317,226	475,283	85,633	0	235,053	899,543	741,585
1978	105,365	147,672	160,966	641,572	55,387	459,958	239,544	982,966	804,425
1979	137,809	220,083	152,351	824,915	103,688	623,468	278,763	1,296,487	1,178,368
1980	80,281	83,231	59,731	319,080	27,253	130,655	90,487	466,863	417,499
1981	67,046	106,219	80,516	464,481	22,785	285,495	154,975	720,706	620,792
1982	65,121	88,178	90,903	441,151	27,881	188,306	107,280	545,029	458,959
1983	0	79,786	50,765	437,494	15,467	101,365	48,558	370,528	304,724
1984	0	119,595	135,595	837,948	22,686	355,753	82,213	704,495	628,573
1985	0	0	28,503	0	0	84,374	0	294,844	203,890
PROM.	63,380	113,287	140,168	498,954	46,477	261,248	163,446	740,103	628,265

FUENTE: CNA, GERENCIA ESTATAL EN EL ESTADO DE HIDALGO

CUADRO 2.5

ANALISIS GASTOS MINIMOS

CORRIENTE (ESTACION)	RIO TEPEJI (CALABOZO)	RIO TEPEJI (TEPEJI)	RIO TULA (JASSO)	RIO TULA (BINOLA H)	RIO TULA (TECOLOTES)	RIO TULA (HEMQUIL)
GASTO MINIMO 7 DIAS						
REGISTRADO (1)	7	77	118	1514	5288	348
T= 10 AÑOS	0	75	135	1660	5770	450
T= 5 AÑOS	0	125	312	1910	6810	1,730
T= 2 AÑOS	15	203	1,230	2500	9000	4,100
GASTO MINIMO 14 DIAS						
REGISTRADO (1)	8	83	140	1,683	6,188	570
T= 10 AÑOS	0	95	173	1,750	6,350	740
T= 5 AÑOS	29	144	438	2,100	7,660	2,460
T= 2 AÑOS	100	258	1,680	2,780	10,000	4,700
GASTO MINIMO 21 DIAS						
REGISTRADO (1)	8	86	145	1,714	6,322	596
T= 10 AÑOS	0	101	232	2,000	7,000	875
T= 5 AÑOS	58	151	600	2,430	8,500	3,500
T= 2 AÑOS	145	276	2,060	3,000	11,870	5,650

(1) EL GASTO MINIMO REGISTRADO SE REFIERE AL PERIODO 1976 - 1985
PARA LAS ESTACIONES REFERIDAS.

FUENTE: COPLAIN INGENIEROS CIVILES, S. A. de C. V.

El gasto mínimo reportado en el periodo de análisis es diferente de cero en todas las estaciones; situación similar se tiene para periodos de retorno de 5 años o más. Para periodos de retorno de 2 años, en ninguna estación se registran valores mínimos de cero. En el resto de las estaciones estos valores son mayores de cero y razonablemente altos en relación al nivel de aprovechamiento de las corrientes.

Los gastos mínimos para 7, 14 y 21 días consecutivos siguen un patrón muy similar al que presenta el mínimo registrado. Esto es debido a lo prolongado que es la sequía en los años secos, lo que hace que los periodos sin escurrimiento o con escurrimientos muy bajos rara vez se prolonguen por más de 21 días.

Es necesario en este punto hacer énfasis en el aspecto de que los valores mínimos registrados que se consignan en el Cuadro 2.5 son los presentados en el periodo 1969-1988. Esto último es debido a que a través de toda la historia de cada una de las estaciones se han registrado gastos mínimos iguales a cero a excepción de las estaciones de Tepeji, cuyo gasto mínimo registrado ha sido de 31 l/s y la de Ixmiquilpan cuyo gasto mínimo registrado ha sido de 860 l/s.

En vista de lo anterior y dado que al analizar la historia de las estaciones hidrométricas se ha detectado que el funcionamiento hidráulico de la cuenca ha cambiado en forma importante debido sobre todo a las variaciones en la operación de las presas, se concluyó que el gasto de diseño en la cuenca más apropiado es el mínimo de 7 días con un periodo de retorno de 5 años.

2.2 USOS DEL AGUA

Los usos del agua dentro del Valle del Mezquital se encuentran distribuidos en cuatro renglones básicos que son el doméstico, pecuario, agrícola y otros, dentro de los que se incluye el industrial. A continuación se presenta un panorama actual de los usos del agua, escenario futuro de estos y, finalmente un resumen de las descargas de agua en el Valle.

2.2.1 USOS ACTUALES

Cada actividad que requiere de agua necesita que esta se mantenga dentro de ciertos límites en cuanto a su calidad. También debe considerarse que mientras mas pobre sea la calidad, el uso quedará restringido en forma semejante.

En relación a los usos actuales en el Valle del Mezquital, se tiene que con respecto a las aguas superficiales, de los 1,626.1 millones de metros cúbicos, aproximadamente el 97.5% son empleadas en riego, y el 2.5% restante en uso industrial pecuario y otros.

Por su parte, las aguas subterráneas, se distribuyen en la forma en que se presentan en el Cuadro 2.6

Usos Domésticos.- En el Valle del Mezquital, se identificaron 152 aprovechamientos subterráneos que se utilizan como fuente de abastecimiento de agua. De estos, 88 son pozos y 64

CUADRO 2.6

AGUAS SUBTERRANEAS DISTRIBUCION POR USO

USO	POZOS	EXTRACCION (m ³ /día)	NORIAS	EXTRACCION (m ³ /día)	EXTRACCION T. (m ³ /día)
AGROPECUARIO	110	45'682,601	22	2'085,369	47'767,970
INDS. Y REC.	58	53'729,731	3	202,550	53'932,281
DOMESTICO	88	15'300,560	64	3'938,262	19'238,822
INACTIVOS	95	0	3	0	0
TOTAL					120'939,073

FUENTE: GERENCIA ESTATAL EN EL ESTADO DE HIDALGO
 DATOS BASICOS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO
 03 - TULA Y 100 - ALFAJAYUCAN

norias. De los pozos se extrae un volumen anual de 15'300,560 m³ y de las norias se extraen 3'938,262 m³. Esto da un total de 19'238,822 m³.

Uso Agrícola.- Con respecto al uso agrícola, en el Valle del Mexquital, propiamente en los Distritos de Riego 03-Tula y 100-Alfayucan, se utilizan actualmente un total de 1,585.45 millones de m³/año de aguas superficiales en el riego de aproximadamente 83,752 ha.

En relación al Distrito de riego 03-Tula cuenta con 52,270 ha, que consumen casi 75% de dichas aguas. Los sistemas utilizados de riego en estos distritos son el de melgas y surcos, consumiendo diferentes láminas dependiendo del uso consuntivo y de cultivo. Los cultivos que requieren de mayor volumen de agua son la alfalfa con 141 cm, el maíz con 96.2 cm y el jitomate con 93.29 cm., de lámina respectivamente.

Por lo que respecta a la producción, se tiene a la alfalfa en primer lugar con 1'358,517 ton/año, en segundo el maíz con 92,527 ton/año y en tercero la avena con 78,319 ton/año.

En los Cuadros 2.7, 2.8 y 2.9 se presenta un resumen de la infraestructura hidráulica del Distrito, así como la producción de los ciclos agrícolas 89, 90 y 91.

En relación al Distrito de Riego 100-Alfayucan, cuenta con 31,482 ha que consumen casi el 25% de dichas aguas. Los sistemas de riego utilizados en este Distrito son los de melgas y los de surcos, consumiendo diferentes láminas las cuales dependen de los tipos de cultivos y de los usos consuntivos. Los cultivos que requieren de mayor volumen de agua son la alfalfa con 162 cm, el jitomate con 117 cm y el tomate con 113 cm de lámina respectivamente.

En cuanto a la producción la alfalfa ocupa el primer lugar con 341,242 ton/año, el segundo el maíz con 51,905 ton/año y el tercero el jitomate con 7,086 ton/año.

En los Cuadros 2.10 2.11 y 2.12, se presenta un resumen de la infraestructura hidráulica del Distrito, así como la producción de los ciclos agrícolas 89, 90 y 91.

Uso Industrial.- Por lo que a uso industrial se refiere se tiene que ninguna industria es gran consumidora de agua, a excepción de la planta termoeléctrica de la CFE localizada en Tula Hidalgo, que trata los afluentes y descargan a canales de riego directamente.

2.2.2 USOS FUTUROS

Los usos que en un futuro incrementarán la demanda de agua en los próximos años serán principalmente el industrial y el urbano. El uso industrial, no obstante lo anterior, seguirá siendo pequeño y estará en gran medida asociado al uso urbano.

Demanda Urbana - La demanda urbana se incrementará en forma importante en el futuro, básicamente en los centros de la población que han demostrado ser fuertes polos de atracción para

CUADRO 2.7
VALLE DEL MEZQUITAL DISTRITO DE RIEGO 03 - TULA
HIDROLOGIA

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CAPACIDAD		VOLUMEN ANUAL UTILIZADO	GASTO OBRA DE TOMA
	TOTAL (Mm ³)	UTIL (Mm ³)		
P. TAXHIMAY	42.80	42.80	43.80	14.00
P. REQUENA	52.50	52.50	60.60	15.00
P. ENDHO	182.90	138.50	423.10	25.00
DERV. CORRIENTES	----	----	625.40	45.00
DERV. CORRIENTES	----	----	425.30	50.00
TOTAL	278.20	233.80	1,578.20	149.00

FUENTE: GERENCIA ESTATAL EN EL ESTADO DE HIDALGO

DATOS BASICOS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO

03 - TULA Y 100 - ALFAJAYUCAN

Nota: Mm3 = Millones de m3

CUADRO 2.8
VALLE DEL MEZQUITAL DISTRITO DE RIEGO 03 - TULA
USOS CONSUNTIVOS

CULTIVOS	USO CONSUNTIVO (cm)	MÉTODOS DE RIEGO	LAMINA NETA MEDIA (cm)
ALFALTA	136.00	MELGAS	141.90
AVENA	35.36	MELGAS	50.51
CALABAZA	36.40	SURCOS	52.40
CEBADA	51.62	MELGAS	63.80
CHILE	60.10	SURCOS	85.86
FRIJOL	37.00	SURCOS	45.50
JITOMATE	65.30	SURCOS	93.29
MAIZ	67.34	SURCOS	96.20
TRIGO	52.00	MELGAS	74.29

FUENTE: GERENCIA ESTATAL EN EL ESTADO DE HIDALGO
DATOS BÁSICOS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO
03 - TULA Y 100 - ALFAJAYUCAN

CUADRO 2.9

VALLE DEL MEZQUITAL DISTRITO DE RIEGO 03 - TULA
PRODUCCION AGRICOLA: CICLO 89/90

CULTIVO	SUPERFICIE		PRODUCCION (ton)	RENDIMIENTO (ton/ha)
	SEMBRADA (ha)	COSECHA (ha)		
ALFALTA	19,463	19,463	1,358,517	69.8
MAIZ	17,561	17,458	92,527	5.3
CEBADA	3,453	3,451	6,557	1.9
AVENA	2,324	2,324	78,319	33.7
CHILE	2,176	2,130	23,217	10.9
CALABAZA	1,907	1,692	18,274	10.8
FRJOL	1,262	1,238	2,105	1.7
JITOMATE	754	667	17,008	25.5
TRIGO	85	84	235	2.8
VARIOS	2,832	2,753	37,991	13.8
TOTALES	51,817	51,269	1,434,750	

FUENTE: GERENCIA ESTATAL EN EL ESTADO DE HIDALGO
DATOS BASICOS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO
03 - TULA Y 100 - ALFAJAYUCAN

CUADRO 2.10

**VALLE DEL MEZQUITAL DISTRITO DE RIEGO 100 - ALFAJAYUCAN
HIDROLOGIA**

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CAPACIDAD		VOLUMEN ANUAL UTILIZADO (Mm ³)	GASTO OBRA DE TOMA (m ³ /s)
	TOTAL (Mm ³)	UTIL (Mm ³)		
P. ENDHO	182.90	138.50	337.10	25.00
P. J. ROJO GOMEZ	50.00	45.50	85.60	50.00
P. VICENTE AGUIRRE	21.00	20.60	65.50	7.20
P. D. CHILCUAULTLA			72.00	7.00
P. D. FELIPE ANGELES			45.00	7.00
P. D. CANAL XOTHO			37.30	9.00
TOTALES	253.90	204.60	642.50	105.20

FUENTE: GERENCIA ESTATAL EN EL ESTADO DE HIDALGO
DATOS BASICOS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO
03 - TULA Y 100 - ALFAJAYUCAN

Nota: Mm³ = Millones de m³

CUADRO 2.11

VALLE DEL MEZQUITAL DISTRITO DE RIEGO 100 - ALFAJAYUCAN
USOS CONSUNTIVOS

CULTIVOS	USO CONSUNTIVO (cm)	MÉTODOS DE RIEGO	LÁMINA NETA MEDIA (cm)
CEBADA	39.6	MELGAS	81
AVENA	27.8	MELGAS	72
FRUJOL	32.8	SURCOS	59
ALFALFA	135.5	MELGAS	162
TOMATE	42.4	SURCOS	113
MAIZ	73.2	SURCOS	94
JITOMATE	49.0	SURCOS	117
CHILE	47.0	SURCOS	106
VARIOS	47.0	SURCOS	94

FUENTE: GERENCIA ESTATAL EN EL ESTADO DE HIDALGO
DATOS BÁSICOS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO
03 - TULA Y 100 - ALFAJAYUCAN

CUADRO 2.12

VALLE DEL MEZQUITAL DISTRITO DE RIEGO 100 - ALFAJAYUCAN
 PRODUCCION AGRICOLA: 89/90

CULTIVO	SUPERFICIE		PRODUCCION (ton)	RENDIMIENTO (ton/ha)
	SEMBRADA (ha)	COSECHADA (ha)		
MAIZ	13,381	13,342	51,905	3.890
ALFALFA	5,867	5,867	341,242	58.160
FRIJOL	838	828	932	1.130
TOMATE	793	664	2,827	4.258
JITOMATE	757	754	7,086	9.400
CHILE	436	436	2,119	4.860
AVENA	247	247	5,150	20.852
FRUTALES	108	93	605	6.505
TRIGO	23	23	56	2.452
CEBADA	18	18	322	17.890
VARIOS	2,119	2,041	22,039	10.798
TOTALES	24,587	24,313	434,283	

FUENTE: GERENCIA ESTATAL EN EL ESTADO DE HIDALGO
 DATOS BASICOS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO
 03 - TULA Y 100 - ALFAJAYUCAN

las actividades económicas que en ellos se desarrollan. Sin embargo, se deberán considerar fuentes de abastecimiento alternativas al río Tula.

Demanda Agrícola.- En el presente no se tiene contemplado ningún proyecto de irrigación en el Valle del Mezquital, esto debido a que prácticamente toda el área aprovechable para el riego esta siendo ya explotada. Debido a lo anterior no es factible que la demanda de agua para uso agrícola se vea incrementada en forma sustancial.

2.2.3. DESCARGAS DE AGUA

De conformidad con lo presentado en los usos del agua, se identificaron las siguientes descargas puntuales en el río Tula o sus afluentes; Nutrico, S.A., rastro y procesadora de aves; Bicicletas Winsord, S. A., Industria Metal Mecánica dedicada a la fabricación de vehículos ligeros. Olefin, S.A., Planta Textil Nyl-son, S.A., Industria Textil; las aguas residuales de la ciudad de Tepeji; las aguas residuales de la ciudad de Tula, la refinería Miguel Hidalgo, el rastro municipal de Ixmiquilpan y las aguas residuales de la ciudad de Ixmiquilpan.

2.2.4. BALANCE HIDRÁULICO

La cuenca, desde el punto de vista hidrológico es el área que contribuye al escurrimiento del agua y que proporciona parte o todo el flujo de la corriente principal y de sus tributarios. La cuenca hidrológica es la unidad de planeación mas indicada para el estudio y aprovechamiento de los recursos hidráulicos ya que en ella se pueden identificar con mayor amplitud, los efectos que causan sobre el recurso, los diversos cambios naturales y artificiales que ocurren en la zona.

Funcionamiento Hidráulico.- En la parte alta del valle se generan fuertes volúmenes que escurren básicamente en la época de lluvias. Estos escurrimientos no son aprovechables, debido a lo abrupto de la topografía y a la baja potencialidad de los terrenos para soportar el desarrollo agrícola, sino hasta que llegan a la presa Taxhimay en donde se almacenan. En este punto se aprovecha el desnivel existente y aguas arriba del embalse de la presa se deriva un cierto gasto que se aprovecha para generación de energía eléctrica en la hidroeléctrica San Luis Taxhimay. Este caudal se integra a la corriente aguas abajo de la cortina de la presa. Los escurrimientos regulados por la presa Taxhimay son derivados 3 km aguas abajo de esta hacia la margen izquierda mediante la presa derivadora Las Golondrina. El cauce continua su rumbo hacia Tepeji de Ocampo y ligeramente aguas arriba de esta localidad, en la presa derivadora Romera, se derivan los escurrimientos del río para riego. Antes de su paso por Tepeji de Ocampo recibe las descargas de algunas industrias ahí localizadas para después recibir la de la misma ciudad y finalmente entrar a la presa Requena.

La Presa Requena alimenta directamente al canal Principal y el canal Schmelz que alimenta a una zona de riego y para generar energía en la Hidroeléctrica Jasso.

Después de la Presa Requena la corriente cambia de nombre para ser denominada río Tula y ligeramente aguas arriba de Jasso, Hidalgo, recibe las aportaciones del río El Salto. Aguas abajo de la misma localidad recibe a su aportador mas importante en esta zona, el río Tautla. Conforme

avanza el cauce del río hasta la localidad de Tula recibe, aguas arriba de esta localidad las aportaciones del río Rosas y en la misma localidad recibe las descargas municipal y de la Refinería Miguel Hidalgo.

Luego de pasar por Tula, Hidalgo, la corriente ingresa a la presa Endhò, de donde se derivan importantes caudales de agua mediante el canal principal de extracciones, por la margen derecha y por el canal Tepetitla en la margen izquierda. A partir de este punto el río ingresa en una zona de topografía accidentada en donde no existen aprovechamientos de importancia hasta la confluencia con el río Salado, aguas abajo de Tezontepec Hidalgo. Desde el punto de vista de confluencia el río, pasa cerca de las localidades de Progreso de Obregón y de Mixquiahuala y aguas abajo de estas se localiza la derivadora denominada Tecolotes, de donde se deriva un importante caudal para alimentar a una zona de riego en la margen derecha.

Al salir de la derivadora Tecolotes, el río Tula llega a la presa derivadora López Rayón la cual alimenta un sistema de canales en la margen izquierda.

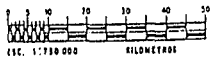
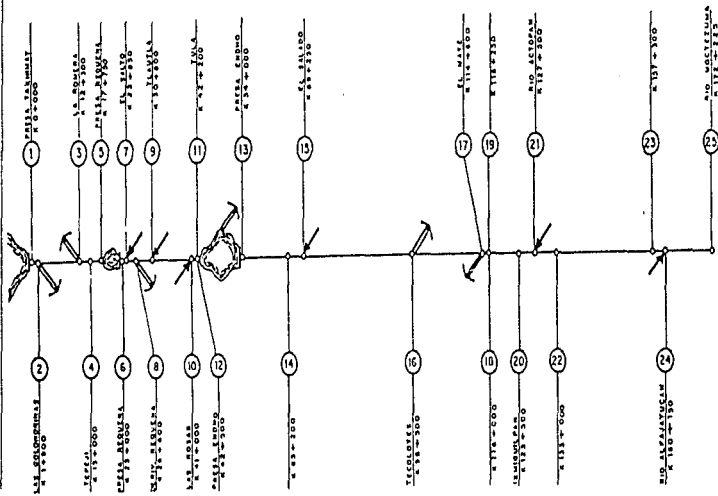
Un kilómetro aguas abajo de esta derivadora se localiza la derivadora El Maye que alimenta canales que irrigan la zona marginal baja del río Tula en el valle de Ixmiquilpan. Aguas abajo de la derivadora El Maye, el río continua su curso y en Ixmiquilpan recibe las descargas de la misma localidad del rastro municipal. Una vez que paso por Ixmiquilpan, Hidalgo, el río Tula recibe las aportaciones de dos corrientes importantes, el arroyo Danu (río Actopan) y el río Alfayucan, para finalmente confluir con el río San Juan y formar el río Moctezuma.

División de corrientes en tramos - Considerando los puntos anteriores y de acuerdo con la geometría, extracciones, aportaciones y descargas que tiene la corriente se hizo la división en tramos de esta. En la Figura 2.2 se presenta la corriente con la división efectuada. De acuerdo con esto, se consideraron 172.225 km de corriente, mismos que se dividieron en 24 tramos; el promedio de longitud por tramo es de 7.17 km resultando el tramo mas largo de 27.250 km y el mas corto de 0.250 km.

En función del análisis de los gastos mínimos que se realizó anteriormente y de las características que presentan los usos del agua en las corrientes se definió el gasto de diseño. El criterio básico para determinar el gasto de diseño considera que el uso principal y prácticamente único, del agua superficial en el valle es el riego y que este se da exclusivamente cuando se tiene el líquido y en épocas de estiaje toda el agua aprovechable es utilizada.

Conforme a lo anterior se tiene que, desde el punto de vista de calidad del agua, en la situación crítica toda el agua se aprovecha en riego, almacenándose el total del agua en los embalses de las presas.

Tomando en cuenta lo anterior y de acuerdo con el análisis de gastos mínimos, el gasto que cumple satisfactoriamente con lo expuesto y que por lo tanto se considerara como gasto de diseño, es el obtenido al considerar el gasto mínimo de 7 días con un periodo de retorno de 5 años obtenido a partir del análisis estadístico de los datos de gastos proporcionados por las estaciones



DIVISION DE LA CORRIENTE EN TRAMOS

FIGURA 2.2



hidrométricas. Estos datos fueron ordenados y posteriormente se ajustaron a una distribución de tipo Gumbel.

Basándose en el gasto de diseño definido y las demandas de agua calculadas se efectuó el Cuadro 2.13

CUADRO 2.13
VALLE DEL MEZQUITAL DISTRITO DE RIEGO 03 - TULA
HIDROLOGIA

TRAMO	GASTO INICIAL (l/s)	APORTACIONES (l/s)	EXTRACCIONES (l/s)	GASTO AL FINAL DEL TRAMO (l/s)	LONGITUD DEL TRAMO (km)
1-2	7	0	0	7	1.900
2-3	7	118	0	125	10.400
3-4	125	0	0	125	2.700
4-5	125	0	0	125	2.750
P. REQUENA	125	0	0	0	5.250
6-7	0	0	0	0	0.850
7-8	312	0	0	312	2.750
8-9	312	0	0	312	4.200
9-10	312	0	0	312	10.200
10-11	312	0	0	312	1.200
11-12	312	0	0	312	0.300
P. ENDHO	1,910	0	0	1,910	11.500
13-14	1,910	0	0	1,910	11.200
14-15	1,910	0	0	1,910	4.050
15-16	1,910	4,900	0	6,810	27.250
16-17	6,810	0	1,478	5,332	18.100
17-18	5,332	0	1,756	3,567	1.400
18-19	3,567	0	1,837	1,730	0.250
19-20	1,730	0	0	1,730	7.250
20-21	1,730	0	0	1,730	4.000
21-22	1,730	0	0	1,730	5.500
22-23	1,730	0	0	1,730	24.300
23-24	1,730	0	0	1,730	2.850
24-25	1,730	0	0	1,730	12.075

FUENTE: COPLAIN INGENIEROS CIVILES, S.A. de C.V

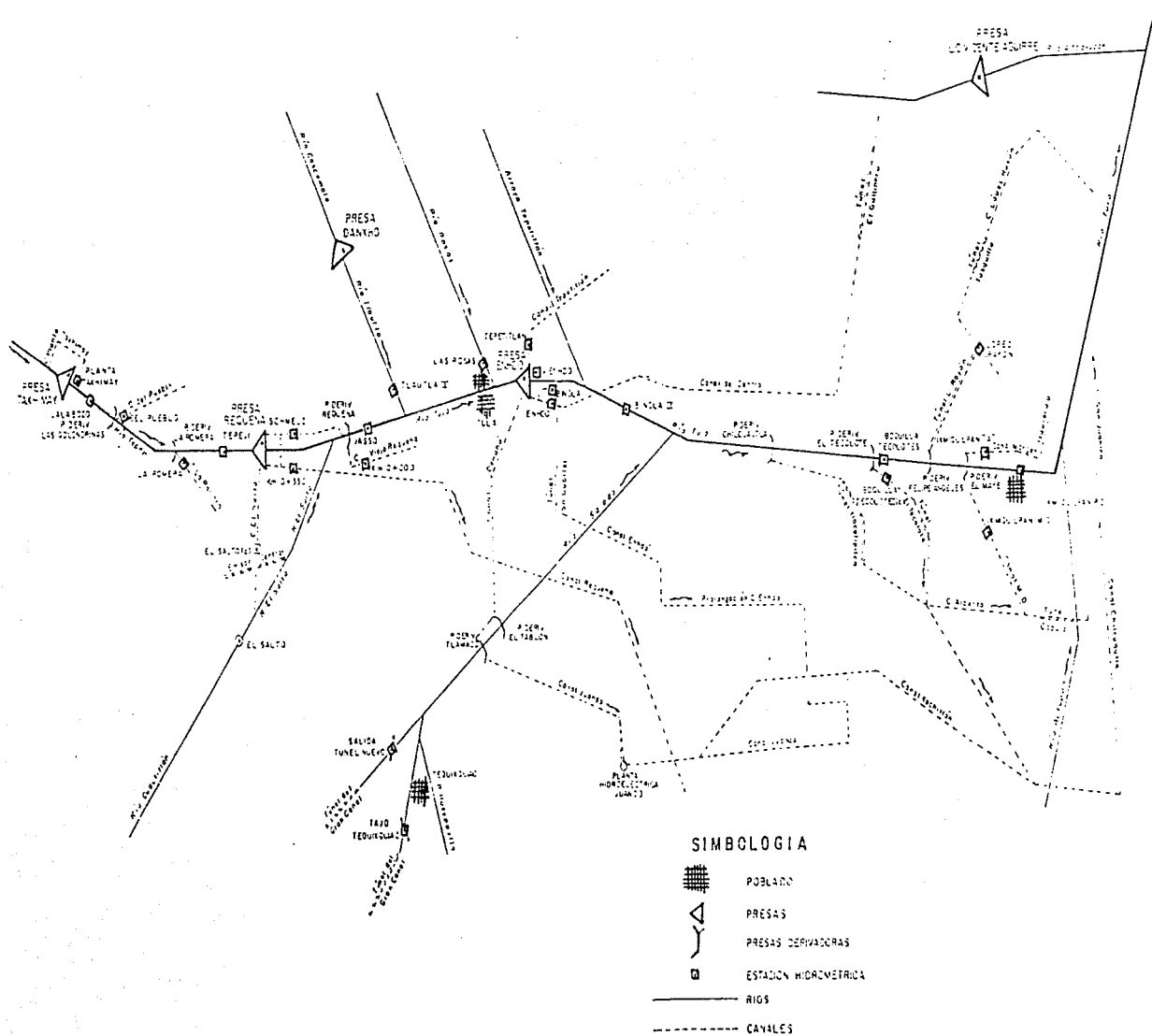
3.- ESTUDIOS DE MONITOREO DE LA RED GENERAL DEL "VALLE DEL MEZQUITAL"

3.1. SITIOS DE MUESTREO

LAS ESTACIONES DONDE SE TOMARON ESTAS MUESTRAS SON LAS SIGUIENTES

CANAL ENDHO DESCARGA TERMOELÉCTRICA
PUENTE DE LA CIUDAD DE ALFAYUCAN (R A - 1)
PUENTE DE LA CIUDAD DE IXMIQUILPAN
PUENTE CARRETERA MIXQUIAHUALA-CHILCUAUTLA
KM. 0+00 CANAL ENDHO.
PUENTE CRUZ AZUL (RT-1)
PUENTE DE LA CIUDAD TULA ALLENDE.
PUENTE TEPEJÍ " EL SALTO "
PUENTE CARRETETO " EL REFUGIO DE CONEJOS "
PUENTE TEZONTEPEC.
PISCÍCOLA TEZONTEPEC DE ALDAMA
OBRA DE TOMA PRESA " VICENTE AGUIRRE ".
OBRA DE TOMA PRESA " ROJO GÓMEZ ".
OBRA DE TOMA PRESA " REQUENA "
REFINERÍA DE TULA PEMEX
DESCARGA EMISOR CENTRAL RÍO " EL SALTO ".

3.1.1. PLANO GENERAL.



3.1.2. CROQUIS DE ACCESOS A LAS ESTACIONES EN ESTUDIO.

Los caminos y/o accesos a las estaciones de monitoreo se muestran en las figuras:

FIGURA No. 3.1 CANAL ENDHO DESCARGA TERMOELÉCTRICA TULA

FIGURA No. 3.2 RÍO ALFAJAYUCAN PUENTE CIUDAD ALFAJAYUCAN

FIGURA No. 3.3 RÍO TULA, PUENTE DE LA CIUDAD DE IXMIQUILPAN

FIGURA No. 3.4 RÍO TULA, PUENTE CARRETERO MIXQUIAHUALA-CHILCUATLA

FIGURA No. 3.5 SALIDA OBRA DE TOMA PRESA ENDHO

FIGURA No. 3.6 RÍO TULA, PUENTE CIUDAD COOPERATIVA CRUZ AZUL

FIGURA No. 3.7 RÍO TULA, PUENTE DE LA CIUDAD DE TULA DE ALLENDE

FIGURA No. 3.8 RÍO TEPEJÍ, PUENTE CARRETERO TEPEJÍ-EL SALTO

FIGURA No. 3.9 RÍO SALADO, PUENTE CARRETERO EL REFUGIO DE CONEJOS

FIGURA No. 3.10 ESTACIÓN HIDROMÉTRICA TEZONTEPEC-RIO SALADO

FIGURA No. 3.11 PUENTE ESTACIÓN PISCÍCOLA TEZONTEPEC DE ALDAMA

FIGURA No. 3.12 OBRA DE TOMA PRESA VICENTE AGUIRRE

FIGURA No. 3.13 OBRA DE TOMA PRESA ROJO GÓMEZ

FIGURA No. 3.14 OBRA DE TOMA DE LA PRESA REQUENA

FIGURA No. 3.15 RÍO TULA, DESCARGA REFINERÍA TULA

FIGURA No. 3.16 DESCARGA DEL EMISOR CENTRAL DEL D.D.F. AL RÍO EL SALTO

Nota:

Ver croquis de localización anexos.

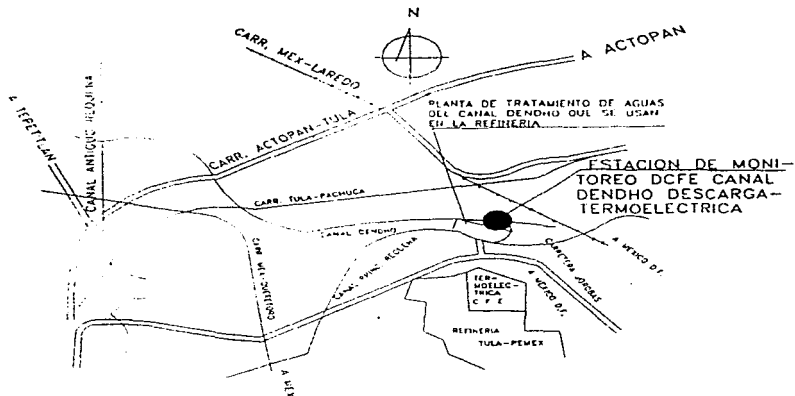


FIGURA No. 3.1

ESTACION: DCFE CANAL ENDHO, DESCARGA TERMOELECTRICA TULA
CORRIENTE: CANAL ENDHO
AFLUENTE DE: PRESA ENDHO Y ZONA DE RIEGO DEL DISTRITO 03.
LOCALIDAD: 2da SECCION EL LLANO
MUNICIPIO: TULA DE ALLENDE
ESTADO: HIDALGO.
COORDENADAS: LONGITUD: $99^{\circ}16'30''$, LATITUD: $20^{\circ}04'15''$, ALTITUD: 2090 MSNM.
ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA ACTOPAN-TULA Y EN LA POBLACION DE TULA, HGO. SE TOMA LA CARRETERA JOROBAS-TULA RUMBO A MEXICO Y A LA ALTURA DE LA PLANTA TERMOELECTRICA ESTA UN CAMINO DE ACCESO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA MISMA TERMOELECTRICA (AGUAS RECIBIDAS DEL CANAL DENDHO) EN LA QUE SE ENCUENTRA LA ESTACION MONIXDRE.

DESCARGA MUNICIPAL

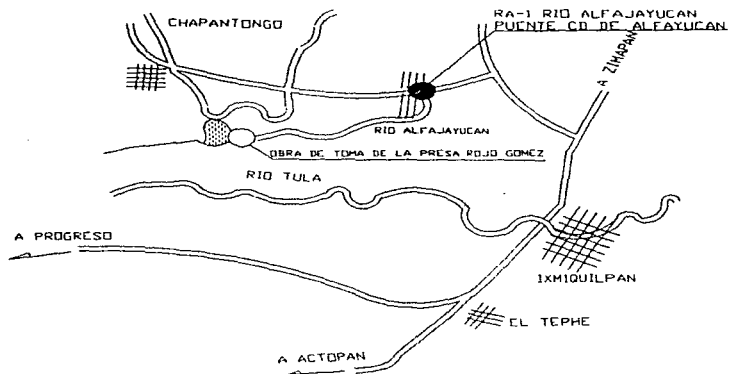


FIGURA No. 3.2

ESTACION: RA-1 RIO ALFAJAYUCAN PUNTE CIUDAD ALFAJAYUCAN.
CORRIENTE: RIO ALFAJAYUCAN.
AFLUENTE DE: RIO TULA.
LOCALIDAD: ALFAJAYUCAN.
MUNICIPIO: ALFAJAYUCAN.
ESTADO: HIDALGO.
COORDENADAS: LONGITUD: 99°21'00", LATITUD: 20°25'00", ALTITUD: 1900 MSNM.
ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA IXMIQUILPAN-HUICHAPAN, DESVIANDOSE POR LA CARRETERA ALFAJAYUCAN-TULA, HASTA EL PUENTE CARRETERA APROXIMADAMENTE 1 KM. DE LA POBLACION.

DESCARGA INDUSTRIAL.

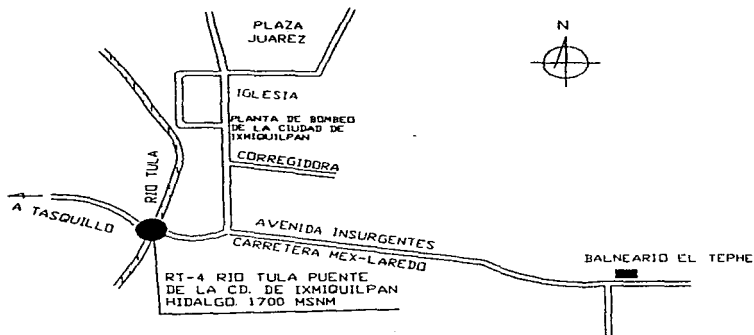


FIGURA NO. 3.3

ESTACION: RT-4 RIO TULA, PUENTE CIUDAD DE IXMIQUILPAN.
CORRIENTE: RIO TULA.
AFLUENTE DE: RIO MOCTEZUMA.
LOCALIDAD: IXMIQUILPAN.
MUNICIPIO: IXMIQUILPAN.
ESTADO: HIDALGO.
COORDENADAS: LONGITUD: 99°13'30". LATITUD: 20°29'00", ALTITUD 1700 MSNM.
ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA MEXICO-LAREDO Y EN EL PUENTE QUE CRUZA CON EL RIO EN LA POBLACION DE IXMIQUILPAN, HGO. SE UBICO LA ESTACION DE MONITOREO, ADEMAS SE CUENTA CON LA ESTACION HIDROMETRICA DEL MISMO LUGAR.

DESCARGA MUNICIPAL.

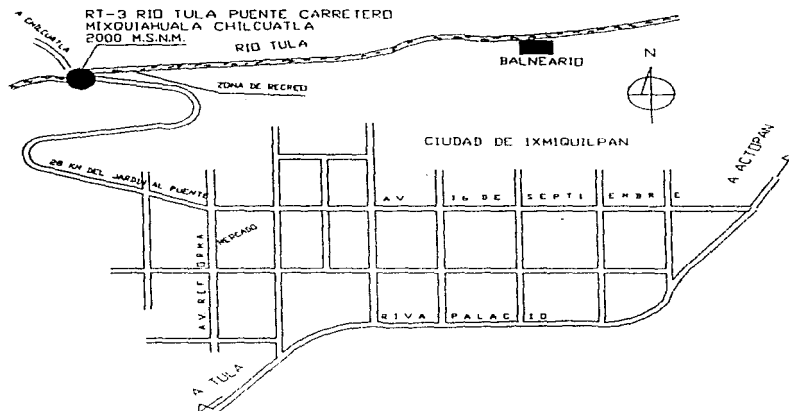


FIGURA No. 3-4

ESTACION: RT-3
 CORRIENTE: RIO TULA, PUENTE CARRETERA MIXQUIAHUALA-CHILCUAUTLA
 AFLUENTE: RIO MOCTEZUMA
 LOCALIDAD DE: MIXQUIAHUALA
 MUNICIPIO: MIXQUIAHUALA
 ESTADO: HIDALGO
 COORDENADAS: LONGITUD: 99°14'00", LATITUD: 20°14'30", ALTITUD: 2000 MSNM.
 ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA-TULA Y EN LA POBLACION DE MIXQUIAHUALA AL LLEGAR AL CENTRO SE SIGUE LA CALLE DE JOSE MARIA MORELOS QUE ES LA QUE ANTEDEDE AL CAMINO MIXQUIAHUALA-CHILCUAUTLA Y DESPUES DE UN RECORRIDO APROXIMADO DE 2 KM., ESTA (EL PUENTE) LA ESTACION DE MONITOREO.

DESCARGA MUNICIPAL

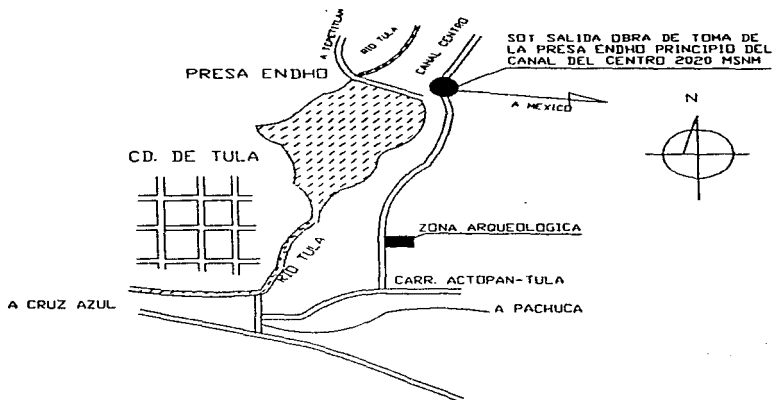


FIGURA No. 3.5

ESTACION: SOT
CORRIENTE: RIO TULA
AFLUENTE DE: RIO MOCTEZUMA.
LOCALIDAD: LA LOMA.
MUNICIPIO: TEPETITLAN.
ESTADO: HIDALGO.
COORDENADAS: LONGITUD: 99°22'30", LATITUD: 20°11'00", ALTITUD: 2020 MSNM.
ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA ALFAJAYUCAN-TULA Y PARTIENDO DE TULA A TEPETITLAN, ANTES DE LLEGAR A ESTA ULTIMA POBLACION SE ENCUENTRA LA CORTINA Y DESVIANDOSE A LA DERECHA ESTA LA SALIDA DE LA OBRA DE TOMA QUE CORRESPONDE AL KM. 0+000 DEL CANAL PRINCIPAL ENDHO (DEL CENTRO) Y AL PUNTO DE MUESTREO (ESTACION SOT)

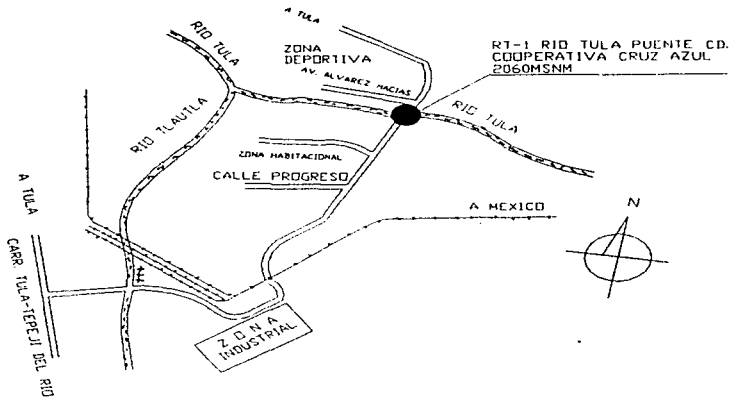


FIGURA No 3.6

ESTACION: RT-1 **RIO TULA, PUENTE CIUDAD COOPERATIVA CRUZ AZUL.**
CORRIENTE: RIO TULA.
AFLUENTE DE: RIO MOCTEZUMA.
LOCALIDAD: CIUDAD COOPERATIVA CRUZ AZUL.
MUNICIPIO: TULA DE ALLENDE.
ESTADO: HIDALGO.
COORDENADAS: LONGITUD: 99°19'30", LATITUD: 19°59'30", ALTITUD: 2060 MSNM
ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA QUE COMUNICA A LA CIUDAD DE TULA CON LA CIUDAD COOPERATIVA CRUZ AZUL, VIA SAN MARCOS EN LA ESTRUCTURA DEL PUENTE PRINCIPAL DE ACCESO A ESTA CIUDAD COOPERATIVA.

DESCARGA MUNICIPAL.

DESCARGA INDUSTRIAL.

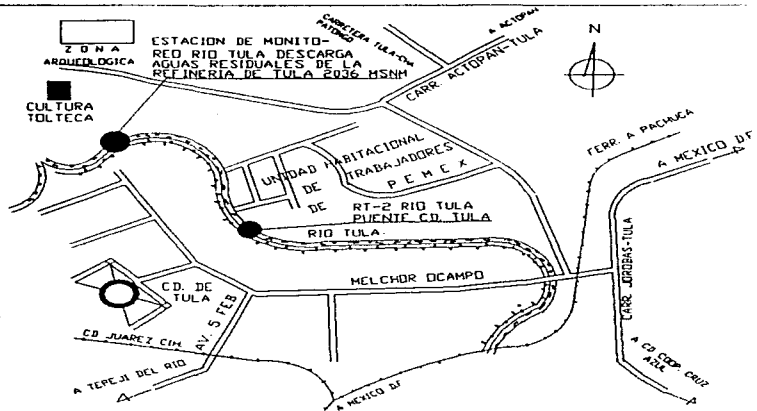


FIGURA No. 3.7

ESTACION: TR-2 **RIO TULA, PUENTE DE LA CIUDAD DE TULA DE ALLENDE.**
CORRIENTE: RIO TULA.
AFLUENTE DE: RIO MOCTEZUMA.
LOCALIDAD: TULA DE ALLENDE.
ESTADO: HIDALGO.
COORDENADAS: LONGITUD: 99°20'30", LATITUD: 20°03'30", ALTITUD: 2050 MSNM.
ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA ACTOPAN-TULA, QUE ENTRONCA CON LA MEXICO-LAREIDO EN ACTOPAN, HGO. O LA CARRETERA JOROBAS-TULA, QUE ENTRONCA CON LA AUTOPISTA MEXICO-QUERETARO Y EN LA ESTRUCTURA DEL PUENTE DE ACCESO A LA UNIDAD HABITACIONAL DE LA REFINERIA TULA SE UBICO LA ESTACION.

DESCARGA MUNICIPAL.

DESCARGA INDUSTRIAL.

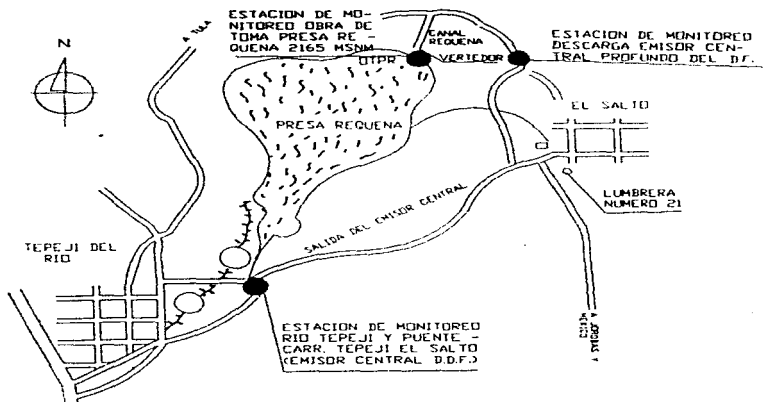


FIGURA No. 3.8

ESTACION: RTE RÍO TEPEJI, PUENTE CARRETERA TEPEJI-EL SALTO.
CORRIENTE: RÍO TEPEJI
AFLUENTE DE: RÍO TULA.
LOCALIDAD: TEPEJI DEL RIO
MUNICIPIO: TEPEJI DEL RIO.
ESTADO: HIDALGO.
COORDENADAS: LONGITUD: 99°20'15". LATITUD: 19°55'00". ALTITUD: 22000 MSNM.
ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA QUE SIRVE DE ACCESO A LA CIUDAD DE TEPEJI DEL RIO Y QUE COMUNICA A ESTA POBLACION CON LA DE JILOTEPEC, ESTADO DE MEXICO A LA ALTURA DEL KM. 3 ENTRONCA EL CAMINO TEPEJI-EL SALTO Y EN LOS LIMITES DE LA CIUDAD ESTA EL PUENTE EN EL QUE SE UBICA LA ESTACION.

DESCARGA MUNICIPAL

DESCARGA INDUSTRIAL.

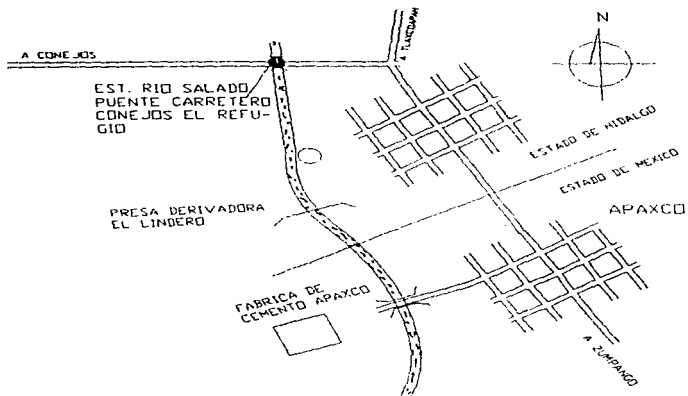


FIGURA No. 3.9

ESTACION: RS-1 RIO SALADO, PUENTE CARRETERA EL REFUGIO CONEJOS.
 CORRIENTE: RIO SALADO.
 AFLUENTE DE: RIO TULA.
 LOCALIDAD: VITO.
 MUNICIPIO: ATOTONILCO DE TULA.
 ESTADO: HIDALGO.
 COORDENADAS: LONGITUD: 99°10'15", LATITUD: 19°58'10", ALTITUD: 2179 MSNM.
 ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA REYES-TLAXCOAPAN QUE ENTRONCA CON LA CARRETERA MEXICO-PACHUCA ANTES DE LLEGAR A TIZAYUCA Y APROXIMADAMENTE 1 KM. ANTES DE LLEGAR A LA POBLACION DE APAXCO MEXICO, SE TOMA UN CAMINO DE TERRACERIA (BRECHA), QUE ENTRONCA EN LA MARGEN IZQUIERDA Y QUE CONDUCE A LA ESTACION CON UNA LONGITUD APROXIMADA DE 500 MT.

DESCARGA MUNICIPAL.

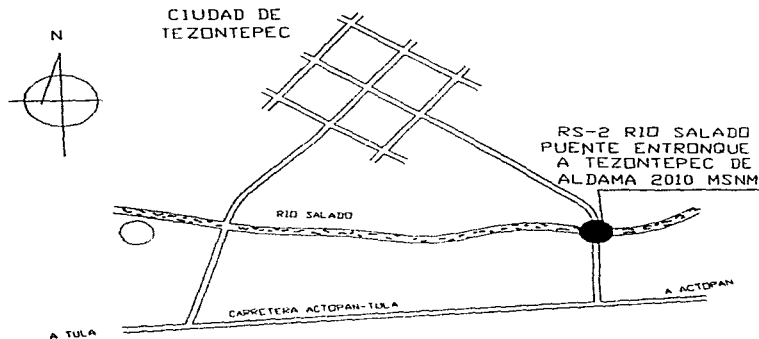


FIGURA No. 3.10

ESTACION: RS-2 **RIO SALADO, ESTACION HIDROMETRICA TEZONTEPEC- RIO SALADO.**
CORRIENTE: **RIO SALADO.**
AFLUENTE DE: **RIO TULA.**
LOCALIDAD: **MANGAS.**
MUNICIPIO: **TEZONTEPEC DE ALDAMA.**
ESTADO: **HIDALGO.**
COORDENADAS: **LONGITUD: 99°15'30", LATITUD: 20°11'30", ALTITUD: 2010 MSNM.**
ACCESO: **A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA A ACTOPAN-TULA DESVIANDOSE A LA DERECHA SOBRE EL CAMINO PAVIMENTADO QUE CRUCE A LA POBLACION DE TEZONTEPEC DE ALDAMA, Y EN EL PUENTE DE ESTA CON EL RIO EN LA POBLACION DE MANGAS SE UBICO LA ESTACION DE AFORO Y MUESTREO DE REFERENCIA.**

DESCARGA INDUSTRIAL

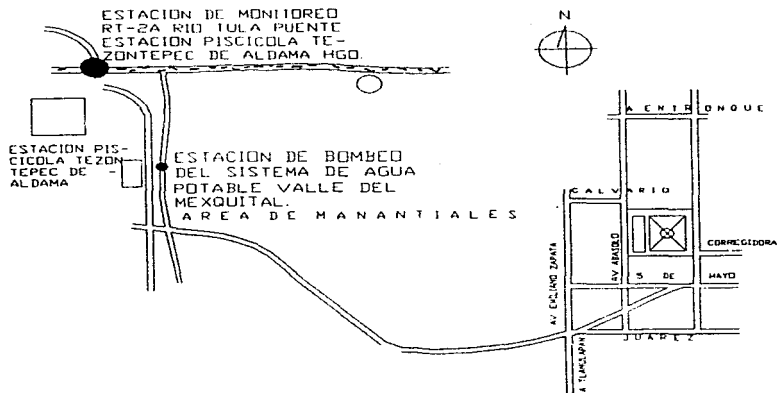


FIGURA No. 3.11

ESTACION: RT-2a **RIO TULA, PUENTE ESTACION PISCICOLA TEZONTEPEC DE ALDAMA**
CORRIENTE: RIO TULA.
AFLUENTE DE: RIO MOCTEZUMA.
LOCALIDAD: TEZONTEPEC DE ALDAMA.
MUNICIPIO: TEZONTEPEC DE ALDAMA
ESTADO: HIDALGO.
COORDENADAS: LONGITUD: 99°17'0", LATITUD: 20°12'00", ALTITUD: 1990 MSNM.
ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA ACTOPAN-TULA Y POCOS KILOMETROS ADELANTE DE MIXQUIAHUALA, VINIENDO DE ACTOPAN ESTA EL ENTRONQUE DE LA CARRETERA QUE VA A TEZONTEPEC DE ALDAMA Y DEL CENTRO DE ESTA POBLACION SE SIGUE POR LA CALLE CINCO DE MAYO Y LUEGO LA DIAGONAL PAVIMENTADA HASTA LLEGAR AL PUENTE COMO A 1 KM., APROXIMADAMENTE ES DONDE SE UBICO LA ESTACION.

DESCARGA INDUSTRIAL

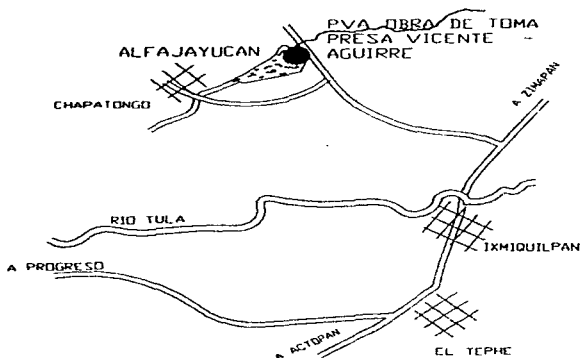


FIGURA No. 3-12

ESTACION: PVA OBRA DE TOMA PRESA VICENTE AGUIRRE.
CORRIENTE: RIO ALFAJAYUCAN
AFLUENTE DE: RIO TULA
LOCALIDAD: GOLONDRINAS.
MUNICIPIO: ALFAJAYUCAN.
ESTADO: HIDALGO.
COORDENADAS: LONGITUD: 99°22'00", LATITUD: 20°26'00", ALTITUD: 1850 MSNM.
ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA MEXICO-LAREDO, SIGUIENDO LA CARRETERA QUE VA A QUERETARO Y QUE ENTRONCA CON LA PRIMERA EN SU MARGEN IZQUIERDA, SIGUIENDO CON RUMBO A HUICHAPAN A 2 KMS. APROXIMADAMENTE DE LA DESVIACION A CAMINO DE TERRACERIA PARALELO AL CANAL QUE PROVIENE DE LA PRESA REFERIDA Y QUE SE ENCUENTRA UBICADO A LA IZQUIERDA.

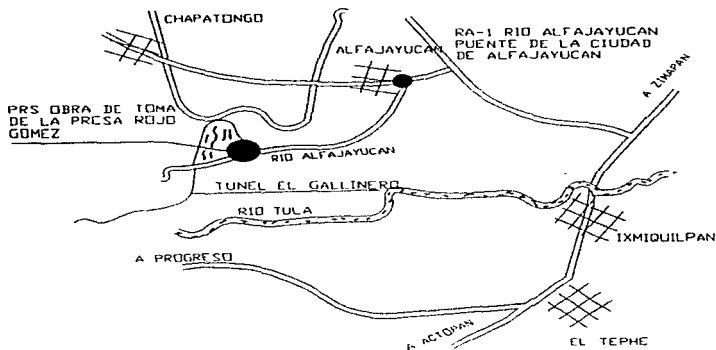


FIGURA No. 3-13

ESTACION:	PRG	OBRA DE TOMA DE LA PRESA ROJO GOMEZ
CORRIENTE:		RIO ALFAJAYUCAN.
AFLUENTE DE:		RIO TULA.
LOCALIDAD:		SANTA MARIA LA PALMA
MUNICIPIO:		ALFAJAYUCAN.
ESTADO:		HIDALGO
COORDENADAS:		LONGITUD: 99°20'00". LATITUD: 20°22'00". ALTITUD: MSNM.
ACCESO:		LA PRESA ROJO GOMEZ SE LLEGA POR LA CARRETERA A ALFAJAYUCAN-TULA QUE ENTRONCA CON LA CARRETERA QUE VA A QUERETARO (VIA HUICHAPAN), EN EL TRAMO DEL ALFAJAYUCAN A HUICHAPAN CRUZA EL CANAL DEL CENTRO DEL CUAL SIGUIENDO POR LA MARGEN DERECHA (A LA IZQUIERDA DE LA CARRETERA) LLEGA A LA CORTINA. LA ESTACION SE UBICO EN LA OBRA DE TOMA.

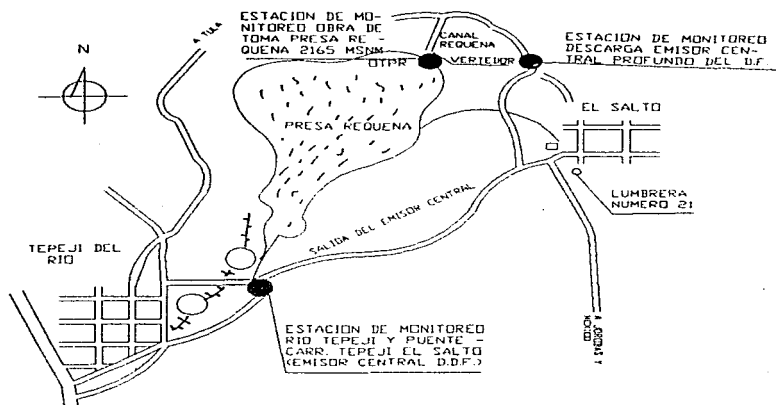


FIGURA No. 3.14

ESTACION: OTPR **OBRA DE TOMA DE LA PRESA REQUENA.**

CORRIENTE: RIO TEPEJI.

AFLUENTE DE: RIO TULA.

LOCALIDAD: PUEBLO NUEVO.

MUNICIPIO: TULA DE ALLENDE

ESTADO: HIDALGO.

COORDENADAS: LONGITUD: 99°19'00". LATITUD: 19°57'45". ALTITUD: 2185 MSLM.

ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR EL CAMINO DE TERRACERIAS QUE ENTRONCA CON LA CARRETERA TULA-TEPEJI DEL RIO Y QUE TAMBIEN SIRVE DE ACCESO AL CAMPO EXPERIMENTAL EL ENCINO.

DESCARGA MUNICIPAL.

DESCARGA INDUSTRIAL.

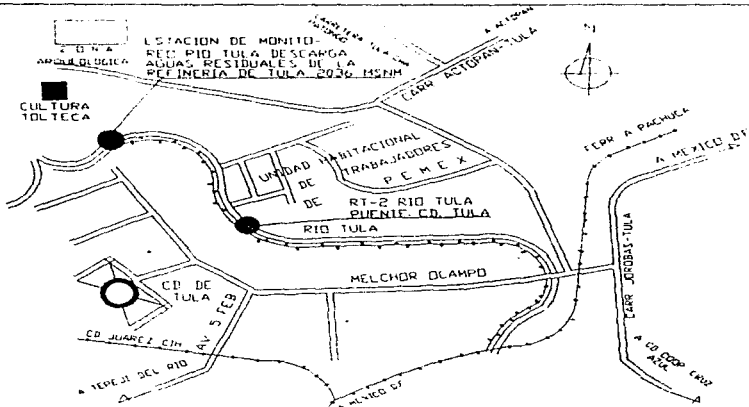


FIGURA No. 3.15

ESTACION: DPM
CORRIENTE: RIO TULA, DESCARGA REFINERIA TULA.
AFLUENTE DE: COLECTOR PRINCIPAL REFINERIA.
LOCALIDAD DE: RIO TULA.
MUNICIPIO: TULA DE ALLENDE
ESTADO: TULA DE ALLENDE
COORDENADAS: HIDALGO.
ACCESO: LONGITUD: 99°20'45", LATITUD: 20°04'00", ALTITUD: 2035 MSNM.
 A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA ACTOPAN-TULA O LA CARRETERA JOROBAS-TULA QUE ENTRONCA CON LA AUTOPISTA MEXICO-QUERETARO Y YA EN LA POBLACION DE TULA DE ALLENDE, HGO LA ESTACION SE UBICA EN EL PUENTE DE ACCESO COL. GANTE.

DESCARGA MUNICIPAL
 DESCARGA INDUSTRIAL.

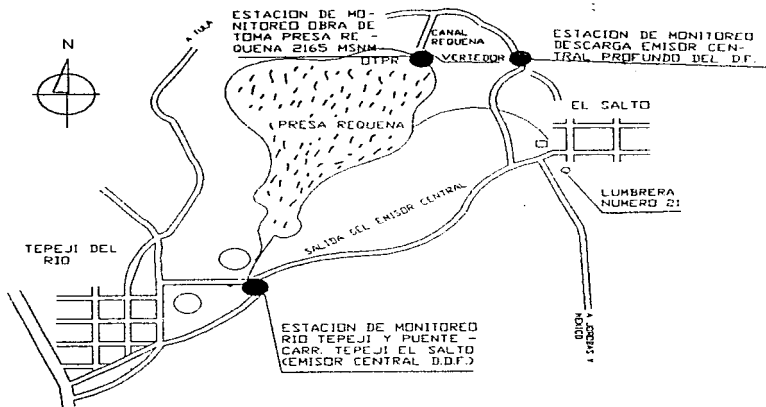


FIGURA No. 3.16

ESTACION: EMC
 CORRIENTE: DESCARGA DEL EMISOR CENTRAL DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL AL RIO EL SALTO.
 AFLUENTE DE EMISOR CENTRAL.
 LOCALIDAD: RIO EL SALTO.
 MUNICIPIO: CONEJOS.
 ESTADO: ATOTONILCO DEL TULA.
 ESTADO: HIDALGO.
 COORDENADAS: LONGITUD: 99°17'00", LATITUD: 19°58'00". ALTITUD: 2190 MSNM.
 ACCESO: A LA ESTACION SE LLEGA POR LA CARRETERA QUE COMUNICA A LAS LUMBRERAS DEL EMISOR Y QUE PARTE DE JOROBAS (ENTRONQUE DE LA CARRETERA A LA CIUDAD DE TULA CON LA AUTOPISTA A QUERETARO).

3.2 PARÁMETROS DE CALIDAD

Un factor importante que influyó en la selección de los parámetros, fue el tipo de aguas analizar, los cuales están constituidas por aguas residuales de tipo domésticos, industrial y agrícola. Ver la Cuadro 3.1

3.3 TÉCNICAS DE MUESTREO Y PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

Aunque normalmente se considera el agua como H₂O, todas las aguas naturales contienen cantidades variables de otras sustancias en concentraciones que fluctúan de unos cuantos miligramos por litro en el agua de lluvia a cerca de 35 000 mg/l en el agua de mar. Por lo general, las aguas residuales contienen la mayoría de los constituyentes del agua suministrada más las impurezas adicionales provenientes del proceso productor de desechos. Así, como el hombre produce cerca de 6 gr de cloruro por día, con un consumo de agua de 200 a 300 litros/persona/día, el agua residual contiene 30 mg más de cloruro que el agua potable. El agua residual cruda promedio contiene alrededor 1000 mg/l de sólidos en solución y suspensión, o sea que cerca del 99.99% es pura. Claro que medir simplemente el contenido total de sólidos de una muestra es insuficiente para especificar su condición ya que el agua subterránea, clara y brillante, puede tener el mismo contenido total de sólidos que el agua residual cruda. Para obtener una imagen verdadera de la naturaleza de una muestra en particular, es necesario cuantificar diferentes propiedades mediante un análisis que determine sus características físicas, químicas y biológicas.

La calidad a través de los contenidos de elementos y sustancias en el agua, se pueden conocer si se llevan a cabo exámenes minuciosos que den resultados cualitativos y cuantitativos de cada uno de ellos. De aquí que la evaluación de la contaminación solo se concibe si se especifica el uso o destino del agua y se llevan a cabo los análisis necesarios para conocer sus contenidos. Para realizar los análisis de aguas es muy importante lo referente a muestreo, ya que un punto básico es que éstos sean representativos del volumen de agua del cual se obtienen. Es conveniente por lo tanto que la recolección de muestras se haga en la forma más cuidadosa y eficiente siguiendo las reglas y métodos establecidos.

3.3.1 TÉCNICAS DE MUESTREO DE LOS PARÁMETROS SELECCIONADOS

3.3.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

COLOR.- El tono del agua es muy diferente entre las corrientes variando aún en una misma; puede observarse desde el cristalino hasta el gris casi negro. La variedad en color causa sospecha de contaminación, sobre todo cuando se observa que es diferente al natural. Los colores en aguas contaminadas se pueden deber a descargas de tipo industrial, no olvidando que existen sustancias incoloras que pueden producir los mismos o peores efectos de contaminación. El color natural del agua es ocasionado generalmente por el humus de los bosques o la materia vegetal. Se denomina color verdadero del agua a aquél que está presente después de haber sido removida la materia suspendida, y color aparente, al verdadero modificado por materia en suspensión.

CUADRO 3.1
PARÁMETROS SELECCIONADOS, ANALIZADOS Y PROPORCIONADOS POR LA
COMISION NACIONAL DEL AGUA.

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1.- ACIDOS TOTALES | 36.- SÓLIDOS SEDIMENTABLES |
| 2.- ALCALINIDAD | 37.- SÓLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS |
| 3.- BICARBONATO | 38.- SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES |
| 4.- BORO | 39.- SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES |
| 5.- CALCIO | 40.- SULFATOS DISUELTOS |
| 6.- CARBONATO | 41.- DETERGENTES |
| 7.- CLOROFILA | 42.- TEMPERATURA AMBIENTE |
| 8.- CLORUROS | 43.- TEMPERATURA AGUA |
| 9.- COLIFORMES FECALES | 44.- TURBIEDAD |
| 10.- COLIFORMES TOTALES | |
| 11.- COLOR APARENTE | |
| 12.- COLOR VERDADERO | |
| 13.- CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA | |
| 14.- DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | |
| 15.- DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | |
| 16.- DUREZA | |
| 17.- ESTREPTOCOCOS FECALES | |
| 18.- FENOLES | |
| 19.- FLUORUROS | |
| 20.- FOSFATOS | |
| 21.- GASTO INSTANTÁNEO | |
| 22.- GRASAS Y ACEITES | |
| 23.- NITRÓGENO AMONÍACAL | |
| 24.- NITRÓGENO DE NITRATO | |
| 25.- NITRÓGENO DE NITRITO | |
| 26.- NITRÓGENO ORGÁNICO | |
| 27.- NITRÓGENO TOTAL | |
| 28.- ORTO FOSFATO | |
| 29.- OXÍGENO DISUELTO | |
| 30.- POTENCIAL DE HIDRÓGENO | |
| 31.- POTASIO | |
| 32.- SODIO | |
| 33.- SÓLIDOS DISUELTOS FIJOS | |
| 34.- SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES | |
| 35.- SÓLIDOS DISUELTOS VOLÁTILES | |

Las descargas industriales de la fabricación de papel, fibras textiles, productos químicos, colorantes, etc, aumentan el color de los cuerpos receptores debido a la formación de compuestos complejos de los metales pesados con las sustancias orgánicas. Muchas veces una descarga incolora de una fábrica, al estar en contacto con el hierro presente en el cuerpo receptor, producirá aguas fuertemente coloridas que pueden afectar severamente la vida acuática.

El color causado por la materia suspendida se denomina "color aparente", el cual se determina sin filtrar o centrifugar la muestra. Al color ocasionado por las partículas coloidales y pseudocoloidales se le conoce como "color verdadero" y se determina después que la muestra ha sido filtrada o centrifugada.

Las aguas naturales que contienen coloración debida a sustancias naturales en descomposición, no son consideradas tóxicas o perjudiciales, pero como la coloración adquirida es amarillo pardo, se tiene una aversión natural debido a las comparaciones antiestéticas que se le asocian. Se recomienda que el agua potable no exceda de 20 unidades de color en la escala platino-cobalto.

La intensidad de luz donde son iguales la producción de oxígeno en la fotosíntesis y el consumo de oxígeno por la respiración de las plantas se conoce como el punto de compensación, y a la profundidad en que ocurre el punto de compensación se le llama profundidad de compensación. Para cada cuerpo de agua la profundidad de compensación varía dependiendo de la estación del año, la hora del día la cantidad de nubes, las condiciones del agua y la composición taxonómica de la flora. El efecto combinado de color y turbiedad no deben cambiar el punto de compensación en más de un 10% de sus condiciones estacionales normales y la biomasa de los organismos fotosintéticos.

Para agua potable o natural el método de análisis es el de método de comparación visual o método de platino cobalto, y para aguas residuales el método que se emplea es el Espectrofotométrico.

Método de Platino- Cobalto se utiliza este método para la determinación de color en aguas potables y naturales en donde la coloración es producida por materiales naturales como los residuos vegetales de hojas, raíces y humus. El color es medido por una comparación visual de la muestra con soluciones coloridas, patrones o discos de cristal de color calibrados previamente. Se ha definido la unidad de color, a la producida por 1 mg/l de platino en forma de ion cloroplatino. La turbiedad, aún en concentraciones pequeñas, ocasiona que el color aparente sea mayor que el color verdadero. La turbiedad debe separarse cuando se determine el color verdadero; su remoción se efectúa por centrifugación.

- En los tubos nessler prepare soluciones patrón de color de 5 a 70 unidades con ayuda de la Cuadro 3.2; proteja las soluciones contra la evaporación y de los vapores de amoníaco, pues su absorción aumenta el color .

CUADRO No. 3.2
PREPARACION DE SOLUCIONES PATRON DE COLOR

MI DE SOLUCION DE 500 UNIDADES DILUIDA A 50 ML. CON AGUA DESTILADA	COLOR EN UNIDADES DE CLOROPLATINADO
0.5	5
1.0	10
1.5	15
2.0	20
2.5	25
3.0	30
3.5	35
4.0	40
4.5	45
5.0	50
5.5	55
6.0	60
7.0	70

- Por comparadores visuales. Compare el color de la muestra con el disco de vidrio calibrado. Compare el color de cada disco con las soluciones patrón de cloroplatino de potasio.

- Por comparación de tubos nessler. Color Aparente. Observe el color de la muestra llenando un tubo Nessler de 50 0 ml hasta la marca, compare el color con las soluciones patrón. La comparación debe realizarse mirando verticalmente en el fondo de los tubos una superficie blanca o brillante, colocada en una forma tal que la luz sea reflejada hacia arriba a través de las columnas del líquido. Si la turbiedad no fue separada, el resultado del análisis debe reportarse como "color aparente". Si el color de la muestra excede de 70 unidades diluya la muestra con agua destilada hasta que su valor se encuentre en el ámbito de las soluciones patrón. Color Verdadero. Por medio de una centrifuga separe la turbiedad presente en la muestra. El tiempo requerido de centrifugación depende de la naturaleza de la muestra, la velocidad y el radio de la centrifuga. No se recomienda un tiempo mayor de una hora de centrifugación. Compare la muestra centrifugada con agua destilada para asegurarse que la turbiedad ha sido removida. Compare la muestra clarificada con las soluciones patrón de la misma manera que el procedimiento de color aparente.

- Calcule las unidades de color utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Unidades de Color} = (A \times 50) / V$$

Donde:

A = unidades de color de la muestra diluida.

V = ml de muestra tomados para la dilución.

Reporte los resultados de acuerdo a la **Cuadro 3.3**

El Método Espectrofotómetro es recomendado en agua y desechos que presentan colores muy diferentes que no pueden ser determinados por el método de platino cobalto. El color determinado en la muestra proviene de la luz transmitida por la solución después de eliminar sólidos suspendidos y las partículas pseudocoloidales, utilizando un medio auxiliar filtrante. Es despreciable la utilización de filtros auxiliares calcinados, pues se requiere de una gran cantidad de ayuda-filtro. El color de desecho filtrado se expresa en términos que describe la sensación que se percibe al observar el desecho. El tono de color se designa por el término de "longitud de onda dominante", el grado de brillantez por "luminancia" y la saturación por la "pureza". Los datos de transmisión de luz se convierten a los términos de clasificación de color, usando las normas adoptadas por la Comisión Internacional de Iluminación y el método de las ordenadas selectas. La causa principal de interferencias en el color del agua es la turbiedad, por lo que debe ser eliminada filtrando la muestra.

POTENCIAL DE HIDRÓGENO. El pH es un término que se usa universalmente para definir las condiciones de acidez o alcalinidad que se encuentra en una solución.

CUADRO No.3.3
PRECISION EN LAS MEDICIONES DE COLOR

UNIDADES DE COLOR	AFROXIMACION
1 - 50	1
51 - 100	5
101 - 250	10
251 - 500	20

La acidez, la alcalinidad y la concentración de iones de hidrógeno en una solución, están dados en términos de pH; la escala del pH, provee un sistema donde la acidez de una solución puede ser medida con números enteros pequeños; prácticamente, la escala se extiende de 0 a 14 con un punto neutro a la mitad; sin embargo puede haber soluciones ácidas con valores de pH negativos o muy alcalinas con valores mayores a 14. Ver Cuadro 3.4

La determinación de la concentración de iones de hidrógeno, a través del conocimiento de pH, es una práctica muy valiosa en el campo de la ingeniería del medio ambiente. Por ejemplo: en un sistema de abastecimiento de agua, el pH influye en los procesos de coagulación química, desinfección, ablandamiento y control de la corrosión; en los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales, debe ser mantenido dentro de un cierto ámbito que sea favorable a los organismos comprendidos en el sistema; la alteración del pH en un ecosistema puede causar la muerte de peces y esterilizar una corriente acuosa natural; las aguas de pH bajo pueden aumentar la corrosión de las estructuras de acero o de concreto; los procesos químicos para secar lodos o para oxidar ciertas sustancias como el ion cianuro, requieren un control estrecho del pH. Por estas razones y debido a las relaciones fundamentales que existen entre pH, acidez y alcalinidad, es muy importante comprender tanto los aspectos teóricos como los prácticos del pH. Mientras que los términos "alcalinidad" y "acidez" indican la reserva total o capacidad amortiguadora de una muestra, el valor de pH representa la actividad instantánea del ion de hidrógeno.

El pH puede ser medido colorimétricamente o electrométricamente. El método colorimétrico es menos caro, pero se obtienen valores menos exactos debido a las interferencias por color, turbiedad, salinidad, materia coloidal y varios agentes oxidantes y reductores. Los indicadores están sujetos a deterioro al igual que los colores patrones con los cuales se comparan. Además, se debe utilizar más de un indicador para que abarque el ámbito de pH de interés en aguas y aguas de desecho. En líquidos pobremente amortiguados los propios indicadores pueden alterar el pH de la muestra, a no ser que se preajuste hasta un valor cercano al pH de la muestra. Por estas razones, el método colorimétrico sólo es conveniente para una estimación burda y no se describe aquí. El método del electrodo de vidrio es la técnica preferida.

Método Electrométrico. - Se han sugerido varios tipos de electrodos para la determinación electrométrica del pH. Aunque se reconoce al electrodo de hidrógeno como patrón primario, el electrodo de vidrio está sujeto a menos interferencias y se utiliza en combinación con uno de calomel como electrodo de referencia. El electrodo de referencia asume un potencial constante, en tanto que el de medición (electrodo de vidrio), genera un potencial que depende del pH de la muestra. Esta diferencia de potencial sensible al pH como la fuerza electromotriz, en mil voltios, producida en la cadena electroquímica.

El electrodo de vidrio está relativamente libre de interferencias debidas al color, turbiedad, materia coloidal, oxidantes, reductores, o alta salinidad, pero se ve afectado por el error alcalino producido a pH altos.

Error alcalino. - En vidrios con diferentes composiciones de óxidos alcalinos, se ha podido deducir un comportamiento errático de los electrodos cuando éstos se emplean en la medición de

CUADRO No. 3.4
RELACION DEL pH Y EL pOH

H^+ MOLES / LITRO	H^+	OH^-	pH	pOH	
1	10^0	10^{-14}	0	14	ACIDO FUERTE
0.000 01	10^{-5}	10^{-9}	5	9	ACIDO DEBIL
0.000 0001	10^{-7}	10^{-7}	7	7	SOLUCION NEUTRA
0.000 000 001	10^{-9}	10^{-5}	9	5	BASE DEBIL
0.000 000 000 000 01	10^{-14}	10^0	14	0	BASE FUERTE

valores de pH altos, en virtud del equilibrio alcalino en el cual participa químicamente el vidrio mismo, sobre todo cuando dichas soluciones alcalinas contienen iones de sodio. Otros elementos como el potasio también desvirtúan las mediciones del pH, pero en forma menos drástica. A valores de pH mayores a 10 se puede reducir este error, utilizando electrodos especiales de "bajo error alcalino". Cuando se usan electrodos de vidrio ordinario se hacen correcciones aproximadas para el error alcalino de acuerdo con la información proporcionada por el fabricante. En soluciones muy ácidas, de valores menores a 1, el electrodo de vidrio está también sujeto a errores. La temperatura ejerce dos efectos significativos en la medición del pH. El cambio en el potencial por unidad de pH, y la ionización de la muestra varían con la temperatura. El primer efecto puede ser anulado por un ajuste para compensar la temperatura, que lo tienen los buenos instrumentos comerciales. El segundo efecto es inherente a la muestra y es tomado en consideración registrando ambos: temperatura y pH para cada muestra.

Electrodo de vidrio. Este dispositivo genera un potencial a lo largo de la membrana (fabricada de un vidrio de composición especial), cuando se utiliza para medir la solución problema. La solución dentro del bulbo de vidrio se mantiene a un pH constante, y por tanto cualquier cambio en el potencial es debida a la variación del pH de la solución desconocida. Este electrodo no permite la transferencia de electrones, pero establece un intercambio iónico entre los hidrógenos que están siendo medidos en la solución y los iones positivos del vidrio.

Electrodo de referencia complementa al circuito, uniéndose por medio de una solución. Este electrodo también nos provee un potencial de referencia estable y reproducible con un elemento interno. El más común lo constituye una pasta de calomel (Hg/Hg_2Cl_2) o una sal metal de plata, cloruro de plata ($Ag/AgCl$). Estas medias celdas internas permanecen constantes, mientras la solución interna del electrodo no sea alterada. Normalmente se utiliza una solución de cloruro de potasio.

Electrodo Combinado que contiene en su construcción a un electrodo de vidrio y a uno de referencia.

Potenciómetro (Con un ajuste para compensar la temperatura).-Debido a que existen diferentes modelos de potenciómetros, en cada caso se deben seguir las instrucciones del fabricante.

TEMPERATURA.- La temperatura es una manifestación de la energía cinética molecular dentro de un cuerpo. El término temperatura se utiliza para conocer el grado relativo de calentamiento o enfriamiento de un cuerpo.

La temperatura de un cuerpo de agua dulce o salino está gobernada por la vegetación las condiciones climatológicas y el grado de mezclado existente. La temperatura de la mayoría de las aguas superficiales varía de 0 a 40°C, dependiendo de la latitud, altitud, estación del año, hora del día, flujo, profundidad y otras muchas variables. Los cambios de temperatura en los cuerpos de agua que se relacionan directamente con las actividades del hombre se deben a las descargas térmicas del agua utilizada en la industria, en los municipios y principalmente por las plantas

generadoras de energía eléctrica. La importancia de la determinación de temperatura se debe a la relación que guarda este parámetro con las reacciones químicas, el cambio en las propiedades químicas, el cambio en las propiedades físicas y con una mayor complejidad, con las reacciones biológicas que se producen en el cuerpo del agua.

Importancia en los cuerpos de agua:

- La temperatura en el cuerpo de agua influye en los procesos de evaporación, transpiración y condensación que forman parte del ciclo hidrológico.

- En estudios limnológicos es de suma importancia el conocer la temperatura del agua a diferentes profundidades, pues al aumentar la temperatura en el verano, la diferencia entre las aguas superficiales y las del fondo aumenta, lo que crea una zona intermedia llamada termoclina. El agua superior caliente circulante, es el epilimnio (lago superficial) y el agua inferior fría es el hipolimnio (lago inferior). Si la termoclina está por debajo del alcance de la penetración eficaz de la luz, como ocurre con frecuencia, la reserva de oxígeno se agota en el hipolimnio. Al empezar la época de frío, la temperatura en el epilimnio baja hasta ser igual a la del hipolimnio, entonces el lago entero empieza a circular, regresando el oxígeno disuelto a las profundidades.

- Parámetros físicos y químicos de importancia sanitaria tales como la densidad y conductividad se ven afectados por variaciones de temperatura. La densidad del agua alcanza un valor máximo a los 4°C, a temperaturas menores y mayores 4°C la densidad del agua disminuye. La conductividad del agua se ve afectada por los cambios de temperatura. La conductividad de las soluciones electrolíticas en agua aumenta de un 1 a 3% al incrementarse la temperatura a un grado centígrado.

- En general la velocidad de las reacciones químicas aumentan con la temperatura. Van't Hoff enunció que la velocidad de la reacción se duplica con aumentos de 10°C. Esta regla se cumple en la autopurificación de los desechos orgánicos. La materia orgánica se mide en función de la cantidad de oxígeno disuelto requerido por una población microbiana heterogénea para lograr su oxidación y con ello su estabilización (DBO). La ecuación de la DBO se expresa como:

$$Y = Lo (1 - 10^{-kt}) \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

- Y = DBO remanente después de un tiempo t.
 Lo = Cantidad de oxígeno necesario para la estabilización completa de la materia orgánica.
 k = Constante de velocidad de la reacción.
 t = tiempo

La constante de velocidad de la reacción (k) representa la rapidez de oxidación de la materia orgánica. Esta constante está en función de la temperatura, lo cual se observa matemáticamente por la siguiente ecuación propuesta por Van't Hoff-Arrhenius.

$$k = k_0 O^{(t-t_0)} \dots \dots \dots (2)$$

ko es la constante de velocidad de la reacción a To, y O es el coeficiente de temperatura.

Este coeficiente se determina en forma empírica, aceptándose el valor para los desechos domésticos de 1.047 (Phelps) aunque se han obtenido otros valores:

$$O = 1.056 \text{ (20 a } 30^\circ\text{C) (Schroepfer)}$$

$$O = 1.136 \text{ (4 a } 20^\circ\text{C) (Schroepfer)}$$

Experimentalmente se ha encontrado un valor de $k = 0.1$ a 20°C . La ecuación (2) muestra que al aumentar la temperatura se incrementa el valor de la constante de degradación, y de la ecuación (1) se observa por consiguiente un aumento de la DBO reflejándose en el valor de Y.

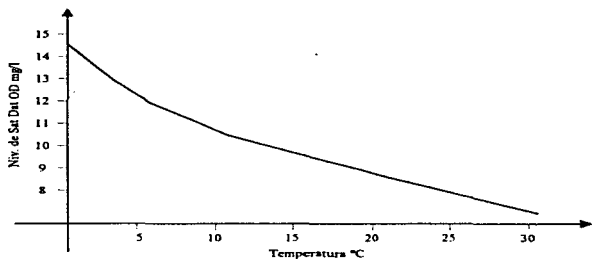
- Efecto de la temperatura en los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica. Los cambios de temperatura en el medio acuático afectan los procesos de purificación natural. El contenido microbiano de las aguas naturales es proporcional a la cantidad de materia orgánica presente. Los organismos encontrados en las aguas naturales son proporcional a la cantidad de materia orgánica presente. Los organismos encontrados en las aguas naturales son saprófitos (organismos que viven de la energía liberada al consumir la materia orgánica) y tienen un ámbito óptimo de temperaturas entre 22 y 28°C . Estos organismos respecto del ámbito de temperaturas, de preferencia pertenecen al grupo mesofílico.

Al aumentar la temperatura en los cuerpos de agua, aumenta la velocidad de multiplicación bacteriana hasta un máximo de 28°C siempre y cuando el medio ambiente sea favorable y exista una cantidad suficiente de alimento. Cuando la temperatura excede a los 30°C se producirá la muerte de los organismos mesofílicos.

- Efecto de la temperatura en el nivel de saturación del OD. El oxígeno disuelto es el elemento más importante en las reacciones químicas que suceden en una corriente de agua. El oxígeno es poco soluble en el agua; su valor de saturación (Cs) es la cantidad de total de oxígeno que el agua puede disolver en equilibrio con la presión parcial del oxígeno en la atmósfera. La presión parcial se determina por el porcentaje en el volumen del gas en la atmósfera, este valor es de 20.95 a nivel del mar en condiciones secas. A presión atmosférica constante, el nivel de saturación del oxígeno disuelto disminuye al aumentar la temperatura, pero también se incrementa la DBO, la capacidad de autpurificación del agua se ve seriamente obstaculizada. Además de la temperatura, existen otros factores químicos que afectan el valor de saturación, tal como la concentración de sales. Además de la temperatura, existen otros factores químicos que afectan el valor de saturación, tal como la concentración de sales. En aguas salinas la solubilidad del oxígeno es menor que en aguas dulces. En la siguiente Figura 3.17 se muestra la dependencia del nivel de saturación del oxígeno disuelto con la temperatura al nivel del mar.

- Efecto de la temperatura en la rapidez de aereación. La aereación es el mecanismo por el cual los cuerpos de agua pueden dotarse de oxígeno tomándolo de la atmósfera. Los mecanismos que gobiernan el proceso de aereación son la disolución y la difusión. El primero actúa hasta

FIGURA No. 3.17.-Efectos de la Temperatura en el Nivel de Saturación del Oxígeno Disuelto.



saturar una película de agua en la interfase aire-agua con oxígeno. El segundo actúa transfiriendo el oxígeno disuelto a partir de esta zona a profundidades mayores. La rapidez de disolución del oxígeno de la atmósfera, es proporcional a la diferencia entre la concentración de saturación (Cs) y la concentración real (Creal)

$$dc/dt = (C_{sat} - C_{real}) \dots \dots \dots (3)$$

El efecto de temperatura en la rapidez de disolución es evidente, a mayor temperatura existirá una menor concentración de saturación de oxígeno disuelto. La rapidez de difusión a través del agua, es proporcional a la diferencia a la concentración entre dos puntos. Phelps desarrolla la ecuación de difusión a partir de la primera ley de difusión de Fick. La rapidez de difusión del oxígeno disuelto en término del gradiente de la concentración es:

$$ds/dt = -aqz \, dc/dz \dots \dots \dots (4)$$

donde:

ds es la cantidad de oxígeno disuelto que pasa por un punto z, a través del área transversal a, en el tiempo dt, "a" es el coeficiente de difusión, s es la concentración en un punto z y dc/dz es el gradiente de la concentración. Cuando la difusión es molecular y no turbulenta, el coeficiente de difusión está exclusivamente en función de la temperatura. Phelps determinó que la influencia de la temperatura en el coeficiente de difusión "a" era de la siguiente forma:

$$a(t) = a_0 O^{\alpha}(t-t_0) \dots \dots \dots (5)$$

La ecuación (5) junto con la ecuación (4) muestran que al aumentar la temperatura se incrementa la rapidez de difusión del oxígeno disuelto a través de la profundidad del cuerpo de agua. Sin embargo, como la capacidad de disolución del oxígeno de la atmósfera se reduce al disminuir la capacidad de saturación, el efecto conjunto culmina en una condición adversa.

- Efectos del aumento de la temperatura en peces de agua dulce. Los peces que viven en agua caliente pueden sobrevivir durante algún tiempo en aguas calentadas artificialmente hasta 34°C; sin embargo, las poblaciones de peces como la perca, la carpa y la muñonera reducen su actividad a estas temperaturas. En épocas de frío, las temperaturas de las corrientes deben permanecer por debajo de esta temperatura para prevenir la mortalidad de los peces cuando éstos se muevan a través de gradientes de temperaturas excesivas. Las poblaciones de peces de aguas frías como la trucha, no deben estar sujetos a temperaturas que excedan los 14.5°C. Los cambios bruscos de temperatura pueden ser más dañinos para algunas especies de peces que han estado expuestos a temperaturas altas. La temperatura máxima para una especie de peces varía con las condiciones fisiológicas del pez, su tamaño y su velocidad de calentamiento. Los peces buscan una temperatura preferente en la que puedan sobrevivir, la cual está muchos grados centígrados por debajo de su temperatura letal. Los efectos tóxicos producidos por ciertos materiales en los peces aumenta con la temperatura.

- Efecto de la temperatura en plantas acuáticas y en el bentos. Cuando aumenta la temperatura del agua, las especies de algas predominantes cambias de diatomeas a algas verde y finalmente en temperaturas elevadas se presenta el alga azul verdosa. El número y la distribución de organismos del fondo disminuye cuando aumenta la temperatura por arriba de 32°C, que es el límite de tolerancia máximo para una población "balanceada". La tolerancia a las temperaturas elevadas es mayor para los organismos adultos que para los huevecillos y los organismos jóvenes.

- Efecto de la temperatura en el tratamiento de agua. Generalmente es desechada el agua potable con una temperatura superior a los 15°C y las quejas se presentan cuando la temperatura está por arriba de los 19°C. La temperatura ideal del agua potable es de 10 °C o menor. La floculación, proceso mediante el cual se forman partículas sedimentables a partir de partículas coloidales desestabilizadas por medio de un agente químico, se ve afectada en forma indirecta con la temperatura; es decir, que al aumentar ésta, disminuye la velocidad de floculación y la filtración también disminuye al aumentar la temperatura. En la cloración del agua el cloro aumenta su velocidad de reacción cuando aumenta la temperatura. En los lugares fríos es necesario aumentar el tiempo de contacto durante el invierno.

- Efectos de la temperatura en las aguas de irrigación. Las temperaturas altas en las aguas de irrigación pueden afectar los cultivos. El ámbito deseable de temperaturas se encuentra entre 13 y 29 °C.

- Método para la determinación de la temperatura. El equipo es específico para el tipo de método utilizado en la determinación de la temperatura. Las determinaciones de temperatura se pueden efectuar por un cambio de volumen, un cambio en una resistencia eléctrica, un voltaje creado en la unión de dos metales diferentes, la intensidad de una radiación emitida. La mayoría de las determinaciones de temperaturas en el agua se realizan con termómetros de vidrio conteniendo un líquido que generalmente es mercurio, con termopares, termistores o termómetros de resistencia se utilizan para trabajos continuos o de monitoreo. El termómetro de mercurio es un instrumento ideal, pues presenta una gran reproducibilidad de resultados, si se maneja apropiadamente este termómetro no se contamina, ni se deteriora, es estable aún en temperaturas elevadas; las ventajas que presenta son que es barato y fácil de usar; sus desventajas son que es demasiado frágil y que no puede utilizarse para un control remoto en forma continua. Para observaciones a grandes profundidades, se emplean aparatos especiales que son: termómetro integrado al muestreador y termómetro de reversión.

- Siempre que se quieran hacer mediciones, se deberá usar más de dos termómetros en el mismo punto.

-Procedimiento. Los termómetros se calibran ya sea para inmersión total o para inmersión parcial. Los termómetros de inmersión total deben sumergirse completamente en el agua para registrar la temperatura correcta. Los termómetros de inmersión parcial, por otro lado, deben sumergirse en el agua hasta la profundidad del círculo grabado que aparece alrededor de la varilla abajo del nivel de la escala. En caso de que no exista dicho círculo, bastará con sumergir el termómetro unos centímetros arriba del bulbo de mercurio. Este tipo de termómetro es el más

común. Deben hacerse las lecturas con el termómetro sumergido en el agua, de preferencia en movimiento, después de un tiempo suficiente hasta lograr que sean constantes. Este dato debe ser representativo de la temperatura del agua en el tiempo en el que se colecta la muestra. Por consiguiente, la temperatura debe tomarse en el punto de muestreo. La temperatura de aguas residuales domésticas, efluentes y desechos en el momento de muestreo, se debe aproximar a grados enteros.

CONDUCTIVIDAD.- La conductividad eléctrica es una expresión numérica que representa la habilidad de una solución para conducir la corriente eléctrica. Mientras más concentrada se encuentra una solución, existe una mayor cantidad de iones y la corriente se transmite más fácilmente, es decir con una menor resistencia.

La conductividad eléctrica de las soluciones se determina transmitiendo una corriente eléctrica a través de la solución problema. Se emplea una celda que contiene dos electrodos, uno positivo donde se depositan los iones negativos y uno negativo donde se depositan los iones positivos. La resistencia al paso de la corriente eléctrica que es medida depende de la concentración iónica, la temperatura de la solución y las características de los electrodos.

Con el análisis de conductividad se comprueba la pureza del agua destilada o desionizada. Se acepta como agua destilada muy pura la que contiene una resistencia específica de 500,000 ohms, es decir, 2 micromhoms/cm a 25°C En el Cuadro 3.5 se muestran los valores recomendados de conductividad para conocer la pureza del agua destilada.

CUADRO 3.5 PUREZA DEL AGUA DESTILADA

Grado	Conductividad máxima (micromhoms/cm a 25°)
Pura	10
Muy Pura	1
Ultra Pura	0.1
Teóricamente Pura	0.055

La conductividad representa las concentraciones de los minerales disueltos en las aguas y aguas de desecho. Las concentraciones elevadas afectan a las plantas, animales y hombre.

Por medio de la conductividad se puede descubrir fácilmente las variaciones de los sólidos disueltos en las descargas. En las descargas de composición constante, se pueden calcular los factores de relación de sólidos con la conductividad. Para ello es necesario un mínimo de 10 determinaciones durante 2 semanas.

En las aguas naturales con sólidos disueltos menores a 2000 mg/l el factor de relación de conductividad con sólidos disueltos varía de 0.62 a 0.70. La conductividad facilita el trabajo de laboratorio. Se emplea para calcular las diluciones y controlar la calidad en otras pruebas. La salinidad de las aguas de irrigación se conoce por medio de la conductividad. Ver Cuadro 3.6 de la calidad del agua de irrigación.

CUADRO 3.6 CALIDAD EL AGUA DE IRRIGACIÓN

Calidad	Conductividad (micromhos/cm a 25° C)
Excelente	menor de 250
Buena	250 - 750
Permisible	750 - 2000
Dudosa	2000 - 3000
Inservible	mayor a 3000

La conductividad es uno de los parámetros que deben realizarse in situ, es decir, en el lugar de muestreo. Si no se cuenta con el equipo portátil, se recomienda: que el volumen de muestra sea mayor de 100 ml, pudiéndose almacenar en recipientes de vidrio o de plástico durante un tiempo menor de 24 horas, a una temperatura de 4° C. Al momento de efectuar el análisis la temperatura de la muestra debe ser 25° C o el equipo de medición debe contar con un compensador de temperatura.

TURBIEDAD.- La turbiedad en una muestra provoca que la luz se disperse o absorba en lugar de transmitirse en línea recta. La turbiedad del agua se debe a la presencia de partículas de material suspendido como arcilla, lodo, materia orgánica o inorgánica finamente dividida, plancton y otros microorganismos. En el aspecto inorgánico, los tamaños de las partículas que causan la turbiedad en el agua varían de diámetros entre 0.2 y 0.5 micras o mayores. Las partículas que exceden a una micra de diámetro generalmente sedimentan rápido. Las partículas menores se clasifican como coloidales y pueden permanecer suspendidas mucho tiempo. Es casi imposible encontrar una muestra de agua que no contenga una cantidad medible de turbiedad. El agua de lluvia generalmente contiene algo de turbiedad a consecuencia del polvo y de los contaminantes atmosféricos que arrastra. Las principales fuentes de contaminación originadas por el hombre que incrementan la turbiedad en los cuerpos de agua son: los cienos de las granjas, los residuos de construcciones, la operación de minas, los polvos provenientes de caminos sin asfaltar, los desechos humanos y los efluentes de plantas de tratamiento.

- La turbiedad excesiva reduce la penetración de la luz en los cuerpos de agua. Al disminuir ésta, se afecta la fotosíntesis que realizan los organismos fitoplanctónicos y los vegetales que se encuentran sumergidos, evitando así la producción de oxígeno. En la Cuadro 3.7 se presentan los límites permisibles de turbiedad.

- Las arcillas y sedimentos obstruyen los huecos que existen entre la arena y las piedras del fondo. Estos lugares tienen mucha importancia, biológicamente hablando, puesto que ahí desovan los peces y sirve de habitat a muchos insectos y animales invertebrados como los moluscos, cangrejos de río y camarones de agua dulce. Además, la productividad de los peces depende

CUADRO No. 3.7

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE TURBIEDAD.

Tipo de Industria	Límite de tolerancia de turbiedad en unidades Jackson
1.- Potabilizadora de Agua.	0-10 (excelente fuente, sólo requiere de desifeción).
2.- Industrial Alimentaria.	10
3.- Aguas para Alimentación de Calderas.	20
0-150 psi.	10
150-250 psi.	5
250-400 psi.	1
Arriba de 400 psi	
4.- Fibras (rayón y acetato)	5
Producción de pulpa	0.3
Manufactura.	
5.- Industria papelera.	0-13
6.- Industria textil.	20

totalmente de la vida de las plantas y de la fauna del fondo. Cuando los valores de turbiedad llegan a 200 unidades o más, se pone en peligro el sistema ecológico.

-En el agua potable las turbiedades mayores a 5 unidades son detectables visualmente, lo que produce en el consumidor pocos deseos de ingerirla y utilizarla en sus alimentos.

-Al aumentar la turbiedad aumenta el costo del tratamiento de las aguas. La turbiedad en el agua se renueva por una combinación de coagulación, sedimentación y filtración. El agua tratada tiene turbiedades entre 0 y 5 unidades..

-Para ser efectiva la desinfección en las aguas de abastecimiento público, el agente desinfectante debe estar en contacto con el organismo a eliminar; sin embargo, en aguas que contengan desechos sólidos, muchos de los organismos patógenos quedan ocluidos en las partículas protegiéndose del desinfectante.

Métodos para medir la turbiedad.- los métodos empleados en la actualidad se basan en la desviación o transmisión de la luz. Para gran precisión, sensibilidad y aplicación en un ámbito de turbiedades, se prefiere el método nefelométrico sobre el visual de la bujía Jackson. El método turbidimétrico de la bujía tiene un límite mínimo de detección de 25 unidades turbidimétricas, por lo que su uso principal es en aguas altamente turbias.

Método del disco Secchi.- El disco tiene un diámetro aproximado de 20 cm aunque se han reportado diámetros superiores a 1 metro. El disco es blanco o puede estar dividido en cuadrantes blancos y negros. La luz exterior afecta las lecturas por lo que no se recomienda introducir el disco muy temprano en la mañana o ya disminuida la luz, en la tarde. Sus ventajas son : proporciona una idea de la distribución de los organismos fitoplanctónicos o de la zona donde existe la reoxigenación efectuada por los organismos, uso simple y bajo costo.

Método Nefelométrico.- Este método se basa en la comparación de la intensidad de la luz desviada por la muestra y la de una suspensión patrón de referencia, bajo las mismas condiciones. Entre mayor sea la intensidad de la luz desviada, mayor será la turbiedad de la muestra.

Procedimiento para medir la turbiedad.- En la calibración del turbidímetro, se deben seguir las instrucciones de operación del fabricante, si el instrumento está calibrado, calcular la exactitud de las escalas de calibración con un patrón que se encuentre dentro del ámbito utilizado. Si el instrumento no cuenta con escalas precalibradas, se deben preparar las curvas de calibración para cada ámbito, con las suspensiones patrón. En los instrumentos que cuentan con un botón de sensibilidad, no se debe confiar en los patrones de turbiedad vendidos por los fabricantes para su calibración, a menos que antes se haya verificado que el instrumento no presente cambios dentro del ámbito utilizado.

Medición de turbiedades menores de 40 unidades. Agitar la muestra para dispersar los sólidos presentes. Esperar hasta que las burbujas de aire desaparezcan. Verter la muestra en el

tubo del turbidímetro. Leer el valor de turbiedad en la escala directamente o en la curva de calibración.

Medición de turbiedades mayores de 40 unidades. Diluir la muestra con uno o más volúmenes de agua destilada exenta de turbiedad hasta que el valor se encuentre en un ámbito de 30 a 40 unidades. Calcular la turbiedad de la muestra original a partir del valor de la muestra diluida y el factor de disolución

Cálculos.-

$$\text{Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)} = [A \times (B + C)] / C$$

A = Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT) de la muestra diluida.

B = Volumen de agua de dilución en ml

C = ml de muestra utilizados en la dilución

Se debe reportar los resultados de acuerdo a los siguientes criterios:

Ámbito de Turbiedad (UNT)	Aproximación (UNT)
0.0- 1.0	0.05
1.0-10	0.010
10-40	1.0
40-100	5.0
100-400	10.0
400-1000	50.0
> 1000	100.0

SÓLIDOS- Se le nombra a la materia que permanece como residuo después de evaporar una muestra de agua y secarla a una temperatura definida. Las principales determinaciones están encaminadas a obtener la información sobre la cantidad de sólidos totales, (evaluando las fracciones fija y volátil en cada caso), disueltos y sedimentables, como se muestra en el esquema siguiente:

Sólidos totales: Fijos, Volátiles.

Suspendidos: Fijos, Volátiles

Disueltos: Fijos, Volátiles

Sedimentables

Las aguas con alto contenido de sólidos pueden ser laxantes, pierden cualidades organolépticas, y pueden ocasionar otras molestias en personas no acostumbradas a su ingestión. La U.S. Public Health Service Standards recomienda un contenido de sólidos totales de 500 mg/l para aguas que se destinen al uso doméstico.

Las determinaciones de sólidos totales son ordinariamente de poco valor en los análisis de aguas contaminadas y aguas residuales domésticas, debido a que son difíciles de interpretar con exactitud. Sin embargo es importante conocer los sólidos totales volátiles y fijos, pues nos da una medida de la cantidad de materia orgánica que está presente en la fracción sólida de las aguas domésticas e industriales y en muestras de lodos.

La evaluación de sólidos suspendidos es extremadamente valiosa en los análisis de aguas contaminadas y de aguas residuales. Es uno de los mejores parámetros para valorar la concentración de las aguas residuales domésticas y para determinar la eficiencia de las unidades de tratamiento en el trabajo de control de la contaminación de corrientes, se considera que todos los sólidos suspendidos son sedimentables, no siendo el tiempo factor limitante.

La sedimentación se espera que ocurra a través de la floculación biológica y química, de aquí que la medida de sólidos suspendidos se considere tan significativa como la demanda bioquímica de oxígeno.

Selección de Temperatura de Secado.- Los residuos secados a 103-105°C se cree que retienen no solo el agua de cristalización sino también agua mecánicamente absorbida. Hay pérdida de CO₂ por la conversión de HCO⁻ a CO⁰. La pérdida de materia orgánica por volatilización es muy poca a esta temperatura. Debido a que la expulsión del agua absorbida es marginal a 105°C, el logro de peso constante es muy lento.

Los residuos secados a 179-181°C pierden casi toda el agua mecánicamente absorbida, pero puede permanecer poca agua de cristalización, especialmente si hay sulfatos. La materia orgánica es reducida por volatilización pero no es completamente destruida. Los bicarbonatos se convierten en carbonatos y estos se descomponen parcialmente a óxidos o sales básicas. Algunos cloruros y nitratos pueden perderse.

Las aguas pobres en materia orgánica y contenido mineral total, y que son usadas para el consumo humano pueden ser analizadas a cualquier temperatura, pero las aguas que contienen considerable materia orgánica, o aquellas con un pH arriba de 9.0 deben secarse a una temperatura más baja. En cualquier caso, el reporte debe indicar la temperatura de secado.

La temperatura de calcinación es de 550 ± 50 °C, a esta temperatura se pierde el agua de cristalización y la materia orgánica volátil, además de la oxidación de ciertos complejos orgánicos y la descomposición de sales minerales.

SÓLIDOS TOTALES.- El método consiste en colocar una muestra en un crisol previamente tarado y evaporarla a 104 °C. El aumento en el peso del crisol presentará a los sólidos totales.

Procedimiento:

-Calcinar la cápsula de porcelana durante una hora en la mufla a una temperatura de $550 \pm 50^{\circ}\text{C}$.

-Enfriar y pesar la cápsula.

-Medir 100 ml de la muestra en una probeta graduada y transferirlos a una cápsula de porcelana.

-Evaporar la muestra a sequedad; primero en baño maría hasta que se consume todo el líquido y luego en la estufa a 103°C para completar el proceso.

-Secar la cápsula en un desecador.

-Repetir el ciclo de secado a $103-105^{\circ}\text{C}$, enfriar y pesar la cápsula hasta obtener un peso constante o hasta que la pérdida de peso sea menor del 4% del peso anterior o 0.5 mg.

Cálculos:

$\text{mg/l de sólidos totales} = [(B-A) \times 1000] / \text{ml de muestra}$

A=Peso de la cápsula (mg)

B=Peso de la muestra más el peso de la cápsula (mg)

SÓLIDOS TOTALES VOLÁTILES Y FIJOS.- La prueba consiste en un procedimiento de combustión en el cual la materia orgánica es convertida en CO_2 y H_2O . La temperatura se controla para prevenir la descomposición y volatilización de las sustancias inorgánicas; la pérdida de peso se interpreta en términos de materia orgánica.

El procedimiento consiste en una calcinación a 550°C aproximadamente. A temperaturas relativamente menores la materia orgánica, particularmente los residuos de carbón que resultan de la pirólisis de carbohidratos, se oxidan a una velocidad razonable.

Por consiguiente a 550°C se reduce la descomposición de las sales orgánicas. Cualquier compuesto de amonio, no liberado durante el secado se volatiliza, pero la mayoría de otras sales inorgánicas son relativamente estables, con excepción del carbonato de magnesio.

En la determinación del contenido volátil de sólidos suspendidos, las sales inorgánicas disueltas no se consideran, debido a que son eliminadas durante el proceso de filtración. Cuando se analizan lodos, los compuestos de amonio que existen principalmente como carbonato de amonio, se volatilizan completamente durante procedimientos de evaporación y secado, y no están presentes para interferir en la determinación de sólidos volátiles. Existen otras sales inorgánicas en los lodos que son inestables, sin embargo su presencia es tan pequeña que se ignora su influencia.

El control de la temperatura es importante el CaCO_3 se descompone a temperaturas superiores a $825\text{ }^\circ\text{C}$; como es una de las principales sales inorgánicas de las muestras que se someten a estos análisis su pérdida en la calcinación ocasionaría errores serios. Si las calcinaciones se efectúan adecuadamente, la pérdida de peso sería una medida razonable de la materia orgánica y el residuo remanente o ceniza de los sólidos fijos.

Procedimiento:

-Determinar los sólidos totales

-Calcinar el residuo de la evaporación obtenida en el análisis de sólidos totales. Para ello se introduce la cápsula en la mufla a $550 \pm 50\text{ }^\circ\text{C}$ hasta que se obtenga un peso constante, (se ha encontrado que los residuos de efluentes y aguas residuales usualmente alcanzan su peso constante después de 15 a 20 minutos de calcinación).

-Dejar enfriar parcialmente la cápsula en aire hasta que casi todo el calor haya sido disipado y colocarla dentro de un desecador durante una hora, para que termine de enfriarse en una atmósfera seca.

-Pesar la cápsula.

Cálculos:

$\text{mg/l de sólidos volátiles} = [(B-C) \times 1000] / \text{ml de muestra}$

$\text{mg/l de sólidos fijos} = [(C-A) \times 1000] / \text{ml de la muestra}$

A = peso de la cápsula (mg)

B = Peso de los residuos sólidos + peso de la cápsula después de la calcinación (mg)

C = Peso de los residuos sólidos + peso de la cápsula después de la calcinación (mg)

SÓLIDOS SUSPENDIDOS.- Los sólidos suspendidos están constituidos por la materia suspendida que permanece sobre un filtro de fibra de vidrio, cuando filtramos una muestra de agua residual previamente agitada.

Procedimiento:

-Colocar un disco de fibra de vidrio para filtrar en un crisol gooch, con la superficie rugosa hacia arriba, teniendo cuidado de que el disco se coloque en el fondo del crisol y cubra completamente las perforaciones. Colocar el crisol y cubra perfectamente las perforaciones. Colocar el crisol con el filtro en un aparato de filtración y aplique al vacío.

-Con el vacío aplicado, lavar el disco con 3 porciones de 20 ml de agua destilada, después de que el agua se ha filtrado, desconectar el vacío.

-Colocar el crisol con el filtro en una estufa a 103°C por una hora.

-Dejar enfriar el crisol en un desecador.

-Una vez que el crisol ha alcanzado la temperatura ambiente, se saca y se pesa.

-Repetir el ciclo hasta obtener un peso constante

Excepto para las muestras que contienen una concentración muy elevada de sólidos suspendidos o para filtros muy lentos, seleccionar un volumen de muestra que sea igual a 1-4 ml o más por cm² del área del filtro.

Colocar el crisol con el disco en el aparato de filtración, con el vacío aplicado, humedecer el disco con agua destilada para colocarlo contra el crisol gooch. Medir el volumen seleccionado de muestra bien mezclado con una pipeta volumétrica, matraz volumétrico o probeta. Filtrar la muestra a través del disco, usando succión.

Dejando la succión, lavar el filtro 3 veces con porciones de 10 ml de agua destilada, permitiendo un drenado completo entre los lavados.

Interrumpir la succión, remover el crisol gooch y secarlo en una estufa a 103° C por una hora (30 minutos en un horno de convección mecánica)

-Enfriar el crisol con el filtro en un desecador hasta que alcance la temperatura ambiente.

-Pesar el crisol y el filtro en una balanza analítica

-Repetir el ciclo anterior hasta obtener un peso constante o hasta que la pérdida de peso sea menor a 0.5 mg

Cálculos.-

mg/l de sólidos suspendidos= $[(D-C) \times 1000]$ /ml de muestra

D=Peso del crisol con el filtro + el peso de los sólidos retenidos

C=Peso del crisol con el filtro

SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES.- Partir del residuo obtenido en los sólidos suspendidos, calcinarlos a 550°C.la diferencia en el peso del gooch representa los sólidos suspendidos volátiles.

Procedimiento.-

-Calcinar el crisol gooch con el disco y los sólidos suspendidos por 15 minutos a 550 °C.

-Enfriar el crisol parcialmente en el aire hasta que casi todo el calor haya sido disipado y completar el enfriamiento en un desecador.

-Después que se haya enfriado pesar el crisol inmediatamente en una balanza analítica.

Cálculos.-

mg/l de sólidos suspendidos volátiles= $[(D-F) \times 1000]$ /ml de muestra

D=Peso del crisol con el filtro + el peso de los sólidos antes de calcinarse.

F=Peso del crisol con el filtro + el peso de los sólidos después de calcinarse.

La diferencia entre los sólidos suspendidos y los sólidos suspendidos volátiles nos da la cantidad de Sólidos Suspendidos Fijos.

SÓLIDOS DISUELTOS.-Los sólidos disueltos pueden ser obtenidos, además de usar las medidas de conductividad específica, por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos totales o por evaporación de una muestra filtrada, siguiendo la misma técnica que en la determinación de sólidos totales.

SÓLIDOS SEDIMENTABLES.- La materia que se sedimenta en los cuerpos de agua o en los sistemas que conducen aguas residuales domésticas e industriales, puede ser analizada y reportada en peso mg/l, o en volumen ml/l.

Procedimiento:

- Verter un litro de agua residual cruda en un cono imhoff y dejar que los sólidos sedimenten durante 45 minutos.

- Agitar suavemente el líquido contenido en el cono con un agitador o mediante una rotación del cono, para que se desprendan y sedimenten los sólidos de la pared del recipiente.

-Dejar sedimentar los sólidos durante otros 15 minutos.

-Leer la cantidad de sólidos sedimentados directamente en ml/1 tomar la referencia la línea de separación entre la materia flotante y la no flotante.

3.3.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

La presencia de metales en aguas residuales, constituye un problema serio, debido a que su toxicidad afecta adversamente a los sistemas ecológicos. Los metales pueden ser analizados por medio de la espectroscopia de absorción atómica, polarografía o colorimetría. Se prefieren los métodos instrumentales debido a que son muy rápidos y no requieren una técnica de separación extensa y complicada.

Antes de tomar una muestra se debe pensar en el tipo de análisis que se va a realizar, ya sea metales disueltos, metales suspendidos, metales totales o solubilizables. Esta decisión determinará si la muestra tiene que ser acidulada filtrada o digerida.

Las muestras se acidulan para disolver los metales y para minimizar su absorción sobre las paredes del recipiente.

Si queremos analizar metales disueltos, filtramos la muestra a través de un filtro que tenga un poro de $.45 \mu$ antes de acidularla; si es posible, se realiza esta operación in situ.

Cuando se desea conocer la concentración de los metales solubilizables o totales, no se filtra la muestra, sino se acidula con HNO_3 , hasta obtener un pH de 2 o menor, usualmente se requieren 1.5 ml de ácido por cada litro de agua potable exenta de partículas sólidas. Tales muestras pueden analizarse sin tratamiento ulterior; sin embargo, las muestras que contengan materia suspendida o materia orgánica requieren un pretratamiento.

Análisis de Metales Totales.- Se transfieren de 50 a 100 ml de una muestra heterogénea que sea representativa a un vaso de precipitado y se añaden 5 ml de HNO_3 conc. Se coloca el vaso sobre la parrilla y se evapora casi a sequedad, teniendo cuidado de no dejar hervir la muestra. Se deja enfriar el recipiente y se añaden otro 5 ml de ácido. Cubrir el vaso de precipitado con un vidrio de reloj, colocarlo de nuevo sobre la parrilla e incrementar la temperatura hasta reflujo moderado. Continuar el calentamiento y añadir más ácido hasta complementar la digestión, indicada por la presencia de un residuo ligeramente coloreado. Añadir 1 a 2 ml de ácido nítrico y calentar ligeramente para disolver el residuo. Lavar el recipiente y el vidrio de reloj con agua bidestilada, escurriendo el agua sobre las paredes de arriba hacia abajo, y filtrar la muestra para remover silicatos o algún otro sólido insoluble que sea capaz de ocultar el atomizador. Ajustar el volumen a 50 ó 100 ml u otro nivel de acuerdo con la concentración de metal esperada. Se debe efectuar una digestión especial para el mercurio, arsénico, selenio y algunas aguas contaminadas,

las que requieren ácido sulfúrico y un condensador de reflujo, con el objeto de obtener una digestión completa.

Análisis de Metales Suspendidos.- Si se mide la concentración de metales en sólidos suspendidos, se usa el mismo procedimiento de digestión, siempre y cuando se haya filtrado la muestra a través de una membrana filtrante con un poro de 0.45μ . Digerir el filtro y el material depositado y correr un testigo con otro filtro, con el fin de efectuar una corrección. Reportar los metales suspendidos en miligramos por litro; o pesar el residuo y reportar como miligramos por gramo.

Análisis de Metales Extractables.- La prueba incluye a los metales solubles y a los que se absorben ligeramente en la materia suspendida. Los resultados obtenidos en el análisis están influenciados por el tipo de ácido en la digestión, su concentración y el tiempo de calentamiento; si las condiciones en la digestión no se controlan rigidamente, los resultados no tendrán sentido y no serán reproducibles. El siguiente procedimiento sirve para conocer la concentración de los metales solubles en una mezcla de ácido nítrico y ácido clorhídrico caliente. Al recolectar la muestra, adicionarle 5 ml de HNO_3 por cada litro. Al efectuarse el análisis agitar la muestra, transferir una porción de 100 ml a un vaso precipitado y añadir 5 ml de $\text{HCL } 1+1$. Calentar la solución durante 15 minutos en un baño de vapor, filtrar y ajustar el volumen a 100 ml. Los datos se aproximan a los resultados que se obtienen cuando se analizan metales totales. Las concentraciones de metales en las muestras que contienen un poco de cieno serán sustancialmente mayores a los obtenidos en la fracción soluble.

DUREZA.- El término dureza, se aplica a las aguas en la que es difícil lavar, pues requieren de grandes cantidades de jabón para formar espuma; además producen incrustaciones en las tuberías de agua caliente, calderas evaporadores, intercambiadores de calor y otras unidades relacionadas con el paso del agua a altas temperaturas.

Químicamente, la dureza es una característica del agua que representa principalmente la concentración total de los iones de calcio y magnesio expresados como CaCO_3 , por lo cual, su clasificación en grados de dureza es la siguiente:

0-75 mg/ltr	CaCO_3	Agua Suave
75-159 mg/ltr	CaCO_3	Agua poco Dura
150-300 mg/ltr	CaCO_3	Agua Dura
Más de 300 mg/ltr	CaCO_3	Agua muy dura

Los principales cationes que causan dureza son: calcio, magnesio, estroncio, fierro y manganeso. Los iones Al^{3+} y Fe^{3+} a veces se consideran como dureza, pero su solubilidad es tan limitada a los valores de pH naturales, que sus concentraciones son despreciables.

Además de la dureza total, en ocasiones es necesario conocer los tipos de dureza presentes. La dureza se clasifica en dos formas: según el ion metálico y según los aniones asociados a los iones metálicos. Existe además la llamada dureza aparente.

Dureza de calcio y magnesio.- Los iones Ca^{++} y Mg^{++} causan la mayor parte de la dureza en aguas naturales. Para poder calcular la cantidad de cal requerida en el proceso de ablandamiento de cal-carbonato de sodio es necesario conocer la dureza de calcio y magnesio por separado. Como no siempre se cuenta con un análisis completo del agua, se puede recurrir a la medición de la dureza por Ca^{++} y restar esta de la dureza total para obtener la dureza por Mg^{++} .

$$\text{Dureza total-Dureza } \text{Ca}^{++} = \text{Dureza } \text{Mg}^{++}$$

Esto da buenos resultados porque la mayor parte de la dureza en aguas naturales corresponde a estos dos iones.

Dureza carbonatada y no carbonatada.- La porción de la dureza total químicamente equivalente a la alcalinidad de carbonatos y bicarbonatos se considera como "dureza carbonatada" (o temporal). Como la dureza y la alcalinidad se expresan en CaCO_3 tenemos que:

Cuando Alcalinidad \leq Dureza total; entonces; Dureza carbonatada (mg/l) = Alcalinidad (mg/l)

Cuando Alcalinidad $>$ Dureza total; entonces; Dureza carbonatada (mg/l) = dureza total (mg/l)

La dureza carbonatada es importante pues los iones de carbonato y bicarbonato (CO_3 y HCO_3) se precipitan a temperaturas elevadas como en el caso de calderas o durante el proceso de ablandamiento.

La cantidad de dureza que no se puede remover con la acción del calor se denomina "dureza no carbonatada" (o permanente).

$$\text{Dureza no carbonatada} = \text{Dureza total-Dureza carbonatada}$$

Dureza Aparente.- Las aguas carbonatadas contienen grandes cantidades de Na^+ y presentan una acción con el jabón similar a la dureza, debido al efecto del ion común. Por esta causa este fenómeno es denominado "dureza aparente".

La dureza del agua varía considerablemente de lugar a lugar. Se origina por contacto del agua con el suelo de formación rocosa y en áreas donde la capa de suelo es gruesa y hay calizas presentes, por lo que refleja la naturaleza de las formaciones geológicas con las que ha tenido contacto.

Quando el agua dura se pone en contacto con el jabón, los iones calcio y magnesio reaccionan con los iones de los ácidos grasos para precipitar jabones de calcio y magnesio casi insolubles, destruyendo al jabón.

Existen 3 métodos para la determinación de la dureza:

El primero es la determinación de la dureza por cálculo matemático; es aplicable a todo tipo de aguas y se obtiene una alta precisión. Para este cálculo, se necesita conocer el análisis mineral completo. El segundo método es el análisis de dureza total por titulación con EDTA, el cual mide los iones Ca y Mg y puede ser apropiada la modificación a todo tipo de aguas. El tercer método es similar al anterior, la diferencia es que únicamente determina a los iones de Ca.

ANÁLISIS DE COMPUESTOS INORGÁNICOS NO METÁLICOS

ACIDEZ.- La acidez del agua se debe a ácidos minerales, ácidos débiles como carbónico y acético y sales de ácidos fuertes y bases débiles. En esta última categoría caen las sales de hierro y aluminio provenientes de las minas de origen industrial.

El dióxido de carbono disuelto en el agua, es el compuesto ácido más común en las aguas superficiales, ya que lo toman de la atmósfera cuando la presión parcial de CO₂ en el agua es menor que la atmósfera de acuerdo a la Ley Henry. Otra fuente de dióxido de carbono es la oxidación biológica de la materia orgánica, particularmente en aguas contaminadas. En algunos casos, cuando la actividad fotosintética es limitada, la presión parcial de dióxido de carbono en el agua puede exceder a la de la atmósfera, por lo que se escapará el dióxido de carbono del agua. Se puede concluir que en la superficie del cuerpo de agua existe un intercambio constante de CO₂, con el fin de mantener el equilibrio con la atmósfera. En algunos desechos industriales la acidez se debe a la presencia de ácidos minerales, principalmente en la industria metalúrgica y otras por la producción de materiales orgánicos sintéticos.

Las aguas ácidas poseen propiedades corrosivas por lo que ataca cualquier tipo de tubería utilizada. Además, alteran el pH del cuerpo de agua receptor provocando reacciones secundarias que rompen su ciclo ecológico. Es muy importante controlar la acidez en el tratamiento del agua, principalmente en los procesos biológicos, donde se debe tener un pH de 6 a 9.5. La mayoría de las aguas naturales y desechos industriales, se neutralizan por el sistema de bióxido de carbono-bicarbonato.

La acidez se determina por titulación con hidróxido de sodio de una concentración conocida, detectándose el punto final con la ayuda de indicadores o de un potenciómetro; recomendándose este último cuando las muestras son muy coloridas o turbias.

La acidez mineral se mide por titulación con hidróxido de sodio de una concentración conocida, detectándose este punto con la ayuda de un potenciómetro o usando como indicador anaranjado de metilo, denominándosele "acidez mineral" o "acidez libre", pues cuantifica a los ácidos relativamente fuertes, como son los minerales. La titulación de la muestra a la fenolftaleína determina el punto final (pH=8.3) y mide tanto la acidez mineral como la acidez debida a los ácidos débiles, las sales ácidas y al dióxido de carbono, por ello se le llama "acidez total".

ALCALINIDAD.- La alcalinidad del agua es una medida de su capacidad para neutralizar ácidos y se debe principalmente a la presencia de sales de ácidos débiles, contribuyendo también las bases débiles y fuertes. Los bicarbonatos representan la principal forma de alcalinidad, éstos se

forman por la acción del CO₂ sobre los materiales básicos del suelo. Otras sales de ácidos débiles tales como: boratos, silicatos y fosfatos, también pueden contribuir en pequeñas cantidades. Algunos ácidos orgánicos poco resistentes a la oxidación biológica forman sales que aumentan la alcalinidad del cuerpo de agua. En aguas contaminadas y en estado anaerobio se pueden producir sales de ácidos débiles como acético y propiónico, los cuales aportan alcalinidad como también los hidróxidos y el amoníaco a la alcalinidad total. La alcalinidad varía con el lugar de procedencia del agua, encontrándose desde unos cuantos mg/l hasta varios cientos. Aunque son muchos los materiales que pueden contribuir a la alcalinidad en aguas naturales o tratadas, ésta se debe principalmente a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos. Debido a su estrecha relación con el pH, aguas muy alcalinas (pH=9) afectan la ecología del cuerpo receptor.

Procedimiento.- Se debe remover el cloro libre residual, añadiendo 0.05 ml (1 gota) de tiosulfato de sodio 0.1 N o radiación ultravioleta.

-Alcalinidad a la fenolftaleína. Se colocan 50 ó 100 ml de muestra, o una alícuota diluida a 50 ml en un matraz Erlenmeyer. Se agregan dos gotas del indicador de fenolftaleína y se titula con ácido valorado 0.2 N, hasta que la solución pierda la coloración, esto corresponde a un pH de 8.3.

-Alcalinidad total con el indicador de anaranjado de metilo. Se agregan dos gotas del indicador a la muestra que se ha determinado la alcalinidad a la fenolftaleína o una muestra de volumen de 50 ó 100 ml. Se titula con un ácido valorado 0.02N. El indicador cambia a color canela a un pH de 3.7 y a rosa a un pH de 3.1. El color canela indica la exacta neutralización alcanzada en la titulación y el color rosa determina una condición ácida.

-Alcalinidad total en el indicador mixto verde de bromocresol rojo de metilo. El método se recomienda para alcalinidades entre 30 y 500 mg/l como CaCO₃. El procedimiento es similar al anterior, solo se usa el indicador mixto verde de bromocresol-rojo de metilo, el cual cambia de azul verde a pH mayores de 5.2 a azul claro a pH 5.0 rosa grisáceo a pH 4.8 y rosa claro a pH 4.6

Cálculos de las formas de alcalinidad. Se considera que toda la alcalinidad se debe a los iones bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, suponiendo la ausencia de otros ácidos débiles de composición orgánica e inorgánica, como silícico, fosfórico y bórico. Como los cálculos se hacen sobre una base esquiométrica los resultados no representan en su estricto sentido las concentraciones de iones. El sistema se basa en los siguientes principios:

-Hay alcalinidad de carbonatos cuando la alcalinidad a la fenolftaleína no es nula; pero es menor que la alcalinidad total.

-Hay alcalinidad de hidróxidos cuando la alcalinidad a la fenolftaleína es mayor que la alcalinidad total.

-Hay alcalinidad de bicarbonatos cuando la alcalinidad a la fenolftaleína es menor a la mitad de la alcalinidad total.

El Cuadro 3.8 presenta las relaciones anteriores que permiten calcular los diferentes tipos de alcalinidad.

CUADRO 3.8 RELACIONES DE LAS FORMAS DE ALCALINIDAD

Resultado de Alcalinidad de la titulación hidróxido de CaCO_3	Alcalinidad de carbonato, en CaCO_3	Alcalinidad de bicarbonato, en CaCO_3
F = 0	0	T
F = 1/2 T	2F	T - 2F
F = 1/2 T	0	0
F = 1/2 T	2(T - F)	0
F = T	0	0

F=Alcalinidad a la fenolftaleína

T=Alcalinidad total

BORO. El boro se encuentra en la naturaleza en su forma elemental, generalmente se presenta en depósitos minerales como borato de sodio (bórax) o borato de calcio (colemanita). El ácido bórico H_3BO_3 y las sales de boro se emplean ampliamente en las maderas como un preservativo; en la fabricación de vidrio y porcelana, en la producción de pieles y tapetes, cosméticos, fotografía y gomas artificiales. El ácido también se emplea como bactericida y fungicida.

El boro es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas; está incluido en el grupo de los micronutrientes, lo que significa que solo se requiere en cantidades muy pequeñas.

La ingestión de grandes cantidades de boro puede afectar al sistema nervioso central, y un consumo prolongado causa la enfermedad conocida como borismo. La ingestión excesiva de boratos puede causar náuseas, calambres y convulsiones, la dosis máxima para adultos se ha reportado de 20 a 45 mg/d. La dosis letal para los animales varía de 1.5 a 3.45 g por kilogramo de peso seco, siendo los compuestos boranos (compuestos sintéticos) más perjudiciales que los compuestos naturales.

El boro es un elemento esencial en las plantas superiores, sin embargo, en concentraciones mayores de 0.5 mg/l puede ser perjudicial a ciertos cultivos. Las raíces de las plantas toman pequeñas cantidades de boro solubilizado en el suelo. El boro permanece en las hojas y tiende a acumularse en el ápice y los márgenes. A medida que continúa el proceso la concentración de boro es tóxica para el tejido de las hojas. Este tipo de daño solo se encuentra en las hojas maduras.

Las autoridades agrícolas están de acuerdo en que la concentración crítica de las aguas de irrigación sea de 0.4 a 0.5 mg/l, ya que las plantas varían en su sensibilidad al boro; las aguas deben clasificarse de acuerdo al contenido del boro; y de acuerdo a la tolerancia de los cultivos. Los cultivos más sensibles son los cítricos, nueces y frutas; los semitolerantes son las hortalizas, los cereales y el algodón y los más sensibles son la lechuga, alfalfa, betabel, espárragos y dátiles.

Los síntomas de daño por boro pueden distinguirse fácilmente de otro tipo de daño; sin embargo, a veces se puede confundir con el envenenamiento por sulfato. El envenenamiento en los árboles se observa por el color amarillo de las hojas y por sus quemaduras. Las hojas se caen prematuramente y se reduce la productividad. La cantidad de suelo, drenaje, clima y factores

ambientales, como la cantidad de lluvias y la cantidad total de agua de irrigación aplicada puede modificar los límites de concentración de seguridad. En el Cuadro 3.9 y 3.10 se muestran los límites de tolerancia en varios tipos de agua de irrigación.

Método de Curcumina. - Cuando una muestra de agua contiene boro se acidifica y evapora en presencia de curcumina, se forma un producto de color rojo llamado resocianina. La resocianina se extrae con un solvente y el color rojo se compara con silicones patrón, ya sea visual o fotométricamente.

Procedimiento.-

-Controle perfectamente todas las variables en el análisis; volúmenes, concentración de reactivos, tiempo y temperatura de secado. Para asegurar un tiempo igual de evaporación utilice siempre el mismo tipo de cápsulas.

-Preparación de la curva de calibración: tome por medio de una pipeta 1.25, 0.50, 0.75 y 1.00 μg de boro de la solución patrón y vacíelo en las cápsulas. Añada agua destilada hasta completar un volumen de 1 ml. Añada agua destilada hasta completar un volumen de 1 ml. Añada 4 ml de reactivo de curcumina y mezcle perfectamente el contenido.

-Caliente las cápsulas durante 80 minutos a baño maría a una temperatura de $55 \pm 2^\circ\text{C}$. Este tiempo generalmente es suficiente para el secado completo y la separación de HCL. Después de enfriarse las cápsulas a temperatura ambiente, añada 10 ml de alcohol etílico al 95% a cada una de las cápsulas; agite con una varilla de plástico para asegurar la disolución del producto de color rojo.

-Pase el contenido de cada cápsula a un matraz volumétrico de 25 ml, y lleve hasta la marca con alcohol etílico al 95%, mezcle perfectamente invirtiendo varias veces el matraz. Lea la transmitancia o absorbancia de los patrones de las muestras, a una longitud de onda de 540 mm, una vez calibrado el aparato a 100% de transmitancia o absorbancia con el testigo. La curva de calibración es lineal de 0.00 a 1.00 μg de boro. Efectúe las lecturas dentro la primera hora después del secado.

-Tratamiento de la muestra.- Para aguas que contengan de 0.10 a 1 mg/l de boro, utilice 1.00 ml de muestra. Para muestras con cantidades mayores a 10 mg/l de boro, efectúe una dilución con agua destilada, de tal forma que 1 ml contenga aproximadamente 0.50 mg de boro.

-Con una pipeta vacíe 1 ml de muestra o una dilución de la misma en una cápsula de porcelana, si no se ha efectuado la curva de calibración, corra un testigo y una muestra de 0.50 ug de boro junto con la muestra. Añada los 4 ml del reactivo de la Curcumina y mezcle perfectamente el contenido. Continúe el procedimiento tal como se hizo para la preparación de las soluciones patrón para la curva de calibración. Si la solución es turbia antes de leer la absorbancia, filtre la a través de un papel filtro (de preferencia papel Whatman # 30 o su equivalente).

CUADRO 3.9 CONCENTRACION DE BORO EN MG/L PARA DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS.

TIPO DE AGUA	SENSIBLE	SEMITOLERANTE	TOLERANTE
Excelente	menos de 0.33	menos de 0.67	menos de 1.00
Buena	0.33-0.67	0.67-1.33	1.00-2.00
Permisible	0.67-1.00	1.33-2.00	2.00-3.00
Dudosa	1.00-1.25	2.00-2.50	3.00-3.75
Inservible	Superior a 1.15	Superior a 2.50	Superior a 3.75

CUADRO 3.10 TOLERANCIAS RELATIVAS DE LOS VEGETALES AL BORO.

TOLERANTE 1 mg/100 g de B	SEMITOLERANTE 2 mg/100 g de B	SENSIBLE 3 mg/100 g de B
Espárrago	Girasol	Nuez
Palma	Papa	Alcachofa
Dátil	Algodón	Frijol
Betabel	Tomate	Cirucla
Remolacha	Chicharos	Pera
Alfalfa	Rábano	Manzana
Gladiola	Rosa	Uva
Haba	Olivo	Cereza
Cebolla	Cebada	Durazno
Nabo	Trigo	Zarzamora
Col	Maíz	Naranja
Lechuga	Avena	Agucate
Zanahoria	Calabaza	Limón
	Pimiento	
	Camote	

CLORUROS. - El aumento de cloruros se lleva a cabo de diferentes modos. El agua tiene un gran poder solvente, disolviendo los cloruros de los suelos y las formaciones subterráneas. La concentración de cloruros es mayor en las aguas de desecho que en los cuerpos de agua natural, porque el cloruro de sodio es un artículo común en la dieta y pasan por el sistema digestivo sin sufrir cambio alguno. La excreta humana, particularmente la orina contiene cloruros en cantidad aproximadamente igual a la consumida en la alimentación, la cantidad promedio es de 6 g por persona al día, incrementándose casi hasta 15 mg/l en las aguas residuales. Las descargas industriales elevan mucho la cantidad de cloruros.

En este caso utilizaremos el Método del potenciómetro que es apropiada para muestras coloreadas o turbias en las cuales es difícil observar el punto de viré final.

Método del potenciómetro. - Los cloruros se determinan por titulación potenciométrica con sistema de electrodos de plata-cloruro de plata de vidrio. Durante la titulación, se utiliza un voltímetro para detectar el cambio en el potencial entre los dos electrodos.

Este se basa en la medida de la diferencia de potencial entre un electrodo indicador de plata-cloruro de plata, que genera un potencial constante, y un electrodo de referencia de vidrio, que genera un potencial que depende de la actividad de iones presentes en la muestra. Cuando existe una cantidad grande de iones cloruro en la muestra, la diferencia de potencial entre los electrodos es pequeña, al irse precipitando el ión cloruro como $AgCl$ por la adición de $AgNO_3$, la diferencia del potencial se va incrementando hasta que llega el momento en que la pendiente de la curva de cantidad de titulante gastada contra potencial medido alcanza su valor máximo, que corresponde al punto final de la titulación.

FLUORUROS. - El interés de la ingeniería sanitaria en la determinación del fluoruro, está enfocado a su remoción de las aguas que los contengan en exceso y a la necesidad de dosificarlo a niveles óptimos cuando exista su deficiencia. (agua potable) La ingestión del fluoruro confiere protección a los dientes.

Método del electrodo para medir la cantidad de fluoruros. - Este tipo de electrodos son en realidad sensores específicos. Se pueden usar en cualquier aparato moderno para medir pH, que tenga una escala expandida graduada en milivoltios, y con un electrodo de calomel como electrodo de referencia. El elemento principal de este tipo de electrodo es un cristal de fluoruro de lantano de simple revestimiento tipo lasser, a través del cual se establece un potencial, por la presencia de iones de fluoruro.

NITRÓGENO AMONICAL. - En agua y aguas de desecho las formas de nitrógeno de mayor interés son, en orden decreciente de estado de oxidación: nitratos, nitritos, amoniacal y nitrógeno orgánico.

Analicamente, el nitrógeno amoniacal y el orgánico pueden determinarse juntos y se les denomina como nitrógeno total. Todas las formas de nitrógeno antes mencionadas, así como el gas

nitrógeno, son bioquímicamente interconvertibles y así, son componentes del ciclo del nitrógeno. Ver Figura 3.18

El amoniaco está presente en forma natural en aguas superficiales y profundas y en aguas de desecho. Se producen por la desaminación de compuestos que contienen nitrógeno orgánico y por la hidrólisis de la urea. También puede producirse por la reducción de los nitratos en condiciones anaerobias por bacterias autótrofas nitrificantes del grupo de las nitrosomonas.

Las concentraciones de amoniaco encontradas en aguas y aguas de desecho varían de menos de 10 µg N/l en las primeras, a más de 50 mg N/l en las últimas.

Método del Fenato para la obtención de nitrógeno amoniacal. Su principio es un compuesto intensamente azul, indofenol, se forman por la reacción del amoniaco, el hipoclorito y el fenol catalizada por una sal manganosa.

Procedimiento.-

-A 10 ml de muestra, en un vaso de 50 ml, añadir 1 gota (0.05 ml) de solución de $MnSO_4$. Colocar en un agitador magnético y añadir 0.5 ml de solución de ácido hipocloroso. Inmediatamente añadir, por gotas, 0.6 ml del reactivo de fenato. Añadir el reactivo sin dilución usando una pipeta previamente calibrada. Agitar vigorosamente durante la adición de los reactivos. Llevar un testigo y un patrón junto con cada lote de muestras. Medir la absorbancia ajustando el espectrofotómetro a cero con el testigo de reactivos. Llevar un testigo y un patrón junto con cada lote de muestras. Medir la absorbancia ajustando el espectrofotómetro a cero con testigo de reactivos. La formación del color es completa en 10 minutos y es estable por lo menos 2 horas. Aunque el color azul tiene absorbancia máxima a 630 nm, se pueden hacer mediciones satisfactorias en la región de 600 -660 nm. Preparar una curva de calibración en el ámbito de 0.1 - 5 µg de nitrógeno amoniacal, tratando patrones exactamente igual que la muestra.

Cálculos.-

La reacción sigue la ley de Beer. Calcular la concentración de amoniaco como sigue:

$$\text{mg/l N amoniacal} = \left\{ \frac{A \times B}{C \times S} \right\} \times (D/E)$$

donde:

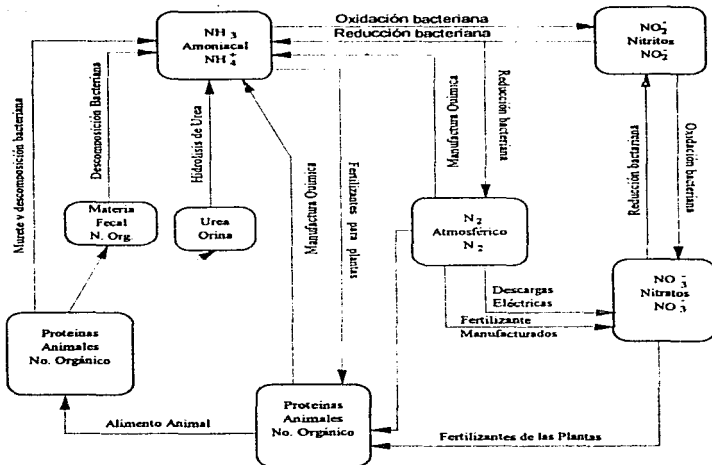
A=Absorbancia de la muestra

B=µg de nitrógeno amoniacal en el patrón

C=absorbancia del patrón

D=total del destilado recolectado, incluyendo el absorbente de ácido.

CICLO DEL NITRÓGENO
FIGURA No. 3.18



E=ml del destilado usando para el desarrollo del color

S=ml de muestra utilizados

La relación D/E se aplica solamente para muestras destiladas.

NITRÓGENO DE NITRATOS.-Los nitratos se encuentran en cantidades muy pequeñas (trazas) en las aguas superficiales, pero pueden alcanzar niveles altos en algunas aguas subterráneas. Son nutrientes esenciales para muchos organismos autótrofos fotosintéticos y en algunos casos se han identificado como nutrientes limitantes del crecimiento. En condiciones anaerobias los nitratos se reducen mediante el proceso llamado desnitrificación. La ventaja de la desnitrificación es la eliminación del nitrógeno de los desechos para prevenir el crecimiento indeseable de algas y otras plantas acuáticas en cuerpos de agua receptores. Los nitratos se encuentran solo en pequeñas cantidades en desechos domésticos, pero en, los efluentes de las plantas de tratamiento biológico nitrificante pueden alcanzar concentraciones hasta 50 mg/l.

Método de Brucina.-La reacción entre los nitratos y la brucina produce un color amarillo que puede usarse para la estimación colorimétrica de los nitratos. La intensidad del color se mide de 410 nm. La velocidad de la reacción se ve afectada significativamente por la cantidad de calor generado durante la prueba. Este calor se controla por la secuencia de adición de los reactivos y la incubación de la mezcla de reacción durante un intervalo de tiempo preciso a una temperatura conocida. El método se recomienda solo para ámbitos de concentración de 0.1 a 2 mg NO₃/l. ya que sobre ese límite la sensibilidad del método es muy pobre.

Procedimiento -

-Preparación de los nitratos. Preparar los patrones en el ámbito de 0.1 a 1.0 mg/l N diluyendo 1.00, 2.00, 4.00, 7.00 y 10.00 ml de la solución patrón de nitratos a 10 ml con agua destilada.

-Pretratamiento de la muestra. Si la muestra contiene cloro residual añadir 1 gota (0.05 ml) de solución de arsenito de sodio por cada 0.10 mg de Cl y mezclar. Añadir 1 gota de exceso a una muestra de 50 ml.

-Desarrollo del color. Colocar el número suficiente de tubos de reacción en la gradilla de alambre cuidando que cada tubo esté rodeado por espacios libres. Incluir un tubo para el testigo de reactivos y tubos para patrones. A cada tubo añadir 10.0 ml de muestra o una porción diluida a 10 ml de manera que el volumen de la muestra tomado para el análisis contenga entre 0.1 y 8 µg de N-NO₃. colocar la gradilla en un baño de agua fría y añadir 2 ml de la solución de NaCl, mezclar perfectamente con las manos y añadir 10 ml de solución de H₂SO₄. Mezclar de nuevo por rotación y dejar enfriar. Si se ha desarrollado turbiedad o color en ese punto, secar los tubos y leer "testigos muestra" contra el testigo de reactivos a 410 nm, colocar la gradilla de nuevo en el baño de agua fría y añadir 0.5 ml del reactivo brucina-ácido sulfanílico. Mezclar por rotación y colocar la gradilla en el baño de agua caliente con agitación a una temperatura no menor de 95 °C.

Después de exactamente 20 minutos, sacar las muestras del baño de agua caliente y sumergirlas en agua fría. Cuando se ha equilibrado la temperatura, secar los tubos y leer los patrones y las muestras contra el testigo de reactivos a 410 nm. Preparar la curva de calibración de los valores de la absorbancia leídos de los patrones. Corregir las lecturas de absorbancia de las muestras restándole sus respectivos valores de los "testigos muestra". Obtener las concentraciones de nitrógeno de nitratos directamente de la curva de calibración.

Cálculos.-

$$\text{mg/l N de nitratos} = (\mu\text{g N-NO}_3)/\text{ml muestra}$$

$$\text{mg/l NO}_3 = \text{mg/l N-NO}_3 \times 4.43$$

NITRÓGENO DE NITRITOS.- Los nitritos están presentes en el agua como compuestos intermedios en los procesos de oxidación o reducción y forman parte del ciclo del nitrógeno. En abastecimiento de agua superficial, la presencia de trazas de nitritos pueden indicar una contaminación. También pueden producirse en las plantas de tratamiento, en los sistemas de enfriamiento como resultado de la acción de las bacterias, u otros organismos, sobre el nitrógeno amoniacal. Los nitritos pueden usarse como inhibidores de la corrosión en sistemas abiertos de circulación de agua de enfriamiento. Una concentración apropiada de nitritos provee una protección satisfactoria de los metales ferrosos aunque no son muy efectivos para prevenir los ataques al cobre y sus aleaciones.

Método de diazotización.-La concentración de nitrites se determina por la formación de un colorante azoico rojizo-púrpura, que se produce a pH 2.0-2.5 por el acoplamiento del ácido sulfanílico diazotizado con el clorhidrato de N-(1-naftil)-etiléndiamina. El color producido sigue la ley de Beer hasta 180 $\mu\text{g/l}$ de N con una trayectoria de luz de 1 cm y a 543 nm.

Procedimiento.-

-Desarrollo del color. A 50 ml de muestra clara neutralizada a pH o a una porción diluida a 50 ml, añadir 1 ml de solución de sulfanilamida con una pipeta automática. Dejar reaccionar durante más de 2 minutos pero no más de 8 minutos. Añadir 1 ml de solución de 1-naftiletildiamina y mezclar inmediatamente.

-Determinación fotométrica. Después de 2 horas de reposo, medir la absorbancia de la solución a 543 nm. Usar como guía las siguientes trayectorias de luz para las concentraciones de NO₂ indicadas:

Trayectoria de luz, cm.	N-NO ₂ $\mu\text{g/l}$
1	2-20
5	2-6
10	2

Comprobar frecuentemente contra patrones de nitritos conocidos de preferencia en el ámbito de nitrógeno de las muestras. Redeterminar curvas de calibración completas después de preparar nuevos reactivos.

-Patrones de color para comparación visual. Preparar series adecuadas de patrones de color en tubos nessler añadiendo los siguientes volúmenes de solución patrón de NaNO_2 y diluyendo a 50 ml con agua libre de nitritos: 0, 1, 0.2, 0.4, 0.7, 1.0, 1.4, 1.7, 2.0 y 2.5 $\mu\text{g/l}$ de N-NO_2 .

Cálculos

$\text{mg/l N-NO}_2 = (\mu\text{g N-NO}_2) / \text{ml muestra}$

NITRÓGENO ORGÁNICO.-El nitrógeno orgánico se define como nitrógeno orgánicamente unido en estado de oxidación trinegativo. No incluye todos los compuestos orgánicos nitrogenados. Analíticamente, el nitrógeno orgánico y el amoniacal pueden determinarse juntos y se les llama "nitrógeno total" o más correctamente "nitrógeno Kjeldahl", por el método que se utiliza para su determinación. Incluye compuestos naturales como proteínas, péptidos, ácidos nucleicos, urea y muchos compuestos sintéticos. Las concentraciones de nitrógeno orgánico en aguas y aguas de desecho varían de menos de 10 $\mu\text{g/l}$ en las primeras hasta más de 10 mg/l en las últimas.

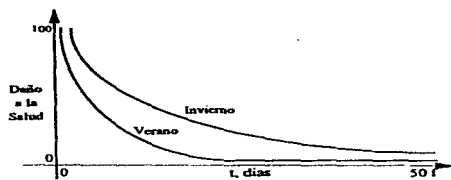
Se sabe que las aguas contaminadas tienen el poder de la autopurificación en un determinado periodo de tiempo. Las posibilidades de contraer enfermedades por la ingestión de estas aguas decrecen con el tiempo, y el aumento de la temperatura, como se muestra en la Figura 3.19

Los trabajos químicos con aguas de desecho domésticas y aguas recién contaminadas, muestran que la mayor parte del nitrógeno está presente originalmente en forma de nitrógeno orgánico (proteínas) y amoniacal. A medida que pasa el tiempo el nitrógeno orgánico se convierte en amoniacal y posteriormente, si se encuentran condiciones aerobias, se oxida a nitritos y a nitratos, ver Figura 3.20

Se presentan transformaciones de las formas de nitrógeno presentes en aguas contaminadas, bajo condiciones aerobias. Así, se considera que las aguas que contienen nitrógeno orgánico y amoniacal se han contaminado recientemente y por lo tanto, son un peligro potencial para la salud, mientras que las aguas con nitrógeno en forma de nitratos se han contaminado mucho tiempo atrás y ofrecen poco peligro para la salud.

Todos los procesos de tratamiento biológico dependen de la reproducción de los organismos empleados, por lo que es importante conocer si el desecho contiene suficiente nitrógeno para aquéllos, mediante un análisis de nitrógeno orgánico y amoniacal.

FIGURA No. 3.19.-Relación existente entre el daño a la salud y el tiempo de contaminación.



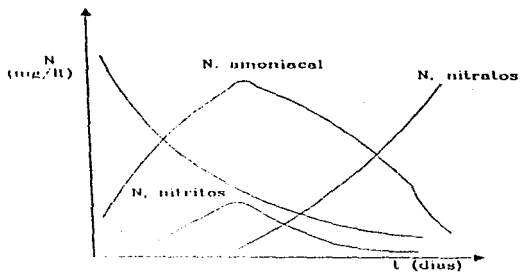


FIGURA No. 3.20 Transformación de las formas de Nitrógeno no presentes en Aguas Contaminadas, bajo condiciones Aeróbicas.

El nitrógeno es importante también como elemento fertilizante esencial para el crecimiento de algas; los análisis de nitrógeno sirven para controlar este crecimiento y evitar una sobrepoblación de algas en cuerpos receptores de desechos domésticos y efluentes de plantas de tratamiento.

Método Kjeldahl.- En presencia de ácido sulfúrico, sulfato de potasio y catalizador de sulfato mercuríco, el nitrógeno de muchos compuestos orgánicos se convierte a sulfato de amonio. Una vez que el complejo mercurio-amonio en la mezcla digerida se ha descompuesto por el tiosulfato de sodio, el amoniaco se destila de un medio alcalino y se absorbe en ácido bórico. El amoniaco se determina coloriméricamente o por titulación con un ácido mineral valorado.

Procedimiento.-

-Selección del volumen de la muestra. Colocar un volumen conocido de muestra en un matraz kjedahl de 800 ml. Determinar el volumen de muestra con la siguiente tabla:

N orgánico en la muestra (mg/l)	Volumen de muestra (ml)
0-1	500
1-10	250
10-20	100
20-50	50
50-100	25

Si es necesario, diluir la muestra a 300 ml y neutralizar a pH 7.

-Eliminación del amoniaco. Añadir 25 ml de amortiguador de boratos y NaOH ó N hasta alcanzar un pH de 9.5. Añadir unas perlas de vidrio y evaporar 300 ml. Si se desea, destilar esta fracción y determinar el nitrógeno amoniacal. Alternativamente, si se ha determinado el amoniaco por el método de destilación, usar el residuo del matraz de destilación para la determinación del nitrógeno orgánico.

-Digestión. Enfriar y añadir cuidadosamente 50 ml del reactivo para la digestión. Si se encuentran grandes cantidades de materia orgánica libre de nitrógeno, añadir 50 ml adicionales del reactivo para la digestión por cada gramo de materia sólida en la muestra. Después de mezclar, calentar hasta humos de SO₃ y continuar la ebullición rápidamente hasta que la solución se aclare. Digerir durante 30 minutos más. Dejar enfriar el matraz y su contenido, diluir a 300 ml con agua libre de amoniaco y añadir 0.5 ml de indicador de fenolfaleína y mezclar. Inclinarse el matraz y añadir cuidadosamente suficiente reactivo de hidróxido-Tiosulfato para formar una capa alcalina en el fondo del matraz.

-Conectar el matraz al aparato de destilación y agitar el matraz para mezclar el contenido. Añadir más reactivo de hidróxido de tiosulfato si no parece el color rojo de la fenolftaleína en este paso.

-Destilación. Destilar y recolectar 200 ml del destilado bajo la superficie de 50 ml de solución de ácido bórico, sin permitir que la temperatura en el condensador aumente a más de 29 °C. Bajar el matraz de la destilación de manera que el tubo de destilación quede fuera del ácido bórico y continuar la destilación durante 1 o 2 minutos para limpiar el condensador.

-Determinación final del amoniaco. Determinar el amoniaco por nesslerización: mezclar perfectamente el destilado y tomar una porción de 50 ml o menos.

-Testigo. Llevar un testigo a través de todos los pasos del procedimiento y aplicar las correcciones necesarias en los resultados.

Cálculos

$$\text{mg/l de N orgánico} = (\text{A} \times 1000 / \text{ml muestra}) \times (\text{B/C})$$

donde:

A=mg N encontrados colorimétricamente

B=ml totales del destilado recolectado incluyendo H₃BO₃

C=ml del destilado tomados para la nesslerización

OXÍGENO DISUELTO. -Todo organismo vivo necesita del oxígeno, en una u otra forma para mantener el proceso metabólico del cual obtiene la energía necesaria para su crecimiento y reproducción. Tanto el nitrógeno como el oxígeno están clasificados como gases poco solubles, y como no reaccionan químicamente con el agua, su solubilidad está en función de sus presiones parciales de vapor saturado y de la temperatura a la cual se encuentra el agua. En general existen tres factores que afectan la concentración de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua natural, que son: presión atmosférica, temperatura y salinidad o contenido de sólidos disueltos.

La solubilidad del oxígeno atmosférico en agua dulce varía desde 14.6 mg/l a 0°C hasta 7 mg/l a 36°C, bajo una atmósfera de presión. Este es un factor muy importante, pues la oxidación biológica aumenta con la temperatura y por consiguiente la demanda de oxígeno; por otra parte, en condiciones de alta temperatura, el oxígeno es menos soluble. Debido a estas razones, la mayoría de las condiciones críticas relacionadas con la deficiencia de oxígeno disuelto ocurren durante los meses de verano, cuando la temperatura es alta. Por esto, se debe garantizar un nivel de 4 mg/l de oxígeno como mínimo durante las épocas críticas. Ver Figura 3.21

FIGURA No. 3.21.-Solubilidad del oxígeno y nitrógeno en agua saturada con aire a 760 mm. Hg.

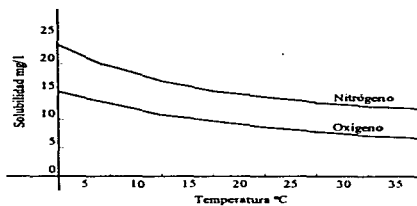
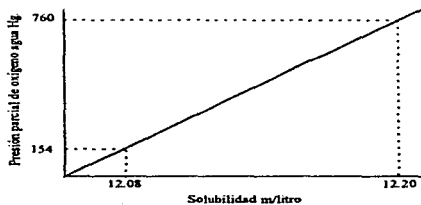


FIGURA No. 3.22.-Solubilidad del oxígeno en agua a 25° c



La solubilidad del oxígeno atmosférico varía directamente con la presión atmosférica a cualquier temperatura y sigue el comportamiento de los gases ideales, pudiéndose calcular por medio de la ley de Henry. Esta consideración es muy importante en lugares de mucha altura, como la Ciudad de México. Ver Figura 3.22

La baja solubilidad del oxígeno en el agua es el factor principal que limita la capacidad de autopurificación de las aguas naturales, de ahí la necesidad que existe por dar tratamiento a los desechos líquidos, tanto domésticos como industriales, si no se quiere ver a las corrientes de agua en un estado lamentable de contaminación.

En los desechos líquidos, el oxígeno disuelto es el factor que determina el tipo de transformaciones biológicas que tienen lugar en su seno, efectuadas por microorganismos aerobios y anaerobios, según haya presencia o ausencia de oxígeno disuelto.

La presencia del oxígeno disuelto previene o reduce el inicio de la putrefacción y la producción de cantidades objetables de sulfuros, mercaptanos y otros compuestos de mal olor, ya que los microorganismos aerobios usan al oxígeno disuelto para la oxidación de la materia orgánica e inorgánica produciendo sustancias finales inofensivas tales como bióxido de carbono y agua; en cambio los microorganismos anaerobios efectúan la oxidación utilizando el oxígeno disuelto de ciertas sales inorgánicas, obteniéndose productos malolientes. Por lo tanto, es muy importante mantener las condiciones favorables para el desarrollo de los microorganismos aerobios con el fin de evitar olores ofensivos en las fuentes naturales de agua.

Los niveles de oxígeno disuelto pueden usarse como indicadores de la contaminación excesiva por desechos, en base a la demanda de oxígeno de tales desechos y por consiguiente las concentraciones bajas de oxígeno disuelto se asociarán, en general, con aguas de baja calidad, mientras que las concentraciones altas estarán asociadas con agua de buena calidad.

El oxígeno disuelto también es esencial para la estabilización final de aguas de desecho. Los cambios que sufre con respecto del tiempo, profundidad o sección de una masa de agua son útiles para indicar el grado de estabilidad o las características de mezclado.

En aguas crudas ayuda a la eliminación de constituyentes indeseables, como fierro y manganeso, mediante la precipitación de la forma oxidada.

Así se puede ver que las mediciones de oxígeno disuelto son vitales para conocer las condiciones (aerobias o anaerobias) de las aguas naturales que reciben materia de desecho. Por eso, una meta de cualquier programa de control de la contaminación de corrientes, es poder garantizar un mínimo de oxígeno disuelto en el agua, tal que permita el desarrollo de la vida acuática. Sin embargo, también se debe considerar que su presencia, en el caso de las industrias, puede causar corrosiones del fierro y del acero, particularmente en los sistemas de distribución y en calderas, por lo que se debe mover mediante tratamientos físicos y químicos.

Método idométrico o de Winkler.-Este análisis se basa en la adición de una solución divalente de manganeso, seguida de una fuerte alcalinización. El oxígeno disuelto presente en la muestra oxida rápidamente una cantidad equivalente del hidróxido de manganeso disperso pasando a hidróxidos en estados de valencia mayores, formando un precipitado café. En presencia de iones de yoduro y seguido de una acidificación, el manganeso oxidado revierte al estado divalente con la liberación del yodo, en una cantidad equivalente al contenido original del oxígeno disuelto en la muestra. El yodo se titula con una solución valorada de tiosulfato de sodio, usando almidón como indicador.

Procedimiento de fijación.

-A la muestra recolectada en la botella de 300ml añada 2 ml de solución de sulfato de manganeso ($MnSO_4$). Cuide que la punta de la pipeta quede abajo de la superficie del líquido, cuando esté adicionando los reactivos.

-Agregue 2 ml de reactivo álcali-yoduro nitrato.

-Coloque el tapón y mezcle por inversión de la botella varias veces. Si se forma un precipitado café indica la presencia de oxígeno disuelto, en caso contrario se formará un precipitado blanco.

-Deje que se asiente el precipitado $Mn(OH)_2$ y agite otra vez.

-Cuando el precipitado se sedimente y se haya producido cuando menos 100 ml de sobrenadante claro, proceda a la acidificación agregando 2 ml de ácido sulfúrico concentrado.

-Vuelva a tapar y agite por inversión hasta la disolución del precipitado.

Titulación:

-Tome una alícuota de 200 ml de la solución anterior, cuide que el yodo liberado esté distribuido homogéneamente.

-Titular una solución de tiosulfato de sodio 0.025N hasta un color paja pálido.

-Agregue 1-2 ml de solución de almidón y continúe la titulación hasta la primera desaparición del color azul.

-Anote la cantidad total de ml empleados de tiosulfato para la titulación.

Cálculos.-

-Como 1 ml de tiosulfato de sodio 0.025 N es equivalente a 0.2 mg de OD., entonces cada ml de tiosulfato empleado en la titulación es equivalente a 1 mg/l de OD si se titula un volumen igual a 200 ml de muestra.

-Si se tienen condiciones diferentes, la concentración de oxígeno disuelto se calcula con la siguiente fórmula.

$$\text{mg/l OD} = (\text{Vtiosulf. gast.} \times \text{Ntiosulf}) / \text{Vol. muestra}$$

FOSFATOS.-El fósforo se encuentra presente en aguas naturales y en las aguas de desecho en diversas formas, como ortofosfato, fosfato hidrolizado o condensado o como parte de un compuesto orgánico. Puede presentarse en forma soluble, en partículas de detritos, en los organismos acuáticos y en los sedimentos de los cuerpos de agua. Dependiendo si se determina fósforo soluble o total, se debe filtrar o no la muestra. Si la muestra es filtrada, el método de control de calidad analítico específica que debe usarse un papel filtro de 0.45 micras. La muestra en ambos casos puede ser tratada en 3 formas diferentes: Digestión, Hidrólisis ácida y Directa.

El proceso de digestión desdobra los polifosfatos y los compuestos de fósforo orgánico oxidables en ortofosfatos.

La hidrólisis transforma los polifosfatos y una pequeña parte de los compuestos de fósforo orgánico en ortofosfatos. Si no se realiza ningún tratamiento en la muestra, sólo se puede detectar los ortofosfatos mediante un método colorimétrico. En la Figura 3.23 se incluye un esquema para la diferenciación de las formas de fósforo. Una vez obtenidos los valores de las formas de fósforo que aparecen en la Figura 3.23, se puede calcular la cantidad de todas las demás formas, mediante las siguientes fórmulas.

$$\text{FOSFORO TOTAL} = \text{FOSF DISUELTO} + \text{FOSF. SOLUBLE}$$

$$\text{FOSFORO DIS.} = \text{FOSF. ORGA. DIS.} + \text{ORTOFOSF. DIS.} + \text{FOSF. HIDROL. DIS.}$$

$$\text{FOSF. INSOL.} = \text{FOSF ORG. INS.} + \text{ORTOFOSF. INS.} + \text{FOSF. HID. INS.}$$

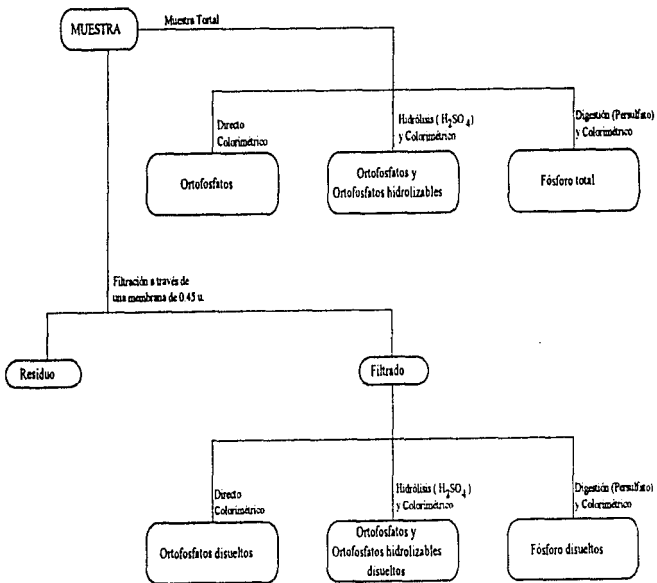
$$\text{FOSF. HIDROL. TOTAL} = \text{ORTOF. Y ORTF. HIDROL. ORTOFOSFATOS}$$

En el Cuadro 3.11 se presenta una clasificación de los compuestos de fósforo según sus reacciones químicas y solubilidades.

Las diversas formas de fosfatos provienen de una gran variedad de fuentes, como son:

Aguas de retorno agrícola, las cuales pueden contener fertilizantes que contengan el elemento fósforo en su formulación.

Escurrimientos superficiales.

FIGURA No. 3.23
DIFERENCIACIÓN DE LAS FORMAS DE FÓSFORO

CUADRO No 3.11 Compuestos de fósforo clasificados por sus relaciones químicas y solubilidades

Forma	Solubles en agua	Insoluble
1.- Ortofosfatos $(PO_4)^{3-}$	Combinado con cationes monovalentes tales como H^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+	Combinado con cationes multivalentes tales como Ca^{+2} , Al^{+3} , Fe^{+3}
2.- Poliofosfatos (o fosfatos condensados o hidrolizados) ⁹ $(P_2O_7)^{4-}$, $(P_3O_{10})^{5-}$ $(P_3O_9)^{3-}$ y otros dependiendo del grado de deshidratación	Igual que en (1) al incrementarse la deshidratación decrece la solubilidad.	a) como en (1) b) Poliofosfatos.
3.- Fósforo organico R - P, R - P - R	a) ciertos compuestos químicos b) productos degradables c) P de enzimas. d) Nutrientes fosforados	a) ciertos compuestos químicos b) masa celular, puede ser coloidal o aglomerada c) P soluble

Aguas de desecho de origen doméstico que contengan: residuos humanos, animales y vegetales. Detergentes los cuales contienen de un 25 a 45% de diversas formas de compuestos.

Microorganismos y otras masas celulares como son los residuos de alimentos .

Aguas de desecho industrial relacionadas con: procesos de control de la corrosión, aditivos usados en el control de las incrustaciones, detergentes, algunos procesos químicos.

El fósforo es un elemento que tiene interferencia en los estudios de calidad del agua, debido a que influye sobre los procesos de productividad acuática, bajo la eficiencia de los procesos de coagulación de tratamiento de aguas, es difícil removerlo mediante tratamientos convencionales para obtener concentraciones bajas, forma gran variedad de compuestos y posee la característica de cambiar de una a otra forma en determinadas condiciones. El fósforo al igual que el hidrógeno, el carbono, nitrógeno y azufre forma parte de los nutrientes primarios; si bien los nutrientes por sí mismos, normalmente, no son tóxicos o peligrosos, pueden causar un crecimiento excesivo de algas y malezas en un cuerpo de agua. Estos crecimientos desmesurados pueden perjudicar el uso que tenga el agua.

Métodos de digestión.-Ya que el fósforo puede estar en suspensión y en combinación con la materia orgánica, un método de digestión para determinar el fósforo total debe oxidar la materia orgánica efectivamente rompiendo ambas uniones, C-P y C-O-P, y solubilizar el material suspendido para liberar el fósforo como ortofosfatos.

Paso de la digestión para el fósforo total. El contenido total de fosfatos de una muestra incluye todos los ortofosfatos y fosfatos condensados, solubles e insolubles, y compuestos orgánicos. Para liberar el fosfato combinado con la materia orgánica se digiere o se oxida. Después de la digestión se procede a efectuar el método colorimétrico.

Método colorimétrico del ácido fosfovanado molibdato.-En una solución diluida de ortofosfatos, el molibdato de amonio por las condiciones ácidas para formar el ácido molibdofosfórico, el cual en presencia del vanadio, forma el ácido fosfovanadomolibdato de color amarillo. La intensidad de color amarillo es proporcional a la concentración del fosfato en la solución.

Procedimiento.-

-Ajustar el pH de la muestra, si éste no está entre 4 y 10. Si el pH es menor a 4 diluir 50 ml a 100 con agua destilada en un matraz volumétrico y mezclar bien. Usar la muestra diluida en los siguientes pasos. Si el pH es mayor a 10, adicionar una gota del indicador de fenolftaleína a 50 ml de muestra y agregar HCL concentrado hasta la desaparición del color rojo después diluir a 100 ml. La dilución también es útil cuando la concentración es mayor a 15 mg/l PO₄. Cuando se hace la dilución se debe tener cuidado de interpretar correctamente los ml de la muestra en los cálculos, así como el volumen de muestra original sin dilución, contenido en la porción tomada para el desarrollo de color.

-Remoción del color en la muestra. Eliminar cualquier exceso de color presente en la muestra, por agitación de aproximadamente 50 ml de ésta con 200 mg del carbón activado en un matraz/erlenmeyer durante 5 minutos. Filtrar la muestra a través de papel filtro para remover el carbón. Comprobar la pureza con respecto de fosfatos, de cada frasco de carbón activado.

-Desarrollo del color en la muestra. Colocar 35 ml de muestra o un volumen menor que contenga 50-1000 µg de P, en un matraz volumétrico de 50 ml. Adicionar 10 ml del reactivo de vanadio-molibdato y diluir a la marca con agua destilada. Preparar un testigo con agua destilada y darle el mismo tratamiento que la muestra. Diez minutos después de adicionar el reactivo de vanadio-molibdato, medir la transmitancia de la muestra a una longitud de onda de 400 a 490 nm, dependiendo de la sensibilidad deseada.

-Preparación de la curva de calibración usando diferentes volúmenes de soluciones patrón de fosfato y procedimiento como se mencionó anteriormente con la muestra. Cuando el ion férrico se encuentra en concentraciones suficientemente bajas no interfiere.

-Trazar varias curvas de calibración de una serie de soluciones patrón para diferentes longitudes de onda. Esto permite un amplio ámbito de concentraciones en una serie de determinaciones. Analizar por lo menos un patrón con cada conjunto de muestras.

-Cálculos.

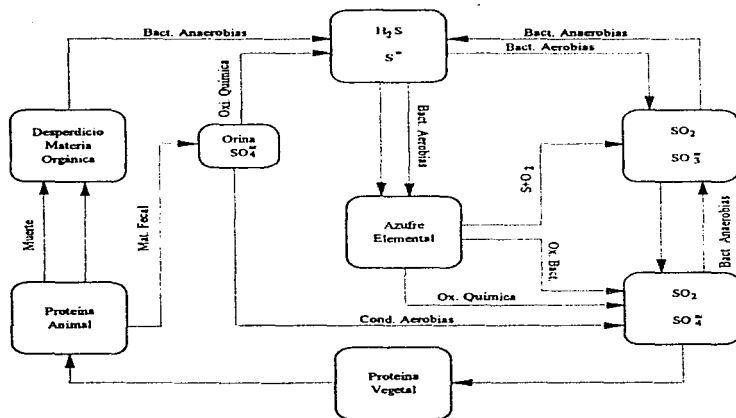
$$\text{mg/l P} = (\text{mg P leídos en la curva} \times 1000) / \text{ml muestra}$$

SULFATOS. - ocupan un lugar predominante dentro del ciclo natural del azufre, dado que la mayoría de las transformaciones son oxidaciones o reducciones que en él ocurren que originan este anión. Muchos compuestos orgánicos contienen azufre, durante el tratamiento aerobio de tales compuestos, la completa oxidación o catabolismo conduce a liberar el azufre como ion sulfato. Ver Figura 3.2.4

En forma indirecta los sulfatos son responsables de problemas de olor y corrosión en las tuberías, fenómenos que están relacionados con el manejo y tratamiento de las aguas residuales, originados por reducción química en condiciones anaerobias.

En ausencia de oxígeno disuelto y nitratos, los sulfatos sirven como fuente de oxígeno para las oxidaciones bioquímicas ocasionadas por bacterias anaerobias; en estas condiciones, el ion sulfato puede reducirse a ion sulfuro, el cual establece un equilibrio con el hidrógeno y el ácido sulfhídrico. Cuando el pH es menor de 8 el equilibrio se desplaza rápidamente hacia la formación del ácido sulfhídrico no ionizado, bajo tales condiciones la presión parcial del sulfuro de hidrógeno viene a ser lo suficientemente grande para causar serios problemas de olor, siempre que la reducción del ion sulfato produzca una cantidad apreciable de ion sulfuro.

CICLO DEL AZUFRE
 FIGURA No. 3.24



El oxígeno tiene la capacidad de oxidar los sulfatos en un ámbito de pH superior a 8, por tal motivo debemos ajustar el pH de las muestras antes de que sean analizadas; asimismo se recomienda conservarlas a temperatura baja o adicionarles un poco de solución de formaldehído

para evitar que las bacterias transformen los sulfatos a sulfuros en presencia de compuestos orgánicos.

Método gravimétrico con ignición de residuo.-Los sulfatos se precipitan en medio ácido como sulfato de bario por la adición de cloruro de bario; la formación del compuesto se realiza a una temperatura cercana a la ebullición. Una vez que se forma el precipitado se deja digerir, se filtra, se lava hasta que no haya presencia de cloruros y se pesa.

Procedimiento.-

-Remoción de Sílice. Si la concentración de sílice excede 25 mg/l, la muestra se evapora en una cápsula de porcelana, en baño de vapor. Ya que esté casi seca, se retira del baño y se le agrega 1 ml de HCl, se ladea y gira para que el ácido disuelva todos los residuos sólidos que quedan adheridos en el recipiente; se continúa la evaporación y se complementa en una estufa a 180 °C. La materia orgánica, si está presente, se carboniza por medio de un mechero, posteriormente se humedece el residuo con 2 ml de agua destilada y 1 ml de HCl, se vuelve a evaporar la solución en el baño de vapor hasta sequedad. Se añaden 2 ml de HCl, se reciben los residuos solubles en agua caliente y se filtran. Se lava el filtro con porciones de agua destilada caliente y se colectan para mezclarse con la solución filtrada.

-Precipitación del sulfato de bario. Se ajusta la muestra para que tenga una concentración aproximada, de 50 mg de sulfatos en 250 ml de agua destilada. Se ajusta el pH hasta obtener un valor entre 4.5 y 5; posteriormente se adicionan 2 ml de HCl. Si resulta muy impráctico concentrar la muestra, se pueden tolerar concentraciones más bajas en volúmenes de 150 ml. Se calienta la solución hasta la ebullición y mientras se agita lentamente se le añade el reactivo de cloruro de bario hasta completar la precipitación, más dos mililitros de exceso. Si la cantidad de sulfatos esperada es pequeña, añadir 5 ml. El precipitado se lleva a digestión a una temperatura que oscile entre 80 y 90°C durante por lo menos 2 horas.

-Filtrado y peso del precipitado. Se mezcla una pequeña cantidad de fibra de papel con el BaSO₄ formado y se filtra a través de un papel filtro a la temperatura ambiente. La pulpa mejora el proceso de filtración y reduce la tendencia que tiene el precipitado de ser arrastrado por la solución de lavado. El precipitado lava con pequeñas porciones de agua destilada caliente hasta que quede libre de cloruros, indicando con la prueba de reactivo ácido nítrico-nitrato de plata. El filtro se seca y posteriormente se coloca dentro de una mufla a 800°C durante una hora, cuidando que no se inflame el papel filtro. Por último, el precipitado se enfría en un desecador y se pesa.

Cálculos.-

$\text{mg/l SO}_4 = (\text{mg BaSO}_4 \times 11.5) / \text{ml muestra}$

SULFUROS.- Los sulfuros se generan en alcantarillas que son deficientes en oxígeno, debido a la acción que ejercen algunas bacterias sobre sulfatos contenidos en las aguas residuales. Las proteínas de azufre, pueden producir sulfuro de hidrógeno, cuando se rompen sus cadenas por la acción bioquímica que ejercen las bacterias en condiciones anaerobias.

El sulfuro de hidrógeno tiene un olor muy desagradable y puede ser detectado cuando su concentración oscila entre 0.00001 y 0.0001 mg/l. Aún en pequeñas cantidades, le puede impartir al agua un carácter corrosivo y en concentraciones elevadas, tiende a reaccionar con el hierro, el acero, el plomo y sus aleaciones.

Los sulfuros pueden dañar algunas zeolitas que se emplean para acondicionar el agua; afectan también a ciertos minerales que son usados para remover catalíticamente al hierro y al

manganeso; pueden reaccionar con algunos compuestos químicos que se emplean para proteger algunos sistemas de abastecimiento de aguas contra la corrosión, aumentando la dosificación necesaria en el tratamiento.

Altas concentraciones de sulfuros solubles (mayores de 100 mg/l) producen efectos tóxicos en los procesos de tratamiento anaerobio de aguas residuales.

Separación de sulfuros solubles e insolubles. Si la muestra contiene sólidos suspendidos y queremos determinar el contenido de sulfuros disueltos, se tiene que remover la materia insoluble. La separación se realiza formando un floculo de hidróxido de aluminio que llega a sedimentarse quedando un sobrenadante claro y útil para el análisis. Ver Figura 3.25

Desde el punto de vista analítico, podemos clasificar a los sulfuros en tres formas:

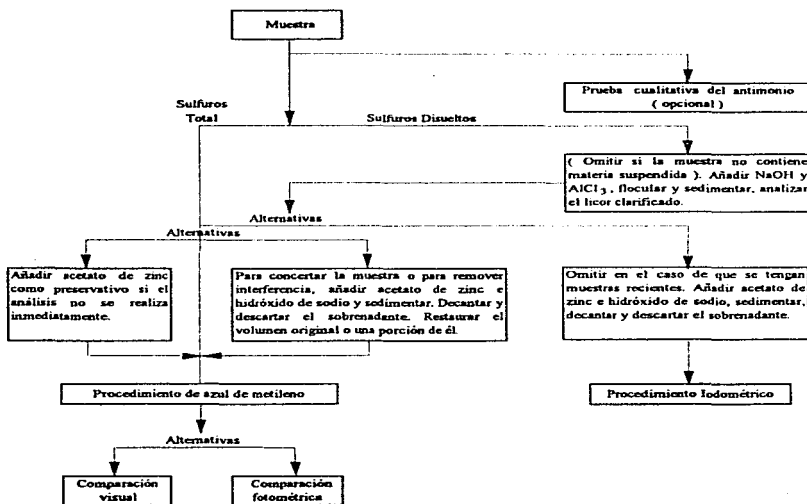
SULFUROS TOTALES.- Incluyen al sulfuro de hidrógeno (H₂S), ion sulfhidratos (HS) y los sulfuros metálicos presentes en la materia suspendida que se solubilizan en un medio ácido. El pH afecta el equilibrio de ionización del H₂S. Ver Figura 3.26; por consiguiente el ión sulfuro (S⁰=) no se encuentra en cantidades significativas cuando el pH es menor a 13. Los sulfuros de cobre y plata son muy insolubles y no pueden determinarse analíticamente; por consiguiente son prácticamente despreciables.

SULFUROS DISUELTOS.- Son los que permanecen después de haber eliminado los sólidos suspendidos mediante floculación y sedimentación.

SULFURO DE HIDRÓGENO NO-IONIZADO.- Puede calcularse mediante la concentración de sulfuros totales disueltos, el pH de la muestra y la constante de ionización práctica del sulfuro de hidrógeno.

Pruebas cualitativas. Se recomienda efectuar un análisis cualitativo, sobre todo cuando se analizan aguas residuales industriales que contengan sustancias que provoquen interferencias, dando lugar a los resultados falsos. Se puede escoger uno varios de los siguientes procedimientos:

FIGURA 3.25.- Metodología para determinar las diferentes formas de sulfuros.



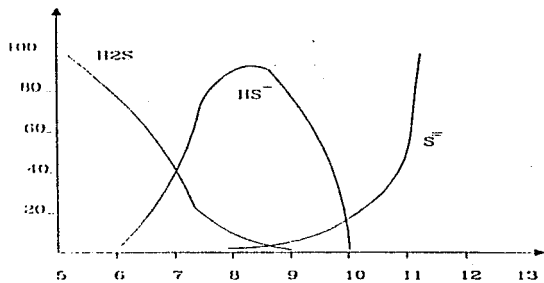


FIGURA No. 3.26 Porcentaje de Sulfuros Totales Disueltos, a los Niveles de pH Indicados.

La prueba del antimonio.
La prueba del electrodo de plata-sulfuro de plata
La prueba del acetato de plomo.

Pruebas cuantitativas. El contenido de sulfuros, puede analizarse mediante los siguientes métodos:

Volumétrico (idométrico)
Colorimétrico (visual)
Colorimétrico (espectrofotómetro)

DETERGENTES (SAAM).- Los detergentes son productos sintéticos ampliamente usados en los hogares y en las fábricas con fines de limpieza; en pocos años sustituyeron a los jabones en virtud de no formar precipitados insolubles pudiendo limpiar eficientemente aún empleando aguas duras.

En términos generales un buen detergente se caracteriza como una sustancia que es soluble en agua; que permite que la solución acuosa penetre en los capilares para abatir la tensión superficial (acción humectante) que desintegra o separa las partículas que se han aglomerado (acción dispersante) que incorpora la suciedad o el aceite al agua (acción emulsificante), en vez de hacerlo con las sustancias que se están limpiando.

Los agentes activos superficiales o surfactantes son constituyentes importantes de los detergentes sintéticos y pueden definirse como solutos que poseen la particularidad de alterar las propiedades superficiales o de interfase de las soluciones en forma desusada, aún cuando se encuentren presentes en bajas concentraciones.

Muchas sustancias solubles presentan estas propiedades pero no todos los surfactantes poseen un balance satisfactorio de propiedades detergentes. Desde el punto de vista de detergencia, el término surfactante implica un compuesto orgánico que combina las propiedades de humedecimiento, dispersión y emulsificación presentando estabilidad hacia la dureza. Estas características varían desde luego con la naturaleza química de los agentes manufacturados.

La composición de los detergentes es variada, pero en términos generales los productos comerciales contienen aproximadamente el 20% de agente surfactante activo, estando constituido el resto por los llamados "aditivos"

Los agentes surfactantes componentes de los detergentes pueden clasificarse según su ionización en el agua en aniónicos, catiónicos y no iónicos. Los detergentes aniónicos ionizan las soluciones acuosas dando un grupo de cargas negativas o aniones R-O-SO₃

R es una larga cadena de hidrocarburos tales como CH₃-(CH₂)_n y una carga iónica positiva o catión que normalmente es el Na.

R-O-SO₃-.....Na(alquil sulfonato de sodio)
R-C6H14-SO₃-.....Na+(alquil benceno sulfonato de sodio)

El grupo sulfonato es hidrofílico (o que atrae al agua) y ayudan a los detergentes en su solubilidad. La mayoría de los detergentes domésticos pertenecen a este grupo.

Los detergentes catiónicos son de bases orgánicas cuaternarias fuertes que ionizan dando una carga positiva hidrofóbica del amonio cuaternario o del grupo peridinium y una carga negativa hidrofílica R' y R" (CH₃)₂N⁺.....Cl⁻

R' y R" son largas cadenas del ión hidrocarbón. Tienen una fuerte acción contra bacterias y son usados para lavar algunos utensilios y equipo de hoteles, restaurantes y fábricas de alimentos.

Los detergentes no iónicos no ionizan en las soluciones acuosas en forma importante. En general son mono, di, etc. ésteres de sacarosa con ácidos grasos C14-C18 (palmitico, esteárico, oléico, etc)

Los ésteres sacarosos son no tóxicos, insaboros y comestibles, se usan en cosméticos, jabones para rasurar, shampoos y en industrias de alimentos y farmacéuticas.

Todos los detergentes tienen la facultad de bajar la tensión superficial del agua, así como disminuir su viscosidad, vease Cuadro 3.12

Esto ocasiona una penetración más fácil de las aguas al subsuelo, pudiendo arrastrar los productos contaminantes a los acuíferos someros. Entre los detergentes aniónicos destaca el alquil-bencil-sulfonato conocido con las siglas ABC pero es uno de los más difíciles de desdoblarse durante la purificación de aguas negras. Pasa por las plantas el 50% o más del que llega. Concentraciones tan pequeñas como 1 mg/l causan espuma en un río. La tendencia a formar espuma es mayor en aguas limpias y mientras más humedad ambiental exista, la espuma es donde se concentra la mayor cantidad de detergente del agua.

En los años 1960 y durante esa década, se popularizaron en el mercado mexicano los detergentes biológicos, los que en realidad no son otra cosa que una mezcla de detergente común, perfumes, colorantes y un agente biológico. La parte biológica que se adiciona al detergente está constituida por un enzima proteolítica activa que al encontrarse en un medio favorable, bajo ciertas condiciones de humedad y temperatura, ocasiona la desintegración de la molécula de grasa, una parte de la cual digiere; además destruye las proteínas. El lapso de vida de las enzimas en estado seco puede ser muy largo, pero al encontrarse en agua comienza actuar, siendo su vida de uno o dos días, llegando en ocasiones a tres.

Algunos detergentes tienen una cadena recta del grupo alquil que son fácilmente oxidables bioquímicamente en poco tiempo como el denominado LAS por ser lineal-alkil-sulfonato; mientras que el ABS es degradado en las plantas de tratamiento en un 40%, el LAS lo es en un 93%.

Determinación.-

Para la determinación de los surfactantes aniónicos se emplea el método de extracción azul-metilo; dicha anilina es soluble en agua pero insoluble en cloroformo y los surfactantes aniónicos sulfonados reaccionan con azul de metilo para formar una sal insoluble que sí lo es en cloroformo. La intensidad del color producido por el complejo soluble en cloroformo puede medirse fotométricamente y compararse con una curva de calibración producida por un surfactante aniónico técnico (producto puro) previamente analizado. En forma genérica este método se aplica a los productos denominados (SAAM) que incluyen a los detergentes.

CUADRO 3.12 VISCOSIDAD DINÁMICA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA.

Temperatura °C	Viscosidad Dinámica
0	1.797
5	1.523
10	1.301
15	1.138
20	1.007
25	0.895
30	0.800
35	0.723

GRASAS Y ACEITES.-Las grasas animales y los aceites son cuantitativamente el tercer componente de los alimentos. (El término grasa, normalmente utilizado, incluye las grasas animales, aceites, ceras y otros constituyentes que se hayan en el agua residual.)

El contenido de grasa se determina mediante extracción de la muestra residual con hexano (la grasa es soluble en hexano). Otro grupo de sustancias solubles en hexano son los aceites minerales, tales como queroseno y aceites lubricantes y aceites procedentes de materiales bituminosos usados en la construcción de carreteras.

Las grasas animales y aceites son compuestos (ésteres) de alcohol gliserol (gliserina) y ácidos grasos. Los ésteres de ácidos grasos que son líquidos a las temperaturas ordinarias se llaman aceites y los que son sólidos se llaman grasas. Son químicamente muy semejantes, estando compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno en diversas proporciones. Las grasas y aceites acceden al agua residual como mantequilla, manteca de cerdo, margarina y grasas y aceites vegetales. Las grasas se hallan corrientemente en las carnes, germen de los cereales, semillas,

nueces y ciertas frutas. Las grasas son unos de los compuestos orgánicos más estables y no se descomponen fácilmente con las bacterias.

Sin embargo, los ácidos minerales las atacan, dando como resultado la formación de glicerina y ácido graso. En presencia de álcalis, tales como el hidróxido sódico, la glicerina se libera y se forman sales alcalinas de los ácidos grasos.

Estas sales alcalinas son conocidas como jabones, y, como en el caso de las grasas, son estables. Los jabones comunes se hacen por saponificación de grasas con hidróxido sódico. Son solubles en agua, pero en presencia de los constituyentes de la dureza, las sales sódicas se transforman en sales cálcicas y magnésicas de ácidos grasos, también conocidas por jabones minerales, que son insolubles y precipitan.

El queroseno y los aceites lubricantes y los procedentes de materiales bituminosos usados en la construcción de carreteras se derivan del petróleo y alquitrán y mantienen principalmente carbono e hidrógeno. Estos aceites llegan a veces a las alcantarillas en grandes volúmenes procedentes de tiendas, garages y calles. En su mayoría flotan sobre el agua residual, aunque una parte de ellos es llevada al fango por los sólidos sedimentables. Incluso en mayor proporción que las grasas, aceites y jabones, los aceites minerales tienden a recubrir las superficies. Las partículas interfieren con la acción biológica y causan problemas de mantenimiento.

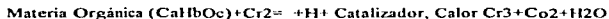
Como se ha indicado en el análisis precedente, el contenido de grasa del agua residual puede motivar muchos problemas tanto en las alcantarillas como en las plantas de tratamiento. Si la grasa no se elimina antes del vertido del agua residual, puede interferir con la vida biológica en las aguas y crear películas y materias de flotación imperceptibles. Los límites de 15 a 20 mg/l de contenido de grasa y la ausencia de capas de aceite irridiscentes son dos ejemplos de normas establecidos por los organismos competentes en lo que se refiere al vertido de aguas residuales en aguas naturales.

FENOLES.-Los fenoles y otros compuestos orgánicos de los cuales se encuentran vestigios, son importantes constituyentes del agua, especialmente cuando esta clorada. Se producen principalmente por operaciones industriales y aparecen en las aguas residuales que contienen desechos industriales. Los fenoles pueden ser biológicamente oxidados en concentraciones de hasta 600 mg/litro.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO.- Es una prueba muy usada para detectar contaminación de origen industrial; valora todo lo que es oxidable y no solamente a la materia orgánica, de manera que siempre es mayor el valor de la Demanda Química de Oxígeno con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno, variando los resultados de acuerdo a la composición del agua, concentraciones del reactivo, temperatura, período de contacto y otros factores. Además, para ciertos desechos que contienen sustancias tóxicas esta prueba es el único método para determinar la carga orgánica; su mayor ventaja respecto a la prueba de la DBO método comúnmente usado para la DQO no llega a incluir algunos compuestos orgánicos como el ácido acético que biológicamente se encuentra disponible para los organismos de las corrientes,

mientras que se detectan algunos compuestos biológicos como la celulosa que no se mide con la DBO. Se ha estandarizado y adoptado extensamente para pruebas de desechos industriales.

El equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse se mide utilizando un fuerte agente químico oxidante en medio ácido. El dicromato potásico resulta excelente para tal fin. El ensayo debe realizarse a temperatura elevada. Para facilitar la oxidación de ciertas clases de compuestos orgánicos se necesita un catalizador (sulfato de plata). Puesto que algunos compuestos inorgánicos intervienen en el ensayo, se tendrá cuidado en eliminarlos previamente. La reacción principal utilizando dicromato como agente oxidante puede representarse de un modo general por la siguiente ecuación esquemática:



El ensayo de la DQO se utiliza igualmente para medir materia orgánica en aguas residuales industriales y municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica. La DQO de un agua residual es, por lo general, mayor que la DBO porque es mayor el número de compuestos que pueden oxidarse por vía química que biológicamente. En muchos tipos de aguas residuales es posible correlacionar la DQO con DBO. Ello puede resultar muy útil porque la DQO puede determinarse en 3 horas comparado con las 5 días que supone la DBO. Una vez que la correlación ha sido establecida, pueden utilizarse las medidas de DQO para el funcionamiento y control en una planta de tratamiento.

CARBONO ORGÁNICO TOTAL.-Otro medio de medir la materia orgánica presente en el agua es el ensayo COT, especialmente aplicable a pequeñas concentraciones de materia orgánica. El ensayo se lleva a cabo en una cantidad conocida de la muestra en un horno a alta temperatura. El carbono orgánico se oxida a anhídrico carbónico en presencia de un catalizador. El anhídrico carbónico producido es cuantitativamente medido con un catalizador de infrarrojos.

La aereación y la acidificación de la muestra antes del análisis elimina los posibles errores debido a la presencia de carbono inorgánico. El ensayo puede realizarse en muy poco tiempo y su uso se está extendiendo muy rápidamente. No obstante, algunos compuestos orgánicos existentes pueden no oxidarse y el valor medido del COT será ligeramente inferior a la cantidad real presente en la muestra.

3.3.1.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

MICROBIOLOGÍA O BACTERIOLOGÍA

Las aguas contaminadas principalmente con aguas negras, contienen incontables organismos, la mayoría de los cuales son demasiado pequeños para ser visibles a simple vista. Son la parte viva natural cuya determinación es de suma importancia por conocerse con ella, prácticamente la historia de contaminación del agua.

Los microorganismos que nos interesan son los siguientes:

Procariote o Monera.-Se incluyen bacterias, cianobacterias, algas azul-verde, y formas relacionadas con ellas.

Protista.-Agrupa a los organismos unicelulares, algas y protozoarios.

Fungi.-Agrupa a eucariotes pluricelulares, hongos y mohos.

Acariotis.-Virus.

LAS BACTERIAS Y SU SUPERVIVENCIA EN EL AGUA

Existen dos clases de bacterias: Las que son propias del agua y las que no. El contenido de bacterias en el hielo es bajo, a menos de que este hielo se forme de aguas contaminadas.

El número de bacterias se incrementa en las aguas de precipitación.

En las aguas superficiales el contenido de bacterias es mayor cuando la corriente es mas baja y por lo tanto el contenido de desechos esta menos sujeto a la disolución.

En depósitos, lagos, lagunas, en los cuales no hay nutrientes contaminantes es de unos cuantos cientos de bacterias por mililitro y en muchos casos las cuentas no llegan a 100.

En aguas estuarias y marinas el número de bacterias es de 1 a 1000000 bacterias por mililitro.

Tanto en el medio marino como en las aguas dulces se ha reconocido la habilidad y/o disposición de las bacterias de migrar a las capas de sedimentos.

En aguas almacenadas destinadas al consumo. El almacenamiento ejerce una influencia, considerable en la reducción del contenido bacteriano, en parte por disolución, en parte por acción favorable de la sedimentación, asociado con cambios químicos y condiciones ambientales

desfavorables (temperatura, carencia de nutrientes, acción germicida de la luz en las capas superficiales)

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA REDUCCIÓN DE LA DENSIDAD BACTERIANA

-El agua de mar no presenta un medio favorable para alargar el periodo de supervivencia de las bacterias de las aguas fecales.

-Los factores que conducen a la desaparición bacteriana son numerosos y estan interrelacionados. Muchos de estos factores son aplicables a la remoción bacteriana en el medio del agua dulce. Estos factores incluyen dilución, sedimentación, depredación y algunos factores químicos.(Depredación.-Son los organismos micrófagos los cuales obtienen partes de sus nutrientes a partir de micróbios que han ingerido y transformado en materia orgánica)

-Algunos factores que influyen en la desaparición bacteriana parecen ser mas específicos para el agua del mar, Entre estos se incluye la salinidad y la presencia de sustancias tóxicas solubles.

-Puesto que cada factor influye en la supervivencia bacteriana, es una variable, será necesario, cuando se realicen investigaciones especiales, determinar el efecto total de los factores que conduzcan a la desaparición de las bacterias en ese medio particular.

ÍNDICES BACTERIOLÓGICOS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Los índices bacteriológicos de contaminación son organismos de un grupo específico, el cual por su sola presencia, demostrará que ha ocurrido contaminación, estos índices también se usan para demostrar la contaminación del agua por organismos originarios de los desechos animales de sangre caliente incluyendo el hombre, animales domésticos silvestres y aves. Dichos organismos pueden ser patógenos al hombre.

Los desperdicios intestinales de sangre caliente generalmente incluyen una gran variedad de géneros y especies de bacterias. Entre ellos esta el grupo de los coliformes, con especies de los géneros de: Streptococos, Lactobacillus, Staphilococcus, Proteus, Pseudomonas, ciertas bacterias esporuladas y otras. En suma muchas clases de bacterias patógenas y otros microorganismos que pueden estar en los desechos, variando de acuerdo al área geográfica.

Ejemplo de bacterias que estan en estos desperdicios intestinales:

-Bacterias: Salmonella sp., Shigella sp., leptospira sp., Brucella sp., micobacterium sp., y Vibrio Comma.

-**Virus:** Pueden encontrarse una gran variedad incluyendo el de la hepatitis infecciosa, poliovirus, Coxsackie, Echo y otros que producen diarreas y enfermedades respiratorias de etiología desconocida.

-**Protozoarios:** Entre otros podemos encontrar a *Balantidium coli* y la *Moacha Hystolitica* que produce la disentería, por lo que esta agua puede ser nociva para la salud.

Los índices bacteriológicos de contaminación se agrupan de la siguiente forma:

- Grupo coliforme total
- Grupo coliforme fecal
- Grupo de estreptococos fecales
- Otros

La evidencia de la contaminación del agua por desechos intestinales provenientes de animales de sangre caliente, indica que esta agua puede ser nociva para la salud.

GRUPO COLIFORME Y SUS CONSTITUYENTES

Este grupo heterogéneo no sólo ocurre en las heces humanas sino se encuentra en otros ambientes como son aguas negras, aguas dulces superficiales, el suelo y la vegetación.

El grupo coliforme incluye todas las bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gram negativas, no esporuladas, de forma de bacilo corto, que fermentan la lactosa con producción de gas en 48 horas 35°C. En este grupo se encuentran las siguientes:

- Escherichia coli*, *E. aureus*, *E. freundi*, *E. intermedia*
- Enterobacter aerogenes*, *E. cloacae*

-Las que están bioquímicamente entre los géneros *Escherichia coli* y otras cepas estrechamente relacionadas son de origen fecal, mientras que *Enterobacter aerogenes* y sus relativos más cercanos no son de origen fecal directo.

Subdivisión de los coliformes dentro de las categorías fecal y no fecal.

Esta subdivisión se basa en la suposición de que *Escherichia coli* y otras cepas estrechamente relacionadas son de origen fecal, mientras que *enterobacter aerogenes* y sus relativos más cercanos no son de origen fecal directo.

EVALUACIÓN DE LOS COLIFORMES COMO ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN

-GRUPO COLIFORME TOTAL

- a).-Ventajas

- La ausencia de coliformes es una evidencia de la potabilidad bacteriológica del agua.
 - La densidad de coliformes es una medida proporcional aproximada de la contaminación por desechos fecales.
 - Si están presentes las bacterias patógenas de origen intestinal las bacterias coliformes deben existir en mayor número, ya que están siempre presentes en el intestino de humanos y animales de sangre caliente, y se eliminan en gran número por las heces.
 - Los coliformes persisten más en medio acuático que las bacterias patógenas de origen intestinal.
 - Los coliformes son generalmente menos dañinos al hombre y pueden representarse cuantitativamente por los procedimientos rutinarios de laboratorio.
- b).-Desventajas
- Algunos miembros del grupo coliforme tienen un amplia distribución en el medio ambiente en comparación a su presencia en los intestinos de animales de sangre caliente.
 - Algunas cepas del grupo coliforme pueden crecer en aguas contaminadas y por lo tanto esto hace difícil la evaluación de la presencia o grado de contaminación.
 - Otras bacterias pueden interferir con la prueba de los coliformes dando resultados falsos positivos o falsos negativos. Ejem: E. acrogenes o Pseudomonas.

-GRUPO COLIFORME FECAL

- a).-Ventajas
- El 95% de los coliformes de origen fecal da positiva la prueba de la temperatura.
 - Estos organismos están relativamente ausentes si la contaminación no es de origen fecal.
 - El tiempo de supervivencia del grupo coliforme fecal en agua es más corto que el de los coliformes no fecales. Por consiguiente una densidad alta de coliformes fecales indica una contaminación relativamente reciente.
 - Los coliformes fecales no se multiplican fuera de los intestinos de los animales de sangre caliente.
- b).-Desventajas
- Un número pequeño de coliformes fecales da negativa la prueba de la temperatura.

Actualmente se conoce poco acerca de la supervivencia relativa de los coliformes fecales y de las bacterias patógenas entéricas en aguas contaminadas.

-GRUPO DE ESTREPTOCOCOS FECALES

Indican una contaminación peligrosa y demuestran que ha ocurrido recientemente, ya que en aguas poco contaminadas nunca se encuentran. Son característicos de la contaminación fecal y están presentes en las heces humanas y de animales de sangre caliente.

Los "Cocos gram+" forman generalmente pares o cadenas cortas, crecen en presencia de sales biliares, se pueden multiplicar y desarrollar a 45°C, producen ácido pero no gas cuando fermentan el manitol y la lactosa, no fermentan la rafinosa ni reducen los nitratos a nitritos, producen ácido en leche tornasolada precipitado la caseína, resistentes al calor, a condiciones alcalinas y a elevadas concentraciones de sales.

Ventajas y desventajas de los análisis de estreptococos fecales.

-Viven menos en el medio acuático que el grupo de los coliformes, excepto cuando el agua tiene un contenido elevado de electrolitos como son las aguas de riego.

-No se reproducen con tanta frecuencia como los coliformes, ya que requieren mayor número de nutrientes de los que requieren los coliformes.

-Desarrollan resistencia a los procesos de cloración del agua, mientras que los coliformes son más susceptibles a la desinfección por cloración.

-La proporción CF-EF (coliformes fecales/estreptococos fecales) nos indica: si es mayor de 4,0 que la contaminación es de origen fecal (desechos humanos) si es menor de 0,7 que es de origen no fecal (proveniente de la lluvia).

-CUENTA BACTERIANA TOTAL

La cuenta bacteriana total consiste en un método que considera a aquellas bacterias que son capaces de vivir en medios de cultivo sencillos incubados a 37°C.

Debe tenerse cuidado con el término "bacterias totales", ya que en una observación directa al microscopio no se puede diferenciar entre células vivas y muertas.

a).-Aplicación de las cuentas totales

-En la determinación de los cambios en la composición bacteriana de la fuente de agua.

-En los procesos de eficiencia de las plantas de tratamiento.

-En las determinaciones de las condiciones sanitarias en los equipos de las plantas de tratamientos.

-En las determinaciones de las condiciones sanitarias en los equipos de las plantas de tratamiento en los sistemas de distribución.

b).-Desventajas de las cuentas totales

-No indican el origen de las bacterias.

-No hay diferenciación entre las bacterias patógenas y las que no lo son.

-BACTERIAS PATÓGENAS DE ORIGEN INTESTINAL

Si se demuestra la presencia de bacterias de los géneros: Salmonella sp., Shigella sp, Vibrio coleraez, Mycobacterium sp, Pasteurella sp. y otros, nos indicará que la calidad del agua es no satisfactoria ya que son bacterias patógenos.

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

-TÉCNICA PARA LA CUENTA EN PLACA

Medios de Cultivo.-Gelosa extracto de carne-glucosa triptona o gelosa para la cuenta en placa.

Preparación de la muestra.-Marcar cada caja con el número de la muestra, fecha, y otras informaciones necesarias antes del análisis de la muestra. Preparar duplicados de placa para cada volúmen de muestra o muestra diluida.

Selección del volúmen de la muestra.-En la caja se debe sembrar un volúmen de 1 ml o de 0.1 ml; en caso de que ese volúmen sea muy concentrado, se procede a efectuar diluciones hasta llegar a un volúmen tal que la cuenta total de colonias se encuentre entre 30 y 300.

Procedimiento.-

-Trabajar en condiciones estériles.

-Para cada disolución usar una pipeta diferente.

-Cuando se tome la muestra, no introducir la pipeta más de 2.5 cm abajo de la superficie de la muestra.

-Colocar con la pipeta el volúmen de la muestra o dilución seleccionada en una caja de Petri. Preparar por lo menos otras dos cajas por cada dilución de muestra usada.

-Colocar el medio sólido en un baño de agua para licuarlo o en flujo de vapor en un recipiente parcialmente cerrado, pero evitar exposiciones prolongadas a temperaturas elevadas durante y después de licuar el medio.

-Descartar el medio gelosado ya fundido si presenta precipitado. Mantener el medio licuado en un baño de agua entre 44 y 46°C hasta que se use.

-Verter de 10 a 12 ml del medio fundido a 44-46°C dentro de la caja. Mezclar por rotación moviendo suavemente en forma de ocho, teniendo cuidado de no mojar el borde de la caja. Dejar solidificar durante 10 minutos, sobre una superficie plana; después invertir la caja y colocarla en la incubadora.

-Comprobar la esterilidad del medio y la dilución, colocando una caja testigo por cada serie de muestras. Pueden prepararse blancos adicionales para determinar la contaminación de la caja, pipeta y aire del cuarto.

-Incubar a 35 \pm 0.5°C durante 48 \pm 3 hr todas las placas sembradas, excepto las de agua embotellada.

-Para la cuenta en placa de agua embotellada, las placas se incuban a 35 \pm 0.5°C durante 72 \pm 4 hr.

-Contar todas las colonias.

-Si la cuenta debe aplazarse almacenar las placas a 10°C durante un periodo menor de 24 hr, pero procurar evitar esto.

-Usar un contador como el Quebec, para auxiliarse en la cuenta. Si tal equipo no se encuentra disponible la cuenta puede hacerse con algún otro contador provisto de una lente de aumento e iluminación equivalente.

-Generalmente no es deseable sembrar más de 1 ml de agua en una placa; sin embargo, cuando el número total de colonias desarrolladas en la caja de 1 ml es menor a 30, es necesario usar un volumen mayor de muestra. Con esta excepción sólo placas que muestren de 30 a 300 colonias deben considerarse en la determinación de la cuenta en placa.

-Registrar la cuenta de bacterias por mililitro mediante la multiplicación del número promedio de colonias en cada placa por la dilución usada.

-Registrar como cuenta estándar en placa por ml. Si todas las placas tienen más de 300 colonias, usar la placa que tenga la cuenta más cercana a 300 colonias. Si ninguna de las placas tiene colonias, reportar la cuenta como menor a la multiplicada por la dilución más baja.

-Cuando el número de colonias por placa excede a 300 no se debe reportar como incontables. Si hay menos de 10 colonias /cm², se hace la cuenta en 13 cuadros teniendo una distribución representativa de colonias.

-Cuando la cuenta bacteriana en placa es mayor a 100 col/cm² se reporta el resultado como mayor a 6500 veces la mayor dilución sembrada.

-Cuando las cajas son incontables porque la dilución falló, hubo goteo accidental y se contaminó, o la caja del blanco indica que el medio o material estaban contaminados reportar como "accidente de trabajo".

TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DEL GRUPO COLIFORME

Medios.-Caldo lactoso o caldo lauril triptosa, caldo lactosado bilis verde brillante (LBvB), gelosaosina azul de metileno (EAM) o gelosa ENDO, gelosa inclinada, agua destilada desmineralizada y desprovista de sustancias bactericidas o inhibidoras, agua de dilución, y para la tinción de Gram: cristal violeta, lugol, alcohol-acetona y safranina.

Técnica de tubos múltiples de fermentación.-para usar la técnica del NMP se utilizan series de tubos, los cuales constan de tres diluciones por lo menos (10, 1 y 0.1 ml) y por cada dilución debe haber de 3 a 5 tubos.

Prueba Presuntiva

-Inocular una serie de tubos de fermentación que tengan caldo lactosado o caldo lauril triptosa, con cantidades apropiadas de la muestra que se va analizar (múltiplos y submúltiplos de 1 ml). Mezclar con cuidado. Incubar a $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ los tubos de fermentación inoculados.

-Examinar cada tubo a las 24 ± 2 hr. Agitándolos suavemente antes de examinarlos. Los tubos que presenten formación de gas se consideran positivos. Los tubos que no presentan formación de gas se reincuban otras 24 ± 2 horas.

-La formación de gas dentro de 48 ± 3 hr, constituye una prueba presuntiva positiva y nos da un indicio de la presencia de coliformes.

-La ausencia de gas al final de 48 ± 3 hr, indicará una prueba negativa, es decir ausencia de coliformes y por lo tanto el análisis quedará concluido.

Prueba Confirmativa

-Los tubos positivos de la prueba presuntiva se resiembran con un asa de siembra o con un aplicador de madera, en caldo lactosado bilis verde brillante (LBvB) y se incuban a $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$.

-Examinar cada tubo a las 24 ± 2 hr. Los tubos que presentan formación de gas se consideran positivos. Los que no presenten formación de gas se incuban otras 24 ± 2 hr. La

formación de gas dentro de 48 ± 3 hr, constituye una prueba confirmativa de la presencia de coliformes.

-La ausencia de gas al final de 48 ± 3 hr, nos indicará la ausencia del grupo coliforme.

Prueba Complementaria

-De los tubos positivos de LBvB resembrar con un asa por estrias en cajas con medio EAM, medio gelosa Endo, incubar a $35^\circ \pm 0.5^\circ\text{C}$ y hacer observaciones a las 24 ± 2 hr. Sembrar una o más cajas por cada tubo positivo. La presencia de colonias típicas (nucleadas con o sin brillo metálico), se considera como una prueba positiva; de las colonias típicas tomar una muestra utilizando el asa y resembrar.

-En tubos de fermentación con caldo lactosado, incubando a $35^\circ \pm 0.5^\circ\text{C}$. Observar a las 24-38 hr. La producción de gas es una prueba complementaria positiva.

-En tubos con gelosa nutritivo inclinado incubando $35^\circ \pm 0.5^\circ\text{C}$, observar a las 18-24 horas y hacer tinciones de Gram. En la Figura 3.27 se presenta una síntesis de los pasos de la prueba para determinar los coliformes totales.

-Tinción de Gram. La presencia de bacilos gram negativos, no esporulados, es una prueba complementaria positiva.

Los resultados se presentan en forma de quebrado, en donde el numerador es el número total de tubos positivos y el denominador, el total de tubos empleados en cada dilución. Por ejemplo: $3/3$, $2/3$, $1/3$ significa tres tubos positivos para la primera dilución (10 ml), dos tubos positivos para la segunda dilución (1ml) y un tubo positivo para la tercera dilución (0.1 ml), por cada dilución se emplearon tres tubos, o sea un total de 9. El NMP se puede estimar mediante la siguiente fórmula.

$$\text{NMP}/100 \text{ ml} = (\text{No. tub } [+]) \times 100 / \text{ (ml tub } [-] \times \text{ ml todos los tubos).}$$

TÉCNICAS DE DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES

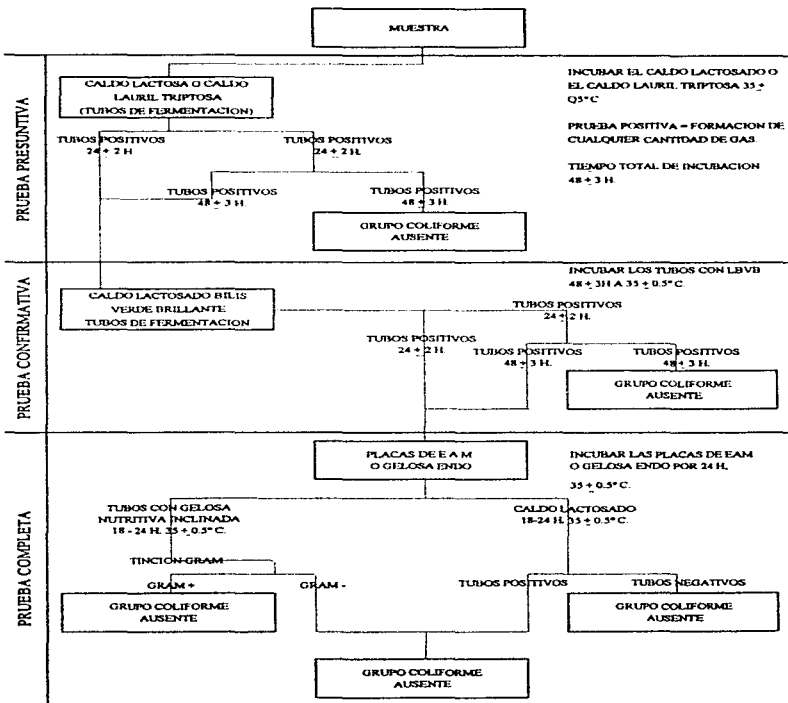
Técnica del medio EC.

-Medios de cultivo. Caldo lactosado o caldo lauril triptosa y medio EC.

Técnica:

-Prueba presuntiva. Sembrar directamente (10.1 y 0.1 ml) o transferir 1 ml de las diluciones apropiadas a los tubos de fermentación con caldo lactosado o caldo lauril triptosa e incubar a $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ por 24-48 horas.

FIGURA No. 3.27.- PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES



-Prueba confirmativa. De los tubos positivos (los que presentan producción de gas), inocular con un asa o aplicador de madera, a tubos de fermentación con medio EC. Incubar a $44.5 \pm 0.2^\circ\text{C}$ en baño maría por 24 ± 2 horas. Una prueba positiva será la producción de gas. En la Figura 3.28 se presenta un resumen para la determinación de coliformes fecales.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO).

-La demanda bioquímica de oxígeno de un agua negra o contaminada, es la cantidad de oxígeno requerido por la materia orgánica disuelta para su descomposición biológica en condiciones aerobias en un tiempo y a una temperatura determinada. El agua muy contaminada no contiene el oxígeno suficiente en solución para mantener condiciones aerobias durante la descomposición y autopurificación.

Esta prueba está basada en determinaciones sucesivas de OD y es una de las más importantes, ya que es la que cuantifica mejor la contaminación. Como la prueba de la DBO se basa en la cantidad de OD consumida por la materia orgánica, es natural que conforme pasa el tiempo se vaya consumiendo más oxígeno y agotando el que contiene el agua. La cantidad de OD conforme al tiempo, da como resultado como la que se muestra en la Figura 3.29

Se observa de las gráficas que la DBO varía tanto como el tiempo como la temperatura a la que se somete la prueba con la misma cantidad de materia orgánica, a mayor temperatura es más activa la descomposición y a menor temperatura la misma cantidad de materia orgánica se va descomponiendo más lentamente, consumiendo por tanto menor cantidad de oxígeno. Por eso es que se especifica para la prueba un tiempo y una temperatura fijos que son 5 días y 20°C respectivamente.

En la curva típica se marcan 2 etapas: la primera muestra como se satisface la DBO de la materia carbonácea y la segunda como tiene lugar la nitrificación. A 20°C la demanda de oxígeno de las bacterias nitrificantes comienza entre los 8 y 10 días, pasando el nitrógeno a la forma de amoníaco, ácido nitroso y ácido nítrico en cantidades que introducen serios errores en trabajos de DBO. Esta es una de las principales razones para la selección de un período de incubación a 5 días para la prueba regular.

La primera fase de la curva representa la descomposición de la materia orgánica carbonácea llamándose Primera Etapa o Carbonatación; la siguiente, donde continúa descomponiéndose principalmente la materia nitrogenada, se llama Segunda Etapa o Nitrificación.

La primera fase o etapa de la DBO se apega a una ley matemática exponencial en la que la velocidad de consumo de oxígeno en cualquier instante, es directamente proporcional a la cantidad de materia orgánica oxidable presente. En la segunda etapa, los organismos nitrificantes que se desarrollan son más difíciles de aislar y cultivar, de tal manera que la experiencia en laboratorio es escasa en relación a la primera etapa, la observación del consumo de oxígeno está sujeta a un mayor número de errores que la primera etapa.

FIGURA No. 3.28.- PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE COLIFORMES FECALES

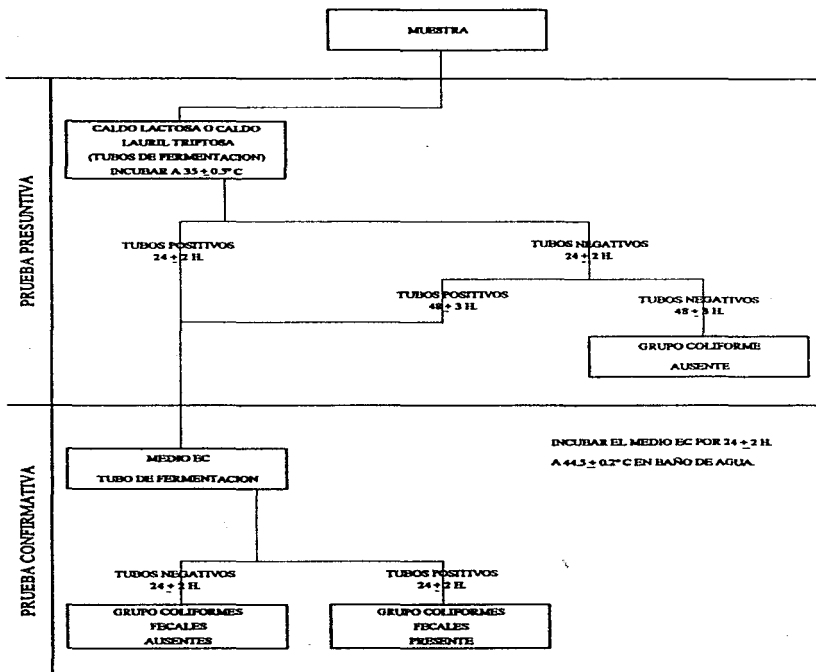
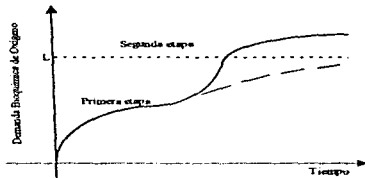


FIGURA No. 3.29
PROGRESO DE LA DBO



Las características químicas del agua, tal como los fosfatos y los cloruros, tienen un efecto muy pronunciado en el avance del proceso correspondiente a la segunda etapa.

La demanda de oxígeno de las aguas contaminadas tiene su origen en tres factores:

- Materiales orgánicos carbonosos que son usados como alimento por organismos aerobios.
- Materiales nitrogenados oxidables derivados de compuestos de nitritos, amoniaco y nitrógeno orgánico y que son usados como alimento por determinadas clases de bacterias.
- Compuestos químicos reductores como hierro ferroso, sulfitos y sulfuros que reaccionan con el oxígeno molecular disuelto.

Cuando se manejan aguas negras domésticas crudas o tratadas, la demanda de oxígeno se debe a la primera clase de organismos.

En cuanto a la primera etapa, si se considera que la cantidad de materia orgánica oxidable a cualquier tiempo y a temperatura constante es proporcional al consumo de oxígeno o lo que es lo mismo, a la cantidad de reacción de DBO, se puede expresar en forma diferencial de la siguiente manera:

$$-dc/dt=kc$$

c = concentración de materia orgánica oxidable al principio del intervalo t .

k = constante de proporcionalidad de la reacción.

Esta es una reacción de primer orden en donde la rapidez de reacción depende exclusivamente de la concentración de materia orgánica. Se ha visto que es más sencillo determinar la cantidad de oxígeno que se esta consumiendo en cierto momento, que conocer la cantidad de materia orgánica que se tiene véase la Figura 3.30 por lo tanto ya que se trata de un consumo (-) a partir del máximo (L)

$$-dL/dt=kl$$

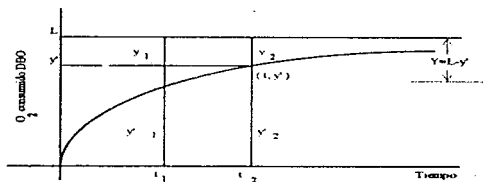
Que representa la proporción a la que es destruida la materia contaminante.

L = demanda máxima de oxígeno primera etapa, también denominada última etapa de oxígeno (DBO)_u.

Si y' es la cantidad de materia orgánica oxidada (representada en forma de DBO en un tiempo t , integrando la ecuación entre los límites $(1,y')$ y $(0,t)$, para conocer la cantidad de materia que existe, se tendrá:

$$\ln y' - \ln L = \ln(y'/L) = -kt$$

FIGURA No. 3.30
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO



$$(y/L) = e^{(-kt)}$$

$$y = L e^{(-kt)} \dots \dots \dots (1)$$

La cantidad de reacción que ha sido efectuada hasta el tiempo t será:

$$y = (L - y') \dots \dots \dots (2)$$

O cantidad que falta por oxidarse. Sustituyendo el valor de y' por $L e^{(-kt)}$, por lo tanto

$$y = L[1 - e^{(-kt)}] \dots \dots \dots (3)$$

Ecuación que indica la manera como es ejercida la DBO inicial y la DBO a cualquier tiempo t; también:

$$y = L[1 - 10^{(-kt)}] \dots \dots \dots (4)$$

$$k' = 0.4343 k$$

Para la evaluación de la DBO total de la primera etapa o sea L a partir de valores calculados de la DBO de 5 días, es necesario conocer el valor de la constante de rapidez de reacción k o k' , ya que varía con la naturaleza de la materia orgánica, con la habilidad de los organismos presentes para utilizarla y con la temperatura.

El valor de k así como el de L pueden ser evaluados por distintos métodos, partiendo de un conjunto de observaciones de la DBO a ciertos tiempos, que establecen la trayectoria de la reacción; entre éstos existen soluciones que van desde el empleo de monogramas hasta soluciones teóricas exactas.

La velocidad de reacción aumenta con la temperatura; una regla aproximada para los fenómenos químicos es que se duplica por cada aumento de 10°C.

Determinación.-

Si los desechos consistieran exclusivamente de aguas negras de tipo doméstico, la medición de la demanda de oxígeno se podría realizar por medio del Método Directo pero como los desechos son generalmente de naturaleza compleja, es necesario usar el Método de Dilución.

-Método Directo. El procedimiento consiste en tener la muestra a 20 °C y airearla cerca de la saturación. A dos frascos se les determina de inmediato su oxígeno disuelto y otros dos se pasan a incubación durante 5 días a 20 °C. Después de 5 días se les determina la cantidad de OD; la DBO es calculada por la diferencia de los dos valores así conocidos. Se usan dos frascos para sacar promedio y a veces 3, en caso de que los valores de las determinaciones sean muy distintos.

-Métodos de Dilución. Se agregan elementos nutrientes al agua de dilución en cantidades conocidas para que los organismos que van a descomponer la materia orgánica no mueran. Dependiendo del agua por analizar se usa un inóculo satisfactorio, para desechos industriales alimenticios, se usa el líquido sobrenadante de aguas negras domésticas que se han mantenido por 24 a 36 horas a 20 °C; para desechos industriales que contengan materia orgánica, se emplean inóculos cultivados en laboratorio o el agua de la misma corriente receptora tomada a unos 3 a 8 km aguas abajo del punto de descarga del desecho. Es suficiente con verter 2 ml de desechos por litro de agua de dilución, ésta puede tener una gama de pH de 6.5 a 8.5 y debe conservarse tan cerca de 20 °C como sea posible.

Para el control del agua de dilución se llenan 2 frascos para DBO con esta agua; uno de ellos se tapa y se incuba; al otro se le determina de inmediato el OD. Se usan soluciones testigo que sirven como referencia para todos los cálculos de la DBO.

3.3.2 PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

TIPOS DE MUESTRAS

En base al objetivo del estudio, características del cauce y tipo de agua, las muestras que se recolectan pueden ser:

-Muestra Simple. Es aquella muestra individual tomada en un corto periodo y de forma tal que el tiempo empleado en su extracción sea el transcurrido para completar el volumen necesario.

-Muestra Compuesta. Es la que resulta del mezclado de varias muestras simples.

En la mayor parte de las corrientes si las condiciones permanecen estables, es suficiente y adecuado recolectar muestras simples al centro de la corriente y a media profundidad.

En las corrientes, cuando se muestrea más de un punto en una estación, estos muestreos pueden combinarse a volúmenes iguales y formar una muestra compuesta. Los muestreos para determinaciones bacteriológicas de dos o más puntos de una misma estación pueden ser compuestas en el laboratorio.

En las descargas de aguas residuales, se considera adecuada la recolección de muestras simples a cada 2 horas y muestreos compuestos proporcionales al gasto por periodos de 8 horas o 24 horas.

MUESTRAS PARA ANÁLISIS EN EL LABORATORIO

Generalmente entre la colección de las muestras y su análisis en el laboratorio existe un intervalo de tiempo que puede ser de horas o días. Durante este tiempo, toman lugar reacciones físicas, químicas o bioquímicas que cambian las características de calidad del agua.

Para resolver este problema, es necesario preservar las muestras con la adición de preservativos químicos o bajando la temperatura para retardar dichas reacciones.

El intervalo de tiempo entre la colección de las muestras y su análisis en el laboratorio, es decir el tiempo real que se puede permitir transcurrir entre la toma de muestra y su análisis varía con el tipo de examen y carácter de la muestra.

Los volúmenes requeridos para:

Determinaciones de grasas es aproximadamente de un litro.

Para determinaciones bacteriológicas no menos de 125 ml.

En el Cuadro 3.12 se anotan los volúmenes requeridos de la muestra, tipo de recipiente preservativo y tiempo máximo de almacenamiento para los parámetros más usuales.

PREPARACIÓN DE LOS ENVASES

Los envases que se utilicen se procura que siempre reúnan las condiciones de limpieza requeridos. Generalmente la limpieza se debe realizar con mezcla crómica o con un buen detergente, cuidando de enjuagarlos bien.

Sin embargo, para algunos muestreos se prepararan los envases de acuerdo a las Técnicas de Métodos Estándares para Exámenes de Aguas de Desecho; por ejemplo para grasas y aceite, el frasco una vez limpio se debe enjuagar con un solvente y se seca al aire, para fosfatos, el frasco se enjuaga con agua acidulada caliente y posteriormente con agua destilada; para bacteriológicos, el frasco debe ser estéril, si las aguas de muestreo son cloradas, se añade al frasco antes de esterilizar, 0.1 ml de tiosulfato de sodio al 10% como decolorante.

Los frascos de muestreo deben ser de vidrio resistente o refractario, de boca ancha, preferentemente con tapones de cristal esmerilado, o bien, tapones de rosca de materiales que no produzcan compuestos tóxicos durante la esterilización.

Para evitar la acción bactericida del cloro residual, se utiliza el tiosulfato de sodio, el cual se aplica a los frascos limpios y secos antes de la esterilización en una cantidad que proporciona una concentración aproximada de 100 mg/l (se logra agregando 0.1 ml de solución de tiosulfato de sodio al 10 %). Esta cantidad es suficiente para neutralizar una muestra que contenga 15 mg/l de cloro residual.

Si las muestras contienen altas concentraciones de Cu o Zn u otros metales pesados, éstas se toman en frascos que contienen un agente quelante que reduce la toxicidad del metal. El ácido etil-diaminotetracético (EDTA) se considera un agente quelante satisfactorio, una concentración de 372 mg/l es adecuada.

CUADRO No. 3.12
EQUIPO PARA MUESTREO Y DETERMINACIONES DE CAMPO

EQUIPO	SE EMPLEA PARA
Medidor electrométrico o Mustrador Frasco Winkler de 300 ml Solución de sulfato manganoso Reactivo de Alcali-ioduro-nitrato Acido sulfúrico concentrado 4 pipetas de 5 ml graduadas Caja para reactivos Bureta de 25 ml * Soporte universal* Pinza para bureta * Pipeta volumétrica de 100 ml * Tiosulfato de sodio 0.025 N * Plasta con solución de almidón * Matraz Erlenmeyer de 250 ml * Pomacabrazero o equivalente Vaso de vidrio de 200 ml	Cloruro de azulelo
Conductímetro	Potencial hidrógeno Conductancia específica
Termómetro con cubierta metálica	Temperatura
Cedazo de 3 mm de diámetro libre cuadrado	Materia flotante
Cubeta de 3 x 12 l Molinetas con sacandillo y juego de vellos Cinta metálica Regla graduada	Ciervo
Mustrador Kummer o botella Van Dorn Mustrador bacteriológico Cable para los muestradores.	Muestreo a profundidad
Botella de plástico de 4 l Botella de plástico de 2 l	Muestras: Físico-químico (sin preservación), Físico-químico (con preservación) y metales.
Frascos de vidrio de 125 ml., estériles y con tapón esmerilado.	Bacteriológicos.
Botallas de vidrio de boca ancha de 1 l	Grasas y aceites y análisis específicos que requieren preservación.
Botallas de vidrio amber de 1 l con tapón esmerilado o de teflón	Plaguicidas
Preservativos específicos	
Embudo de plástico	Vaciado de muestras.
Agua desclorada	Limpieza de material.
Cinta adhesiva	Fijar tapones
Etiquetas	
Hojas de registro de campo.	Identificación de muestras y resultados de campo
Lápiz proveo o marcador.	Preservación
Hieleras	
Guanites, botas de hule y alcohol.	Higiene en el muestreo

NOTA: Esta lista excluye el equipo requerido para muestreos Biológicos.

* Se requiere para cuando se titule en el campo

El EDTA puede adicionarse al frasco de muestreo por separado antes de la esterilización (0.3 ml de una solución al 15% para un frasco de 120 ml) o puede combinarse con el tiosulfato de sodio antes de la adición.

LAVADO Y ESTERILIZADO DEL MATERIAL

Material de Vidrio o Plástico

Se limpian con un detergente adecuado y con agua caliente, los enjuagues con el agua caliente tienen por objeto remover todas las trazas de compuestos residuales de lavado, y se dan unos últimos enjuagues con agua caliente.

Ciertos agentes humectantes o detergentes usados en el lavado de material de vidrio o de plástico pueden contener sustancias bacteriostáticas o inhibidoras, que requieren de 6 a 12 enjuagues sucesivos para remover todas las trazas de la superficie del vidrio y aseguran que estén libres de residuos bacteriostáticos.

ESTERILIZACIÓN

El material de vidrio, excepto cuando se encuentra dentro de recipientes metálicos, debe esterilizarse en un tiempo no menor a una hora a temperaturas de 170°C. A menos que se conozca que la temperatura es uniforme, 160°C serán suficientes. El material de vidrio que se encuentre en recipientes metálicos deberá esterilizarse a 170°C por más de 2 horas.

Los frascos de vidrio para muestras pueden esterilizarse en la forma ya mencionada o en autoclave a 121°C por 15 minutos, colocándose previamente a la esterilización, si el tapón es esmerilado, una tira de papel entre el cuello y la tapa del frasco para evitar que la tapa se pegue con el calor; encima de la tapa, cubriendo a su vez el cuello del frasco, colocar un capuchón de papel de aluminio o papel kraft.

Las botellas de plástico que se deformen en la autoclave deben esterilizarse usando gas de óxido de etileno a bajas temperaturas.

3.4 PROGRAMACIÓN DE MUESTREO Y ANÁLISIS

Con respecto a los análisis de las muestras, estas se efectuaron de acuerdo a las técnicas recomendadas en las normas mexicanas.

Por cada estación se efectuaron los análisis de todos los parámetros mencionados.

Se empezó hacer el muestreo en el año en que se instalaban las estaciones de muestreo en el Cuadro 3.13, se enumeran las estaciones y los años en que se efectuaron los muestreos.

Como se aprecia en el Cuadro 3.13 los muestreos se empezaron a efectuar a partir de 1981 que fue cuando la CNA instaló su primera estación de muestreo. En los años siguientes se incrementó el número de estaciones debido al aumento en las descargas de aguas residuales. Para el año 1995 la CNA proporcionó únicamente los datos de dos bimestres de muestreo.

En general los muestreos se hicieron bimestralmente por cada año como se indica en el programa de muestreo por estación.

CUADRO 3.13 PERIODOS DE MUESTREO

Estación	Periodos de Muestreo
Canal Endho Descarga Termoeléctrica	de 1983 a 1995
Puente de la Ciudad de Alfayucan (RA-1)	de 1989 a 1995
Puente de la Ciudad de Ixmiquilpan	de 1983 a 1995
Puente Carr-Mixquiahuala-Chilcuatla	de 1983 a 1995
Km 0+00 Canal Endho	de 1983 a 1995
Puente Cruz Azul (RT-1)	de 1993 a 1995
Puente de la Ciudad de Tula de Allende	de 1983 a 1995
Puente Tepeji "El Salto"	de 1984 a 1995
Puente Carretero "El Refugio de Conejos"	de 1991 a 1995
Puente Tezontepec	de 1982 a 1995
Piscicola Tezontepec de Aldama	de 1982 a 1995
Obra de Toma Presa Vicente Aguirre	de 1984 a 1995
Obra de Toma Presa Rojo Gómez	de 1984 a 1995
Obra de Toma Presa Requena	de 1984 a 1995
Refinería de Tula PEMEX	de 1983 a 1995
Descarga del Emisor Central "El Salto"	de 1981 a 1995

Como vimos anteriormente el muestreo se empezó a efectuar a partir del año 1981 que fue cuando la CNA empezó a instalar su primera estación de muestreo, conforme fueron pasando los años se fueron incrementando las estaciones, debido al aumento en las descargas. (En el año 1995 la CNA nos proporcionó datos de dos bimestres de muestreo)

En general los muestreos se hicieron cada dos meses por cada año como lo indica en la siguiente programa:

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION CANAL ENDHO, DESCARGA TERMOELECTRICA (DCFE)**

ANO	MES	DIA	
1983	ENERO	23	
	MARZO	22	
	ABRIL	26	
	MAYO	24	
	JUNIO	21	
	JULIO	27	
	AGOSTO	23	
	SEPTIEMBRE	21	
	OCTUBRE	24	
	NOVIEMBRE	16	
			7
1984	ENERO	19	
	FEBRERO	21	
	MARZO	20	
	ABRIL	24	
	MAYO	23	
	JUNIO	19	
	JULIO	24	
	AGOSTO	19	
	AGOSTO	21	
	SEPTIEMBRE	18	
	OCTUBRE	26	
	NOVIEMBRE	26	
		4	
1985	MARZO	19	
	ABRIL	16	
	MAYO	12	
	MAYO	15	
	JUNIO	17	
	AGOSTO	14	
	SEPTIEMBRE	12	
	NOVIEMBRE	12	
	DICIEMBRE	03	
	1986	SEPTIEMBRE	29
NOVIEMBRE		28	
1987	MAYO	18	
	JUNIO	16	
	JULIO	07	
	AGOSTO	11	
	SEPTIEMBRE	09	
		06	
1988	MAYO	12	
	JUNIO	28	
	JULIO	23	
	AGOSTO	31	
	OCTUBRE	23	
	NOVIEMBRE	14	
1989	ABRIL	25	
	MAYO	24	
	JUNIO	30	
	JULIO	23	
	SEPTIEMBRE	01	
	SEPTIEMBRE	28	
	NOVIEMBRE	14	

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION CANAL ENDHO, DESCARGA TERMOELECTRICA (DCFE)**

AÑO	MES	DIAS
1990	JUNIO	13
	AGOSTO	31
	SEPTIEMBRE NOVIEMBRE	25 14
1991	ENERO	21
	ABRIL	15
	JUNIO	13
	AGOSTO OCTUBRE	25 09
1992	ENERO	12
	ABRIL	20
	JUNIO	25
	AGOSTO OCTUBRE	14 22
1993	MARZO	25
	MAYO	31
	AGOSTO	05
	OCTUBRE DICIEMBRE	08 09
1994	MAYO	18
	JULIO	14
1995	ENERO	08
	ABRIL	19

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACIÓN PUENTE DE LA CIUDAD DE ALFAYUCAN (RA-1)**

AÑO	MES	DIA
1989	ABRIL	25
	MAYO	24
	JUNIO	30
	JULIO	26
	AGOSTO	31
	SEPTIEMBRE	27
	OCTUBRE	25
	NOVIEMBRE	13
	NOVIEMBRE	14
1990	NOVIEMBRE	14
1991	FEBRERO	21
	ABRIL	15
	JUNIO	12
	AGOSTO	25
1993	OCTUBRE	09
	MARZO	24
	MAYO	31
	AGOSTO	05
	OCTUBRE	07
1994	DICIEMBRE	08
	MAYO	18
1995	JULIO	12
	FEBRERO	07
	ABRIL	18

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION PUENTE DE LA CIUDAD DE IXMIQUILPAN (RT-4)

AÑO	MES	DIA
1983	ENERO	25
	MARZO	22
	ABRIL	26
	MAYO	24
	JUNIO	21
	JULIO	27
	AGOSTO	23
	SEPTIEMBRE	19
	OCTUBRE	24
	NOVIEMBRE	14
	DICIEMBRE	05
	1984	ENERO
FEBRERO		20
MARZO		19
ABRIL		23
MAYO		22
JUNIO		18
JULIO		23
AGOSTO		20
OCTUBRE		24
NOVIEMBRE		23
DICIEMBRE		03
1985		ENERO
	FEBRERO	11
	MARZO	18
	ABRIL	15
	MAYO	13
	JUNIO	17
	JULIO	25
	AGOSTO	12
	SEPTIEMBRE	09
	NOVIEMBRE	11
	DICIEMBRE	02
	1986	SEPTIEMBRE
NOVIEMBRE		24
1987	MARZO	09
	ABRIL	28
	MAYO	12
	MAYO	18
	JUNIO	15
	JULIO	07
	SEPTIEMBRE	09
OCTUBRE	06	
1988	MARZO	24
	JUNIO	28
	JULIO	25
	AGOSTO	31
	OCTUBRE	25
NOVIEMBRE	14	

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACIÓN PUENTE DE LA CIUDAD DE IXMIQUILPAN (RT-4)

AÑO	MES	DÍA
1989	ABRIL	25
	MAYO	29
	JUNIO	30
	JULIO	26
	AGOSTO	31
	SEPTIEMBRE	27
	OCTUBRE	25
1990	NOVIEMBRE	13
	JUNIO	13
	SEPTIEMBRE	25
1991	NOVIEMBRE	14
	FEBRERO	21
	ABRIL	15
	JUNIO	12
	AGOSTO	25
1992	OCTUBRE	09
	FEBRERO	12
	ABRIL	20
	JUNIO	24
	AGOSTO	13
	OCTUBRE	21
1993	MARZO	24
	MAYO	31
	AGOSTO	05
	OCTUBRE	07
	DICIEMBRE	08
1994	MAYO	18
	JULIO	12
1995	FEBRERO	07
	ABRIL	18

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACIÓN
ESTACIÓN PUENTE CARRETERO MIXQUIAHUALA - CHILCUATLA (RT-3)

AÑO	MES	DÍA
1983	ENERO	25
	MARZO	22
	ABRIL	26
	MAYO	24
	JUNIO	21
	JULIO	27
	AGOSTO	23
	SEPTIEMBRE	19
	OCTUBRE	24
	NOVIEMBRE	14
	DICIEMBRE	05
	1984	ENERO
FEBRERO		20
MARZO		19
ABRIL		23
MAYO		22
JUNIO		19
JULIO		24
AGOSTO		21
SEPTIEMBRE		10
SEPTIEMBRE		16
OCTUBRE		26
NOVIEMBRE		26
DICIEMBRE	04	
1985	ENERO	15
	FEBRERO	12
	MARZO	19
	ABRIL	14
	MAYO	14
	JUNIO	18
	AGOSTO	12
	SEPTIEMBRE	10
	SEPTIEMBRE	19
	NOVIEMBRE	12
DICIEMBRE	04	
1986	OCTUBRE	13
	NOVIEMBRE	24
1987	MARZO	29
	ABRIL	27
	JUNIO	16
	JULIO	06
	AGOSTO	11
	SEPTIEMBRE	07
	OCTUBRE	07
	NOVIEMBRE	04
1988	MAYO	13
	JUNIO	29
	JULIO	26
	AGOSTO	30
	OCTUBRE	26
	NOVIEMBRE	15

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION PUENTE CARRETERO MIXQUIAHUALA - CHILCUATLA (RT-3)

AÑO	MES	DIA
1989	ABRIL	24
	MAYO	20
	JUNIO	13
	JULIO	23
	SEPTIEMBRE	01
	SEPTIEMBRE	28
	OCTUBRE	26
1990	NOVIEMBRE	14
	JUNIO	14
	AGOSTO	31
1991	SEPTIEMBRE	26
	NOVIEMBRE	14
	FEBRERO	21
	ABRIL	15
	JUNIO	13
1992	AGOSTO	23
	OCTUBRE	09
	FEBRERO	12
	ABRIL	21
	JUNIO	25
	AGOSTO	24
1994	OCTUBRE	22
	MARZO	24
	MARZO	23
	MAYO	31
	AGOSTO	05
	OCTUBRE	08
	DICIEMBRE	08
	MAYO	19
JULIO	14	
1995	FEBRERO	08
	ABRIL	19

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION KM 0+000 CANAL ENDDHO (SOT)

AÑO	MES	DIA	
1983	ENERO	25	
	MARZO	22	
	ABRIL	26	
	MAYO	24	
	JUNIO	21	
	JULIO	27	
	AGOSTO	24	
	OCTUBRE	24	
	NOVIEMBRE	15	
	DICIEMBRE	06	
	1984	ENERO	18
		FEBRERO	20
MARZO		19	
ABRIL		23	
MAYO		23	
JUNIO		16	
JULIO		23	
AGOSTO		20	
AGOSTO		21	
OCTUBRE		24	
NOVIEMBRE		23	
DICIEMBRE		03	
1985	ENERO	14	
	FEBRERO	11	
	MARZO	18	
	ABRIL	15	
	MAYO	13	
	JUNIO	17	
	AGOSTO	12	
	SEPTIEMBRE	09	
	NOVIEMBRE	11	
	DICIEMBRE	02	
	1986	SEPTIEMBRE	26
		OCTUBRE	13
NOVIEMBRE		26	
1987	MARZO	09	
	ABRIL	28	
	MAYO	18	
	JUNIO	15	
	JULIO	07	
	SEPTIEMBRE	09	
	OCTUBRE	06	
1988	MARZO	24	
	MAYO	12	
	JUNIO	28	
	JULIO	25	
	AGOSTO	31	
	OCTUBRE	25	
	NOVIEMBRE	14	
1989	ABRIL	25	
	MAYO	24	
	JUNIO	30	
	JULIO	18	
	JULIO	26	

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACIÓN

ESTACION KM 0+000 CANAL ENDHO (SOT)

AÑO	MES	DIA
1989	SEPTIEMBRE:	27
	OCTUBRE:	25
	OCTUBRE:	11
	NOVIEMBRE:	13
	NOVIEMBRE:	14
1990	NOVIEMBRE:	14
1991	FEBRERO:	21
	ABRIL:	15
	JUNIO:	12
	AGOSTO:	25
	OCTUBRE:	09
1992	FEBRERO:	12
	ABRIL:	20
	JUNIO:	24
	AGOSTO:	13
	OCTUBRE:	21
1993	MARZO:	24
	MAYO:	31
	AGOSTO:	05
	OCTUBRE:	07
	DICIEMBRE:	07
1994	MAYO:	18
	JULIO:	12
1995	FEBRERO:	07
	ABRIL:	18

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION PUENTE CRUZ AZUL (RT-1)

AÑO	MES	DIA
1983	ENERO	26
	MARZO	23
	ABRIL	27
	MAYO	25
	JUNIO	22
	JULIO	26
	AGOSTO	25
	SEPTIEMBRE	21
	OCTUBRE	25
	NOVIEMBRE	16
	DICIEMBRE	07
	1984	ENERO
FEBRERO		22
MARZO		22
ABRIL		25
MAYO		24
JUNIO		20
JULIO		25
AGOSTO		22
SEPTIEMBRE		19
OCTUBRE		26
NOVIEMBRE		29
DICIEMBRE		14
1985	ENERO	15
	ENERO	16
	ENERO	26
	FEBRERO	12
	FEBRERO	13
	MARZO	19
	MARZO	20
	ABRIL	16
	ABRIL	17
	ABRIL	27
	MAYO	14
	MAYO	15
JUNIO	18	
JUNIO	19	
AGOSTO	14	
AGOSTO	19	
SEPTIEMBRE	10	
SEPTIEMBRE	11	
NOVIEMBRE	13	
DICIEMBRE	04	
1986	SEPTIEMBRE	29
	NOVIEMBRE	28
1987	ABRIL	29
	MAYO	20
	JUNIO	17
	JULIO	08
	AGOSTO	12
	SEPTIEMBRE	09
	OCTUBRE	07
	NOVIEMBRE	26
DICIEMBRE	04	

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION

ESTACION PUENTE CRUZ AZUL (RT-1)

ANO	MES	DIA
1988	MAYO	13
	JUNIO	29
	JULIO	26
	AGOSTO	30
	OCTUBRE	26
1989	NOVIEMBRE	15
	ABRIL	24
	MAYO	23
	JULIO	18
	JULIO	25
1990	SEPTIEMBRE	01
	SEPTIEMBRE	28
	OCTUBRE	26
	NOVIEMBRE	14
	JUNIO	14
1991	AGOSTO	31
	SEPTIEMBRE	26
	FEBRERO	21
1992	ABRIL	16
	JUNIO	13
	AGOSTO	25
	OCTUBRE	09
1993	FEBRERO	12
	ABRIL	21
	JUNIO	24
	AGOSTO	13
	OCTUBRE	21
1994	MARZO	24
	MAYO	31
	AGOSTO	05
	OCTUBRE	07
1995	DICIEMBRE	08
	MAYO	19
1995	JULIO	12
	FEBRERO	07
	ABRIL	18

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACIÓN
ESTACION PUENTE DE LA CIUDAD DE TULA DE ALLENDE (RT-2)

AÑO	MES	DÍA
1983	ENERO	26
	MARZO	23
	ABRIL	27
	MAYO	25
	JUNIO	22
	JULIO	26
	AGOSTO	24
	OCTUBRE	25
	OCTUBRE	26
	NOVIEMBRE	15
	DICIEMBRE	06
	1984	ENERO
FEBRERO		21
MARZO		20
ABRIL		24
MAYO		23
JUNIO		20
JULIO		25
AGOSTO		22
SEPTIEMBRE		19
OCTUBRE		29
NOVIEMBRE		05
NOVIEMBRE		27
1985	ENERO	16
	FEBRERO	13
	MARZO	20
	ABRIL	19
	MAYO	14
	JUNIO	18
	AGOSTO	14
	SEPTIEMBRE	10
	NOVIEMBRE	12
	DICIEMBRE	03
1986	NOVIEMBRE	24
1987	ABRIL	27
	JUNIO	16
	JULIO	06
	AGOSTO	11
	SEPTIEMBRE	07
OCTUBRE	06	
1988	MARZO	24
	MAYO	12
	JUNIO	28
	JULIO	25
	AGOSTO	31
	OCTUBRE	25
	NOVIEMBRE	14
1989	ABRIL	25
	MAYO	24
	JUNIO	13
	JULIO	26
	AGOSTO	31
	SEPTIEMBRE	27
	OCTUBRE	25
NOVIEMBRE	13	

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION PUENTE DE LA CIUDAD DE TULA DE ALLENDE (RT-2)

AÑO	MES	DIA
1990	JUNIO	13
	AGOSTO	11
	SEPTIEMBRE	25
	NOVIEMBRE	14
1991	FEBRERO	21
	ABRIL	15
	JUNIO	12
	AGOSTO	25
1992	OCTUBRE	09
	FEBRERO	12
	ABRIL	20
	JUNIO	24
1993	AGOSTO	13
	OCTUBRE	21
	MARZO	24
	MAYO	11
1994	AGOSTO	05
	OCTUBRE	07
	DECEMBRE	08
	MAYO	18
1995	JULIO	12
	FEBRERO	07
	ABRIL	18

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION PUENTE TEPEJI - EL SALTO (RTE)**

AÑO	MES	DIA	
1984	FEBRERO	22	
	MARZO	22	
	ABRIL	25	
	MAYO	24	
	JUNIO	22	
	JULIO	27	
	AGOSTO	24	
	AGOSTO	24	
	SEPTIEMBRE	24	
	OCTUBRE	24	
	NOVIEMBRE	28	
	DICIEMBRE	04	
1985	ENERO	18	
	FEBRERO	15	
	MARZO	22	
	ABRIL	19	
	MAYO	15	
	JUNIO	19	
	AGOSTO	19	
	SEPTIEMBRE	11	
	NOVIEMBRE	13	
	DICIEMBRE	04	
	1986	SEPTIEMBRE	29
		NOVIEMBRE	28
1987	ABRIL	29	
	MAYO	20	
	JUNIO	17	
	JULIO	08	
	AGOSTO	12	
	SEPTIEMBRE	09	
	OCTUBRE	07	
	NOVIEMBRE	04	
1988	MARZO	24	
	MAYO	13	
	JUNIO	29	
	JULIO	26	
	AGOSTO	30	
	OCTUBRE	26	
NOVIEMBRE	15		
1989	ABRIL	24	
	MAYO	23	
	JUNIO	13	
	JULIO	23	
	SEPTIEMBRE	01	
	SEPTIEMBRE	28	
OCTUBRE	29		
NOVIEMBRE	14		
1990	JUNIO	14	
	AGOSTO	31	
	NOVIEMBRE	15	
1991	FEBRERO	21	
	ABRIL	16	
	JUNIO	13	
	AGOSTO	25	
	OCTUBRE	09	

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACIÓN
ESTACIÓN PUENTE TEPEJI - EL SALTO (RTE)

AÑO	MES	DÍA
1992	FEBRERO	13
	ABRIL	21
	JULIO	25
	AGOSTO	13
1993	OCTUBRE	21
	MARZO	24
	MAYO	11
	AGOSTO	05
1994	OCTUBRE	07
	DICIEMBRE	08
	MAYO	19
1995	JULIO	12
	FEBRERO	07
	ABRIL	18

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACIÓN
ESTACIÓN PUENTE CARRETERO EL REFUGIO DE CONEJOS**

AÑO	MES	DIA
1991	FEBRERO	21
	ABRIL	15
	JUNIO	12
	AGOSTO OCTUBRE:	23 09
1992	FEBRERO	12
	ABRIL	20
	JUNIO	25
	AGOSTO OCTUBRE:	14 22
1993	MARZO	25
	MAYO	31
	AGOSTO	05
	OCTUBRE DICIEMBRE:	08 09
1994	MAYO	19
	JULIO	14
1995	FEBRERO	07
	ABRIL	18

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACIÓN

ESTACIÓN PUENTE TEZONTEPEC (RS-2)

AÑO	MES	DÍA
1982	MARZO	22
1983	ENERO	25
	MARZO	22
	ABRIL	20
	MAYO	24
	JUNIO	21
	JULIO	27
	AGOSTO	23
	SEPTIEMBRE	19
	OCTUBRE	24
	NOVIEMBRE	14
DICIEMBRE	05	
1984	ENERO	17
	FEBRERO	20
	MARZO	19
	ABRIL	23
	MAYO	22
	JUNIO	19
	JULIO	18
	AUGUSTO	24
	SEPTIEMBRE	21
	OCTUBRE	18
	NOVIEMBRE	26
	DICIEMBRE	24
1985	ENERO	15
	FEBRERO	12
	MARZO	19
	ABRIL	16
	MAYO	14
	JUNIO	18
	AGOSTO	14
	SEPTIEMBRE	10
	NOVIEMBRE	12
	DICIEMBRE	03
	DICIEMBRE	04
1986	NOVIEMBRE	24
1987	ABRIL	27
	JUNIO	16
	JULIO	06
	JULIO	16
	AGOSTO	11
	SEPTIEMBRE	07
	OCTUBRE	07
NOVIEMBRE	04	
1988	MAYO	13
	JUNIO	29
	JULIO	26
	AGOSTO	30
	OCTUBRE	26
NOVIEMBRE	15	

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACIÓN
ESTACIÓN PUENTE TEZONTEPEC (RS-2)

AÑO	MES	DIA
1989	ABRIL	24
	MAYO	20
	JUNIO	13
	JULIO	25
	SEPTIEMBRE	01
	SEPTIEMBRE	28
	OCTUBRE	20
1990	NOVIEMBRE	14
	JUNIO	14
	AGOSTO	31
1991	SEPTIEMBRE	26
	FEBRERO	21
	ABRIL	16
	JUNIO	13
	AGOSTO	25
1992	OCTUBRE	09
	FEBRERO	13
	ABRIL	23
	JUNIO	25
	AGOSTO	14
1993	OCTUBRE	22
	MARZO	25
	MAYO	31
	AGOSTO	05
	OCTUBRE	08
1994	DICIEMBRE	09
	MAYO	19
	JULIO	14
1995	FEBRERO	07
	ABRIL	18

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION PISCICOLA TEZOTNEPEC DE ALDAMA (RT-2A)**

AÑO	MES	DIA
1982	MARZO	22
1983	ENERO	25
	MARZO	22
	ABRIL	26
	MAYO	24
	JUNIO	21
	JULIO	27
	AGOSTO	23
	SEPTIEMBRE	19
	OCTUBRE	24
	NOVIEMBRE	14
	DICIEMBRE	05
1984	ENERO	17
	FEBRERO	20
	MARZO	19
	ABRIL	23
	MAYO	22
	JUNIO	19
	JULIO	24
	AGOSTO	21
	SEPTIEMBRE	18
	OCTUBRE	26
	NOVIEMBRE	26
	DICIEMBRE	04
1985	ENERO	15
	FEBRERO	12
	MARZO	19
	ABRIL	16
	MAYO	14
	JUNIO	18
	AGOSTO	14
	SEPTIEMBRE	10
	OCTUBRE	12
		NOVIEMBRE
	DICIEMBRE	03
1986	NO HUBO MUESTREOS	
1987	ABRIL	27
	JUNIO	16
	JULIO	06
	AGOSTO	11
	SEPTIEMBRE	07
	OCTUBRE	07
	NOVIEMBRE	04
	NOVIEMBRE	24

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACIÓN
ESTACIÓN PISCÍCOLA TEZONTEPEC DE ALDAMA (RT-2A)**

AÑO	MES	DÍA
1988	MAYO	13
	JUNIO	26
	AGOSTO	30
	OCTUBRE	26
	NOVIEMBRE	04
1989	ABRIL	24
	MAYO	25
	JUNIO	13
	JULIO	25
	SEPTIEMBRE	01
1990	SEPTIEMBRE	28
	OCTUBRE	26
	NOVIEMBRE	14
	JUNIO	14
	AGOSTO	11
1991	NOVIEMBRE	15
	FEBRERO	21
	ABRIL	16
	JUNIO	13
	AGOSTO	25
1992	OCTUBRE	09
	FEBRERO	13
	ABRIL	21
	JUNIO	25
	AGOSTO	14
1993	OCTUBRE	22
	MARZO	25
	MAYO	31
	AGOSTO	05
	OCTUBRE	08
1994	DICIEMBRE	09
	MAYO	19
	JULIO	14
1995	FEBRERO	08
	ABRIL	19

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION OBRA DE TOMA PRESA VICENTE AGUIRRE (PVA)**

AÑO	MES	DIA
1984	JUNIO	18
	JULIO	23
	AGOSTO	20
	SEPTIEMBRE	24
	NOVIEMBRE	23
1985	DICIEMBRE	03
	ENERO	14
	FEBRERO	13
	MARZO	13
	MARZO	18
	ABRIL	15
1986	ABRIL	19
	MAYO	13
	JUNIO	17
	SEPTIEMBRE	26
	OCTUBRE	13
	NOVIEMBRE	26
1987	MARZO	09
	ABRIL	12
	MAYO	18
	JUNIO	15
	JULIO	07
	SEPTIEMBRE	08
	OCTUBRE	06
1988	NOVIEMBRE	23
	MARZO	24
	MAYO	12
	JUNIO	28
	JULIO	25
	AGOSTO	31
	OCTUBRE	25
1989	NOVIEMBRE	14
	ABRIL	24
	MAYO	24
	JUNIO	28
	JUNIO	30
	JULIO	26
	AGOSTO	31
1990	SEPTIEMBRE	27
	OCTUBRE	25
	NOVIEMBRE	13
	JUNIO	13
1990	JUNIO	13
	SEPTIEMBRE	25
	NOVIEMBRE	14

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION OBRA DE TOMA PRESA VICENTE AGUIRRE (PVA)

AÑO	MES	DIA
1991	FEBRERO	21
	ABRIL	15
	JUNIO	12
	AGOSTO	25
1992	OCTUBRE	09
	FEBRERO	12
	ABRIL	20
	JUNIO	24
1993	AGOSTO	13
	OCTUBRE	20
	MARZO	24
	MAYO	11
1994	AGOSTO	05
	OCTUBRE	07
	DICIEMBRE	08
	MAYO	18
1995	JUNIO	12
	FEBRER	07
	ABRIL	18

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (P.R.G.)**

AÑO	MES	DA
1984	MAYO	22
	JUNIO	18
	JULIO	23
	AGOSTO	20
	AGOSTO	20
	OCTUBRE	24
	NOVIEMBRE	23
1985	DICIEMBRE	03
	ENERO	14
	FEBRERO	11
	MARZO	18
	ABRIL	15
	MAYO	15
	JUNIO	17
1986	AGOSTO	12
	SEPTIEMBRE	09
	NOVIEMBRE	11
	DICIEMBRE	01
	DICIEMBRE	02
1986	SEPTIEMBRE	26
	OCTUBRE	13
	NOVIEMBRE	26
1987	MARZO	09
	ABRIL	28
	MAYO	18
	JUNIO	15
	SEPTIEMBRE	09
1988	OCTUBRE	06
	JUNIO	28
	JULIO	25
	AGOSTO	31
	OCTUBRE	25
1989	NOVIEMBRE	14
	ABRIL	25
	MAYO	24
	JUNIO	30
	JULIO	26
	AGOSTO	31
	SEPTIEMBRE	27
1990	OCTUBRE	25
	NOVIEMBRE	13
	JUNIO	13
1990	SEPTIEMBRE	25
	NOVIEMBRE	14
	FEBRERO	21
	ABRIL	15
1991	JUNIO	12
	AGOSTO	25
	OCTUBRE	09

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (P.R.)

AÑO	MESES	DIA
1992	FEBRERO	12
	ABRIL	20
	JUNIO	24
	AGOSTO	13
1993	OCTUBRE	21
	MARZO	24
1994	MAYO	11
	MAYO	18
	JULIO	12
1995	FEBRERO	07
	ABRIL	18

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION OBRA DE TOMA PRESA REQUENA (OTPR)**

AÑO	MES	DIA	
1984	FEBRERO	22	
	MARZO	22	
	ABRIL	25	
	MAYO	24	
	JUNIO	22	
	JULIO	27	
	AGOSTO	24	
	AGOSTO	24	
	SEPTIEMBRE	24	
	OCTUBRE	30	
1985	NOVIEMBRE	28	
	DICIEMBRE	07	
	ENERO	18	
	FEBRERO	15	
	MARZO	22	
	ABRIL	19	
	MAYO	15	
	JUNIO	19	
	AGOSTO	19	
	SEPTIEMBRE	11	
1986	NOVIEMBRE	13	
	SEPTIEMBRE	29	
	NOVIEMBRE	28	
	1987	SEPTIEMBRE	29
		NOVIEMBRE	28
		ABRIL	29
		MAYO	20
		JUNIO	17
		JULIO	08
		AGOSTO	12
SEPTIEMBRE		09	
1988	OCTUBRE	07	
	NOVIEMBRE	04	
	MARZO	24	
	MAYO	13	
	JUNIO	29	
	JULIO	26	
	AGOSTO	30	
	OCTUBRE	26	
1989	NOVIEMBRE	15	
	ABRIL	24	
	MAYO	23	
	JUNIO	13	
	JULIO	23	
	AGOSTO	26	
	OCTUBRE	26	
	NOVIEMBRE	14	
1990	JUNIO	14	
	AGOSTO	31	
	NOVIEMBRE	15	

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION OBRA DE TOMA PRESA REQUENA (OTPR)**

AÑO	MES	DIA
1991	FEBRERO	21
	ABRIL	16
	JUNIO	13
	AGOSTO	25
1992	OCTUBRE	09
	DICIEMBRE	11
	FEBRERO	13
	ABRIL	21
1993	JUNIO	24
	AGOSTO	13
	OCTUBRE	21
	MARZO	24
1994	MAYO	31
	AGOSTO	05
	OCTUBRE	07
	DICIEMBRE	08
1994	MAYO	19
	JULIO	12

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION DESCARGA REFINERIA TULA PEMEX (OPM)

AÑO	MES	DIA	
1983	ENERO	26	
	MARZO	23	
	ABRIL	27	
	MAYO	25	
	JUNIO	22	
	JULIO	26	
	AGOSTO	24	
	SEPTIEMBRE	25	
	OCTUBRE	15	
	NOVIEMBRE	16	
	1984	ENERO	10
		ENERO	18
FEBRERO		21	
MARZO		20	
ABRIL		24	
MAYO		23	
JUNIO		20	
JULIO		25	
AGOSTO		22	
AGOSTO		22	
SEPTIEMBRE		19	
OCTUBRE		29	
NOVIEMBRE		05	
NOVIEMBRE		27	
1985	ENERO	16	
	FEBRERO	13	
	MARZO	20	
	ABRIL	17	
	MAYO	04	
	MAYO	14	
	JUNIO	18	
	JUNIO	22	
	AGOSTO	14	
	SEPTIEMBRE	10	
	NOVIEMBRE	12	
	DICIEMBRE	03	
	AGOSTO	26	
	NOVIEMBRE	24	
1996	NO HUBO MUESTREO		
1987	JUNIO	16	
	JULIO	06	
	AGOSTO	11	
	SEPTIEMBRE	07	
	OCTUBRE	06	
NOVIEMBRE	04		
1988	MARZO	24	
	MAYO	12	
	JUNIO	28	
	JULIO	25	
	AGOSTO	31	
	OCTUBRE	25	
NOVIEMBRE	14		

**PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION DESCARGA REFINERIA TULA PEMEX (OPM)**

AÑO	MES	DIA
1989	MAYO	24
	JUNIO	13
	JULIO	26
	AGOSTO	31
	OCTUBRE	25
1990	NOVIEMBRE	11
	JUNIO	13
	AGOSTO	31
	NOVIEMBRE	14
1991	FEBRERO	21
	ABRIL	15
	JUNIO	12
	AGOSTO	25
1992	OCTUBRE	09
	FEBRERO	12
	ABRIL	20
	JUNIO	24
1993	AGOSTO	13
	OCTUBRE	21
	MARZO	24
	MAYO	31
1994	AGOSTO	05
	OCTUBRE	07
	DICIEMBRE	08
	MAYO	18
1995	JULIO	12
	FEBRERO	07
	ABRIL	18

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

AÑO	MES	DIA	
1981	ENERO	15	
	ENERO	29	
	FEBRERO	26	
	MARZO	26	
	ABRIL	23	
	MAYO	28	
	JUNIO	26	
	JULIO	30	
	AGOSTO	27	
	SEPTIEMBRE	24	
	OCTUBRE	24	
	NOVIEMBRE	04	
1982	ENERO	20	
	ENERO	27	
	MARZO	24	
	MAYO	21	
	JUNIO	23	
	JULIO	21	
	AGOSTO	22	
	OCTUBRE	25	
	1983	ENERO	26
		MARZO	23
ABRIL		27	
MAYO		25	
JUNIO		22	
JULIO		26	
AGOSTO		25	
SEPTIEMBRE		21	
OCTUBRE		25	
NOVIEMBRE		16	
DICIEMBRE	07		
1984	ENERO	19	
	FEBRERO	22	
	MARZO	22	
	ABRIL	25	
	MAYO	24	
	JUNIO	24	
	JULIO	22	
	AGOSTO	24	
	AGOSTO	24	
	SEPTIEMBRE	24	
	OCTUBRE	30	
	NOVIEMBRE	28	
DICIEMBRE	07		
1985	ENERO	18	
	FEBRERO	18	
	MARZO	22	
	ABRIL	19	
	MAYO	18	
	JUNIO	19	
	AGOSTO	09	
	AGOSTO	09	
	AGOSTO	12	
	SEPTIEMBRE	19	
	SEPTIEMBRE	09	
	SEPTIEMBRE	11	
SEPTIEMBRE	19		
NOVIEMBRE	11		

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACION
ESTACION DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

AÑO	MES	DIA
1985	NOVIEMBRE	01
	DICIEMBRE	02
	DICIEMBRE	04
1986	SEPTIEMBRE	26
	SEPTIEMBRE	26
	OCTUBRE	13
	NOVIEMBRE	26
1987	MARZO	09
	ABRIL	28
	ABRIL	29
	MAYO	18
	MAYO	20
	JUNIO	15
	JUNIO	17
	JULIO	07
	JULIO	08
	AGOSTO	12
	SEPTIEMBRE	08
	SEPTIEMBRE	09
	OCTUBRE	06
	OCTUBRE	07
NOVIEMBRE	04	
1988	ENERO	25
	MARZO	24
	MAYO	12
	MAYO	13
	JUNIO	28
	JUNIO	29
	JULIO	25
	JULIO	26
	AGOSTO	26
	AGOSTO	30
	AGOSTO	31
	OCTUBRE	25
	OCTUBRE	26
	NOVIEMBRE	14
NOVIEMBRE	15	
1989	ABRIL	24
	MAYO	25
	JUNIO	13
	JULIO	25
	SEPTIEMBRE	01
	SEPTIEMBRE	27
	SEPTIEMBRE	28
	OCTUBRE	26
NOVIEMBRE	22	
1990	JUNIO	14
	AGOSTO	31
	SEPTIEMBRE	26
	NOVIEMBRE	15
1991	FEBRERO	21
	ABRIL	16
	JUNIO	13
	AGOSTO	25
	OCTUBRE	09

PROGRAMA DE MUESTREO POR CADA ESTACIÓN
ESTACIÓN DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

AÑO	MES	DÍA
1992	FEBRERO	14
	ABRIL	21
	JUNIO	24
	OCTUBRE	21
1993	MARZO	24
	MAYO	31
	AGOSTO	05
	OCTUBRE	07
1994	DICIEMBRE	08
	MAYO	19
1995	JULIO	12
	FEBRERO	07
	ABRIL	18

4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.1 Almacenamiento de la Información

Considerando que estamos estudiando 16 estaciones en las que se tomaron en promedio 6 muestras por año y 44 parámetros por muestra, se generaron aproximadamente de 54,912 datos, por lo tanto fue necesario el uso de sistemas de cómputo para almacenamiento y procesamiento de la información.

A este respecto y dadas las facilidades que presenta el uso de paquetes que manejan hojas de cálculo y bases de datos, se determinó que la captura y procesamiento de la información se llevará a cabo en el paquete EXCEL 4.

4.1.2 Estadística Básica para el Análisis de Resultados.

El procesamiento de los resultados de los muestreos fué dirigido hacia el cálculo de los valores promedio en las concentraciones detectadas para los diferentes parámetros analizados, con el objetivo de comparar dichos valores promedio con las normas o criterios respectivos y determinar cuáles y en que magnitud sobrepasan los límites máximos permisibles.

A este respecto se estimó suficiente el llevar a cabo un análisis estadístico básico, que permitiera contar con los parámetros suficientes que facilitaran la determinación de la calidad del agua muestreada.

Estadística Básica.-

Se determinó que la estadística básica incluyera lo siguiente:

-Número total de datos (muestras). Es un conteo simple de los datos de cada uno de los sitios muestreados, por estación, por parámetro y por año.

-Valor mínimo (Vmin). Corresponde al valor mínimo detectado entre la serie de valores. Además de la información que proporciona, este concepto permite identificar valores mínimos que pudieran escapar a la revisión general.

-Valor Máximo (Vmáx). Corresponde al valor máximo detectado de entre la serie de valores. Además de la información que proporciona, este concepto permite identificar valores máximos que pudieran escapar a la revisión general.

-Media (X). Es el valor promedio de los valores numéricos obtenidos en el muestreo.

-Desviación estándar (S). Este dato es la estadística más importante del procesamiento, ya que muestra una medida relativa de las desviaciones que tuvieron los datos con respecto a la media.

-Coeficientes de variación (S/X) Este parámetro es un indicador estándar del porcentaje de variación de los valores de la muestra de datos, con respecto a la desviación estándar

Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

Media

$$X = (X_1 + X_2 + X_3 \dots X_n) / n$$

$$X = \text{Media}$$

$$X_1, X_2, X_3 \dots X_n = \text{Valores Obtenidos de una Muestra}$$

$$n = \text{Tamaño de la muestra}$$

Desviación Estandar

$$S = [\text{SUM}(X_i - X)^2 / (n)]^{1/2}$$

4.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.2.1 Criterios y Normas de Calidad

El agua es uno de los elementos esenciales en la vida del hombre y su presencia es y ha sido fundamental para el desarrollo de comunidades, ciudades y centros industriales y de recreación, de ahí la importancia que merece actualmente su conservación en cantidad y calidad para abastecer a quienes la demandan, cumpliendo con ciertas características que la hagan apta para determinados usos sin causar ningún riesgo a la industria, agricultura, fauna y, principalmente, a la salud humana.

Para que los abastecimientos de agua reúnan los requisitos de calidad físico-química y bacteriológica, es necesario guiarse por normas elaboradas con base en condiciones ambientales, socioeconómicas y culturales existentes. La norma nos marca el límite de un objetivo a alcanzar, para que el agua tenga características que la consideren como de excelente calidad para un uso determinado.

La concentración máxima permisible será el límite a partir del cual la calidad disminuye y puede provocar un rechazo por parte del consumidor. Cantidades mayores de sustancias a tolerar

pueden poner en peligro la salud, por lo que es importante establecer a partir de que punto al agua se le debe considerar impropia para uso potable y proponer un rango aceptable en términos cuantitativos.

En México, la autoridad encargada para la emisión de normas y criterios de calidad de agua para consumo humano es la Secretaría de Salud. A esta dependencia del Ejecutivo Federal se debe la elaboración del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, que entró en vigor el 19 de enero de 1988. En el Título Tercero, Capítulo I del Reglamento mencionado, se define como agua potable toda aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud. Asimismo se establecen las características físicas, químicas y bacteriológicas que deberán satisfacer las aguas que se destinen a consumo humano. Al respecto, las sustancias que se enlistan, en el artículo 213 del Reglamento pueden modificar considerablemente las propiedades, efectos y usos de la misma. Así por ejemplo, el exceso de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio, produce incrustaciones en tuberías y causan la dureza en el agua que, entre otros inconvenientes, obliga a consumos elevados de jabón.

El exceso de sales (cloruro y sulfatos) produce sabor desagradable y limita su uso. Sin embargo, hay poblaciones que consumen agua con 2000 mg/l, que actuarían como laxante en personas no acostumbradas a ingerir tales cantidades.

El hierro colorea el agua, le da un sabor desagradable y se incrusta en las tuberías.

Los nitratos arriba de 50 mg/l, pueden producir alteraciones de la sangre en niños de corta edad (metahemoglobinemia o síndrome del niño azul).

Pese a que el derogado "Reglamento Federal sobre Obras de Provisión de Agua Potable" estuvo vigente durante 35 años sin algún cambio en este lapso, se puede decir que eran normas conservadoras, pero suficientemente buenas para controlar la potabilidad de las aguas. Sin embargo, la autoridad sanitaria establece las normas de calidad del agua para uso y consumo humano de acuerdo con el avance tecnológico del país y, si en 1953 se podía hablar de la existencia de fuentes de contaminación natural, en la actualidad éstas son considerablemente menos importantes que las fuentes de contaminación artificial. Por esta razón, aunque en el nuevo reglamento se mantienen los mismos límites para muchas sustancias, otros se han hecho menos estrictos e, inclusive, se ha puesto un límite para sustancias no contempladas antiguamente.

En cuanto a los niveles máximos de contaminación por sustancias inorgánicas, se han incluido el bario, cadmio y mercurio.

En cuanto al bario, causa serios efectos letales sobre el corazón, vasos sanguíneos y nervios; la dosis letal de esta sustancia está entre 550 y 660 mg/l. Se encuentra presente en forma natural en manantiales minerales como sales de carbonato y artificialmente en veneno para ratas. No se han hecho estudios de las cantidades que pueden tolerarse en agua de bebida. El nuevo Reglamento contempla 1 mg/l (límite umbral en el aire) y es el mismo criterio de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos de Norteamérica.

El cadmio es altamente tóxico; 13 a 15 mg/l en alimentos causan enfermedad, pues se acumula en los tejidos, provocando alteraciones en el metabolismo y anemia. En altas dosis afecta las arterias renales. Personas que han bebido agua con un contenido promedio de 0.047 mg/l por un largo periodo no han mostrado efectos de enfermedad. Se origina en las descargas sin control de las plantas de galvanoplastia o por operaciones de galvanizado; también la corrosión de tuberías galvanizadas puede aportarlo. El nuevo Reglamento establece un límite de 0.005 mg/l, bastante estricto en comparación con el criterio de la EPA 0.01 mg/l.

Los fluoruros arriba de 1.5 mg/l suelen provocar la aparición de manchas oscuras en los dientes y su ausencia predispone la caries dental.

La turbiedad es objetable por su apariencia y también porque las sustancias que la producen crean problemas en el lavado de ropa, en la fabricación de hielo y de refresco o en otros usos, además de que reducen la efectividad del desinfectante durante el tratamiento.

Sustancias como el plomo, el arsénico y el cromo pueden ser tóxicas.

Por estas razones, la Secretaría de Salud ha fijado las cantidades máximas aceptables de las sustancias que pueden contener el agua para ser considerada potable las cuales se presentan en el siguiente resumen:

"REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD EN MATERIA DE CONTROL SANITARIO DE ACTIVIDADES, ESTABLECIMIENTOS, PRODUCTOS Y SERVICIOS"

TITULO TERCERO

Agua y hielo para uso y consumo humano para refrigerar.

CAPITULO I

AGUA

ARTICULO 209. - Se considera agua potable o apta para consumo humano, toda aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud.

Se considera que no causa efectos nocivos a la salud, cuando se encuentra libre de gérmenes patógenos y de sustancias tóxicas, y cumpla, además con los requisitos que se señalan en este título y en la norma correspondiente.

ARTICULO 210.- Para considerar que el agua es potable, la investigación bacteriológica se realizará de acuerdo a las normas respectivas y deberá dar como resultado lo siguiente:

I. El número de organismos coliformes totales, deberá ser, como máximo de 2 organismos en 100 ml, según las técnicas del número más probable (NMP) o de la de filtro de membrana, y

II. No conterdrá organismos fecales.

Aparte de lo anterior, se podrán realizar, a satisfacción de las autoridades sanitarias todas las pruebas que se consideren necesarias, a fin de identificar otros riesgos a la salud.

ARTICULO 211.- Los requisitos organolépticos y físicos, se establecerán atendiendo a las siguientes características: pH, sabor, color, turbiedad del agua y en su caso, los demás que señale la norma.

ARTICULO 212.- Se considera que el agua es potable, en lo relativo a las características organolépticas y físicas, cuando se encuentre dentro de los límites siguientes:

I. Aspecto líquido;

II. pH: 6.9 a 8.5

III. Sabor: Característico

IV. Olor: Característico

V. Color: Hasta 20 unidades de escala de platino cobalto, o su equivalente en otro método y

VI. Turbiedad: Hasta 10 unidades de la escala sílice, o su equivalente de otro método.

ARTICULO 213 -El contenido, expresado en miligramos por litro, de elementos, iones y sustancias, no excederá los límites permisibles que a continuación se expresan

Parámetro	Límite permisible (mg/l)
Alcalinidad Total (CaCO ₃)	400
Aluminio	0.02
Arsénico	0.05
Bario	1.00
Cadmio	0.005
Cianuro	0.05
Cobre	1.5
Cloro Libre: En agua clorada	0.20
Cloro libre: En agua sobre clorada	1.0
Dureza de calcio (CaCO ₃)	300
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Hierro	0.30
Fluoruro	1.50
Magnesio	125
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitrato	5.00
Nitrito	0.05
Nitrógeno proteico	0.10
Oxígeno disuelto	3
Plomo	0.05
Selenio	0.05
Sulfato	250
Zinc	5
SAAM	0.5
ECC (Extractables Carbón-Iodoformo)	0.3
ECA (Extractables Carbón-Alcohol)	1.5

Los demás que señale la norma correspondiente.

Por otro lado, el 13 de diciembre de 1989 fueron publicados en el Diario Oficial de la Federación, los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, los cuales establecen los límites máximos permisibles con los que debe cumplir el agua para determinados usos. Dentro de estos usos, se encuentra el agua para consumo humano y para riego agrícola.

De manera semejante y considerando que las aguas residuales de origen municipal sin tratamiento o mezcladas, son utilizadas en gran proporción para el riego agrícola y para prevenir el

deterioro ecológico y asegurar una calidad de agua satisfactoria para el bienestar de la población, entró en vigor en septiembre de 1996 NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales.

A continuación se presentan los límites máximos permisibles que establecen los Criterios de Calidad del Agua.

Parámetro	Fuente de Abastecimiento de Agua Potable	Riego Agrícola
Calcio	----	----
Magnesio	----	----
Sodio	----	----
Potasio	----	----
Dureza Total	----	----
Alcalinidad	400	----
Arsénico	0.05	0.1
Cloruros	250	147.5
Boro	1.0	0.7 (II)
Sulfatos	500	130.0
Cromo	----	----
Cromo Hexavalente	0.05	1.0
Plomo	0.05	5.0
Niquel	0.01	0.20
Zinc	5.0	2.0
Mercurio	0.001	----
Selenio	0.01	0.02
Cadmio	0.01	0.01
Aluminio	0.02	5.0
Bario	1.0	----
Cianuro	0.02	0.02
Cobre	1.0	0.2
Extractables carbón	----	----
Cloroformo	----	----
Extractables carbón Alcohol	----	----
Fenoles	0.3	----
Hierro	0.3	5.0
Manganeso	0.1	----
Temp (°C) Agua Condiciones Naturales	más 2.5	----
Color (esc Pt-Co)	75	----

Parámetro	Fuente de Abastecimiento de Agua Potable	Riego Agrícola
Olor	Ausencia	----
Sabor	Característico	----
pH	5-9	4.5-9
Conductividad	----	----
Oxígeno Disuelto	4 00	----
DBO-5	----	----
DQO	----	----
Sólidos Totales	1000	----
Sólidos Disueltos Totales	500	500
Sólidos Suspendidos Totales	500	50 (1)
Grasas y Aceites	Ausencia	----
SAAM (detergentes)	0.5	----
N de Nitratos	5	----
N de nitritos	0.05	----
N Amoniacal	----	----
N Total	----	----
Fluoruros	1.5	1.0
Fosfatos Totales Como PO-4 (3-) 0.1	----	----
Turbiedad Unidades Escala de Silice	Condiciones Naturales	----
Coliformes Totales	----	----
Coliformes Fecales	----	1000

(I) Cultivos sensibles 500-1000 mg/l; Cultivos con manejo especial 1000-2000; Cultivos tolerantes en suelos permeables 2000-5000 para frutas sensibles RAS Relación de Absorción de Sodio₄; para forrajes RAS 8-18.

(II) Cultivos sensibles al Boro, un máximo de 0.75 mg/l, Otros hasta 3 mg/l.

**NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM-001-ECOL-1996**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales:

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BASICOS

PARAMETROS	RIOS USO RIEGO AGRICOLA		EMBALSES NATURALES USO RIEGO AGRICOLA		SUELO USO RIEGO AGRICOLA	
	PM	PD	PM	PD	PM	PD
(miligramos por litro excepto cuando se es- pecifica)						
Temperatura (°C)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Grasas y aceites	15	25	15	25	15	25
Materia flotante	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos Sedimentables (ml / l)	1	2	1	2	1	2
Sólidos Suspendedos Totales	100	175	75	125	N.A.	N.A.
Demanda Bioquímica de Oxígeno T	100	200	75	150	N.A.	N.A.
Nitrogeno Total Kjeldahl	15	25	15	25	N.A.	N.A.
Fósforo Total	10	20	10	20	N.A.	N.A.

NOTAS.

N.A. NO ES APLICABLE.
P.D. PROMEDIO DIARIO
P.M. PROMEDIO MENSUAL

La Comisión Nacional del Agua podrá fijar condiciones particulares de descarga a cuerpos receptores, de manera individual o colectiva, que establezcan lo siguiente:

- 1) Nuevos límites máximos permisibles de descarga de contaminantes.
- 2) Límites máximos permisibles para parámetros adicionales a los contemplados en la NOM-001-ecol-1996.

Para las descargas a vertidos a suelo (uso en riego agrícola) el límite máximo permisible de huevos helmintos para riego restringido es de cinco por litro, para riego irrestricto es de uno por litro.

La CNA hace una comparación de los criterios de calidad de aguas para riego de productos que se consumen crudos (Cuadro 4.1) y de productos que se consumen cocidos o procesados (Cuadro 4.2). Se observa en general que son prácticamente los mismos en ambos casos con excepción que en lo relativo a los criterios de DBO, coliformes fecales y turbiedad, resalta mucho más restrictivos en el primero que en el segundo. Este hecho sin duda está sustentado en la recomendación de la Organización Mundial de la Salud, la cual señala que para riego de productos alimenticios necesariamente se suministre al agua residual, un tratamiento secundario seguido de filtración y desinfección.

Tomando en cuenta que los parámetros salinidad, boro y relación de absorción del sodio (RAS) son de gran importancia, dependiendo del tipo de cultivo, Los Cuadros 4.3. y 4.4. se muestran los límites recomendados de la calidad del agua para estos parámetros.

4.2.2 Análisis y discusión de los resultados.

Unidades que se utilizan en los parámetros seleccionados

Parámetro	Unidad
Ácidos Totales	mg/l.
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg/l.
Alcalinidad Total	mg/l.
Bicarbonato	mg/l.
Boro Solución	mg/l.
Carbonato	mg/l.
Cloruros	mg/l.
Coliformes Fecales	nmp/100 ml.
Coliformes Totales	nmp/100 ml.
Color aparente	platino-cobalto
Conductividad Específica	mho/cm.
DBO5	mg/l.
DQO	mg/l.
Dureza Calcio	mg/l.
Dureza Total	mg/l.
Estreptococos Fecales	nmp/100 ml.
Fenoles	mg/l.

Parámetro	Unidad
Fluoruro Disuelto	mg/l.
Fosfato Solución	mg/l.
Grasas y Aceites	mg/l.
Nitrog. Amoniaca	mg/l.
Nitrog. Nitro	mg/l.
Nitrog. Nitritos	mg/l.
Nitrog. Organico	mg/l.
Nitrog. Total	mg/l.
Orto Fosfato	mg/l.
Oxigeno Disuelto	mg/l.
pH (in situ)	unidad pH.
pH (laboratorio)	unidad pH.
Potacio Solución	mg/l.
Sodio Solución	mg/l.
SDF	mg/l.
SDT	mg/l.
SDV	mg/l.
Solidos Sedimentales	mg/l.
SSF	mg/l.
SST	mg/l.
SSV	mg/l.
Solidos Totales	mg/l.
Solidos Totales Fijos	mg/l.
Solidos Totales Volátiles	mg/l.
Sulfatos Disueltos	mg/l.
SAAM	mg/l.
Temperatura Ambiental	°C.
Temperatura Agua	°C.
Turbiedad	UTN.

Cuadro 4.1

**CRITERIOS DE CALIDAD PARA AGUAS DE RIEGO
AGRÍCOLA - PRODUCTOS QUE SE CONSUMEN CRUDOS
(en mg/l salvo que se indique de otra forma)**

Parámetro		Criterios de Calidad	
		Uso Continuo	Uso Ocasional
Aluminio	En suelos ácidos reduce la productividad, en suelos con pH > 5.5 se precipita y se elimina la toxicidad	5.00	20.00
Arsénico	Su toxicidad varía de 0.05 mg/l para el arroz hasta 12 mg/l para el pasto tipo Sudán	10	2.00
Coliformes fecales		10 NMP/100 ml	
Demanda Bioquímica de Oxígeno		20	
Sólidos Suspendedos Totales		20	
Turbiedad (UT)		10	
Berilio	Su toxicidad varía desde 0.5 mg/l para ciertos tipos de frijol hasta 5 mg/l para ciertas coles	10	05
Boro	Esencial para el crecimiento de las plantas, dosis óptimas en un rango de décimas de mg/l, tóxicas a niveles de 1 mg/l para ciertas plantas como los cítricos	1.00 (1)	2.00
Cadmio	Tóxico para nabos, betabels y frijoles en concentraciones hasta de 0.1 mg/l, se recomienda su control cuidadoso	01	05
Cromo	Generalmente no se considera elemento esencial para el crecimiento de las plantas, poca información sobre su toxicidad	01	1.00
Cobalto	Tóxico para tomates en concentración de 0.1 mg/l. Tiende a ser inactivo en suelos alcalinos	20	5.00
Cobre	Tóxico para numerosas plantas en concentraciones de 0.1 a 1.0 mg/l	20	5.00
Fluoruros	Inactivo en suelos neutros y alcalinos.	2.00	15.00
Hierro	No tóxico en suelos aireados, pero puede contribuir a la acidificación de los suelos y a la pérdida de fósforo y molibdeno esenciales para las plantas	5.00	20.00
Plomo	En concentraciones arriba de las recomendadas inhibe el crecimiento de las plantas.	5.00	10.00

Cuadro 4.1
CRITERIOS DE CALIDAD PARA AGUAS DE RIEGO
AGRICOLA - PRODUCTOS QUE SE CONSUMEN CRUDOS
 (en mg/l salvo que se indique de otra forma)

Parámetro		Criterios de Calidad	
		Uso Continuo	Uso Ocasional
Litio	Tolerado por la mayor parte de los cultivos hasta 5 mg/l, excepto cítricos para los cuales se recomienda concentraciones máximas de 0.075 mg/l, alta movilidad en el suelo	2.5 (2)	2.50
Manganeso	Toxico para muchos cultivos en suelos ácidos, en concentraciones de unas décimas a unos mg/l	20	10.00
Molibdeno	Sin ser toxico a las plantas, en concentraciones excesivas puede ser toxico para el ganado alimentado con forrajes con exceso de molibdeno	01	05
Niquel	Tóxico para numerosos cultivos en concentraciones de 0.5 a 1.00 mg/l, su toxicidad se atenúa en suelos neutros o alcalinos	02	2.00
pH		6.0 - 9.0	
Fenoles		50.00	
Selenio	Toxicos a las plantas y al ganado alimentado con forrajes con concentraciones altas de selenio	02	02
RAS		18	
Sólidos disueltos		(3)	
Sulfatos		200.00	
Vanadio	Toxico para numerosos cultivos en baja concentraciones	10	1.00
Zinc	Existe un amplio ambito de concentraciones toxicas para distintos cultivos, su toxicidad se atenúa en suelos neutros o alcalinos (pH > 6.0) o en suelos orgánicos o de textura fina	2.00	10.00

(1) 0.5 para frutales

(2) 0.075 para el riego de cítricos

(3) Rangos de sólidos disueltos.

< 700 Clase I, apta para la mayoría de cultivos

700 - 2100 Clase II, depende de suelos y cultivos

> 2100 Inaceptable en casi todos los casos

Cuadro 4.2

**CRITERIOS DE CALIDAD PARA AGUAS DE RIEGO
AGRICOLA - PRODUCTOS QUE SE CONSUMEN COCIDOS
(en mg/l salvo que se indique de otra forma)**

Parámetro	Criterio de Calidad
Aluminio	5 00
Arsénico	.10
Coliformes fecales	100 NMP/100 ml
Berilio	.10
Boro	1.00
Cadmio	.01
Cromo	.10
Cobalto	.05
Cobre	.20
Fluoruros	1.00
Hierro	5.00
Plomo	5 00
Litio	2.5 (1)
Manganeso	.20
Molibdeno	.01
Níquel	.20
pH	6.0 - 9.0
Fenoles	.50
Selenio	.02
R.A.S	< 18
Sólidos Disueltos	(2)
Sulfatos	200
Vanadio	.10
Zinc	.2

(1) 0.0756 para el riego de cítricos

(2) Rangos de sólidos disueltos:

< 700 Clase I, apta para la mayoría de cultivos

700 - 2100 Clase II, depende de suelos y cultivos

> 2100 Inaceptable en casi todos los casos

Cuadro 4.3

CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO

Clase de Agua	Parámetros				
	sodio (%)	Condc. (umhos/cm)	BORO (mg/l)		
			Cultivos Sensibles	Cultivos Semitolerantes	Cultivos Tolerantes
Excelente	< 20	< 250	0.33	< 0.67	< 1
Buena	20 - 40	250 - 750	0.33 - 0.67	0.67 - 1.33	1.00 - 2.00
Permisible	40 - 60	750 - 2000	0.67 - 1.00	1.33 - 2.00	2.00 - 3.00
Dudosa	60 - 80	2000 - 3000	1.00 - 1.25	2.00 - 2.50	3.00 - 3.75
Inaceptable	> 80	> 3000	> 1.25	> 2.50	> 3.75

Referencia: Wilcox, L. V., "Classification and of Irrigation Waters"
 U. S. Department of Agriculture, Circular 969, Washington,
 D. C., 1955

Cuadro 4.4

**CLASIFICACION DE AGUAS EN FUNCION DE LA
RELACION DE ADSORCION DE SODIO**

Calidad del Agua	RAS
Eselente	< 10
Buena	10 - 18
Regular	18 - 26
Mala	> 26

Referencia: Wilcox, L. V. "Classification and of Irrigation Waters "
U. S. Department of Agriculture, Curcular 969, Washington,
D. C., 1995

La Comisión Nacional del Agua proporcionó los datos correspondientes a 16 estaciones monitoreadas, durante 12 años en promedio con muestreo cada 2 meses, y en las cuales se midieron 24 parámetros. Esto implicó el análisis estadístico de 27648 datos, que incluyó la determinación de los valores medio, mínimo y máximo, así como también su desviación estándar y su coeficiente de variación. Dado el volumen de información generada, en el Anexo A " Datos estadísticos y gráficas de parámetros " se presentan únicamente los resultados de 3 estaciones de muestreo que fueron seleccionadas con base en la peor calidad del agua para riego y agua potable, " Estación Emisor Central ", y la mejor calidad de agua para riego " Estación Canal Endho km 00+00 " y la " Estación Obra de Toma, Presa Rojo Gómez ".

Se seleccionaron aquellos parámetros que determinan si el agua es apropiada para riego y para agua potable dado que son los usos principales en el Valle del Mezquital.

A continuación mencionaremos los efectos que causan a la salud y a los cultivos el agua que contiene en exceso los parámetros analizados.

Alcalinidad (CaCO_3).-La alcalinidad varía con el lugar de procedencia del agua, encontrándose desde unos cuantos mg/l, hasta varios cientos. Aunque son muchos los materiales que pueden contribuir a la alcalinidad en aguas naturales o tratadas, esta se debe principalmente a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos (tiene una relación muy estrecha con el pH).

Para un pH entre 3.5 y 9.0 se consideran ácidos débiles. Para un pH mayor a 9 se consideran bases o ácidos fuertes es decir aguas muy alcalinas que afectan la ecología del cuerpo.

Existe solo restricción para Agua Potable.

Alcalinidad 400 mg/l

Boro.-Es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, está incluido en el grupo de los micronutrientes lo que significa que solo se requiere en cantidades muy pequeñas.

En seres humanos la ingestión excesiva de boratos puede causar náuseas, calambres y convulsiones. La dosis letal para animales es de 1.5 a 3.5 mg/l.

Agua Potable.

Boro 1 mg/l

Riego:

Boro hasta 3 mg/l (esto dependiendo del tipo de cultivo)

Cloruros.-La concentración de cloruros es mayor en las aguas de desecho que en los cuerpos de agua natural, porque el cloruro de sodio es un artículo común en la dieta, y pasa por el sistema digestivo sin sufrir cambio alguno.

La excreta humana particularmente la orina, contiene cloruros en cantidad aproximadamente igual a la consumida en la alimentación, la cantidad promedio es de 6 g/persona/día incrementándose hasta casi 15 mg/l en las aguas residuales. Las descargas industriales elevan mucho la cantidad de cloruros. En altas concentraciones son tóxicos a las plantas. Se confirma la contaminación del agua por la presencia conjunta con nitritos, nitratos y amoniaco.

Agua Potable:

Cloruros 250 mg/l

Riego:

Cloruros 147.5 mg/l

Índices Bacteriológicos de Contaminación del Agua.-Son organismos de un grupo específico, el cual por su sola presencia, demostrará que ha ocurrido contaminación, estos índices también se usan para demostrar la contaminación del agua por organismos originarios de los desechos animales de sangre caliente, incluyendo al hombre, animales domésticos, silvestres y aves. Dichos organismos pueden ser patógenos al hombre.

Coliformes Fecales.-El tiempo de supervivencia del grupo coliforme fecal en el agua es más corto que los coliformes no fecales. Una densidad alta indica contaminación reciente. Los coliformes fecales no se multiplican fuera de los intestinos de animales de sangre caliente. Los grupos de microorganismos que se pueden encontrar incluyen: partículas virales, bacterias, protozoarios, hongos y huevecillos helmintos.

La supervivencia de bacterias es de 1 a 2 semanas, este tiempo puede ser más largo si son protegidas de la luz del sol y el secado. Los virus pueden permanecer por varias semanas o meses. Para los helmintos se han reportado supervivencia para huevos, parásitos y cisticercos, hasta 3 años en el suelo.

Se ha observado que el riesgo de contaminación de los cultivos por el uso de aguas residuales en el riego agrícola aumenta cuando las superficies del suelo y de las frutas son aspersadas con el agua residual sin desinfectar, cuando las partes comestibles están en contacto con el agua o suelo contaminado, cuando se tienen cultivos de follaje muy denso o cuando las partes comestibles son contaminadas.

Agua Potable:

Coliformes Fecales 0 UFC/100 ml

Coliformes Totales máximo 2 UFC/100 ml

Riego:

Coliformes Fecales 1000 nmp/100 ml

Grupo *Streptococos Fecales*.-Indican contaminación peligrosa, son características de la contaminación fecal. No se produce con tanta frecuencia como los coliformes ya que requiere mayor número de nutrientes. Desarrollan resistencia a los procesos de cloración del agua. De acuerdo con la relación Coliformes Fecales/*Streptococos Fecales*, se sabe que:

Coliformes Fecales/Streptococos Fecales es mayor a 4 quiere decir que la contaminación es de origen fecal.

Coliformes Fecales/Streptococos Fecales es menor que 0.7, quiere decir que la contaminación es de origen no fecal, proveniente de lluvias o desecho de ganado, o aves.

Conductividad Específica. La Conductividad representa las concentraciones de los minerales disueltos en aguas de desechos. Las concentraciones elevadas afectan plantas animales y al hombre. Las aguas residuales salvo excepciones, presentan un alto contenido salino. El uso municipal pero sobre todo el industrial del agua aunada a la escasa o nula remoción que sufren las sales en los sistemas de tratamiento, son la principal causa de su presencia en el agua residual.

Cuando el agua residual presenta una elevada concentración de sales, en las que el sodio (Na) está prácticamente ausente, éstas tienden acumularse en los primeros centímetros del suelo.

La forma en que este exceso de sales afecta al cultivo, consiste fundamentalmente en la reducción de disponibilidad del agua, producto del incremento de la presión osmótica del suelo. Algunas veces se presentan problemas de toxicidad en las plantas dependiendo del tipo de sales presentes, esto es particularmente para el sodio y el cloro.

El problema de la salinidad puede ser controlado a través del lavado de las sales acumuladas alrededor de la zona radicular, mediante la aplicación de una cantidad extra de agua, conocida como lámina de sobre riego o fracción del lavado.

Otras medidas que contribuyen a la atenuación de los efectos causados por la salinidad son: La selección de aquellos cultivos que sean más tolerables a esta condición del suelo, la nivelación del terreno, el mejoramiento del drenaje superficial, la adecuada colocación de la semilla y la adición de materia orgánica.

La salinidad de las aguas de irrigación se conoce por medio de la conductividad, solo hay restricción para riego:

Conductividad Eléctrica hasta 2000 $\mu\text{mhos/cm}$ (dependiendo del tipo de cultivo)

Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno.-Las aguas residuales contienen una gran variedad de compuestos orgánicos naturales y sintéticos, y usualmente se expresan en forma colectiva como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) o Contenido Orgánico Total (COT)

Cuando el suelo es fuertemente cargado con compuestos orgánicos, los sólidos del agua residual y los sólidos formados por la actividad bacteriana en el suelo, pueden incrementarse debido a las condiciones anaeróbicas que crea la alta demanda de oxígeno. Esto último se traduce en la reducida tasa de infiltración en el suelo, debido a la lenta biodegradación de la materia orgánica.

La disminución de oxígeno disponible en el suelo, producto de elevadas concentraciones de compuestos orgánicos, afectan no solo el crecimiento de las plantas, sino también ocasiona la reducción de elementos tales como Fe y Mn, a formas divalentes más solubles que pueden crear condiciones tóxicas para cultivos.

La restricción solo la hay para riego:

DBO5 hasta 120 mg/l

DQO hasta 100 mg/l (En este caso si es mayor la contaminación es de origen industrial)

Dureza Total - La dureza total es una característica del agua que representa principalmente la concentración de iones de calcio y magnesio. El agua dura hace que el jabón no haga espuma, además causa incrustaciones en las tuberías de agua caliente.

La restricción solo para Agua Potable:

Dureza Total hasta 300 mg/l

Grasas y Aceites.-El daño que ocasiona a las plantas parece deberse, en parte a la formación de un recubrimiento de las partículas del suelo y de las raíces de las plantas, que impiden la absorción del agua.

La formación de una película en la superficie del suelo, o la obstrucción de un espacio poroso por las grasas y aceites emulsificados, reduce notablemente la actividad microbiana, impermeabiliza el suelo, crea condiciones anaeróbicas e incrementa la temperatura del mismo, todo lo cual repercute en la productividad de la planta.

En algunos casos se han asociado problemas de toxicidad en las plantas debido a la presencia de tóxicos que forman parte de aceites de origen mineral.

Agua potable:

Grasas y Aceites 0 mg/l

Riego:

Grasas y Aceites 5 mg/l

Nitrógeno Amoniacal.-Se considera que las aguas que contienen nitrógeno amoniacal se han contaminado recientemente y son un peligro potencial para la salud, mientras que las aguas con nitrógeno en forma de nitratos se han contaminado mucho atrás y ofrecen poco peligro para la salud, es decir, las aguas contaminadas con nitrógeno amoniacal tienen el poder de autopurificación.

El nitrógeno amoniacal es importante como elemento fertilizante en el crecimiento de algas. Los análisis sirven para evitar este crecimiento y evitar una sobrepoblación de algas.

Agua Potable:

Nitrógeno Amoniacal 0.5 mg/l

Nitrato.-Tiene importancia porque dentro del ciclo del nitrógeno son signo de contaminación con materia orgánica. En el organismo humano produce la enfermedad de la metamoglobinemia, que se presenta en los bebés de menos de 6 meses.

Agua Potable:

Nitrato 10 mg/l

Riego:

Nitrato 50 mg/l

Oxígeno Disuelto.-La baja solubilidad del oxígeno en el agua es el factor que limita la capacidad de autopurificación de las aguas naturales, de ahí la necesidad de tratamiento a los desechos líquidos, tanto domésticos como industriales, si no se quiere ver a las corrientes en un estado lamentable de contaminación.

Se debe oxigenar el agua para no tener malos olores. En condiciones de alta temperatura el oxígeno es menos soluble, debido a esto, las condiciones críticas ocurren durante los meses de verano, por esta razón se considera un nivel de oxígeno disuelto de 4 mg/l.

Los niveles de oxígeno pueden utilizarse como indicadores de la contaminación excesiva de desechos, y por lo tanto las concentraciones bajas de oxígeno disuelto se asociarán a aguas de baja calidad.

Agua Potable:

Oxígeno Disuelto 4 mg/l

Potencial de Hidrógeno.-El pH en el agua de riego parece tener poco significado en cuanto a los efectos que causa al suelo, ya que este funciona como un sistema amortiguador del pH.

Los efectos del pH sobre el suelo y los cultivos son más bien indirectos. Aguas de riego con un pH mayor a 8.3 son indicativas de elevadas concentraciones de sodio, carbonatos y/o bicarbonatos. El agua con un pH inferior a 4.8 y aplicada a suelos ácidos promueve la solubilización de varios metales fitotóxicos.

El control de pH es un factor de mayor importancia en el suelo, que en el agua, sin embargo valores extremadamente alcalinos en el agua residual o en el suelo pueden ser corregidos con la adición de cal.

Agua Potable:

Potencial de Hidrógeno 6.5 hasta 8.5 pH

Riego:

Potencial de Hidrógeno 4.5 hasta 9.0 pH

Sólidos Suspendedos Totales. - Los sólidos que recibe el suelo cuando se riega con agua residual, generalmente son partículas finas de origen orgánico. La acumulación de estos sólidos sobre el suelo, forman una capa de alta impedancia hidráulica, lo cual reduce la capa de infiltración y la velocidad de descomposición de la materia orgánica, ocasionando un déficit de oxígeno disuelto en el suelo.

La obstrucción de los poros del suelo, puede ocurrir en diferentes profundidades del mismo, siendo más difícil rectificar esta obstrucción, cuando ocurre a gran profundidad. Si los sólidos se han acumulado en el suelo, la fracturación de la costra formada por los mismos puede obtenerse arando la capa del suelo, a diferentes profundidades, según se localice la obstrucción. El agua potable con alto contenido de sólidos pueden ser laxantes.

Agua Potable:

Sólidos Suspendedos Totales 500 mg/l

Riego:

Sólidos Suspendidos Totales 15 a 120 mg/l

Sulfatos.-Ocupan un lugar predominante dentro del ciclo natural del azufre, ha dado que la mayoría de las transformaciones son oxidaciones o reducciones que en él ocurren y que originan este anión.

Muchos compuestos orgánicos contienen azufre, durante el tratamiento aerobio de tales compuestos, la completa oxidación o catabolismo, conduce a liberar el azufre como ión sulfato.

En forma indirecta, los sulfatos, son responsables de problemas de olor y corrosión en tuberías, fenómeno que esta relacionado con el manejo y tratamiento de las aguas residuales originado por reducción química en condiciones anaerobias.

Agua Potable:

Sulfatos 500 mg/l

Riego:

Sulfatos 130 a 200 mg/l

Detergentes (SAAM).- Actualmente debido al aumento en el caso de los detergentes sintéticos, ha dado origen a problemas relacionados con la posible contaminación de aguas freáticas, ya que estos disminuye la tensión superficial del agua propiciando una rápida infiltración de las aguas negras a través del suelo hasta los pozos, cuando existen sistemas de disposición de desechos. Su presencia en las aguas es indicio de la contaminación con aguas servidas y se presume que pueden arrastrar a las bacterias a mayor distancia de las que viajarían solas, pudiendo llegar todavía en condiciones de actividad.

Agua Potable:

Detergentes (SAAM) 0.5 mg/l

Turbiedad.- La turbiedad del agua se debe a la presencia de partículas de material suspendido como arcilla, lodo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, plancton y otros microorganismos.

Las arcillas sedimentos obstruyen los huecos que existen entre la arena y las piedras de fondo, estos lugares tienen mucha importancia, biológicamente hablando, puesto que ahí desovan los peces y sirve de hábitat a muchos insectos y animales invertebrados como los moluscos, cangrejos de río y camarones de agua dulce. Además, la productividad de los peces depende totalmente de la vida de las plantas y de la fauna del fondo. Cuando los valores de turbiedad llegan a 200 unidades o más se pone en peligro el sistema ecológico.

Agua Potable:

Turbiedad hasta 5 UTN

Riego:

Turbiedad hasta 10 UTN

Temperatura.-El grado relativo de calentamiento o enfriamiento de un cuerpo. Los cambios de temperatura en los cuerpos de agua que se relacionan directamente con las actividades del hombre se deben a las descargas térmicas del agua utilizada en la industria, en los municipios principalmente por plantas generadoras de energía eléctrica.

Los parámetros físicos-químicos de importancia sanitaria, tales como la densidad y la conductividad se ven afectados por las variaciones de temperatura. Al aumentar la temperatura del cuerpo de agua aumenta la velocidad de multiplicación bacteriana hasta 28 °C, a los 30 °C se produce la muerte de los organismos.

Riego:

Temperatura de 13 °C hasta 29 °C

Tomando en consideración la importancia de los parámetros, y la normatividad o criterios de calidad para los usos de agua potable y riego, en el Cuadro 4.5 se presentan los resultados a partir del análisis de las gráficas de los parámetros seleccionados para el período medio comprendido entre 1983 a 1995, por cada estación.

CUADRO 4.5

ESTACION		CANAL ENHDO DESCARGA TERMOELECTRICA (DCEI)		PUENTE DE LA CIUDAD DE ALFAYUCAN (RA-1)		PUENTE DE LA CIUDAD DE SIMQUILPAN (RT-4)	
No	PARAMETRO	AGUA POTABLE	REGO	AGUA POTABLE	REGO	AGUA POTABLE	REGO
1	ALCALINIDAD TOTAL (MG/LT)	POCO ALTO	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	POCO ALTO	SIN RESTRICCION
2	BORO SOLUCION (MG/LT)	NO CUMPLE	SI CUMPLE	POCO ALTO	SI CUMPLE	POCO ALTO	SI CUMPLE
3	CLORURO (MG/LT)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	POCO ALTO	NO CUMPLE
4	COLIF. FECALES (NMPI/1000 ML)	NO CUMPLE	INF INSUFICIENTE	INF INSUFICIENTE	INF INSUFICIENTE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
5	COLIF. TOTALES (NMPI/1000 ML)	INF INSUFICIENTE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	INF INCOMPLETA	SIN RESTRICCION
6	COND. ESPECIF. (MHOM/CM)	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE
7	ODOR (MG/LT)	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE
8	ODOO (MG/LT)	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	POCO ALTO	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE
9	DUREZA TOTAL (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	POCO ALTO	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION
10	ESTREP. FECALES (NMPI/1000 ML)	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA	SIN INFORMACION	SIN INFORMACION	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA
11	GRASAS Y ACEITES (MG/LT)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
12	NITROO AMONICAL (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION
13	NITRATO (MG/LT)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	POCO ALTO	SI CUMPLE
14	ORTOFOSFATO (MG/LT)	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION
15	OXIGENO DISUELTO (MG/LT)	VALORES BAJOS	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION
16	pH (IN SITU)	NO CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
17	pH (LABORATORIO)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
18	SODIO SOLUCION (MG/LT)	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA
19	SOLID. SUSP. TOT. (MG/LT)	SI CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	POCO ALTO
20	SULFATOS (MG/LT)	SI CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
21	DETERGENTES (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION
22	TURBIDEDAD (JT)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	POCO ALTO	POCO ALTO	NO CUMPLE	NO CUMPLE
23	TEMP. DEL AGUA	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE
24	TEMP. AMBIENTE	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION

* SI CUMPLE - LOS VALORES NO REBASAN EL LIMITE DE LA NORMA

* SIN RESTRICCION - NO HAY NORMA QUE DE UN LIMITE AL VALOR DEL PARAMETRO

* NO CUMPLE - LOS VALORES MEDIDOS Y MAYORES REBASAN EL VALOR DE LA NORMA

* POCO ALTO - PARA VALORES MAYORES NO CUMPLE, AUNQUE PARA VALORES MEDIDOS SI CUMPLE

* INF INCOMPLETA - NO SE TENE LA INFORMACION COMPLETA DEL PERIODO EN ESTUDIO

* SIN INFORMACION - NO SE PRESENTO INFORMACION DEL PARAMETRO

* YA ANALIZADA - EXCLUSIVAMENTE PARA SODIO ANALIZADA CON LA CONDUCTIVIDAD

* VALORES BAJOS - EN EL CASO DE OXIGENO DISUELTO EN EL AGUA

CUADRO 4.5

ESTACION		PUENTE CARRETERO MIX- QUANJALA-CHILCUALTA		KM 0+00 CANAL (SOT)		ENHOHO		PUENTE CRUZ AZUL (RT-1)	
No	PARAMETRO	AGUA POTABLE	REGO	AGUA POTABLE	REGO	AGUA POTABLE	REGO	AGUA POTABLE	REGO
1	ALCALINIDAD TOTAL (MG/LT)	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN
2	BORO SOLUCIÓN (MG/LT)	POCO ALTO	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	POCO ALTO	SÍ CUMPLE
3	CLORUROS (MG/LT)	POCO ALTO	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
4	COLIF. FECALES (NM/100 ML)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA
5	COLIF. TOTALES (NM/100 ML)	INF. INCOMPLETA	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN
6	COLIF. ESPECÍF. (NM/100 ML)	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE
7	DOBOS (MG/LT)	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO
8	DOO (MG/LT)	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE
9	DUREZA TOTAL (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN
10	ESTREP. FECALES (NM/100 ML)	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA
11	GRASAS Y ACEITES (MG/LT)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
12	NITROG. AMONÍACAL (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN
13	NITRATO (MG/LT)	POCO ALTO	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
14	ORTOFOSFATO (MG/LT)	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN
15	ORGANO DISUELTOS (MG/LT)	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	VALORES BAJOS	SIN RESTRICCIÓN
16	OH (IN STU)	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
17	OH (LABORATORIO)	POCO ALTO	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
18	ODORO SOLUCIÓN (MG/LT)	YA ANÁLIZADA	YA ANÁLIZADA	YA ANÁLIZADA	YA ANÁLIZADA	YA ANÁLIZADA	YA ANÁLIZADA	YA ANÁLIZADA	YA ANÁLIZADA
19	SOLID. SUSP. TOT. (MG/LT)	SÍ CUMPLE	POCO ALTO	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
20	SULFATOS (MG/LT)	SÍ CUMPLE	POCO ALTO	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
21	DETERGENTES (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN
22	TURBIDEZ (NTU)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
23	TEMP. DEL AGUA	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE
24	TEMP. AMBIENTE	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN

*SÍ CUMPLE: LOS VALORES NO REBASAN EL LÍMITE DE LA NORMA.

°SIN RESTRICCIÓN: NO HAY NORMA QUE DE LIMITE AL VALOR DEL PARAMETRO.

°NO CUMPLE: LOS VALORES MEDIDOS Y ASESAN REBASAN EL VALOR DE LA NORMA.

°POCO ALTO: PARA VALORES MEDIDOS Y ASESAN REBASAN EL VALOR DE LA NORMA.

°INF. INCOMPLETA: NO SE TIENE LA INFORMACIÓN COMPLETA DEL PERIODO EN ESTUDIO.

°SIN INFORMACIÓN: NO SE PRESENTE NINGUN VALOR DEL PARAMETRO.

°YA ANÁLIZADA: EXCLUSIVAMENTE PARA SERIO ANÁLISIS CON LA CONDUCTIVIDAD.

°VALORES BAJOS: EN EL CASO DE SER MEDIDOS EN EL AGUA.

CUADRO 4.5

ESTACION		P. DE LA CD. DE TULA DE ALLENDE (RT-2)		P. TEPEJEL SALTO (RT-2)		P. CARRERERO EL REFUGIO DE COEJOS (RS-1)	
No	PARAMETRO	AGUA POTABLE	RIEGO	AGUA POTABLE	RIEGO	AGUA POTABLE	RIEGO
1	ALCALINIDAD TOTAL (MG/L)	POCO ALTO	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION
2	BORO SOLUCION (MG/L)	NO CUMPLE	POCO ALTO	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	POCO ALTO
3	CLORUROS (MG/L)	POCO ALTO	POCO ALTO	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
4	COLIF. FECALES (NMP/100 ML)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
5	COLIF. TOTALES (NMP/100MML)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION
6	COND. ESPECIF.(MHMS/CM)	SIN RESTRICCION	POCO ALTO	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE
7	DBO5 (MG/L)	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE
8	DQO (MG/L)	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	POCO ALTO	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE
9	DUREZA TOTAL (MG/L)	POCO ALTO	SIN RESTRICCION	POCO ALTO	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION
10	ESTREP. FECALES (NMP/100 ML)	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA	SIN INFORMACION	SIN INFORMACION
11	GRASAS Y ACEITES (MG/L)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
12	NITROO AMONIACAL (MG/L)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION
13	NITRATO (MG/L)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
14	ORTOFOSFATO (MG/L)	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION
15	OXIGENO DISUELTO (MG/L)	VALORES BAJOS	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	VALORES BAJOS	SIN RESTRICCION
16	pH (IN SITU)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
17	pH (LABORATORIO)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
18	BOOO SOLUCION (MG/L)	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA
19	SOLID. SUSP. TOT. (MG/L)	POCO ALTO	NO CUMPLE	POCO ALTO	POCO ALTO	POCO ALTO	NO CUMPLE
20	SULFATOS (MG/L)	SI CUMPLE	POCO ALTO	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE
21	DETERGENTES (MG/L)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION
22	TURBIDEAD (UTJ)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
23	TEMP. DEL AGUA	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE
24	TEMP. AMBIENTE	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION

* SI CUMPLE - LOS VALORES NO REBASAN EL LIMITE DE LA NORMA

** SIN RESTRICCION - NO HAY NORMA DE UN LIMITE AL VALOR DEL PARAMETRO

NO CUMPLE - LOS VALORES MEDIDOS Y MAXIMOS REBASAN EL VALOR DE LA NORMA

POCO ALTO PARA VALORES MAXIMOS NO CUMPLE, AUNQUE PARA VALORES MEDIDOS SI CUMPLE

INF INCOMPLETA - NO SE TIENE LA INFORMACION COMPLETA DEL PERIODO EN ESTUDIO

SIN INFORMACION - NO SE TIENE NI UN VALOR DEL PARAMETRO

YA ANALIZADA - EXCLUSIVAMENTE PARA SODIO ANALIZADA CON LA CONDUCTIVIDAD

VALORES BAJOS - EN EL CASO DE OXIGENO DISUELTO EN EL AGUA

CUADRO 4.5

ESTACION		PUENTE TEZONTEPEC (RS-2)		PISCICOLA TEZONTEPEC DE ALDAMA (HT-2A)		OBRA DE TOMA PRESA V AGUIRRE (PVA)	
No	PARAMETRO	AGUA POTABLE	REGO	AGUA POTABLE	REGO	AGUA POTABLE	REGO
1	ALCALINIDAD TOTAL (MG/L)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN
2	BORO SOLUCIÓN (MG/L)	NO CUMPLE	POCO ALTO	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	POCO ALTO	SÍ CUMPLE
3	CLORUROS (MG/L)	POCO ALTO	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	POCO ALTO	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
4	COLIF. FECALES (MP/100 ML)	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA
5	COLIF. TOTALES (MP/100 ML)	INF. INCOMPLETA	SIN RESTRICCIÓN	INF. INCOMPLETA	SIN RESTRICCIÓN	INF. INCOMPLETA	SIN RESTRICCIÓN
6	COND. ESPECÍF. (MG/CM)	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE
7	DOBOS (MG/L)	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE
8	ODO (MG/L)	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO
9	DUREZA TOTAL (MG/L)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN
10	ESTREP. FCALES (MP/100 ML)	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA
11	GRASAS Y ACEITES (MG/L)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
12	NITRO. AMONÍACAL (MG/L)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN
13	NITRATO (MG/L)	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	INF. INCOMPLETA	INF. INCOMPLETA	POCO ALTO	SÍ CUMPLE
14	ORTOFOSFATO (MG/L)	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN
15	ORIGENO DISUUELTO (MG/L)	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN
16	pH (IN SITU)	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	POCO ALTO	POCO ALTO
17	pH (LABORATORIO)	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	POCO ALTO	POCO ALTO
18	SODIO SOLUCIÓN (MG/L)	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA
19	SOLID. SUSP. TOT. (MG/L)	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	POCO ALTO
20	SULFATOS (MG/L)	SÍ CUMPLE	POCO ALTO	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
21	DETERGENTES (MG/L)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN
22	TURBEDAD (UTJ)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
23	TEMP. DEL AGUA	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SÍ CUMPLE
24	TEMP. AMBIENTE	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN

* SÍ CUMPLE - LOS VALORES NO SUPERAN EL LÍMITE DE LA NORMA

** SIN RESTRICCIÓN - NORMA NORMAL DEBE DE CUPLIR AL VALOR DEL PARAMETRO

*** NO CUMPLE - LOS VALORES MEDIDOS MUESTRAN EXCESIVO VALOR DE LA NORMA

**** POCO ALTO PARA VALORES MEDIDOS NO CUMPLE - BUENO PARA VALORES MEDIDOS SÍ CUMPLE

***** INF. INCOMPLETA - NO SE PRESENTA INFORMACIÓN COMPLETA DEL PERIODO EN ESTUDIO

***** SIN INFORMACIÓN - NO SE PRESENTA INFORMACIÓN DEL PARAMETRO

***** YA ANALIZADA - EXCLUSIVAMENTE PARA SERVICIO ANALIZADA CON LA CONDUCTIVIDAD

***** VALORES BAJO - EN EL CASO DE OBTENER RESULTADO EN EL AGUA

CUADRO 4.5

ESTACION		OBRA DE TOMA PRESA ROJO GÓMEZ (PRO)		OBRA DE TOMA PRESA REQUENA (OTPR)		DESC. REFINERÍA TULA PEMEX (OTPT)	
No	PARAMETRO	AGUA POTABLE	REGO	AGUA POTABLE	REGO	AGUA POTABLE	REGO
1	ALCALINIDAD TOTAL (MG/LT)	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN	SI CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN
2	BORO SOLUCIÓN (MG/LT)	POCO ALTO	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE
3	CLORUROS (MG/LT)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	POCO ALTO	POCO ALTO	POCO ALTO	NO CUMPLE
4	COLIF. FECALES (NMP/100 ML)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA
5	COLIF. TOTALES (NMP/100 ML)	INF INCOMPLETA	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN
6	COND. ESPECÍF (NMG/CM)	SIN RESTRICCIÓN	SI CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SI CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE
7	DBO5 (MG/LT)	SIN RESTRICCIÓN	SI CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SI CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE
8	DQO (MG/LT)	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE
9	DUREZA TOTAL (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	POCO ALTO	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN
10	ESTREP. FECALES (NMP/100 ML)	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA
11	GRASAS Y ACEITES (MG/LT)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
12	NITROG. AMONIAICAL (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN
13	NITRATO (MG/LT)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA	SI CUMPLE	SI CUMPLE
14	ORTOFOSFATO (MG/LT)	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN
15	OZIGENO DISUELTO (MG/LT)	POCO BAJO	SIN RESTRICCIÓN	SI CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	NO CUMPLE
16	pH (IN BTU)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	POCO BAJO	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
17	pH (LABORATORIO)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	POCO ALTO	SI CUMPLE	POCO ALTO	SI CUMPLE
18	SODIO SOLUCIÓN (MG/LT)	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA
19	SOLID. SUSP. TOT. (MG/LT)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	POCO ALTO	POCO ALTO	NO CUMPLE
20	SULFATOS (MG/LT)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
21	DETERGENTES (MG/LT)	INF INCOMPLETA	SIN RESTRICCIÓN	NO CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	INF INCOMPLETA	SIN RESTRICCIÓN
22	TURBIDIDAD (UTJ)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
23	TEMP. DEL AGUA	SIN RESTRICCIÓN	SI CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SI CUMPLE	SIN RESTRICCIÓN	SI CUMPLE
24	TEMP. AMBIENTE	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN	SIN RESTRICCIÓN

* SI CUMPLE.- LOS VALORES NO REBASAN EL LIMITE DE LA NORMA

† SIN RESTRICCIÓN.- NO HAY NORMA QUE DE LIMITE AL VALOR DEL PARAMETRO

‡ NO CUMPLE.- LOS VALORES MEDIOS Y MÁXIMOS REBASAN EL VALOR DE LA NORMA

§ POCO ALTO PARA VALORES MÁXIMOS NO CUMPLE. AJUNQUE PARA VALORES MEDIOS SI CUMPLE

¶ INF INCOMPLETA.- NO SE TIENE LA INFORMACIÓN COMPLETA DEL PERIODO EN ESTUDIO

‡‡ INFORMACIÓN.- NO SE PRESENTA NINGÚN VALOR DEL PARAMETRO

†† ANALIZADA.- EXCLUSIVAMENTE PARA SODIO ANALIZADA CON LA CONDUCTIVIDAD

* VALORES BAJO.- EN EL CASO DE DICENO DISUELTO EN EL AGUA

CUADRO 4.5

ESTACION		DESC. EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)		OBSERVACIONES
No	PARAMETRO	AGUA POTABLE	REGO	
1	ALCALINIDAD TOTAL (MG/LT)	POCO ALTO	SIN RESTRICCION	
2	BORO SOLUCION (MG/LT)	POCO ALTO	POCO ALTO	
3	CLORUROS (MG/LT)	POCO ALTO	POCO ALTO	
4	COLIF. FECALES (NMP/100 ML)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	
5	COLIF. TOTALES (NMP/100 ML)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	
6	COND. ESPECIF (MHOM/CM)	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	
7	DBO5 (MG/LT)	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	
8	DOO (MG/LT)	SIN RESTRICCION	NO CUMPLE	
9	DUREZA TOTAL (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	
10	ESTREP. FECALES (NMP/100 ML)	INF INCOMPLETA	INF INCOMPLETA	
11	GRASAS Y ACEITES (MG/LT)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	
12	NITROG. AMONIACAL (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	
13	NITRATO (MG/LT)	POCO ALTO	SI CUMPLE	
14	ORTOFOSFATO (MG/LT)	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	
15	OXIGENO DISUELTO (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	
16	PH (IN SITU)	INF INCOMPLETA	POCO BAJO	
17	PH (LABORATORIO)	SI CUMPLE	SI CUMPLE	
18	SODIO SOLUCION (MG/LT)	YA ANALIZADA	YA ANALIZADA	
19	SOLID. SUSP. TOT. (MG/LT)	POCO ALTO	NO CUMPLE	
20	SULFATOS (MG/LT)	SI CUMPLE	POCO ALTO	
21	DETERGENTES (MG/LT)	NO CUMPLE	SIN RESTRICCION	
22	TURBIEDAD (UTZ)	NO CUMPLE	NO CUMPLE	
23	TEMP. DEL AGUA	SIN RESTRICCION	SI CUMPLE	
24	TEMP. AMBIENTE	SIN RESTRICCION	SIN RESTRICCION	

* SI CUMPLE - LOS VALORES NO REBASAN EL LIMITE DE LA NORMA
 * SIN RESTRICCION - NO HAY NORMA QUE DE LIMITE AL VALOR DEL PARAMETRO
 * NO CUMPLE - LOS VALORES MEDIDOS Y MUY BAJOS REBASAN EL VALOR DE LA NORMA
 * POCO ALTO - PARA VALORES BAJOS NO CUMPLE, JUNTO CON VALORES MEDIOS SI CUMPLE
 * INF INCOMPLETA - NO SE TIENE LA INFORMACION COMPLETA DEL PERIODO EN ESTUDIO
 * SIN INFORMACION - NO SE PRESENTA NINGUN VALOR DEL PARAMETRO
 * YA ANALIZADA - EXCLUSIVAMENTE PARA SODIO ANALIZADA COMO CONDUCTIVIDAD
 * VALORES BAJOS - EN EL CASO DE OXIGENO DISUELTO EN EL AGUA

Analizando el Cuadro 4.5 por cada estación, y calificando de acuerdo con el número de parámetros analizados que si cumplen, es decir que están dentro de la norma, se tiene lo siguiente:

Riego:

El agua más contaminada es la del Emisor Central con un 80% de parámetros que rebasan la norma y/o criterios.

Descarga Refinería Tula Pemex, Puente de la Ciudad de Tula de Allende y Canal Endho Descarga Termoeléctrica con un 73% de parámetros que rebasan la norma y/o criterios

Puente Tezontepec y Puente Carretero Refugio de Conejos con un 66% de parámetros que rebasan la norma y/o criterios.

Puente Carretero Mixquiahuala -Chilcuatla y Obra de Toma Presa Requena con un 60 % de parámetros que rebasan la norma y/o criterios.

Puente de la Ciudad de Alfajayucan, Puente de la Ciudad de Ixmiquilpan y Obra de Toma Presa Vicente Aguirre con un 53 % de parámetros que rebasan la norma y/o criterios.

Las estaciones menos contaminadas son las siguientes:

Piscicola Tezontepec de Aldama con un 47% de parámetros que rebasan la norma y/o criterios.

Puente Cruz Azul y Puente Tepeji "El Salto" con un 40 % de parámetros que rebasan la norma y/o criterios

Km 00+00 Canal Endho y Obra de Toma Presa Rojo Gómez con un 33 % de parámetros que rebasan la norma y/o criterios.

Agua Potable:

Descarga Emisor Central con un 88% de contaminación.

Canal Endho Descarga Termoeléctrica, Puente Carretero Mixquiahuala-Chilcuatla, Puente de la Ciudad de Tula De Allende, Puente Carretero Refugio de Conejos y Obra de Toma Presa Requena con un 76% de parámetros que rebasan la norma y/o criterios.

Puente de la Ciudad de Ixmiquilpan, Puente Cruz Azul y Obra de Toma Presa Vicente Aguirre con un 71% de parámetros que rebasan la norma y/o criterios.

Km 00+00 Canal Endho y Descarga Refinería Tula Pemex con un 59% de parámetros que rebasan la norma y/o criterios.

Puente Tezontepec y Obra de Toma Rojo Gómez con un 65% de parámetros que rebasan la norma y/o criterios.

Puente de la Ciudad de Alfajayucan, Puente Tepeji "El Salto" y Piscicola Tezontepec de Aldama con un 53% de parámetros que rebasan la norma y/o criterios.

Haciendo una evaluación general por cada parámetro a lo largo del Río Tula, tenemos lo siguiente:

Riego:

- 1.-Alcalinidad Total, sin restricción.
- 2.-Boro Solución, con un 62% de aceptación.
- 3.-Cloruros , con un 38% de aceptación
- 4.-Coliformes fecales. La información es insuficiente, en algunos años se proporcionó algún dato, y con esto apreciamos que no cumple
- 5.-Coliformes Totales, información insuficiente.
- 6.-Conductividad específica, con un 56% de aceptación
- 7.-DBO5, con un 62% de aceptación.
- 8.-DQO, definitivamente no cumple, valores altos
- 9.-Dureza Total, sin restricción
- 10.-Estreptococos Fecales, información insuficiente.
- 11.-Grasas y aceites, no cumple.
- 12.-Nitrógeno Amoniacal, sin restricción.
- 13.-Nitratos, con un 81% de aceptación.
- 14.-Ortofosfatos, sin restricción.
- 15.-Oxígeno Disuelto, sin restricción.
- 16.-pH (in situ), con un 88% de aceptación.
- 17.-pH (laboratorio), con un 94% de aceptación.
- 18.-Sodio, ya analizado con la conductividad específica.
- 19.-SST, con un 31% de aceptación
- 20.-Sulfatos con un 50% de aceptación.
- 21.-Detergente (SAAM), definitivamente no cumple,
- 22.-Turbiedad, no cumple
- 23.-Temperatura del agua, si cumple.

Agua potable:

- 1.-Alcalinidad Total, con un 38% de aceptación.
- 2.-Duro Solución, con un 19% de aceptación.
- 3.-Cloruros , con un 38% de aceptación
- 4.-Coliformes fecales, la información es insuficiente, en algunos años se proporcionó algún dato, y con esto apreciamos que no cumple.
- 5.-Coliformes Totales, información insuficiente.
- 6.-Conductividad específica, sin restricción.
- 7.-DBO5, sin restricción.
- 8.-DQO, sin restricción.
- 9.-Dureza Total, no cumple.
- 10.-Estreptococos Fecales, información insuficiente.
- 11.-Grasas y aceites, no cumple.
- 12.-Nitrógeno Amoniacal, no cumple
- 13.-Nitratos, con un 56% de aceptación.
- 14.-Ortofosfatos, sin restricción
- 15.-Oxígeno Disuelto, con un 50% de aceptación.
- 16.-pH (in situ), con un 75% de aceptación.
- 17.-pH (laboratorio), con un 75% de aceptación.
- 18.-Sodio, ya analizado con la conductividad específica.
- 19.-SST, con un 31% de aceptación
- 20.-Sulfatos con un 83% de aceptación.
- 21.-Detergente (SAAM), definitivamente no cumple.
- 22.-Turbiedad, no cumple.
- 23.-Temperatura del agua, sin restricción.

4.2.3 Índices de calidad de agua (ICA)

El índice de calidad del agua (ICA) agrupa algunos parámetros, indicadores de un deterioro en la calidad del agua y es una manera de comunicar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua. Sin embargo, para que dicho índice sea práctico debe reducir la enorme cantidad de parámetros a una forma más simple, evidentemente, durante el proceso de simplificación algo de información se sacrifica. Por otra parte si el diseño del ICA es adecuado, el valor arrojado puede ser representativo e indicativo del nivel de contaminación y comparable con otros para enmarcar ámbitos y detectar tendencias.

Con objeto de agrupar los parámetros de calidad más representativos dentro de un marco de referencia unificado, se calculará el ICA correspondiente para cada una de las estaciones de muestreo de agua superficial. El método que se utilizará será el Dinuis 1987, por ser el más adaptable a la situación de nuestro país, con algunas modificaciones propuestas por el Instituto de Ingeniería de la UNAM en 1974. La evaluación numérica se basa en una media geométrica:

$$ICA = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n Q_i^{w_i}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Donde w_i son los pesos específicos asignados a cada parámetro y_i y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumple:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

Siendo n el número de parámetros elegidos, Q_i es la calidad del parámetro y_i , en función de su concentración y cuya calificación oscila entre cero y 100, $\sqrt[n]{\quad}$ representa la operación multiplicativa de las variable Q elevadas a la w_i .

Finalmente el ICA que arroja la ecuación (1) es un número entre 0 y 100, que califica la calidad a partir del cual y en función del uso del agua, permite estimar el nivel de contaminación. En el Cuadro 4.7 y 4.7 A se muestran los ámbitos de calificación del ICA en función del uso del agua.

El Cuadro 4.6 muestra las unidades de los parámetros y los valores de los pesos específicos w_i considerados en las expresiones (1) y (2).

Las gráficas de sensibilidad en donde, como función de la concentración del parámetro, se lee la calificación de la calidad Q_i , se representa en las Figuras 4.8 y 4.9

Asociado al valor numérico del ICA, se definen 6 ámbitos de estado de calidad del agua: (E) excelente; (A) aceptable; (C) contaminada; (LC) levemente contaminada; (FC) fuertemente contaminada; y (EC) excesivamente contaminada.

Parámetro	Símbolo	Unidad	Peso W_i
Oxígeno disuelto	OD	% Saturación	0.103
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/l	0.096
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	0.053
Grado Acidez/Alcalinidad	pH	u pH	0.063
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	0.033
Coliformes Totales	Coli T	#/100 ml	0.083
Coliformes Fecales	Coli F	#/100 ml	0.143
Nitratos	NO ₃	mg/l	0.053
Nitrógeno Amoniacal	NH ₃	mg/l	0.043
Fosfatos	PO ₄	mg/l	0.073
Fenoles	Fenol	microgramos/l	0.033
Diferencia de Temperatura	Delta T	°C	0.043
Alcalinidad como CaCO ₃	Alc T	mg/l	0.055
Dureza como CaCO ₃	Dur T	mg/l	0.058
Cloruros	Cl	mg/l	0.068

CUADRO 4.6
PESOS ESPECIFICOS DE LOS PARAMETROS

USO COMO AGUA POTABLE

90-100	E	No requiere purificación para consumo
80-90	A	Purificación menor requerida
70-80	LC	Duda en consumo en purificación
50-70	C	Tratamiento primario cada necesario
40-50	FC	Duda en para consumo
0-40	EC	Inaceptable

USO EN AGRICULTURA

90-100	E	No requiere purificación para riego
70-90	A	Purificación menor para cultivos que requieren de alta calidad de agua
50-70	LC	Utilizable en mayoría de cultivos
30-50	C	Tratamiento requerido para la mayoría de los cultivos
20-30	FC	Uso solo en cultivos muy resistentes
0-20	EC	Inaceptable para riego

USO EN PESCA Y VIDA ACUÁTICA

70-100	E	Pesca y vida acuática abundante
60-70	A	Uso para peces muy sensibles
50-60	LC	Duda en la pesca y riesgos de salud
40-50	C	Vida acuática limitada a especies muy resistentes
30-40	FC	Inaceptable para actividad pesquera
0-30	EC	Inaceptable para vida acuática

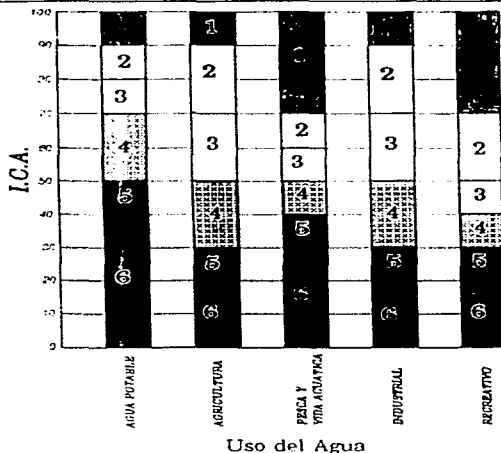
USO INDUSTRIAL

90-100	E	No se requiere purificación
70-90	A	Purificación menor para industrias que requieren alta calidad de agua para operación
50-70	LC	No requiere tratamiento para mayoría de industrias de operación normal
30-50	C	Tratamiento para mayoría de usos
20-30	FC	Uso restringido en actividades duras
0-20	EC	Inaceptable para cualquier industria

USO RECREATIVO

70-100	E	Cualquier tipo de deporte acuático
50-70	A	Restricción de deportes de menor purificación si no hay cada la posibilidad de presencia de bacterias
40-50	LC	Evitar contacto directo con el agua
30-40	C	Evitar contacto solo con las espaldas
20-30	FC	Contaminación no de salud alguna
0-20	EC	Inaceptable para recreación

CUADRO 4.7 Ámbitos de calificación en función del uso del agua.



CUADRO 4.7.A Ámbitos de certificación del ICA.

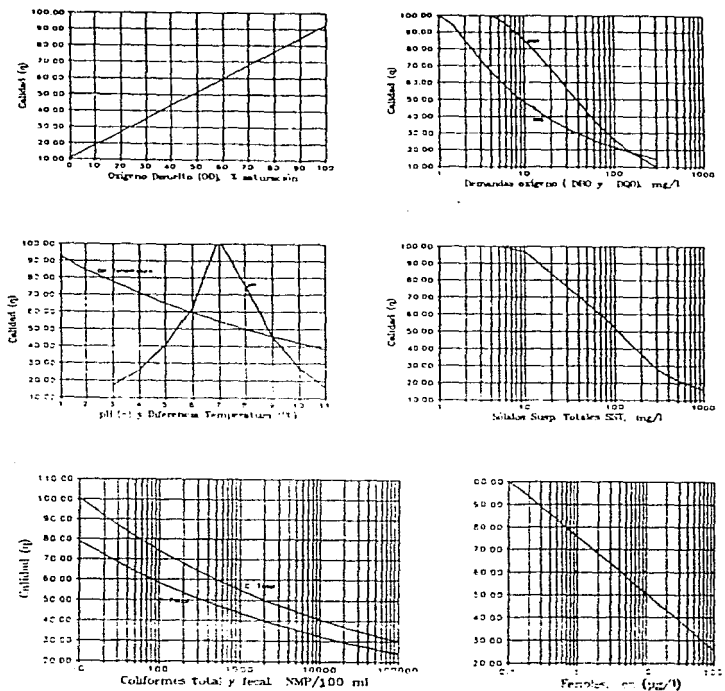


FIGURA 4.8

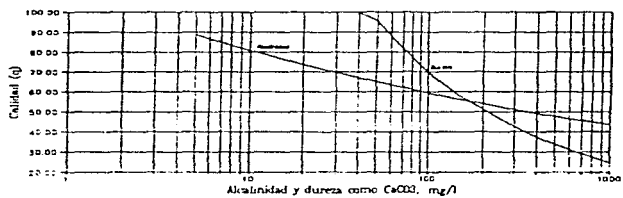
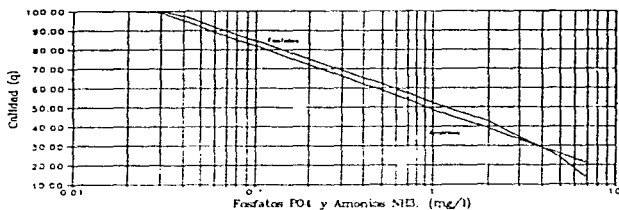
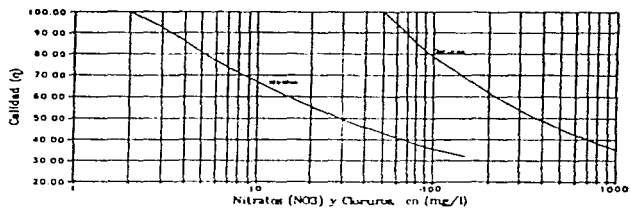


FIGURA 4.9

Cálculo del ICA

Se calculará el ICA para cada una de las estaciones de monitoreo, tomando los valores promedio de los parámetros. A continuación se presentan los valores promedio de los parámetros, el peso específico (w_i) para cada uno, la calidad del parámetro Q_i , tomado de las **Figuras 4.8 y 4.9**, así como la obtención de la media geométrica para cada una de las estaciones, y finalmente, con base en el ICA, un diagnóstico del nivel de contaminación.

CANAL ENDOH DESCARGA TERMoeLECTRICA

Parámetro	Valor Promedio	Peso Específico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso.
OD=7.06 mg/l	25.50%	0.103	31	1.42	34	Uso como agua potable (EC) INACEPTABLE PARA CONSUMO
DBO	41,5	0.096	29.97	1.39		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO PARA LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
DQO	147,56	0.053	22	1.18		
pH	6	0.063	61	1.30		Uso en agricultura
SST	245,5	0.033	33	1.12		(FC) INACEPTABLE PARA ACTIVIDAD PESQUERA
Colif F	51825000	0.143	20	1.53		
NH3	12,15	0.043	10	1.10		Uso en pesca y vida acuática
PO4	7,32	0.073	12	1.20		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS
Cloruros	20,6	0.068	100	1.37		
NO3	7,9	0.053	71	1.25		Uso Industrial
Colif Totales	9,97E+08	0.083	30	1.33		Uso recreativo
Fenoles	0,067	0.033	100	1.16		
Dif Temp	1,05	0.043	91	1.21		(C) EVITAR CONTACTO SOLO EN LANCHAS
Alcalinidad	295,62	0.055	52	1.24		
Dureza	292,3	0.058	43	1.24		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l) excepto: pH (u.pH), Coliformes Fecales y Totales (nmp/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

PUENTE DE LA CIUDAD DE ALFAJAYUCAN

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso.
OD=7.46 mg/l	36.86%	0.103	40	1.48	45	Uso como agua potable (FC) DUDOSO PARA CONSUMO
DBO	22.2	0.098	37	1.41		Uso en agricultura
DQO	39.57	0.053	43	1.22		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO PARA LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
pH	7.5	0.063	95	1.33		Uso en pesca y vida acuática
SST	7	0.033	99	1.16		(C) VIDA ACUATICA LIMITADA A ESPECIES MUY RESISTENTES
Colif F	43500	0.143	20	1.53		Uso Industrial
NH3	7.7	0.043	18	1.13		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS
PO4	4.68	0.073	25	1.26		Uso recreativo
Cloruros	69.88	0.068	89	1.35		(LC) DUDOSA PARA EL CONTACTO CON EL AGUA
NO3	2.95	0.053	93	1.27		
Colif Totales	4.35E+04	0.083	33	1.34		
Fenoles	0.001	0.033	100	1.16		
Dif. temp.	0.5	0.043	91	1.21		
Alcalinidad	309.795	0.055	51	1.24		
Dureza	109.98	0.058	69	1.28		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l) excepto: pH (u.pH), Coliformes Fecales y Totales (nmp/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

PUENTE DE LA CIUDAD DE IXMIQUILPAN

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso.
OD=7.73 mg/l	39.13%	0.103	42	1.47	50	Uso como agua potable (FC) DUDOSA PARA CONSUMO
DBO	15.14	0.096	43	1.43		Uso en agricultura
DQO	27.77	0.053	58	1.24		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO PARA LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
pH	7.45	0.063	98	1.33		Uso en pesca y vida acuática
SST	19	0.033	87	1.16		(C) VIDA ACUATICA LIMITADA A ESPECIES MUY RESISTENTES
Colif. F	131000	0.143	20	1.53		Uso Industrial
NH3	0.001	0.043	100	1.22		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS.
PO4	0.95	0.073	55	1.34		Uso recreativo
Cloruros	145.65	0.068	70	1.33		(LC) DUDOSA PARA CONTACTO CON EL AGUA
NO3	9.74	0.053	68	1.25		
Colif. Totales	3.21E+05	0.083	30	1.33		
Fenoles	0.001	0.033	100	1.16		
Dif. Temp	1.25	0.043	90	1.21		
Alcalinidad	428.51	0.055	48	1.24		
Dureza	182.69	0.058	55	1.26		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l) excepto: pH (u.pH), Coliformes Fecales y Totales (nmp/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

PUENTE CARRETERO MIXQUIAHUALA-CHILCUATLA

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Vi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso.
OD=7.29 mg/l	31,96%	0,103	37	1,45	48	Uso como agua potable (FC) DUDOSA PARA CONSUMO
DBO	26,42	0,096	35	1,41		
DQO	28,48	0,053	59	1,24		
pH	7,4	0,063	98	1,33		
SST	11,5	0,033	98	1,16		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO PARA LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
Colif.F	75000	0,143	25	1,58		
NH3	0,58	0,043	54	1,19		Uso en pesca y vida acuática
PO4	1,03	0,073	53	1,34		(C) VIDA ACUATICA LIMITADA A ESPECIES MUY RESISTENTES
Cloruros	135,22	0,068	72	1,34		
NO3	6,28	0,053	75	1,26		Uso Industrial
Colif. Totales	2,05E+05	0,083	30	1,33		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS.
Fenoles mg/l	0,001	0,033	100	1,16		
Dif. Temp	0,4	0,043	91	1,21		Uso recreativo
Alcalinidad	427,935	0,055	48	1,24		(LC) DUDOSA PARA CONTACTO CON EL AGUA
Dureza	233,74	0,058	48	1,25		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l) excepto: pH (u.pH), Coliformes Fecales y Totales (nmp/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

KM 00+00 CANAL ENDHO

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso.
OD=7.05 mg/l	25,96%	0,103	31	1,42	38	Uso como agua potable
DBO	49,18	0,096	28,5	1,38		(EC) INACEPTABLE PARA CONSUMO
DQO	91,37	0,053	28	1,19		
pH	7,25	0,063	99	1,34		Uso en agricultura
SST	17	0,033	40	1,13		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO PARA LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
Colif. F	35700000	0,143	20	1,53		
NH3	19,76	0,043	10	1,10		Uso en pesca y vida acuática
PO4	6,2	0,073	18	1,23		(FC) INACEPTABLE PARA ACTIVIDAD PESQUERA
Cloruros	75,32	0,068	88	1,36		
NO3	0,001	0,053	100	1,28		Uso Industrial
Colif. Totales	6,10E+07	0,083	30	1,33		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS.
Fenoles	0,005	0,033	100	1,16		
Dif. Temp.	1,4	0,043	89	1,21		Uso recreativo
Alcalinidad	413,83	0,055	49	1,24		(C) EVITAR CONTACTO, SOLO EN LANCHAS
Dureza	11,94	0,058	68	1,28		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l) excepto: pH (u.pH), Coliformes Fecales y Totales (nmp/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

PUENTE CRUZ AZUL

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso.
OD=6 B2 mg/l	12.46%	0.103	20	1,36	33	Uso como agua potable (EC) INACEPTABLE PARA CONSUMO
DBO	97.22	0.096	21	1,34		Uso en agricultura
DQO	337.13	0.053	10	1,13		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO PARA LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
pH	7.3	0.063	100	1,34		Uso en pesca y vida acuática
SST	202	0.033	38	1,13		(FC) INACEPTABLE PARA ACTIVIDAD PESQUERA
Colif. F	8650000000	0.143	20	1,53		Uso Industrial
NH3	9.54	0.043	15	1,12		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS
PO4	8.97	0.073	10	1,18		Uso recreativo
Cloruros	70.78	0.068	89	1,36		(C) EVITAR CONTACTO. SOLO EN LANCHAS
NO3	0.036	0.053	100	1,28		
Colif. Totales	1.02E+10	0.083	30	1,33		
Fenoles	0.271	0.033	89	1,16		
Dif. Temp.	1.85	0.043	85	1,21		
Alcalinidad	307,305	0.055	51	1,24		
Dureza	72.67	0.058	82	1,29		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l) excepto: pH (u.pH), Coliformes Fecales y Totales (nmp/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

PUENTE DE LA CIUDAD DE TULA DE ALLENDE

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso.
OD=7.2 mg/l	13.61%	0.103	22	1.37	35	Uso como agua potable (EC) INACEPTABLE PARA CONSUMO
DBO	49.75	0.096	28	1.38		Uso en agricultura
DQO	191.53	0.053	15	1.15		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO PARA LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
pH	7.15	0.063	100	1.34		Uso en pesca y vida acuática
SST	128	0.033	48	1.14		(FC) INACEPTABLE PARA ACTIVIDAD PESQUERA
Colif.F	5.18E+07	0.143	20	1.53		Uso Industrial
NH3	12.28	0.043	10	1.10		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS
PO4	6.44	0.073	15	1.22		Uso recreativo
Cloruros	52.63	0.068	100	1.37		(C) EVITAR CONTACTO. SOLO EN LANCHAS
NO3	0.001	0.053	100	1.28		
Colif. Totales	1.45E+13	0.083	30	1.33		
Fenoles	0.028	0.033	100	1.16		
Dif. Temp.	4.7	0.043	68	1.20		
Alcalinidad	316.325	0.055	51	1.24		
Dureza	170.985	0.058	56	1.26		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l) excepto: pH (u.pH), Coliformes Fecales y Totales (nmp/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

PUENTE TEPEJI "EL SALTO"

Parámetro	Valor Promedio	Peso Específico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso.
OD=6.79 mg/l	24.30%	0.103	30	1,42	42	Uso como agua potable (FC) DUDOSO PARA CONSUMO
DBO	58.02	0.096	26	1.37		Uso en agricultura
DOO	116.78	0.053	25	1.19		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO PARA LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
pH	7	0.063	100	1.34		Uso en pesca y vida acuática
SST	23	0.033	82	1.16		(C) VIDA ACUATICA LIMITADA A ESPECIES MUY RESISTENTES
Coli.F	7.60E+06	0.143	20	1.53		Uso Industrial
NH3	6.68	0.043	23	1.14		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS
PO4	3.2	0.073	32	1.29		Uso recreativo
Cloruros	21.32	0.066	100	1.37		(LC) DUDOSA PARA EL CONTACTO CON EL AGUA
NO3	0.001	0.053	100	1.28		
Colif. Totales	2.76E+07	0.083	30	1.33		
Fenoles	0.107	0.033	100	1.16		
Dif. Temp.	3.4	0.043	75	1.20		
Alcalinidad	212.35	0.055	53	1.24		
Dureza	93.33	0.058	72	1.28		

Nota: Las unidades de los parámetros son (u. m³) excepto: pH (u. pH), Coliformes Fecales y Totales (nmp/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

PUENTE CARRETERO REFUGIO DE CONEJOS

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso
DD=6.65 MG/l	16,49%	0,103	24	1,39	31	Uso como agua potable (EC) INACEPTABLE PARA CONSUMO
DBO	97,74	0,096	22	1,35		
DDO	383,55	0,053	10	1,13		
pH	7,35	0,063	96	1,33		Uso en la agricultura
SST	268	0,033	32	1,12		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO EN LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
Colif. F	6,70E+12	0,143	20	1,53		
NH3	32,67	0,043	10	1,10		Uso en pesca y vida acuática
PO4	12,57	0,073	10	1,16		(FC) INACEPTABLE PARA LA ACTIVIDAD PESQUERA
Cloruros	267,72	0,068	57	1,32		
NO3	0,004	0,053	100	1,28		Uso industrial
Colif. Totales	1,45E+13	0,083	30	1,33		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS.
Fenoles	0,168	0,033	96	1,16		
Dif. Temp.	2,1	0,043	84	1,21		Uso recreativo
Alcalinidad	716,28	0,055	45	1,23		(C) EVITAR CONTACTO. SOLO EN LANCHAS.
Dureza	100,135	0,058	70	1,28		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l, excepto: pH (u. pH), Coliformes Fecales y Totales (NMP/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

PUENTE TEZONTEPEC

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso
OD=7 29 MG/L	32,50%	0,103	36	1,45	41	Uso como agua potable
DBO	20,36	0,096	38	1,42		(C) DUDOSA PARA CONSUMO
DOO	62,04	0,053	38	1,21		
pH	7,45	0,063	98	1,33		
SST	13	0,033	95	1,16		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO EN LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
Colif F	3325000	0,143	20	1,53		
NH3	4,6	0,043	26	1,15		
PO4	5,24	0,073	21	1,25		Uso en pesca y vida acuática
Cloruros	217,8	0,068	61	1,32		(C) VIDA ACUATICA LIMITADA A ESPECIES MUY RESISTENTES
NO3	8,51	0,053	70	1,25		Uso industrial
Colif. Totales	4,30E+06	0,083	30	1,33		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS
Fenoles	0,067	0,033	100	1,16		
Dif. Temp	0,85	0,043	91	1,21		
Alcalinidad	625,46	0,055	47	1,24		(LC) DUDOSA PARA CONTACTO CON EL AGUA
Dureza	191,46	0,058	53	1,26		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l, excepto: pH (u. pH), Coliformes Fecales y Totales (NMP/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

PUENTE TEZONTEPEC DE ALDAMA

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso
DD=7.02 MG/l	39,60%	0.103	43	1,47	51	Uso como agua potable
DBO	14,82	0.096	44	1,44		(C) TRATAMIENTO POTABILIZADOR NECESARIO
DQO	31,76	0.053	58	1,24		Uso en la agricultura
pH	7	0.063	100	1,34		(LC) UTILIZABLE EN LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS.
SST	12,5	0.033	96	1,16		Uso en pesca y vida acuática
Colif. F	1350000	0.143	20	1,53		(LC) DUDOSA LA PESCA SIN RIESGOS DE SALUD
NH3	0,06	0.043	89	1,21		Uso industrial
PO4	0,68	0.073	59	1,35		(LC) NO REQUIERE TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LAS INDUSTRIAS DE OPERACION NORMAL
Cloruros	108,9	0.068	78	1,34		Uso recreativo
NO3	4,53	0.053	83	1,26		(A) RESTRINGIR LOS DEPORTES DE INMERSION, PRECAUSION SI SE INGIERE. DADA LA POSIBILIDAD DE BACTERIAS
Colif. Totales	1,90E+06	0.083	30	1,33		
Fenoles	0,020	0.033	100	1,16		
Dif. Temp.	0,3	0.043	91	1,21		
Alcalinidad	373,385	0.055	50	1,24		
Dureza	228,84	0.058	49	1,25		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l, excepto: pH (u. pH), Coliformes Fecales y Totales (NMP/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

OBRA DE TOMA PRESA VICENTE AGUIRRE

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso
OD=7.516 MG	36.59%	0.103	40	1.46	51	Uso como agua potable
DBO	16.8	0.096	42	1.43		(C) TRATAMIENTO POTABILIZADOR NECESARIO
DQO	58.14	0.053	38	1.21		Uso en la agricultura
pH	7.5	0.063	90	1.33		(LC) UTILIZABLE EN LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
SST	19	0.033	84	1.16		Uso en pesca y vida acuática
Colif.F	34100	0.143	38	1.68		(LC) DUDOSA LA PESCA SIN RIESGOS DE SALUD
NH3	1.42	0.043	45	1.18		Uso industrial
PO4	3.98	0.073	29	1.28		(LC) NO REQUIERE TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LAS INDUSTRIAS DE OPERACION NORMAL
Cloruros	67.18	0.068	89	1.36		Uso recreativo
NO3	2.64	0.053	88	1.27		(A) RESTRINGIR LOS DEPORTES DE INMERSION, PRECAUSION SI SE INGIERE DADA LA POSIBILIDAD DE BACTERIAS
Colif. Totales	4.03E+05	0.083	30	1.33		
Fenoles	0.001	0.033	100	1.16		
Dif. Temp.	0.95	0.043	91	1.21		
Alcalinidad	272.395	0.055	52	1.24		
Dureza	104.085	0.058	70	1.28		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l, excepto: pH (u. pH), Coliformes Fecales y Totales (NMP/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

OBRA DE TOMA ROJO GOMEZ

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso
DD=7.52 MG/l	33.24%	0,103	38	1,45	44	Uso como agua potable (FC) DUDOSA PARA CONSUMO
DBO	18,65	0,095	40	1,42		Uso en la agricultura
DQO	80,13	0,053	30	1,20		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO PARA LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
pH	7,25	0,063	98	1,33		Uso en pesca y vida acuática
SST	12,5	0,033	97	1,16		(C) VIDA ACUÁTICA LIMITADA A ESPECIES MUY RESISTENTES.
Colif.F	78950	0,143	34	1,66		Uso industrial
NH3	11,54	0,043	10	1,10		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS.
PO4	5,09	0,073	24	1,26		Uso recreativo
Cloruros	72,6	0,068	88	1,36		(LC) DUDOSA PARA EL CONTACTO CON EL AGUA.
NO3	70,78	0,053	38	1,21		
Colif. Totales	3.79E+04	0,083	36	1,35		
Fenoles	0,028	0,033	100	1,16		
Dif. Temp.	1,05	0,043	91	1,21		
Alcalinidad	331,21	0,055	42	1,23		
Dureza	101,02	0,058	70	1,28		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l, excepto: pH (u. pH), Coliformes Fecales y Totales (NMP/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

OBRA DE TOMA PRESA REQUENA

Parámetro	Valor Promedio	Peso Específico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso
DD=7.04 MG/l	29.41%	0.103	35	1.44	52	Uso como agua potable
DBO	16.33	0.096	43	1.43		(C) TRATAMIENTO POTABILIZADOR NECESARIO
DOO	28.82	0.053	33	1.20		Uso en la agricultura
pH	6.5	0.063	80	1.32		(LC) UTILIZABLE EN LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS.
SST	21.5	0.033	84	1.16		Uso en pesca y vida acuática
Colif.F	22600	0.143	29	1.62		(LC) DUDOSA LA PESCA SIN RIESGOS DE SALUD
NH3	0.79	0.043	52	1.19		Uso industrial
PO4	0.22	0.073	75	1.37		(LC) NO REQUIERE TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LAS INDUSTRIAS DE OPERACION NORMAL
Cloruros	6.8	0.068	100	1.37		Uso recreativo
NO3	0.001	0.053	100	1.28		(A) RESTRINGIR LOS DEPORTES DE INMERSION, PRECAUSION SI SE INGIERE. DADA LA POSIBILIDAD DE BACTERIAS
Colif. Totales	5.66E+04	0.083	33	1.34		
Fenoles	0.028	0.033	100	1.16		
Dif. Temp.	5.55	0.043	62	1.19		
Alcalinidad	98.95	0.055	59	1.25		
Dureza	64.83	0.058	80	1.29		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l, excepto: pH (u. pH), Coliformes Fecales y Totales (NMP/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

DESCARGA REFINERIA TULA PEMEX

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso
DD=6.89 MG/L	18.87%	0.103	25	1.39	37	Uso como agua potable (EC) INACEPTABLE PARA CONSUMO
DBO	32.36	0.096	31	1.39		
DOO	143.16	0.053	21	1.18		
pH	7.1	0.063	100	1.34		Uso en la agricultura
SST	87	0.033	53	1.14		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO EN LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
Colif.F	3.06E+06	0.143	20	1.53		
NH3	59.56	0.043	10	1.10		Uso en pesca y vida acuática
PO4	0.5	0.073	62	1.35		(FC) INACEPTABLE PARA LA ACTIVIDAD PESQUERA
Cloruros	350.3	0.068	52	1.31		
NO3	9.44	0.053	68	1.25		Uso industrial
Colif. Totales	9.61E+06	0.083	30	1.33		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS
Fenoles	0.148	0.033	99	1.16		
Dif. Temp.	2.5	0.043	81	1.21	Uso recreativo	
Alcalinidad	179.72	0.055	55	1.25	(C) EVITAR CONTACTO, SOLO EN LANCHAS.	
Dureza	475.21	0.058	34	1.23		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l, excepto: pH (u. pH), Coliformes Fecales y Totales (NMP/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

DESCARGA EMISOR CENTRAL RIO "EL SALTO."

Parámetro	Valor Promedio	Peso Especifico Wi	Calidad del Parámetro Qi	Wi Qi	ICA	Nivel de contaminación y posibilidad de uso
DD=6.81 MG/l	7.05%	0.103	17	1.34	31	Uso como agua potable
DBO	162.38	0.096	18	1.32		(EC) INACEPTABLE PARA CONSUMO
DQO	305.86	0.053	10	1.13		
pH	6.75	0.063	90	1.33		Uso en la agricultura
SST	193.5	0.033	38	1.13		(C) TRATAMIENTO REQUERIDO EN LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
Colif F	6.70E+11	0.143	20	1.53		
NH3	19.37	0.043	10	1.10		Uso en pesca y vida acuática
PO4	6.74	0.073	15	1.22		(FC) INACEPTABLE PARA LA ACTIVIDAD PESQUERA
Cloruros	99.82	0.068	78	1.34		
NO3	0.11	0.053	100	1.28		Uso industrial
Colif. Totales	2.20E+12	0.083	30	1.33		(C) TRATAMIENTO PARA LA MAYORIA DE LOS USOS.
Fenoles	0.25	0.033	91	1.16		
Dif. Temp.	3.4	0.043	74	1.20		Uso recreativo
Alcalinidad	297.42	0.055	51	1.24		(C) EVITAR CONTACTO, SOLO EN LANCHAS.
Dureza	127.76	0.058	65	1.27		

Nota: Las unidades de los parámetros son mg/l, excepto: pH (u. pH), Coliformes Fecales y Totales (NMP/100 ml) y Dif. Temp. (°C)

El Cuadro 4.10 presenta el indice de calidad del agua para 16 estaciones de muestreo, correspondientes al año 1995.

Canal Endho, Descarga Termoeléctrica	34
Puente de la Ciudad de Alfayucan	45
Puente de la Ciudad de Ixmiquilpan	50
Puente Carretero Mixquiahuala Chilcuatla	48
Km 00+00 Canal Endho	38
Puente Cruz Azul	33
Puente de la Ciudad de Tula De Allende	35
Puente Tepeji "El Salto"	42
Puente Carretero "Refugio de Conejos"	31
Puente Tezontepec	41
Piscicola Tezontepec de Aldama	51
Obra de Toma Presa Vicente Aguirre	51
Obra de Toma Presa Rojo Gómez	44
Obra de Toma Presa Requena	52
Descarga, Refinería Tula Pemex	37
Descarga Emisor Central Río "El Salto"	31

Cuadro 4.10 ICA correspondiente al año 1995 para 16 estaciones de muestreo en el "Valle del Mezquital"

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

El empleo de aguas residuales en el Valle del Mezquital Hgo. Ha permitido dar solución a múltiples problemas de supervivencia, de control de la contaminación, de bienestar social y de mejoramiento ecológico, entre los cuales pueden citarse:

- Incremento en el área de cultivo, y, por consiguiente, aumento de la producción.
- Aumento en el valor de los terrenos, haciéndolos pasar de cultivo temporal a riego seguro.
- Disminución de problemas de contaminación en las aguas del Río Pánuco.
- Disminución de tolvaneras que aquejan a los asentamientos humanos.

En base a el estudio del agua y con respecto al Índice de Calidad del Agua del Valle del Mezquital para 1995, se concluye lo siguiente:

- 1) El ICA de las estaciones de muestreo: "Obra de Toma Presa Requena" en el río Tepeji, "Presa Vicente Aguirre" en el río Alfayucan, "Piscicola Tezontepec de Aldama" en el río Tula; reporta características de calidad de agua adecuada para la mayoría de los cultivos (con un ICA mayor a 50). En cuanto a su potencialidad para otros usos pueden usarse en la industria, en procesos que no requieren elevadas normas de calidad; en recreación siempre y cuando no sean deportes de inmersión; en pesca y vida acuática sólo con especies de peces muy resistentes, y se considera dudosa la pesca por implicar riesgo a la salud.
- 2) El ICA de las estaciones de muestreo: "Puente de la Ciudad de Alfayucan" en el río Tula, "Puente de la Ciudad de Ixmiquilpan" en el río Tula, "Puente Carretero Mixquiabuala-Chilcuatla" en el río Tula, " Puente Tezontepec" en el río Salado y "Obra de Toma Presa Rojo Gómez" en el río Alfayucan, indica que se requiere tratamiento del agua para riego en la mayoría de los cultivos; además de que su uso en vida acuática está limitado ha especies muy resistentes; para la mayoría de los usos industriales se requiere de tratamiento, y en recreación se recomienda sólo en actividades donde no exista contacto con el agua.
- 3) El ICA de las estaciones de muestreo: "Canal Endho, Descarga Termoeléctrica" en el Canal Endho, "Km 00+00 Canal Endho" en el río Tula, "Puente Cruz Azul" en el río Tula, "Puente de la Ciudad de Tula de Allende" en el río Tula, "Puente Carretero Refugio de Conejos" en el río Salado, "Descarga Refinería Tula Pemex" en el río Tepeji, y "Descarga Emisor Central en el río el Salto, tuvieron los valores más bajos, (31 a 37) por lo que se requiere el tratamiento para la mayoría de los cultivos. Su uso en la vida acuática y pesca es inaceptable, en la industria requiere tratamiento, y en recreación no se recomienda en actividades donde exista contacto con el agua.

De lo anteriormente expuesto observamos que de las 16 estaciones de muestreo analizadas solo en 3 estaciones la calidad del agua es adecuada para riego, en las 13 restantes el agua requiere tratamiento.

Respecto al análisis estadístico de los parámetros de calidad del agua (a lo largo del río) para, el periodo 1983-1995:

-Los parámetros que rebasaron la norma y/o criterio para riego son: cloruros, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, sulfatos, detergentes y turbiedad; en el caso de oxígeno disuelto se tuvieron concentraciones menores a 4 mg/l.

En la información proporcionada por la CNA para el periodo 1983-1995 los parámetros: coliformes totales y fecales y estreptococos fecales se determinaron sólo para algunos años, y para estos datos se tuvieron valores muy altos.

-La estación "Descarga Emisor Central" fué la más contaminada, en cuanto al valor de ICA, más bajo como en cuanto al análisis estadístico de parámetros que rebasan la norma y/o criterio.

-La estación menos contaminada es: "Piscícola Tezontepec de Aldama" que con respecto al análisis estadístico tuvo un 53% de parámetros que no rebasaron la norma y/o criterios, y con relación al ICA tuvo 51.

-Las estaciones "Km 00+00 Canal Endho" y "Obra se Toma Presa Rojo Gómez" resultaron con un 67% de parámetros que están dentro de la norma y/o criterios.

5.2 Recomendaciones

El empleo de las aguas residuales en la agricultura es una práctica que requiere un cuidadoso manejo, el uso no controlado de aguas residuales conduce a la creación de serios problemas, tanto para la salud humana como para la productividad del suelo. Por lo tanto se sugieren las siguientes medidas de control.

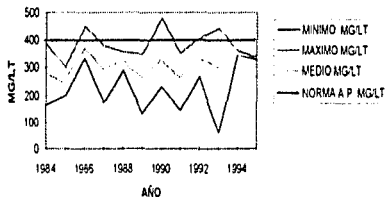
- 1) De las estaciones que resultaron con calidad adecuada para riego utilizarlas sin previo tratamiento.
- 2) El tratamiento del agua residual de las estaciones que resultaron con baja calidad, para proteger la salud pública, prevenir condiciones insalubres durante la aplicación y almacenamiento del agua, para evitar daños a los cultivos, los suelos y los acuíferos. El nivel de tratamiento es un factor importante, en la planeación, diseño y administración del sistema de irrigación.
- 3) Cumplimiento NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales.
- 4) Deberán realizarse investigaciones epidemiológicas con el apoyo del sector salud. Prestar un servicio de vigilancia y atención médica a la población expuesta.
- 5) El conocimiento de los efectos que causa al sistema agua-suelo-animal-hombre por el empleo de aguas residuales.
- 6) La medición de parámetros de calidad tóxicos, por la cantidad cada vez mayor de sustancias contaminantes que pueden detectarse en el agua, como por ejemplo: plomo y cadmio.
- 7) Considerándose las recomendaciones anteriores deberá seguir fomentándose la reutilización de las aguas residuales del "Valle del Mezquital" ya que:
 - Permite el desarrollo de nuevas áreas abastecedoras de productos vegetales mediante la infraestructura existente, lo que reduce el monto de las inversiones requeridas.
 - Facilita un uso más intensivo de la tierra obteniéndose mayor número de cosechas por año.
 - Permite ofrecer al campesino fuentes confiables de trabajo, lo que lo arraiga en su entidad natal.
 - Propicia el mejoramiento técnico y agrícola con base en la investigación y estudios que haya que realizar.

ANEXO "A"

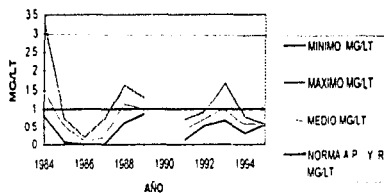
**"Datos estadísticos y
gráficas de parámetros"**

OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ

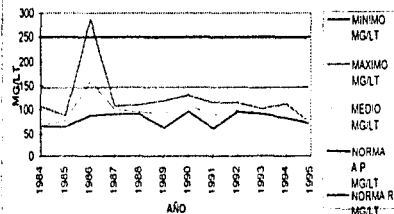
ALCALINIDAD TOTAL



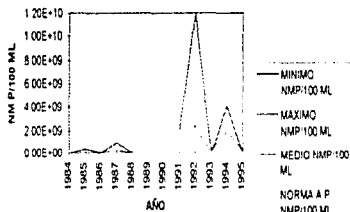
BORO SOLUCION



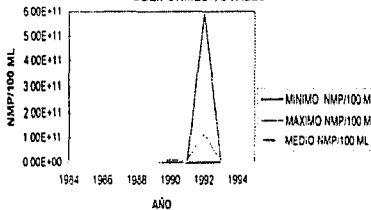
CLORUROS



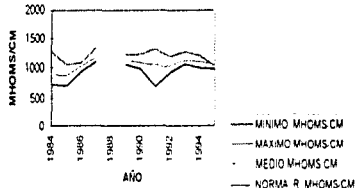
COLIFORMES FECALES



COLIFORMES TOTALES

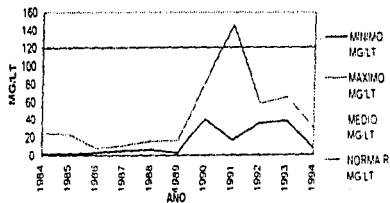


CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA

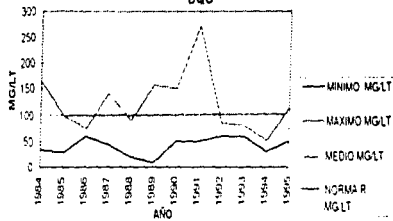


OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ

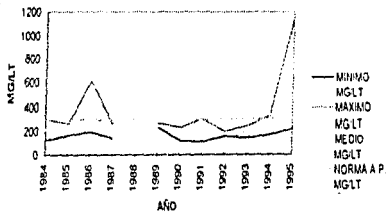
DBO5



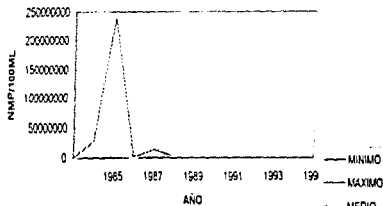
DQO



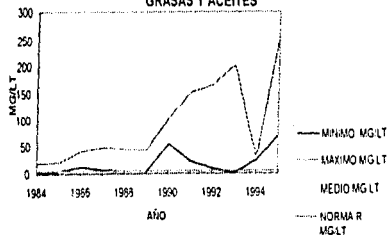
DUREZA TOTAL



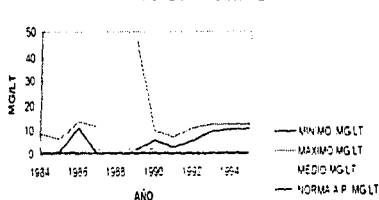
ESTREPTOCOCCOS FECALIS



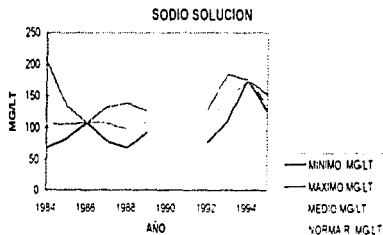
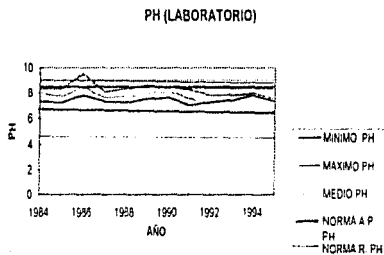
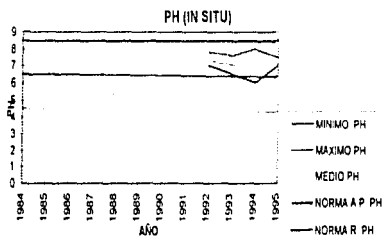
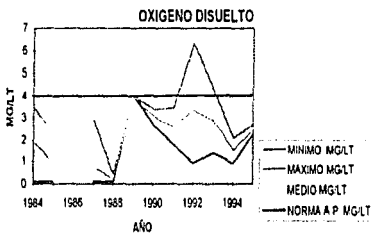
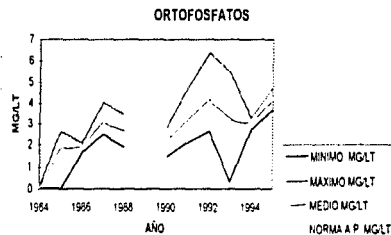
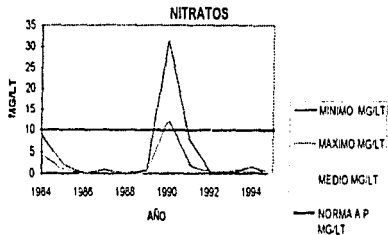
GRASAS Y ACEITES



NITROGENO AMONIAICAL

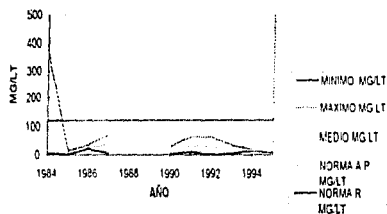


OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ

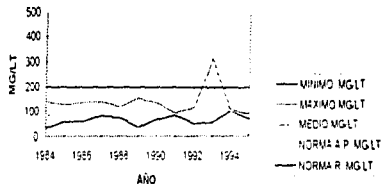


OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ

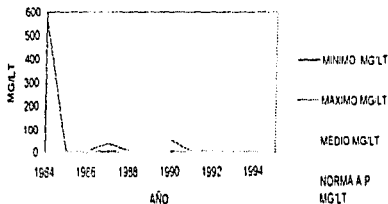
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



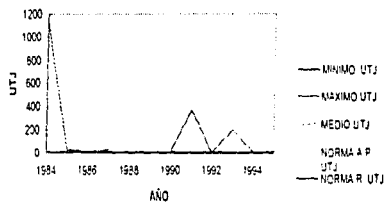
SULFATOS



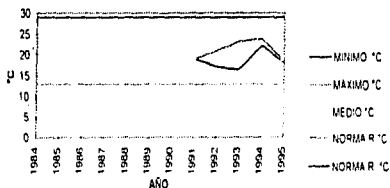
SAAM (DETERGENTES)



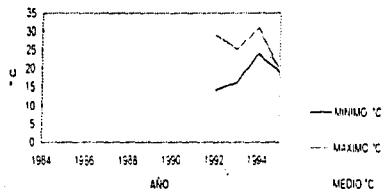
TURBIDIDAD



TEMPERATURA AGUA

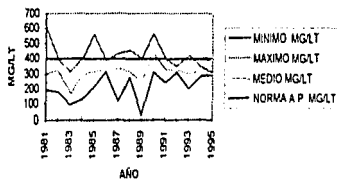


TEMPERATURA AMBIENTE

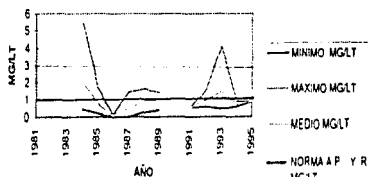


DESCARGA EMISOR CENTRAL RIO EL SALTO

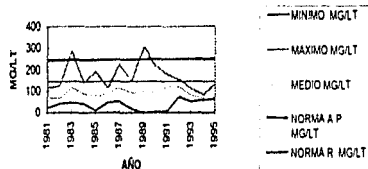
ALCALINIDAD TOTAL



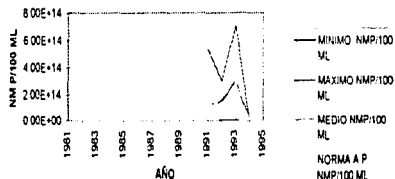
BORO SOLUCION



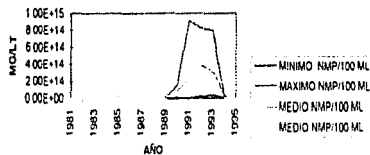
CLORUROS



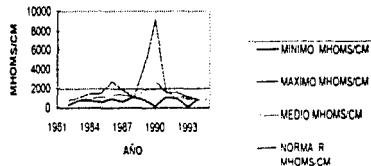
COLIFORMES FECALES



COLIFORMES TOTALES

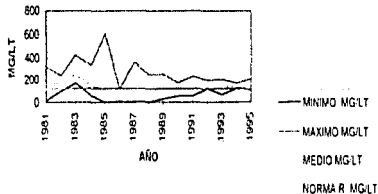


CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA

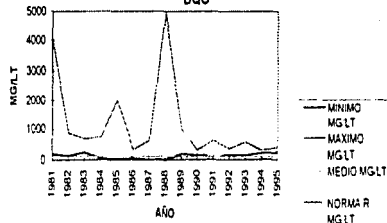


DESCARGA EMISOR CENTRAL RIO EL SALTO

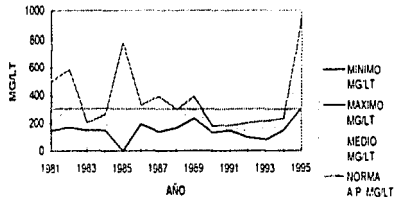
DBO5



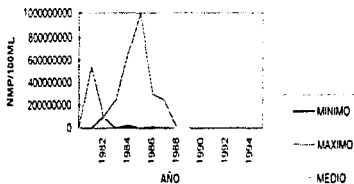
DQO



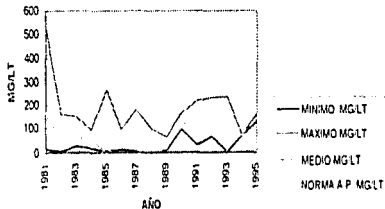
DUREZA TOTAL



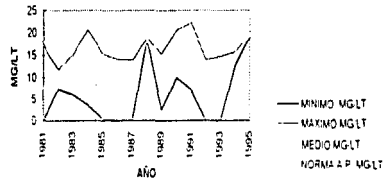
ESTREPTOCOCOS FECALES



GRASAS Y ACEITES

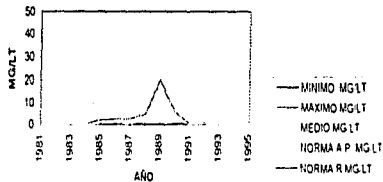


NITROGENO AMONICAL

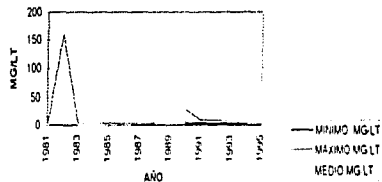


DESCARGA EMISOR CENTRAL RIO EL SALTO

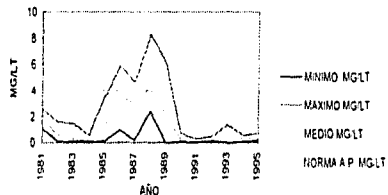
NITRATOS



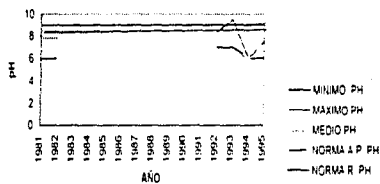
ORTOFOSFATOS



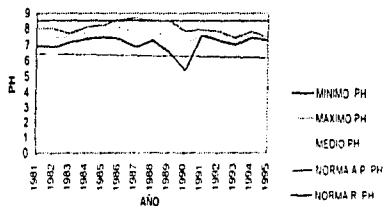
OXIGENO DISUELTO



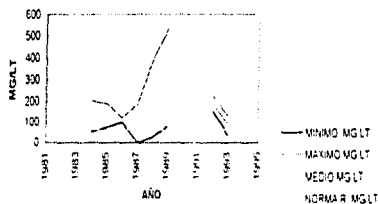
pH (IN SITU)



PH (LABORATORIO)

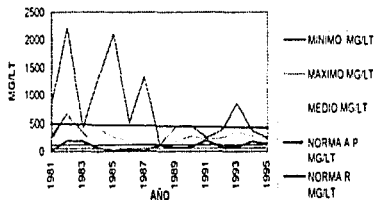


SODIO SOLUCION

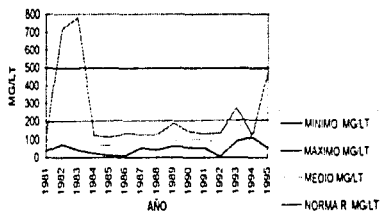


DESCARGA EMISOR CENTRAL RIO EL SALTO

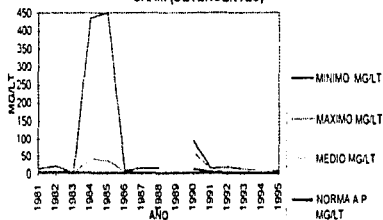
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



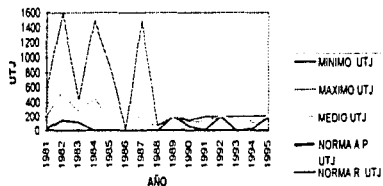
SULFATOS



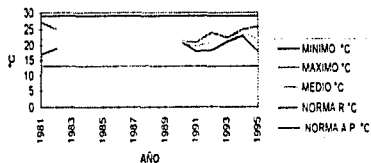
SAAM (DETERGENTES)



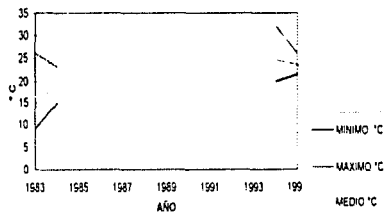
TURBIEDAD



TEMPERATURA AGUA

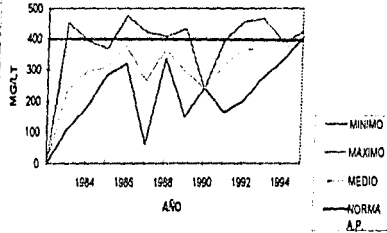


TEMPERATURA AMBIENTE

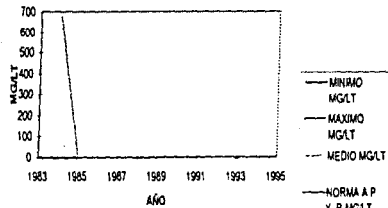


KM 0+000 CANAL ENDHO 0+000 (SOT).

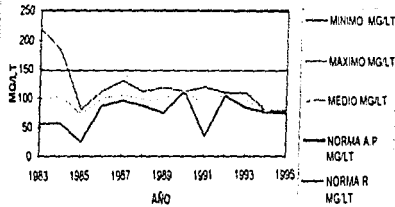
ALCALINIDAD TOTAL



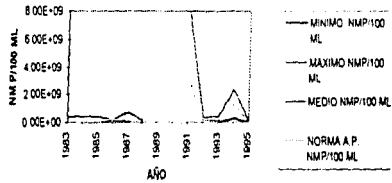
BORO SOLUCION



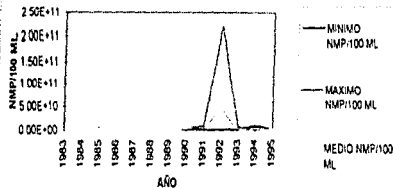
CLORUROS



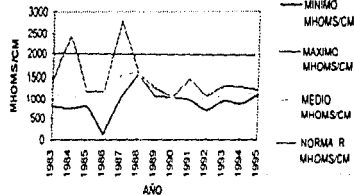
COLIFORMES FECALES



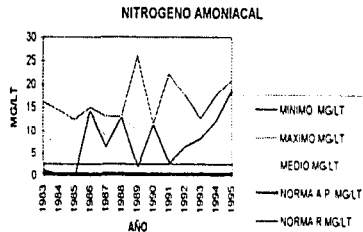
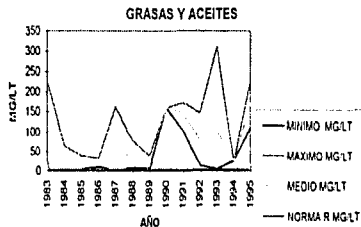
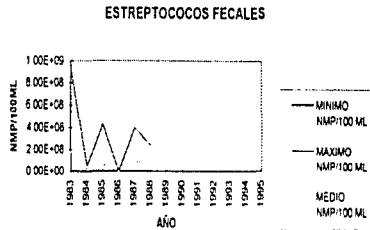
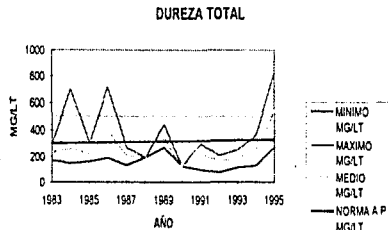
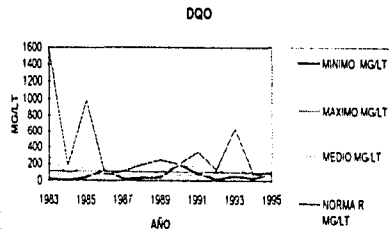
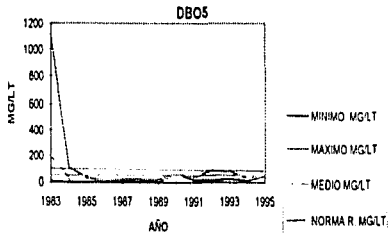
COLIFORMES TOTALES



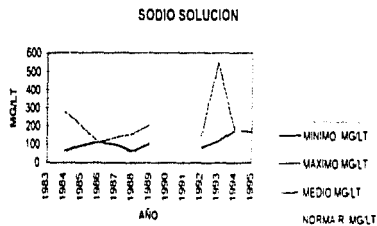
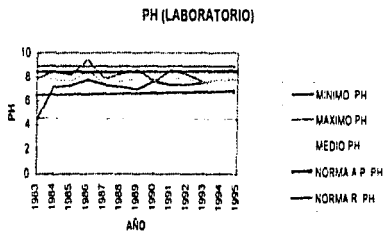
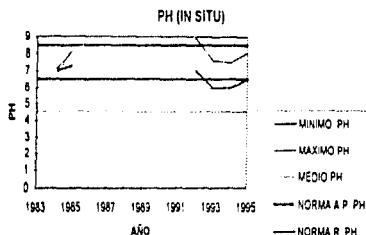
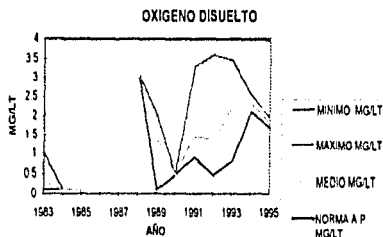
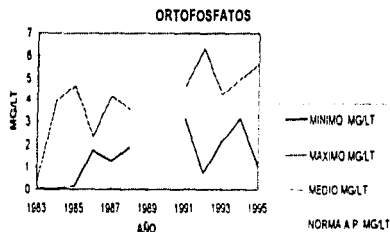
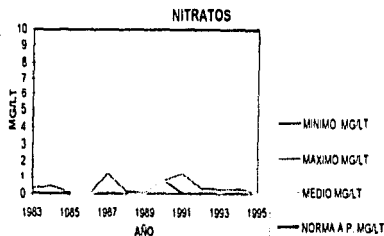
CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA



KM 0+000 CANAL ENDHO 0+000 (SOT).

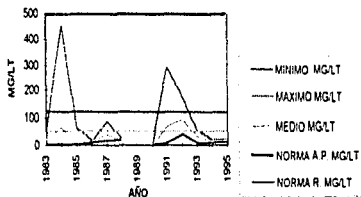


KM 0+000 CANAL ENDHO 0+000 (SOT).

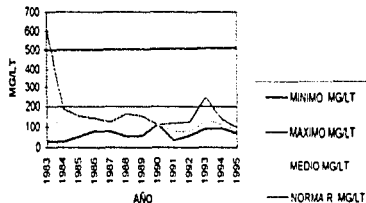


KM 0+000 CANAL ENDO 0+000 (SOT)

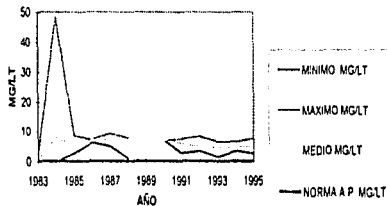
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



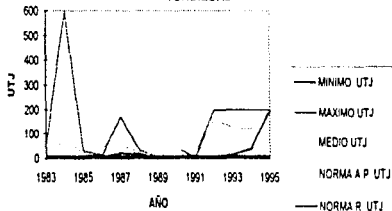
SULFATOS



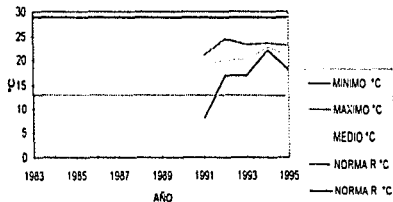
SAAM (DETERGENTES)



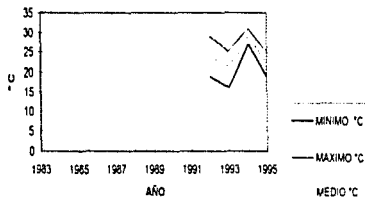
TURBIEDAD



TEMPERATURA AGUA



TEMPERATURA AMBIENTE



OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

1 9 8 4

SSV	C				SAAM	TEMP AMB	TEMP AGUA	TURBIE- DAD
	SOLD TOT	SOL TOT F	SOL TOT V	SITJ DIS				
0	970	720	0	141	6.92	0	0	48
0	400	16	0	96	4.15	0	0	1120
0	610	516	0	94	570	0	0	40
0	616	408	0	0	0	0	0	8
2	656	408	288	31	3.88	15	19	8
0	374	276	0	54	0.18	0	0	14
0	0	0	0	71	2.56	0	0	0
0	580	420	0	63	2.7	0	0	14
2	374	16	288	31	0.18	15	19	8
2	970	720	288	141	570	15	19	1120
2	606 57143	397 71420	288	78 371429	84 341429	15	19	180 14286
0	182 3336	201 5013	0	32 962564	150 2782	0	0	387 64748
0	0 1500256	0 5966484	0	0 4191233	2 3508992	0	0	2 1519964

URA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

1 9 8 6

C

SAAM	TERRIE- DAD
538	97
692	12
565	51
538	51
692	12
59833333	89333333
0671433	2868604
01122172	03211124

1 9 8 7

C

SOL TOT V	SILF DIS	SAAM	TERRIE- DAD
167	127	279	45
164	117	239	32
0	140	529	8
50	96	465	36
225	82	3989	22
0	88	517	26
50	82	239	36
225	140	3989	32
1515	10833333	1003	16010467
6344451	2115599	13400488	11120614
04183779	01952816	11366106	04943191

OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

I 9 8 9

N AMO- NIAC	N NI- TRATO	N OR GASNC	OXI DIS	PH SITU	B				SDT	SOLID TOT	SULF DIS
					PH LAB	POTAS SOL.	SODIO SOL.				
478	0.777	7.15	4	0	7.7	24	0	813	874	133	
4629	0.205	70.16	4	0	8.6	18.75	99	901	1002	155	
91	0	2.42	0	0	8	25	115	0	836	64	
537	0.601	2.19	0	0	8.3	22	110	743	770	59	
253	0.001	0.42	0	0	7.5	31	92	304	326	74	
190	0.001	0.29	0	0	7.5	24.5	97.2	719	737	86	
228	6.1	0.42	0	0	7.6	22.75	125.5	691	700	88	
167	0.022	0.59	0	0	8	28.25	125.25	674	685	71	
167	0.001	0.29	4	0	7.5	18.75	92	674	685	74	
4629	0.777	70.16	4	0	8.6	28.25	125.25	901	1002	155	
927625	0.1581429	9.755	4	0	7.925	23.28125	100.70714	749.85714	708.75	86.75	
1418364	0.2521822	22.845813	0	0	0.4054319	2.6763942	11.241398	74.451185	96.522223	37.493833	
13292274	1.6578826	2.3419391	0	0	0.9311586	0.1149392	0.1034099	0.0992872	0.1249997	0.4322226	

I 9 9 0

GRAS ACEI	N AMO- NIAC	N NI- TRATO	N OR GASNC	NITRO TOT	ORTO PO4	OXI DIS	PH LAB	SDF	SDT	SDV	B				SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOLID TOT	SOL TOT F	SOL TOT V
54.84	6.794	31.3	10.93	0	1.45	3.26	8.17	658	852	174	0.2	14	14	0	846	658	108				
103.9	6.794	31.3	10.93	0	5.85	2.85	3.4	8.3	486	642	156	0.2	18	39	12	672	594	108			
103.9	6.02	0.69	1.23	7.28	2.52	2.7	7.6	576	660	124	0.2	2	4	2	642	576	126				
54.84	4.77	0.09	1.23	5.85	1.45	2.7	7.6	486	642	124	0.2	2	4	0	642	504	108				
103.9	6.794	31.3	10.93	7.26	2.85	3.4	8.5	658	852	174	0.2	18	39	12	846	658	108				
11413333	5.8513333	12.686667	6.08	6.555	2.2733333	1.12	8.09	560	711.33333	151.33333	0.2	11.333333	16	4.6666667	727.33333	566.66667	140.66667				
23746811	0.8378766	13.55362	4.85	0.705	0.5975691	0.3024746	0.3717520	32.24074	85.640074	20.677417	2.779E-17	0.75860927	10.708252	5.2495546	85.975541	66.057214	54.266926				
0.2058896	0.1422674	1.0684924	0.7978974	0.1675515	0.2528603	0.0969342	0.0439521	0.1290006	0.1203937	0.1366549	1.388E-16	0.3998346	0.6092658	1.1248185	0.115424	0.11655716	0.2436037				

1 9 9 0

SU.F DIS	S.A.M.	C	
		TEMP AGUA	TURBIE- DAD
136.14	50.06	19.1	13.6
66.17	19.79	0	8
111.58	3.48	0	13.6
66.17	3.48	19.1	8
136.14	50.06	19.1	13.6
104.63	24.443333	19.1	11.733333
28.98479	19.298778	0	2.6398653
0.2770218	0.7835313	0	0.2249185

OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PKU)

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	A																
				ACID		ALC	BORO		CLORU		COLE		COLOR		COND		DBO5	DQO	DPR	DPR
				ANA	TOT	FEH	ALC	TOT	SOL	ROS	FEH	TOT	APA	ESP	COND	ESP				
S26-02	04H26D066002	21-feb-91		0.01	327.08	0.01	291.24	0	11.71	2E+09	4E+09	60	980	26.3	254.29	95	190			
S26-02	04H26D066002	15-abr-91		0.01	20.902	0.01	331.68	0	104.28	90000000	11E+09	75	1354	13.33	75.9	143	240			
S26-02	04H26D066002	12-jun-91		0.01	3.36	0.01	366.35	0.72	113.4	20000000	10000000	60	1290	23.5	49.4	170	270			
S26-02	04H26D066002	23-ago-91		0.01	14.83	0.01	143.2	0	62.72	40000000	10000000	60	690	146	271.26	71	111			
S26-02	04H26D066002	09-oct-91		0	40.88	0	214.83	0.126	79.172	60000000	0	55	490	24.33	181.5	162.4	594.5			
MINIMO				0	3.36	0	148.2	0.126	62.72	4000000	10000000	55	690	13.33	49.4	71	111			
MAXIMO				0.01	327.08	0.01	331.68	0.72	113.4	2E+09	4E+09	75	1354	146	271.26	170	594.5			
MEDIA				0.004	41.2248	0.008	262.46	0.423	89.6521	514800000	738E+09	62	1030.1	47.092	141.316	127.68	223.1			
DESVIACION ESTANDAR				0.004	123.52922	0.004	32.164802	0.297	18.81623	763221641	1.612E+09	6.71233	236.83000	49.951596	99.615299	38.545682	67.480073			
COEFICIENTE DE VARIACION				0.5	1.5207664	0.5	0.2749334	0.7021277	0.2698369	1.4844445	1.2581044	0.1099214	0.2297251	1.0311639	0.7610117	0.3018929	0.4025014			

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	A															
				ACID		ALC	BORO		CARBON		CLORU		COLE		COND		DBO5	DQO	
				ANA	TOT	FEH	ALC	TOT	SOL	SATO	ROS	FEH	TOT	APA	ESP				
S26-02	04H26D066001	12-feb-92	11:00	0.001	17.28	0.001	349.36	349.36	0.85	0.001	96.64	35900000	39000000	70	920	47.47	61.68		
S26-02	04H26D066002	29-abr-92	12:40	0.001	1.912	0.001	344.32	344.32	0.71	0	97.84	20000000	26000000	64	920	35.98	71.12		
S26-02	04H26D066002	24-jun-92	16:15	0.001	25	0.001	406.47	406.47	0.543	0.001	97.84	20000000	30000000	80	968	49.89	75.17		
S26-02	04H26D066002	13-ago-92	10:15	0.001	23.24	0.001	339.48	339.48	0.819	0.001	114.18	1.2E+10	3.9E+11	140	1187	57.63	84.56		
S26-02	04H26D066002	21-oct-92	09:30	0.001	22.38	0.001	287.24	287.24	0.93	0.001	93.72	90000000	1.4E+08	83	971	36.02	59.28		
MINIMO				0.001	1.912	0.001	267.24	267.24	0.543	0.001	93.72	20000000	26000000	64	920	36.02	59.28		
MAXIMO				0.001	25.24	0.001	406.47	406.47	0.93	0.001	114.18	1.2E+10	3.9E+11	140	1187	57.63	84.56		
MEDIA				0.001	18.3624	0.001	339.574	339.574	0.7344	0.001	100.244	2.422E+09	3.184E+11	89.8	992.2	49.544	70.82		
DESVIACION ESTANDAR				0	7.096208	0	44.51578	44.51578	0.1344449	0	6.4141267	4.747E+09	2.338E+11	27.293955	97.969786	7.6697602	9.2021526		
COEFICIENTE DE VARIACION				0	0.4741182	0	0.131093	0.131093	0.1596431	0	0.0646837	1.971225	1.992124	0.3144485	0.894174	0.1552692	0.1307929		

OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

I 9 9 I

H																	
POSF	GRAS	N ANO-	N NI-	N OR	NITRO	ORIO	OXI	PH	SDF	SDI	SDV	SOLID	SSF	SST	SSV	SOLID	SOL
SOL	ACTE	NAC	TRATIO	GASAC	TOT	PO4	DHS	LAB				SED				TOT	TOT F
3.73	151.05	3.907	7.92	2.687	6.595	3.49	1.8	7.62	138	692	556	0.2	10	14	4	706	561
9.3	101.8	7.251	0.001	0	0	4.752	2.25	7.6	628	778	116	0.2	10	12	2	766	618
3.22	92.56	3.9	0.22	2.78	6.68	3.03	3.45	8.25	658	792	154	1	16	64	48	856	674
2.906	23.4	2.96	0.148	2.08	5.04	2.118	2.55	7.14	0	0	0	0.2	0	0	0	1172	0
3.66	0	6.39	0.093	17.114	23.724	2.74	2.85	7	0	0	0	0.4	0	0	0	6428	0.418
2.906	23.4	2.96	0.091	2.08	5.04	2.118	1.8	7	136	692	154	0.2	10	12	2	6428	0.418
9.3	151.05	7.251	7.92	17.134	23.724	4.752	3.45	8.25	658	792	556	1	16	64	48	1172	674
4.432	92.7625	4.9216	1.6764	6.17025	10.50975	3.226	2.58	7.522	474	754	278.66667	0.42	12	30	18	794.1252	648.3545
2.441686	46.172075	1.611678	3.1220197	6.3356201	7.6571343	0.8822495	0.5564121	0.4591082	219.31569	44.211612	156.16346	0.2967326	2.8284271	24.055491	21.228911	595.63966	272.22649
0.9560692	0.4980672	0.7415375	1.8626937	1.6288027	0.7285743	0.2379969	0.2136655	0.0583765	0.5048824	0.0286561	0.7039493	0.1262966	0.2557025	0.8018497	1.197584	0.5478866	0.5838118

I 9 9 2

B																	
DTR	DTR	FLIO	POSF	GRAS	N ANO-	N NI-	N NI-	N OR	ORIO	OXI	PH	PH	POIAS	SOLID	SDF	SDI	SDV
CAL	TOT	DHS	SOL	ACTE	NAC	TRATIO	TRATIO	GASAC	PO4	DHS	SITU	LAB	SOL	S/C			
96	196	0	2.58	10.35	7.06	0.28	0	2.09	1.41	4.35	7.09	7.6	0	0	5.99	6.76	167
99	181.1	0.45	5.438	12.07	5.748	0.217	0.023	0.319	4.664	6.3	7.02	7.62	0	0	3.01	4.80	179
153.45	181.1	0.33	6.35	166.66	9.82	0.036	0.001	1.54	6.393	0	7.74	7.67	27	128	550	750	220
105.76	153.84	0.53	5.11	81.68	11.064	0.235	0.002	4.914	3.12	1.95	7.84	7.78	20	76	594	756	142
79.2	162.36	0.336	2.986	131.54	7.938	0.265	0.027	0.715	2.644	0.9	7.63	7.24	20	109	456	562	106
79.2	153.84	0.33	2.986	10.35	5.748	0.018	0	0.319	2.644	0.9	7.02	7.24	20	76	456	562	106
153.45	196	0.53	6.35	166.66	11.064	0.24	0.027	4.914	6.393	6.3	7.84	7.78	27	128	594	750	220
106.682	177.68	0.4115	4.9228	80.48	8.326	0.215	0.01325	1.9224	4.2542	3.375	7.464	7.592	22.353333	104.353333	518	640.8	162.8
24.968875	15.467077	0.0834631	1.130605	62.661704	1.9011042	0.0912376	0.0184401	1.6342459	1.3112545	2.1013189	0.5422096	0.182055	3.2998316	21.485444	45.019996	66.291478	17.979782
0.2340214	0.0928761	0.2028361	0.2373185	0.7788181	0.2286498	0.421543	0.075991	0.859218	0.5097054	0.6225109	0.625714	0.6240668	0.1437552	0.2159114	0.6669112	0.0073726	0.2552665

BRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

SOL. TOT V	C			
	S'LF DIS	S'AM	TEMP AGR'A	TURBIE- DAD
146	88.9	3.232	19	0.25
148	88.08	3.061	0	1.9
182	92.69	4.42	0	3.75
n	86.59	3.854	n	1.9
0.218	83.42	2.518	19	1.6
0.208	81.42	2.318	19	0.25
182	92.69	4.42	19	3.75
119.032	87.856	3.371	19	79.58
70.090171	3.003775	0.7080904	0	147.28592
0.58197358	0.0341898	0.2100535	0	1.859051

SOLID SED	C				2						
	SSF	SST	SSV	SOL TOT	SOL TOT F	SOL TOT V	S'LF DIS	S'AM	TEMP ASB	TEMP AGR'A	TURBIE- DAD
0.4	1	2	1	678	510	168	49.3	5.37	14	17	0.7
0.3	9	18	9	698	510	188	76	8.36	29	19	1.2
0.1	12	32	20	782	542	240	60.82	4.699	21.8	20.1	5.5
0.1	12	28	16	764	606	158	116.25	5.8	22.5	21	1.8
0.1	42	64	22	626	498	128	84.1	3.841	19	18	5.4
0.1	1	2	1	656	498	128	49.3	3.811	14	17	0.7
0.3	42	64	22	782	606	240	116.25	8.36	29	21	5.5
0.24	15.2	28.8	13.6	709.6	535.2	176.4	97.294	5.634	21.24	19.02	2.92
0.174316	13.991426	26.419598	7.7097341	57.137028	39.224482	37.232244	22.893766	1.596669	4.8878262	1.4288457	2.9951372
0.7264832	0.9204883	0.7090138	0.5668922	0.0803201	0.0735643	0.2110671	0.2961907	0.2822858	0.2500012	0.0751233	0.7175127

OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

1 9 9 3

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	A										COND	DB01	D00	
				ACID	ACID	ALC	ALC	BICAR-	BOROX	CARBON-	CLORIN-	COLE	COLO				COND
				ANA	TOI	TEN	TOI	RO3N	SO3L	NA10+	RO5	FE3	TOI	APA	ESP		
S26-02	04H126D0060002	24-mar-93	09:10	0.001	40.47	0.001	373.98	333.93	1.23	0.001	101.46	2300000	0000000	60	1120	55.95	0.01
S26-02	04H126D0060002	31-mar-93	11:15	0.001	49.12	0.001	442.7	442.7	1.679	0.001	91.31	3600000	3000000	120	1241	63.65	67.48
S26-02	04H126D0060002	07-ago-93	11:20	0.001	42.23	0.001	60	60	0.678	0.001	92.27	260000	1400000	120	1066	48.33	59.83
S26-02	04H126D0060002	07-oct-93	10:30	0.001	13.797	0.001	237.328	237.328	0.679	0.001	100.886	1200000	3400000	60	1076	64.41	79.77
S26-02	04H126D0060002	08-dic-93	09:30	0.001	26.41	0.001	333.47	26.41	0.678	0.001	91.24	3300000	1400000	60	1052	58.44	68.01
MINIMO				0.001	13.797	0.001	60	26.41	0.678	0.001	91.24	200000	1400000	60	1055	58.44	59.83
MAXIMO				0.001	49.12	0.001	442.7	442.7	1.679	0.001	101.46	3600000	3000000	120	1241	64.41	81.1
MEDIA				0.001	34.404	0.001	293.4736	228.0836	1.0288	0.001	93.4332	13140000	9520000	92	1116.4	55.854	71.954
DESVIACION ESTANDAR				0	12.678506	0	131.23523	163.13979	0.3224664	0	4.7041443	16832140	11330796	24	39.935259	6.927936	7.8256787
COEFICIENTE DE VARIACION				0	0.3684624	0	0.4472818	0.7240319	0.3113997	0	0.0492923	0.91029618	1.1646337	0.2606696	0.0681026	0.1845961	0.1109915

1 9 9 4

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	A										COND	DB01	D00	
				ACID	ACID	ALC	ALC	BICAR-	BOROX	CARBON-	CLORIN-	COLE	COLO				COND
				ANA	TOI	TEN	TOI	RO3N	SO3L	NA10+	RO5	FE3	TOI	APA	ESP		
S26-02	04H126D0060002	18-mar-94	13:15	0.01	7.97	0.01	360.46	0	0.313	0	111.7	1600000	1800000	60	1195	6.01	29.83
S26-02	04H126D0060002	12-jul-94	11:40	0.001	17.64	0.001	343.4	343.4	0.788	0.001	82.66	41E-09	33000000	76	900	29.79	50.583
MINIMO				0.001	7.97	0.001	343.4	343.4	0.313	0.001	82.66	1600000	1800000	60	900	6.01	29.83
MAXIMO				0.01	17.64	0.01	360.46	343.4	0.788	0.001	111.7	41E-09	33000000	76	1195	29.79	50.583
MEDIA				0.0035	12.803	0.0035	332.93	343.4	0.3313	0.001	97.18	2.031E-09	233000000	63	1092.5	17.9	40.2063
DESVIACION ESTANDAR				0.0045	4.833	0.0045	7.31	0	0.2365	0	14.52	2.03E-09	75000000	5	102.5	11.89	19.3763
COEFICIENTE DE VARIACION				0.1118184	0.3773869	0.1118184	0.02133397	0	0.4288305	0	0.14944139	0.9999123	0.2941176	0.0369231	0.09210215	0.6642458	0.2580012

OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

I 9 9 3

II

DIR CAL	DIR TOT	FLEVO DIS	FOSF SOC	GRAS ACEI	N AARB NIAC	N NI TRATO	N NI TRITO	N OR GANIC	ORTO PQA	OXI DIS	PHI SIT	PHI LAB	PROLAS SOC	S-OR(O) SOC	SOF	SDI	SDV
103 48	187 06	0 35	3 86	135 14	11 836	0 493	0 011	1 864	5 427	1 4	6 79	0	25	109	559	698	139
158 81	247 52	0 51	4 76	297 3	12 443	0 428	0 361	2 545	3 872	4 22	7 55	7 83	25	146	164	818	654
111 43	162 06	0 28	4 461	1 44	9 501	0 167	0 012	1 637	0 341	2 4	7 19	0	21	185 29	145	610	463
109 45	139 3	0 16	4 034	0 48	9 424	0 2	0 032	0 332	2 573	2 4	6 5	7 38	27	170	511	618	107
131 53	172	0 5	3 962	4 5	9 702	0 028	0 001	1 275	3 778	4 5	7 6	7 68	20	122	504	456	152
103 48	179 3	0 16	3 962	0 48	9 424	0 018	0 001	0 372	0 341	1 4	6 5	7 58	20	109	145	610	107
138 81	247 52	0 51	3 86	297 3	12 443	0 493	0 361	2 545	3 872	4 5	7 6	7 83	27	185 29	559	818	654
110 94	181 592	0 36	4 6154	69 772	10 5812	0 2612	0 0834	1 5496	3 2022	2 944	7 126	7 63	25 6	146 458	276 6	840	503 4
13 702551	36 435527	0 1331165	0 6868384	69 077324	1 2899425	0 1751107	0 1391641	0 7302188	1 6932033	1 1351405	0 4273921	0 1470829	2 3321668	28 592458	182 42875	75 746947	217 97119
0 1132914	0 206645	0 3659768	0 1488145	1 2954318	0 1219689	0 6704085	1 663654	0 4759834	0 5227812	0 3855976	0 0599764	0 0245164	0 0581297	0 1946527	0 4844895	0 1115926	0 7164284

I 9 9 4

II

DIR CAL	DIR TOT	FLEVO DIS	FOSF SOC	GRAS ACEI	N AARB NIAC	N NI TRATO	N NI TRITO	N OR GANIC	ORTO PQA	OXI DIS	PHI SIT	PHI LAB	PROLAS DIS	S-OR(O) DIS	SOF	SDI	SDV
171 79	322 62	0 44	3 896	28 86	10 476	1 474	0 001	1 98	3 297	0 9	8	7 99	16	176	625	903	278
115 62	166 5	0 45	3 434	24 87	12 432	0 412	0 001	1 997	2 329	2 1	6	7 8	0	0	522	652	110
115 62	166 5	0 44	3 434	24 87	10 476	0 412	0 001	1 98	2 329	0 9	8	7 9	16	176	625	652	110
171 79	322 62	0 45	3 896	28 86	12 432	1 474	0 001	1 997	3 297	2 1	8	7 99	16	176	625	903	278
143 703	244 56	0 445	3 465	26 465	11 454	0 797	0 001	1 9815	3 013	1 5	7	7 895	16	176	575 5	767 5	194
28 045	78 06	0 005	0 231	1 395	0 978	0 677	0	0 5943	0 284	0 6	1	0 095	0	0	51 5	133 5	44
0 1934551	0 3191835	0 081216	0 0630286	0 0602583	0 053785	0 0494554	0	0 0022676	0 0922582	0 4	0 1424571	0 0120529	0	0	0 0897905	0 1765472	0 4522987

OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

C											
I 9 9 3											
SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOL ID TOT	SOL TOT F	SOL TOT V	SULF DIS	SAAI	TEMP AMB	TEMP AGUA	TURBIE DAD
0.1	1	8	7	706	560	146	85.43	3.76	17	17	18
0.1	20	24	4	842	184	658	311.58	1.491	23.2	23.3	16
0.1	13	34	19	644	160	484.164	195.37	0.329	23.5	20.9	0.3
0.6	5	16	11	634	516	118	54.11	3.865	21	20	200
0.1	4	6	2	462	508	154	113.92	3.024	16.2	16.4	9.5
0.1	1	6	2	434	160	118	54.11	0.329	16.2	16.4	0.3
0.6	20	34	19	842	560	658	311.58	3.865	23.2	23.3	200
0.2	9	17.6	8.6	697.6	185.6	512.028	152.082	2.4552	20.58	19.52	48.76
0.2	7.2287814	10.184604	6.0199648	76.298362	175.46464	210.86637	92.531944	1.3742293	3.5227262	2.5498255	79.871082
1	0.8043094	0.5900543	0.6999961	0.1093727	0.4550432	0.7014231	0.6084336	0.5107492	0.1711723	0.1306362	1.5560253

C											
I 9 9 4											
SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOL ID TOT	SOL TOT F	SOL TOT V	SULF DIS	SAAI	TEMP AMB	TEMP AGUA	TURBIE DAD
0.1	7	19	12	922	632	290	103.36	0.47	31	24	1.8
0.1	6	14	8	646	528	118	107.72	3.403	24	22.3	13.4
0.1	6	14	8	646	528	118	103.36	0.47	24	22.3	1.8
0.1	7	19	12	922	632	290	107.72	3.403	31	24	13.4
0.1	6.5	16.3	10	784	580	204	105.64	1.9345	23.5	22.15	7.6
0	0.5	2.5	2	118	32	86	2.68	1.4665	3.5	0.85	5.8
0	0.0760271	0.1515152	0.2	0.1700204	0.0496352	0.2193886	0.04960895	0.7572941	0.1272329	0.0497978	0.7631939

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 8 1
A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ALC TOT	CLORU- ROS	COLI FEC	TOT TOT	COLOR APA	DBO5	DQO	DUR CAL	DUR TOT	ESTR FEC	FOSF SOL	GRAS ACEI	N_AMO- NIAC	N_INT- TRATO
526-02	2EH126DM13000	15-sep-81	09:15	330	71	24000	24000	250	202	4100	100	238	340000000	4 67	37	12	0 05
526-02	2EH126DM13000	22-sep-81		311	70	35000	35000	250	172	536	78	174	34000	5 84	101	12	0 05
526-02	2EH126DM13000	26-oct-81	09:45	407	83	5000000	15000000	150	237	261	60	202	200000	4 24	24	17 2	0
526-02	2EH126DM13000	26-sep-81	10:00	136	24	24000	24000	6	15	0	64	174	1400000	0 072	480	246	0 6
526-02	2EH126DM13000	23-oct-81	08:45	300	40	24000	24000	31	47	206	41	175	24000	1 74	41	4	0 05
526-02	2EH126DM13000	28-sep-81	09:30	271	60	21000	21000	250	122	384	68	150	34000	3 25	367	9	0 3
526-02	2EH126DM13000	16-jun-81	08:15	610	113	240000000	240000000	150	142	300	61	193	240000000	5 76	20	11	0 38
526-02	2EH126DM13000	30-jul-81	09:30	223	56	24000	24000	300	121	196	70	153	24000	2 68	152	8	0 64
526-02	2EH126DM13000	27-ago-81	09:45	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	7 88	0	9	0 52
526-02	2EH126DM13000	24-sep-81	08:45	192	0	240000000	240000000	312	324	197	89	168	240000000	0	527	0	0
526-02	2EH126DM13000	29-oct-81	09:15	270	75	0	0	125	164	570	84	173	0	6 32	36	0 103	0 07
526-02	2EH126DM13000	04-nov-81	08:15	0	0	240000000	240000000	0	0	0	0	0	240000000	0	0	0	0
526-02	2EH126DM13000	18-nov-81	08:30	302	91	0	0	30	0	0	123	300	0	9	17	15 7	0 05
MENIMO				192	24	24000	24000	6	15	196	41	150	24000	0 02	17	1 073	0 03
MAXIMO				610	115	240000000	240000000	312	324	4100	125	300	340000000	9	527	17 2	0 64
MEDIA				304 72727	69 636364	72153500	13113500	170 36364	164 6	750	76 363636	329 90991	126175600	4 6727373	167 45453	9 133	0 271
DESVIACION ESTANDAR				118 53183	23 56578	109654513	109186711	104 31793	90 784589	1191 8623	21 667848	94 881222	174701476	2 5312283	185 15963	3 9630121	0 225561
COEFICIENTE DE VARIACION				0 3189999	0 3318404	1 5111419	1 4892719	0 6123213	0 5515534	1 3891567	0 28346932	0 4537798	1 3864535	0 5425186	1 1055515	0 5642251	0 8692289

1 9 8 2
A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ALC TOT	CLORU- ROS	COLI FEC	TOT TOT	COLOR APA	COND ESP	DBO5	DQO	DUR CAL	DUR TOT	ESTR FEC	FOSF SOL	GRAS ACEI	N_AMO- NIAC
526-02	2EH126DM13000	20-sep-82	09:45	353	79	0	0	300	0	152	140	114	426	0	9 8	6	10 4
526-02	2EH126DM13000	27-sep-82	09:40	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17 0	0	11 8
526-02	2EH126DM13000	24-sep-82	09:30	373	123	99999000	99999000	500	0	243	859	95	176	99999000	0 15	159	8 32
526-02	2EH126DM13000	25-sep-82	06:20	378	43	0	0	300	314	182	601	104	584	0	0 37	65	7 44
526-02	2EH126DM13000	15-jun-82	08:45	160	71	99999000	99999000	380	270	203	640	145	231	99999000	0 77	8	8
526-02	2EH126DM13000	21-jul-82	08:35	340	87	99999000	99999000	2500	0	142	540	112	179	99999000	5 8	14	7 33
526-02	2EH126DM13000	15-ago-82	08:30	333	52	99999000	99999000	500	0	99	330	141	274	0	3 89	47	8 31
526-02	2EH126DM13000	27-oct-82	09:40	269	0	99999000	99999000	300	730	189	480	114	227	99999000	0	83	0
MENIMO				180	43	99999000	99999000	300	270	99	140	104	176	99999000	0 15	6	7 33
MAXIMO				398	123	99999000	99999000	2500	130	243	859	143	584	99999000	9 95	159	11 8
MEDIA				321 14246	64 41837	99999000	99999000	711 42857	438	172 85714	513	117 85714	302 42857	99999000	1 36 95817	54 285714	8 8
DESVIACION ESTANDAR				68 617841	31 453598	0	0	738 09402	207 23598	43 19199	213 207748	17 816647	137 75429	0	324 81238	51 030995	3 4871396
COEFICIENTE DE VARIACION				0 2136677	0 4615884	0	0	1 0374822	0 4751851	0 2494490	0 4156591	0 1432322	0 4554956	0	2 3716105	0 9404131	0 3962659

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

N.NI-TRITO	N_ORGA NRC	ORTO P04	OXI DIS	PH SITU	PH LAB	SOLID		SSF	SST	SOLID		SOL TOT F	SULF DIS	SAAM	TEMP AMB	TEMP AGUA	TURBIE DAD
						SED	SOLID			TOT	DAD						
0	12	0.02	0	7	7	2.3	130	203	994	564	73	8	9	22	150		
0	9	0.02	0	7	7.4	1.8	50	147	838	508	71	8.6	12	23	160		
0.01	9.36	0.02	0	7	7.3	0.4	2	14	860	564	54	13.6	17	22	167		
0	1.84	0.02	1.1	7	7.2	0.4	18	26	300	332	59	1.53	19	22	38		
0	3	0.02	0	7.8	8	0.1	8	26	160	356	80	3.44	20	23	38		
0	7	0.02	0	7	7.6	0.8	14	44	749	474	122	3.92	26	27	130		
0	11	0.02	1.6	7	7.7	1.5	120	203	828	544	99	8.41	16	20	260		
0	9	0.02	2.6	7	7.4	6	642	158	1438	1048	39	9.6	18	20	0		
0	9	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	124	7.39	0	0	0		
0	0	0	0	6	7.4	6	347	500	928	632	0	0	18	20	600		
0	9.33	0.17	2.2	6	7.2	2	70	230	108	548	91	8.44	17	22	320		
0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	14	21	0		
0	12.1	0.02	0	7	8	9	100	100	1527	706	0	4.69	9	17	400		
0.01	3	0.02	1.1	6	7	0.1	2	14	108	332	39	1.53	9	17	38		
0.01	12.1	0.17	2.4	7.8	8	9	442	858	1537	1048	124	13.6	26	27	600		
0.01	8.420991	0.0354343	1.875	6.9	7.4609091	2.7177273	136.43435	227.54345	793.63636	570.54345	81.4	7.26363636	16.25	21.883333	226.3		
0	3.1683849	0.0429959	0.3711298	0.4382576	0.3024787	2.7821153	183.13944	241.21403	440.66484	182.74465	26.582701	3.1139547	4.5844882	2.2897719	165.42675		
0	0.3762521	1.2108413	0.3049216	0.0664141	0.0404328	1.0033838	1.3567847	1.0663333	0.5532478	0.3203838	0.3265688	0.4291343	0.1871445	0.1068988	0.7310064		

I 9 8 2

N.NI-TRATO	N.NI-TRITO	N_ORGA NRC	ORTO P04	OXI DIS	PH SITU	PH LAB	SOLID		SOL TOT F	SULF DIS	SAAM	TEMP AMB	TEMP AGUA	TURBIE DAD		
							SED	SOLID								
0	20.01	10	160	0.1	7	6.9	13	280	1026	522	720	20.8	17	23	320	
0.05	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	86	18.8	0	0	0	
0	0.186	6.8	0.1	0.1	6	8	116	430	1126	610	73	7.9	18	23	460	
0.05	0	8.4	0.03	0.1	7	7.5	325	740	1254	944	84	0.02	15	21	500	
0.05	0	7	0.02	0.1	0	7.6	187	407	1056	610	136	2.36	18	22	0	
0	10.01	6.32	0.04	1	6	7.6	1780	2220	3014	1930	95	8.9	17	19	1600	
0.05	0	8.77	0.02	1.6	0	7.5	0	0	0	0	78	7.28	23	22	320	
0	0	0	0	0.9	263	7.3	63	195	840	200	0	0	0	0	150	
0.05	0.186	6.32	0.02	0.1	6	6.9	13	195	840	522	73	0.02	15	19	130	
0.05	20.01	19	160	1.6	263	8	1780	2220	3014	1930	720	20.8	23	23	1600	
0.05	10.068667	7.8116667	22.89	0.5371429	38.2	7.4837143	447.66667	712	1386	802.66667	181.71429	9.4371429	18	22	518.33333	
0	8.0972204	1.2863512	53.974729	0.5633245	103.40097	0.3090473	618.38652	695.37879	728.46919	548.79828	220.59825	7.19997097	2.4494897	1.8237419	303.89669	
0	0.8038026	0.1632334	2.4433879	1.0146831	1.7766489	0.0412849	1.3813548	0.9766556	0.5328063	0.6837188	1.2139846	0.772912	0.1368086	0.0829883	0.9025051	

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 8 3

N° NI-TRATO	N° ORGA NIC	NITRO TOT	ORTO P04	OXI DIS	PH LAB	SOLID SED	SSF	SST	SOLID TOT	SOL TOT	SULF		SAAM	TURBIE DAD
											F	DIS		
0.3	0	0	0.29	0.1	7.6	3	74	207	1006	132	249	3.21	300	
0.54	9.36	0	0.2	0.6	7.7	0	0	0	0	0	96	0.09	120	
0.19	10.3	0	0.02	0	7.5	3	133	280	972	394	45	2.17	390	
0	9.14	21.6	3.56	0.1	7.5	1	60	187	880	242	59	2.56	180	
0.19	10.2	0	0.02	0.1	7.6	0.5	115	230	848	350	87	0.18	260	
0.39	11.3	0	0.02	0.9	7.2	3.5	300	427	956	276	51	2.12	390	
0.03	746	0	0.02	0.1	7.4	2	140	293	712	266	237	1.02	250	
0.03	10	0	0.02	1.5	7.4	2.3	153	333	854	400	33	2.23	130	
0.03	12.8	0	0.02	0.1	7.6	4	260	420	1058	378	44	1.9	430	
0.03	12.8	0	0.02	0.6	7.6	5	135	310	872	514	380	2.63	330	
0.03	940	0	0.02	0.1	7.6	1.5	60	220	896	256	86	2.15	240	
0.05	9.36	21.6	0.02	0.1	7.2	1.5	60	187	712	132	44	0.09	120	
0.54	940	21.6	3.56	1.5	7.7	5	300	427	1058	350	780	3.21	430	
0.186	177.21	21.6	0.2918182	0.42	7.5181818	2.58	143	288.7	912.2	340.8	166.06091	1.9418182	274.54543	
0.1650576	335.71163	0	0.7226318	0.4356314	0.1336085	1.3219402	76.14388	76.9468	93.159965	123.21753	205.78782	1.0361563	100.12389	
0.8874663	1.8944282	0	2.4763083	1.0848367	0.0117714	0.5123308	0.3322684	0.2665286	0.1021266	0.3613538	1.2390071	0.5284511	0.6546897	

1 9 8 4

GRAS ACEI	N° AMO-NIAC	N° NI-TRATO	N° NI-TRATO	N° ORGA NIC	NITRO TOT	ORTO P04	OXI DIS	PH SITU	PH LAB	SODIO SOL	SDF	SDT	SDV	SOLID SED	SSF	SST	SSV
95	20.7	0.05	0	16	0	0.02	0.1	0	7.6	0	0	0	0	7.5	214	367	0
19	3.12	0.1	0	4.7	0	0.02	0.6	0	7.6	91	0	0	0	0.8	36	104	0
62	7.45	0.1	0	9.04	0	0.02	0.1	0	8	111	0	0	0	2.3	145	190	0
31	15.4	0.05	0	7.45	0	0.02	0.1	0	7.7	139	0	0	0	5	173	300	0
78	7.7	0	0	7.45	15.1	0.02	0.1	0	7.8	0	0	0	0	4	700	1200	0
18	8.12	0.22	0	9.8	11.9	0.24	0.6	0	8.1	106	0	0	0	0.8	620	1310	0
73	0	0	0	0	0	0	0.1	0	7.8	0	0	0	0	1.8	185	620	0
73	12	0.05	0	7.45	0	0.01	0	7	7.8	203	631	802	631	1.8	185	620	435
26	3.7	0.05	0.01	6.3	0	0.02	0.1	0	7.8	51	0	0	0	0	77	140	0
53	13.4	0.05	0	9.2	0	0.02	0.1	0	7.5	148	0	0	0	2	48	156	0
22	10.3	0.05	0	5.82	0	0.02	0.1	0	8	101	0	0	0	0.7	2	72	0
63	6.83	0.05	0	5.93	0	0.02	0.1	0	7.4	139	0	0	0	1.7	90	305	0
18	3.7	0.05	0.01	5.82	13.4	0.01	0.1	7	7.4	51	631	802	631	0.8	2	72	435
93	20.7	0.22	0.01	16	11.9	0.24	0.6	7	8.1	203	631	802	631	7.5	700	1310	435
48.616385	9.655	0.0745455	0.01	7.9333333	15.466667	0.0375	0.1833333	7	7.7538462	121	631	802	631	2.6333333	191.61538	427.38462	435
25.623122	4.8170833	0.049793	0	2.8333823	1.853227	0.0611181	0.186339	0	0.1946017	40.312667	0	0	0	1.924116	211.25542	413.15759	0
0.3170379	0.4989211	0.6679543	0	0.3562761	0.1199561	1.6298148	1.0163945	0	0.0250974	0.3331625	0	0	0	0.7366769	1.1024972	0.966754	0

I 9 8 4

SOLID TOT	SOL TOT F	SOL TOT V	SULF DIS	SAAM	TEMP AMB	TEMP AQUA	TURBIE DAD
716	354	0	34	4.97	0	0	0
1124	632	0	124	7.18	0	0	180
654	312	0	35	4.38	0	0	130
848	414	0	54	5.56	0	0	160
932	458	0	76	12.2	0	0	390
1970	884	0	68	0.76	0	0	1000
1612	832	0	75	0.88	0	0	1500
1422	816	0	0	0	0	0	700
1422	816	606	86	437	16	19	700
840	490	0	30	1.8	0	0	0
1070	328	0	87	6.72	0	0	300
838	560	0	24	9.84	0	0	220
1346	172	0	41	8.34	0	0	4.1
654	172	-656	24	0.76	16	19	4.1
1612	884	606	124	437	16	19	1500
1199.0769	549.84615	606	61.166667	41.3225	16	19	498.35433
318.39848	222.89074	0	28.757125	119.2764	0	18.25461	423.54498
0.2872646	0.4023693	0	0.4701437	2.8704988	0	0.9697689	0.8493459

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 8 5

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	A													
				ALC TOT	BORO SOL	CLORU- ROS	COLI FEC	TOT TOT	COLOR APA	COND ESP	DBOS	DQO	DUR CAL	DUR TOT	ESTR FEC	FENO- LES	FOF SOL
S28-02	28H026DM013000	18-ene-85		519	0.64	97	43000000	43000000	1500	1380	608	2000	150	781	30000000	0.552	1.78
S28-02	28H026DM013000	15-feb-85		219	0.23	25	0	0	50	515	13	68	82	137	0	0	0.82
S28-02	28H026DM013000	21-mar-85		249	0.21	11	11000000	11000000	125	585	11	64	88	208	70000000	0.009	0
S28-02	28H026DM013000	19-abr-85		304	0.3	41	21000000	43000000	50	725	24	140	71	163	64000000	0.057	3.04
S28-02	28H026DM013000	15-maj-85		328	1.39	98	99999000	99999000	250	1016	238	470	113	319	99999000	0.375	6.21
S28-02	28H026DM013000	19-jun-85		404	1.68	194	1E+09	1E+09	250	1488	131	331	97	118	1E+09	0.199	7.04
S28-02	28H026DM013000	09-ago-85		0	0.75	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.066	3.03
S28-02	28H026DM013000	12-ago-85		254	0.56	87	240000	11000000	50	840	26	46	101	193	46000000	0.203	2.96
S28-02	28H026DM013000	19-ago-85		214	0	0	1E+09	1E+09	75	720	91	250	29	86	1E+09	0	0
S28-02	28H026DM013000	05-sep-85		251	0	0	7500000	21000000	75	840	21	140	83	175	430000	0	0
S28-02	28H026DM013000	11-sep-85		362	1.25	152	99999000	99999000	115	1250	151	375	64	221	99999000	0.287	4.28
S28-02	28H026DM013000	19-sep-85		0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004	2.57
S28-02	28H026DM013000	11-ene-85		260	0.42	78	1500000	24000000	50	795	3	39	107	207	18000	0.001	2.61
S28-02	28H026DM013000	13-ene-85		300	0.32	35	99999000	99999000	175	749	57	271	65	161	99999000	0.046	3.63
S28-02	28H026DM013000	07-feb-85		288	0.21	69	9300000	9300000	63	877	0	30	19	202	1500000	0.009	2.99
S28-02	28H026DM013000	04-feb-85		352	1.59	32	99999000	99999000	125	890	10	46	111	140	99999000	0.091	2.76
MINIMO				214	0.21	11	240000	11000000	50	515	0	30	19	137	15000	0.001	0.82
MAXIMO				519	1.68	194	1E+09	1E+09	1500	1488	608	2000	150	781	1E+09	0.375	7.04
MEDIA				314.71429	0.7192837	75.384615	191810463	196318154	229.5	999.35714	98.864286	305.42857	84.285714	212.66929	245226231	0.1153077	3.5169231
DESVIACION ESTANDAR				83.978233	0.5110978	50.313699	346881815	344625703	363.01815	269.92793	156.53707	489.81566	32.83359	172.42529	359031912	0.1335442	1.5420963
COEFICIENTE DE VARIACION				0.2636897	0.710629	0.6651173	1.8064718	1.7551642	1.596495	0.2568358	1.583353	1.6037025	0.3789123	0.8107672	1.4642845	1.1815514	0.4387063

1 9 8 6

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	A													
				ALC TOT	BORO SOL	CLORO- FILA	CLORU- ROS	COLI FEC	TOT TOT	COLOR APA	COND ESP	DBOS	DQO	DUR CAL	DUR TOT	ESTR FEC	FENO- LES
S28-02	28H026DM013000	26-sep-86		312	0.01	0.01	102	93000000	180000000	50	930	6	0	249	329	11000000	0.001
S28-02	28H026DM013000	29-sep-86		388	0.01	0	116	99999000	99999000	2000	1240	118	250	112	197	300000000	0.006
S28-02	28H026DM013000	13-oct-86		320	0.11	0	91	0	0	50	1015	8	45	133	194	0	0.104
S28-02	28H026DM013000	26-nov-86		341	0.01	0	48	0	0	75	2740	111	331	122	204	0	0.069
MINIMO				312	0.01	0.01	48	93000000	99999000	50	930	6	0	112	194	11000000	0.001
MAXIMO				388	0.11	0.01	116	99999000	180000000	2000	2740	118	331	249	329	300000000	0.106
MEDIA				340.25	0.035	0.01	89.25	96499500	124999500	543.75	1481.25	60.75	208.66667	154	231	155300000	0.045
DESVIACION ESTANDAR				29.332821	0.0413913	0	25.410382	3499500	22600300	840.82827	735.51321	53.811993	120.36149	55.348893	56.696561	144500000	0.0441803
COEFICIENTE DE VARIACION				0.0861974	1.2317191	0	0.2847102	0.0361644	0.2000048	1.5463508	0.496349	0.8857875	0.3789123	0.3594084	0.4645397	0.9252629	0.9884518

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EML)

1 9 8 5

B

GRAS ACEI	N_AMO- NIAC	N_NI- TRATO	N_ORGA NIC	ORTO PO4	OXI DIS	PH LAB	SODIO SOL	SOLID SED	SSF	SST	SOLID TOT	SOL TOT F	SULF DIS	SAAM	TURBIE DAD
268	14.4	0.05	19.4	0.02	0.1	7.6	190	23	1660	2100	3176	1794	112	9.17	873
6	0.45	0.05	1.74	0.58	0.2	8	0	0.2	6	24	536	150	54	1.6	6
14	1.5	0.33	3.06	0	0.9	8	74	1	63	90	462	340	14	2.48	7
21	5.64	0.05	6	2.1	0	7.9	91	0.4	41	63	592	400	33	450	10
80	15.4	0.05	14	4.1	0	7.4	131	5	103	277	1048	648	88	11.2	410
171	9.15	0.05	8.4	3.67	0	7.6	169	2	296	376	1306	1034	79	7.71	450
0	8.34	0.06	7.18	1.81	0	0	69	0	0	0	0	0	75	5.47	0
17	4.84	1.75	1.24	2.62	3.4	7.8	115	0.1	12	13	600	438	85	2.35	5
27	0	0	0	0	0	7.5	0	2.5	190	256	960	694	0	0	30
9	0	0	0	0	3.2	7.9	0	0.1	8	13	594	456	0	0	13
37	0	0.05	0	3.9	0	7.5	10	2	104	196	1092	752	98	8.77	470
0	3.09	1.59	1.13	2.07	0	0	110	0	0	0	0	0	60	2.88	0
23	0	2.2	0	2.1	0.6	8.2	123	0.1	27	37	670	450	85	1.8	17
16	0	0.05	0	1.22	0	8.1	90	1.7	30	78	750	398	55	3.92	49
16	0	1.72	0	1.81	0.4	7.9	108	0.1	5	8	660	450	103	1.08	3.3
62	0	0.05	0	1.1	0	7.8	105	2	5	35	604	402	56	3.5	156
6	0.45	0.05	1.13	0.02	0.1	7.5	74	0.1	5	8	462	150	14	1.6	3.3
268	15.4	2.2	19.4	4.1	3.4	8.2	190	23	1660	2100	3176	1794	112	450	875
54.783714	6.978889	0.375	6.905556	2.130762	1.2571429	7.8	106.53846	2.8714286	182.57143	214.85714	9512.14286	603.28571	71.214286	36.566429	178.25371
72.442271	5.018744	0.796921	5.930126	1.1669383	1.3156823	0.2580387	43.080632	5.7380221	417.66267	524.04387	668.33517	389.12474	26.428292	14.70799	228.96129
1.322281	0.7191319	1.3860732	0.8287473	0.54767	1.0463656	0.0302614	0.4043669	1.9983162	2.2876672	2.0562126	1.0748616	0.645009	0.3110793	3.1368753	1.4529147

1 9 8 6

B

FOSEP SOL	GRAS ACEI	N_AMO- NIAC	N_NI- TRATO	N_ORGA NIC	ORTO PO4	OXI DIS	PH LAB	SODIO SOL	SDF	SDT	SDV	SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOLID TOT	SOL TOT F
0.69	22	0.05	2.38	1.51	0.65	4	8.5	98	576	732	0.01	0.1	48	70	22	802	624
2.48	96	14.16	0.001	24.97	1.84	1	7.4	121	923	1100	0.01	2.5	333	508	175	1608	1256
1.94	15	10.05	0.4	1.65	1.76	3.6	8.6	0	577	755	0.11	0.1	23	45	22	800	600
1.14	56	0	0.001	0	1.35	5.9	7.9	0	348	548	0.01	1.5	38	126	88	674	384
0.69	15	0.05	0.001	1.51	0.65	1	7.4	98	346	548	0.01	0.1	23	45	22	674	384
2.48	96	14.16	2.38	24.97	1.84	5.9	8.6	121	923	1100	0.11	2.5	333	508	175	1608	1256
1.5623	47.23	0.0866667	0.6015	9.3766667	1.4	3.623	8.1	109.5	603.5	783.5	0.035	1.05	110.5	187.23	76.75	971	716
0.693352	32.185453	0.9233148	0.9860934	11.6263	0.4712218	1.7468616	0.84768	11.5	208.02517	199.43467	0.0433019	0.1036567	128.7642	187.49317	62.798786	371.40948	325.47781
0.4439713	0.6801155	0.7327265	1.4138193	1.1759296	0.336387	0.4819205	0.0596419	0.1059228	0.3402599	0.2544621	1.2371791	0.9653874	1.1653321	1.0012986	0.8182332	0.825292	0.4545784

1 9 8 6

SOL TOT Y	SULF DIS	SAAM DAD	TURBIE DAD
178	133	2.23	29
352	94	8.45	27
200	11	3	8
290	69	8.18	22
178	11	2.23	8
352	133	8.45	29
255	77.23	5.465	21.3
69.978368	44.974242	2.8649437	8.2020097
0.2744258	0.3815436	0.5241654	0.3814237

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 8 7

A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ALC TOT	BORO SOL	CARBO- NATO	COT	CLORU- ROS	COLI FEC	TOT	COLOR APA	COND ESP	DBO5	DOO	DUR CAL	DUR TOT	ESTR FEC
S26-02	28H1262M013000	09-mar-87		310	0.01	0	0	103	93990000	240000000	23	1080	3	50	113.3	181.2	140000
S26-02	28H1262M013000	28-abr-87		395	0.063	0	0	92	0	0	50	1190	7	55	102	138	0
S26-02	28H1262M013000	29-abr-87		350	0.01	0	0	80	0	0	250	389	159	360	62	176	0
S26-02	28H1262M013000	18-may-87		380	0.01	0	0	90	24900000	110000000	75	1470	6	40	170	260	230000
S26-02	28H1262M013000	20-may-87		250	0.01	0	0	100	24000000	240000000	373	1220	243	600	66	170	240000000
S26-02	28H1262M013000	15-jun-87		377	0.01	0	0	144	236000	430000	37	1287	3	83	319	391	150000
S26-02	28H1262M013000	17-jun-87		297	0.01	0	0	193	46000000	240000000	500	1859	101	360	297	306	2000000
S26-02	28H1262M013000	07-jul-87		0	0	0	0	97	24000	240000	62	1176	10	50	0	0	430000
S26-02	28H1262M013000	08-jul-87		0	0	0	24	133	0	24000	3750	1320	33	350	0	0	70000
S26-02	28H1262M013000	12-ago-87		406	1.46	0	0	227	0	0	250	1190	156	250	57	163	0
S26-02	28H1262M013000	08-sep-87		301	0.71	0	0	93	0	0	125	1144	7	45	102	191	0
S26-02	28H1262M013000	07-sep-87		116	0	0	0	0	0	0	500	1664	263	52	79	181	0
S26-02	28H1262M013000	06-oct-87		394	0.95	33	0	119	9300000	24000	31	0	0	4	193	343	430000
S26-02	28H1262M013000	07-oct-87		433	1.34	0	0	128	24000	24000	1000	1404	363	390	106	153	30000
S26-02	28H1262M013000	04-nov-87		330	0.62	0	0	54	0	24000	350	922	71	195	166	326	0
MEANO				116	0.01	33	24	54	24000	24000	25	389	5	4	62	138	30000
MAXIMO				433	1.46	33	24	227	46000000	240000000	3750	1859	363	600	319	391	240000000
MEDIA				333.76923	0.43335	33	24	118.21429	103349250	83076600	492	1242.3	100.64286	203.73333	137.25385	232.4	27023333
DESVIACION ESTANDAR				80.45845	0.5373823	0	0	43.969435	135347619	107648981	607.38303	297.24106	113.39353	192.32895	81.947944	86.19502	75290198
COEFICIENTE DE VARIACION				0.2410601	1.2389216	0	0	0.3718469	1.5031125	1.2917798	1.8442785	0.2392182	1.126692	0.9430046	0.5970239	0.3708998	2.7830285

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 8 7

B

FENO- LES	FOSF SOL	GRAS ACEI	N_AMO- NIAC	N_NI- TRATO	N_NI- TRITO	N_ORGA NIC	ORTO PO4	OXI DIS	PHI LAB	POTAS SOL	SODIO SOL	SDF	SDT	SDV	SOLID SED	SSF	SST
0.01	4.43	49	4.54	2.69	0	1.43	3.41	1.8	8.1	0	111	596	787	0.01	0.1	7	8
0.001	3.76	16	4.01	0.036	0	3.54	3.18	3.9	8.2	0	136	621	784	0.01	0.15	8	13
0.001	3.07	51	0	0	0	0	3.32	0.7	6.9	0	0	274	358	0.01	6	130	230
0	3.97	22	0.98	0.001	0	0.98	3.15	4.6	7.2	0.5	106	0	0	0	0	0	0
0.105	6.22	35	0	0.244	0	44.52	4.33	0	7.6	0.5	104	0	0	0	0	0	0
0.001	1.29	29	0	0.131	0	2.1	1.12	3.7	8.7	0.5	185	477	663	0.01	0.1	120	182
0.2	4.3	183	0	0.001	0	31.08	3.14	0	7.3	0.5	175	740	893	0.01	3.6	10	195
0.001	3.17	53	0	0.83	0.001	3.54	3.12	4.7	8.4	0	98	420	307	2.99	0.2	8	26
0.091	2.79	15	0	0.001	0	10.08	2.34	0	7.1	0	16	986	1112	5.44	4	170	248
0.327	8.34	25	11.48	0.001	0	12.6	4.41	0.2	7.1	0	0	837	1185	0.01	5	1163	1340
0.004	2.76	6	0.45	0.432	0	1.51	2.65	2.5	7.8	0	87.5	433	642	0.001	0.1	5	22
0	0	18	0	0	0	0	0	0	7.3	0	0	0	0	0	2	10	31
0.001	2.32	15	0.03	0.386	0	6.16	2.31	4.4	8	0	126.3	576	892	0.95	0.1	1	11
0.174	14.19	17	14	0.079	0	10.36	3.29	0	7.3	0	166.2	638	940	0.01	4.5	140	278
0.145	3.9	9	6.44	0.016	0	8.77	1.68	3.1	7.8	0	56.7	486	642	0.01	0.8	36	94
0.001	1.29	6	0.05	0.001	0.001	1.43	1.12	0.2	6.9	0.5	0	420	358	0.01	0.1	1	8
0.527	14.19	183	14	2.69	0.001	44.52	4.41	4.7	8.7	0.5	185	986	1185	5.44	6	1163	1340
0.097	4.7307143	44.533333	5.24375	0.3729231	0.001	10.513077	2.9607143	2.96	7.6666667	0.5	105.20769	590.5	808.73	0.7884167	1.8192308	139.07692	206
0.1430815	2.1059232	48.109412	4.8366342	0.7091264	0	12.491498	0.8636083	1.5337536	0.5146736	0	54.159103	187.48335	213.28741	1.6324264	2.1362745	301.61222	341.75214
1.4756567	0.6337824	1.0803012	0.9223653	1.9013353	0	1.1881867	0.2923647	0.51816	0.0611313	0	0.5147827	0.3174997	0.2637248	2.0705123	1.1742753	2.1646791	1.638855

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

BSV	C				SULF DIS	BAAM	TURBIE DAD
	SOLID TOT	SOL. TOT F	SOL. TOT V	SOL. TOT V			
1	793	653	192	96	2.465	8	
5	797	629	168	100	1.81	16	
100	589	434	184	0	15.06	69	
0	0	0	0	111	3.39	9	
0	0	0	0	38	8.93	84	
62	843	597	248	125	1.18	50	
183	1088	750	318	126	6.3	107	
18	813	428	405	104	2.99	14.5	
78	1360	1156	204	37	5.44	1300	
177	1962	1560	402	74	10.21	1300	
17	664	438	226	0	2.82	11	
0	1216	849	367	0	0	97	
10	903	577	326	93	1.44	10	
138	1318	778	440	35	10.89	63	
58	736	522	214	35	6.1	44	
1	588	428	168	35	1.18	8	
183	1962	1560	440	136	13.06	1300	
70.75	1000.3846	714.69231	283.69231	88	3.6603571	223.63233	
63.61495	356.67903	313.69328	92.948608	25.96472	4.0432871	463.21429	
0.8991564	0.13565419	0.4386437	0.32323452	0.2950236	0.1178499	3.0229518	

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

		B																
GRAS ACEI	N_AMO_NIAC	N_NI_TTRATO	N_ORGA_NIC	ORTO_P04	OXI_DIS	PH_LAB	POTAS_SOL	SODIO_SOL	SDF	SDT	SDV	SOLID_SED	SSF	SST	SSV	SOLID_TOT	SOL_TOT_F	
0	0	1.899	1.84	2.12	0	0	24	148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	18.76	0.001	4.03	4.13	8.3	7.7	0	86	465	586	0.01	0.3	55	111	56	696	519	
3	0	0.765	6.52	0	3	7.7	24	122	0	0	0	0.2	0	0	0	882	876	
32	0	0.145	25.34	0	0	7.4	2	105	0	0	0	4.5	0	0	0	940	786	
0	0	1.31	9.69	2.84	0	0	21.33	81.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
97	0	0.41	11.96	0.31	0	7.3	8.22	23.73	0	0	0	0	0	0	0	1022	0	
18	0	1.18	10.69	1.86	3.4	7.6	23.9	65.2	0	0	0	0	0	0	0	854	0	
27	0	0.06	19.26	0.01	0	7.6	25.2	69.6	0	0	0	0	0	0	0	1183	0	
38	0	0	0	0	2.4	7.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	794	0	
23	0	0.07	19.97	4.9	0	8	29.55	53.33	0	0	0	0	0	0	0	1184	0	
9	0	2.46	5.32	1.49	0	8.3	21.88	61.66	0	0	0	0	0	0	0	726	0	
8	0	0	0	0	4.37	8.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	731	0	
10	0	0	28.56	5.28	0	7.9	41	390	0	0	0	0	0	0	0	1073	0	
0	0	4.747	1.06	1.85	4.4	8.35	19	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	22.99	3.76	0	7.8	19	83	0	0	0	0	0	0	0	633	0	
1	18.76	0.001	1.06	1.85	2.4	7.3	2	25.73	465	586	0.01	0.2	55	111	56	633	519	
97	18.76	4.747	28.56	5.28	8.3	8.5	41	390	465	586	0.01	4.5	55	111	56	1183	876	
24.416667	18.76	1.1869309	12.925383	7.3873	4.3116657	7.8307692	21.59	108.30923	465	586	0.01	1.6666667	55	111	56	873.5	727	
24.476037	0	1.3687497	8.9188225	8.2544953	1.9202467	0.3455978	9.3371436	87.0397163	0	0	0	2.0038851	0	0	0	181.73694	151.99815	
1.0024316	0	1.1540007	0.69020258	1.1173398	0.4453666	0.9441333	0.4524734	0.8036228	0	0	0	1.2023311	0	0	0	0.0277722	0.2082157	

		B																
FENO_LES	FOSF_SOL	GRAS ACEI	N_AMO_NIAC	N_NI_TTRATO	N_ORGA_NIC	OXI_DIS	PH_SITU	PH_LAB	POTAS_SOL	SODIO_SOL	SDT	SSF	SST	SOLID_TOT	SOL_TOT_F	SULF_DIS	TURBIE_DAD	
0.052	6.18	13	13.3	0.969	1.61	0	0	6.6	18	82	669	0	0	822	0	64	0	
1.67	2.98	16	15.42	0.001	9.4	0	0	8	21.75	105	866	0	0	891	0	92	0	
0.08	4.93	31	12.29	0.09	0.05	0	0	8.5	0.22	106	2166	0	455	2621	0	59	0	
0.019	5.45	41	8.81	0.001	1.57	0.06	0	7.7	28	129	840	0	0	1210	0	58	0	
0.119	2.77	10	2.51	0.05	8.17	0	0	7.3	29	151	840	0	0	1460	0	81	0	
0.408	0.03	20	5.54	2.17	1.03	1.3	0	7.55	66	334	3265	0	0	3282	0	187	0	
0.164	5.59	30	4.28	0.19	0.74	0	0	7.55	32.5	155	965	0	0	1090	0	91	0	
0.05	5.62	39	4.73	20	8.86	4.03	0	7.55	19.25	77.5	617	0	73	690	0	78	0	
0.104	6.66	37	4.73	0.001	2.95	0	0	7.7	24	114	708	0	100	805	0	75	0	
0	0	63	0	0	0	1	7.2	0	0	0	0	45	85	675	412	0	200	
0.019	0.03	10	2.51	0.001	0.05	0	7.2	6.6	0.12	77.5	669	45	77	675	412	64	200	
1.67	6.66	63	15.42	20	9.4	6.06	7.2	8.5	66	534	3265	45	455	3282	891	187	200	
0.2965556	4.47	30	7.9566667	2.6191111	3.82	2.665	7.2	7.6277778	26.524444	159.27778	1214.7778	45	178.25	1456.1111	651.5	87	222222	
0.4975314	2.0032085	15.25129	4.3919826	6.1860336	3.6155129	2.238436	0	0.47147	16.493818	134.43115	849.06953	0	160.04736	874.710229	239.5	37	201487	
1.6777678	0.448131	0.8087143	0.5519878	2.3618732	0.9656693	1.0840809	0	0.0618996	0.62191	0.8449342	0.6989965	0	0.8897928	0.6221776	0.6767132	0.4265134	0	

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 8 8

C

SOL. TOT V	SULF DIS	SAAM	TURBE DAD
0	81	2.86	0
177	76	6.06	61
0	128.5	1.18	12
0	56.5	1.83	73
0	125.5	0.29	0
0	43.4	1.26	0
0	112	4.98	0
0	79.5	0	0
0	0	0	0
0	88	9.84	3
0	102.5	2.51	0
0	0	0	0
0	125	12.8	0
0	121	1.77	0
0	105	9.01	0
177	43.4	0.29	3
177	128.5	12.8	73
177	95.854462	4.3723	37.23
0	26.1769518	3.8823599	30.218992
0	0.3752231	0.8265804	0.8112481

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 9 0

A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ACID ANA	ACID TOT	ALC FEN	ALC TOT	CLORU- ROS	TOT	COLOR APA	COND ESP	DBO5	DQO	DUR CAL	DUR TOT	FENO- LES	FOGF SOL
S26-02	2R012ADM013000	14-jun-90	00:00	0.01	2.09	0.01	364.43	219.93	2.3E+12	90	1729	177.27	300	74.38	175.82	0.663	10.12
S26-02	2R012ADM013000	31-ago-90	00:00	0	642	0.01	0	44.66	1.6E+14	120	9218	134.01	316.7	70.38	131.05	0.118	49.95
S26-02	2R012ADM013000	26-sep-90	00:00	0.01	49.92	0.01	428.87	4.7	3.8E+13	75	179	53.84	160	93.17	170.28	0.62	4.95
S26-02	2R012ADM013000	15-nov-90	00:00	0.01	34.56	0.01	308.85	0	1.6E+14	90	1230	160	306	192.77	0	0	7.04
MINIMO				0.01	2.09	0.01	368.43	4.7	2.3E+12	75	179	53.84	160	70.38	131.05	0.118	4.95
MAXIMO				0.01	642	0.01	564.43	219.93	1.6E+14	120	9218	177.27	316.7	192.77	175.82	0.663	49.95
MEDIA				0.01	182.1423	0.01	434.05667	89.763333	9.313E+13	93.75	3089	131.28	270.675	107.725	159.05	0.467	18.015
DESVIACION ESTANDAR				0	266.03977	0	90.424046	93.476276	6.778E+13	16.345871	3382.3348	47.287221	64.17762	49.840095	19.927751	0.2474039	18.529167
COEFICIENTE DE VARIACION				0	1.4687232	0	0.2083231	1.0413637	0.7123104	0.174356	1.1937717	0.3602013	0.2371021	0.4636664	0.1233954	0.3397727	1.028541

1 9 9 1

A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ACID ANA	ACID TOT	ALC FEN	ALC TOT	BORO SOL	CLORU- ROS	COLI FEC	TOT	COLOR APA	COND ESP	DBO5	DQO	DUR CAL	DUR TOT
S26-02	2R012ADM013000	21-feb-91		0.01	296.29	0.01	294.53	0	1.69E+12	3.5E+12	625	1115		234.08	300.14	90	150
S26-02	2R012ADM013000	16-abr-91		0	28.667	0	400.036	0	178.89	5.4E+14	9.2E+14	333.3	1325	195.06	333.14	90	175
S26-02	2R012ADM013000	13-jun-91		0.01	30.78	0.01	322.83	0.31	9.63	1.3E+13	2.3E+13	100	1383	124.6	611.6	125	145
S26-02	2R012ADM013000	23-ago-91		0.01	24.05	0.01	242.06	0	106.18	2E+10	1.6E+10	80	1070	122.08	155	121	183
S26-02	2R012ADM013000	09-oct-91		0	16.83	0	383.09	0	154.48	7.8E+13	0	95	1590	54.66	135.63	162.4	162.4
MINIMO				0	16.83	0	242.06	0.31	9.63	2E+10	1.6E+10	80	1070	54.66	135.63	90	145
MAXIMO				0.01	296.29	0.01	400.036	0.31	178.89	5.4E+14	9.2E+14	625	1590	234.08	611.6	162.4	183
MEDIA				0.006	79.5234	0.006	318.5092	0.31	123.736	1.265E+14	2.366E+14	246.66	1536.6	146.096	307.101	117.68	163.08
DESVIACION ESTANDAR				0.004899	108.58878	0.004899	91.888601	0	62.297364	2.088E+14	3.946E+14	211.15543	210.73263	62.510873	170.87021	36.821066	14.402666
COEFICIENTE DE VARIACION				0.8164966	1.3689375	0.8164966	0.1762161	0	0.503431	1.6506697	1.6677653	0.856587	0.1576323	0.4278753	0.5563956	0.2279152	0.0883227

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 9 0

B

GRAS ACEI	N_AMO- NTAC	N_Ni- TRATO	N_ORGA NIC	NTRO TOT	ORTO PO4	OXI DIS	PH LAB	SDF	SDT	SDV	SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOLID TOT	SOL TOT F	SOL TOT V
129.77	16.956	5.8	8.567	0	9.23	0	7.2	933	1228	295	0	330	435	105	1658	1258	400
94.6	9.955	1.1	6.233	0	30.48	0.75	7.83	146	710	214	2.5	98	170	72	880	544	286
108.72	11.63	0.201	3.2	15.38	4.32	0.09	5.38	707	932	225	5	333	466	133	1398	1040	358
165.89	20.56	0.12	8.5	31.63	4.71	0.3	7.8	1102	0	256	5.6	24	76	0	1434	1126	308
94.6	9.955	0.12	3.2	15.38	4.32	0.09	5.38	146	710	214	0	24	76	72	880	544	286
165.89	20.56	5.8	8.567	31.63	30.48	0.75	7.83	1102	1228	295	5.6	333	466	133	1658	1258	400
124.745	14.77523	1.80253	6.625	23.505	12.185	0.38	7.0253	722	956.66657	247.5	3.275	196.23	286.75	103.33333	1342.5	992	338
26.840969	4.2233402	2.330822	2.1892509	8.125	10.737468	0.275318	0.9977819	360.87463	212.19069	31.452445	2.2196565	137.76134	167.44757	24.931016	284.99956	270.05553	64.254469
0.2152388	0.2858388	1.2952353	0.330453	0.3456711	0.8912038	0.724521	0.1414792	0.4998264	0.2218021	0.1270802	0.6777537	0.7019486	0.5859497	0.2412679	0.2125902	0.2722334	0.1310487

1 9 9 1

B

FOSL ACEI	GRAS ACEI	N_AMO- NTAC	N_Ni- TRATO	N_ORGA NIC	NTRO TOT	ORTO PO4	OXI DIS	PH LAB	SDF	SDT	SDV	SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOLID TOT	SOL TOT F
3.87	220.63	13.91	0.432	26.63	40.35	3.56	0.15	7.92	650	810	160	5	0	206	206	1016	650
7.621	92.44	22.197	0.258	0	0	7.363	0	7.6	706	800	94	5	40	250	210	1050	746
6.95	98.44	14.4	0.275	3.03	17.43	5.36	0.15	0	988	1364	366	5	142	200	58	1564	1140
5.39	31.82	11.25	0.204	5.11	16.36	3.799	0.3	7.29	0	0	0	0.5	0	0	0	1240	0
4.53	0	7.15	0.146	18.59	25.74	9.48	0.15	7.7	0	0	0	0	0	0	0	1.02	0.8
4.53	31.82	7.15	0.146	3.03	16.36	3.799	0	7.6	650	800	94	0.5	0	200	58	1.02	0.8
7.621	220.63	22.197	0.432	26.63	40.35	9.48	0.3	7.92	988	1364	366	5	142	250	210	1564	1140
6.1122	110.8523	13.7814	0.263	13.345	23.023	6.3124	0.15	7.6275	781.33333	951.33333	206.66667	3.875	60.666667	218.66667	158	974.204	634.2
1.0782483	68.338902	4.9316322	0.058123	9.718384	9.6693359	1.9456316	0.0948683	0.2266468	147.91289	265.54675	115.84281	1.9485372	59.784799	22.291005	70.729532	324.039259	409.19983
0.1764092	0.6184008	0.337847	0.3643034	0.7282566	0.3863593	0.3082269	0.6324535	0.0297144	0.1893083	0.2658308	0.5603297	0.3028533	0.9854637	0.1019406	0.4476533	0.33779154	0.6432221

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 9 0

C

SULF DIS	SAAM	TEMP AGUA	TURBIE DAD
114.84	70.06	21.4	150
56.78	62.08	0	150
143.61	93.67	0	62.5
111.02	12.11	0	0
56.78	12.11	21.4	62.5
143.61	93.67	21.4	150
106.5625	59.48	21.4	120.83333
31.301527	29.713525	0	41.247896
0.2944894	0.4995545	0	0.3413619

1 9 9 1

C

SOL TOT V	SULF DIS	SAAM	TEMP AGUA	TURBIE DAD
366	94.24	13.59	21	110
304	62.9	5.576	0	200
424	53	13.24	0	200
0	73.99	7.075	0	200
0.22	129.89	5.682	18	15
0.22	53	5.576	18	15
424	129.89	13.59	21	200
218.844	104.005	9.0326	19.5	145
182.58599	35.554604	1.6188093	1.5	71.756356
0.8343112	0.3418548	0.4006387	0.0769231	0.5086645

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 9 2

A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ACID	ALC	ALC	BICAR-	BORO	CARBO-	CLORU-	COLI	TOT	COLOR	COND	DBO5	DQO	
				ANA	TOT	FEN	TOT	BON	SOL	NATO	ROS	FEC	TOT	APA			ESP
S208-02	28H1126ZM013000	21-6a-92	14:00	0.001	24.85	0.001	339.29	339.29	0.74	0.001	94.58	3E+14	2E+13	70	1000	151.13	182.88
S208-02	28H1126ZM013000	21-6a-92	12:00	0	21.032	0.001	323.49	323.49	0.589	0.001	74.3	1.45E+14	1.97E+14	160	960	199.36	313.36
S208-02	28H1126ZM013000	24-6a-92	13:15	0.001	30	0.001	346.36	346.36	1.003	0.001	154.91	2E+12	7.2E+14	160	1558	172.79	337.05
S208-02	28H1126ZM013000	13-6a-92	10:40	0.001	24.818	0.001	309.26	309.26	0.897	0.001	123.7	1.1E+14	1.92E+14	400	1143	122.47	300.67
S208-02	28H1126ZM013000	21-0a-92	13:40	0.011	23.17	0.001	332.11	332.11	1.59	0.001	155.1	2.3E+14	0.3E+14	400	1228	153.09	158.08
MINIMO				0.001	21.032	0.001	309.26	309.26	0.589	0.001	74.3	2E+12	2E+13	70	960	122.47	158.08
MAXIMO				0.011	30	0.001	346.36	346.36	1.59	0.001	155.1	3E+14	0.3E+14	400	1558	199.36	337.05
MEDIA				0.0025	24.776	0.001	330.502	330.502	0.9642	0.001	120.518	1.574E+14	3.918E+14	228	1183.8	159.808	242.406
DESVIACION ESTANDAR				0.0040300	2.9629431	0	12.1299115	12.769315	0.34311534	0	32.242	1.002E+14	3.212E+14	136.29318	214.972	55.547287	74.881012
COEFICIENTE DE VARIACION				1.2371791	0.1189592	0	0.0384546	0.0384546	0.3559172	0	0.2675285	0.6488221	0.8199798	0.572663	0.1815949	0.1598624	0.30892049

1 9 9 3

A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ACID	ALC	ALC	BICAR-	BORO	CARBO-	CLORU-	COLI	TOT	COLOR	COND	DBO5	DQO	
				ANA	TOT	FEN	TOT	BON	SOL	NATO	ROS	FEC	TOT	APA			ESP
S208-02	28H1126ZM013000	24-0a-92	12:30	0.001	40.47	0.001	306.23	306.23	0.45	0.001	51.69	1.6E+14	3.1E+14	280	950	209.05	567.33
S208-02	28H1126ZM013000	31-0a-92	14:00	0.001	38.488	0.001	421.8	401.8	4.077	0.001	72.85	7.1E+14	8E+14	160	1060	140.71	162.72
S208-02	28H1126ZM013000	05-0a-92	14:55	0.001	39.44	0.001	200.9	200.9	1.064	0.001	72.84	4.5E+14	1.25E+14	800	1180	69.307	179.49
S208-02	28H1126ZM013000	07-0a-92	14:60	0.001	42.967	0.001	276.983	276.983	1.437	0.001	110.496	2.3E+14	3.7E+14	400	120.5	103.94	349.02
S208-02	28H1126ZM013000	08-0a-92	14:60	0.001	55.19	0.001	301.61	55.19	0.838	0.001	67.32	4.5E+12	3.7E+13	70	972	179.13	310.91
MINIMO				0.001	38.488	0.001	200.9	55.19	0.45	0.001	51.69	4.5E+12	3.7E+13	70	120.5	69.502	162.72
MAXIMO				0.001	55.19	0.001	421.8	401.8	4.077	0.001	110.496	7.1E+14	8E+14	800	1180	209.05	567.33
MEDIA				0.001	43.311	0.001	301.503	248.221	1.5732	0.001	75.0992	5.149E+14	3.284E+14	342	636.5	140.466	313.898
DESVIACION ESTANDAR				0	6.1244792	0	71.015218	115.999218	1.7920333	0	19.347273	2.446E+14	2.649E+14	254.589987	376.78721	50.137063	145.87714
COEFICIENTE DE VARIACION				0	0.141407	0	0.2355359	0.4673226	0.8213853	0	0.2578289	0.7167685	0.8062366	0.7444418	0.4399915	0.3499723	0.4647278

1 9 9 4

A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ACID	ALC	ALC	BICAR-	BORO	CARBO-	CLORU-	COLI	TOT	COLOR	COND	DBO5	DQO	
				ANA	TOT	FEN	TOT	BON	SOL	NATO	ROS	FEC	TOT	APA			ESP
S208-02	28H1126ZM013000	19-0a-94	12:30	0.01	39.46	0.001	284.6	284.6	0.578	0.01	82.56	1.51E+11	1.87E+12	600	920	172.51	308.28
S208-02	28H1126ZM013000	12-0a-94	14:35	0.001	29.4	0.001	347.6	347.6	0.894	0.001	59.43	3.6E+12	8.8E+12	400	919	125.59	214.007
MINIMO				0.001	29.4	0.001	284.6	284.6	0.578	0.001	59.43	1.51E+11	1.87E+12	400	919	125.59	214.007
MAXIMO				0.01	39.46	0.001	347.6	347.6	0.894	0.01	82.56	3.6E+12	8.8E+12	600	920	172.51	308.28
MEDIA				0.0025	34.43	0.001	316.1	316.1	0.736	0.0025	70.965	1.870E+12	5.333E+12	500	919.5	149.05	260.1433
DESVIACION ESTANDAR				0.0045	5.03	0	31.5	31.5	0.158	0.0045	11.565	1.272E+12	3.45E+12	100	0.5	23.46	46.1363
COEFICIENTE DE VARIACION				0.1181818	0.1469933	0	0.099652	0.2146739	0.8181818	0.1625898	0.9104881	0.6494345	0.2	0.0025438	0.1575966	0.1773502	

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 9 2

B

DUR	DUR	FLUO	FOSF	GRAS	N_AMO-	N_NI-	N_NI-	N_ORGA	ORTO	OXI	PH	PH	POTAS	SODIO	SDF	SDT	SDV
CAL	TOT	DIS	SOL	ACEI	NIAC	TRATO	TRITO	NIC	PO4	DIS	SITU	LAB	SOL	SOL			
74	164	0	10	63.92	0.16	0.13	0	4.27	7.44	0.15	7.03	7.8	0	0	66	80	14
63.34	170.28	0.49	6.089	127.05	10.479	0.237	0.123	1.536	5.965	0.3	6.96	7.26	0	0	462	818	156
81.6	200.47	0.33	11.021	227.29	14.07	0.064	0.001	1.91	8.706	0.45	7.6	7.52	54	224	366	964	598
67.3	96.15	0.49	5.18	95.5	3.556	0.504	0.022	6.52	3.51	0.15	7.88	7.42	24	152	696	730	34
67.32	99	0.316	3.722	213.63	0.001	0.399	0.052	13.448	2.588	0.3	8.32	7.44	28	182	598	756	158
63.34	96.15	0.33	3.722	63.92	0.001	0.064	0.001	1.536	2.588	0.15	6.96	7.26	24	152	66	80	14
81.6	200.47	0.49	11.021	223.63	14.07	0.504	0.123	13.448	8.706	0.45	8.32	7.8	54	224	696	964	598
71.112	143.98	0.4063	7.2024	149.478	5.6332	0.2668	0.0495	5.5368	5.6418	0.27	7.538	7.488	35.333333	186	437.6	669.6	232
6.0094139	41.411399	0.0836466	2.823162	69.091593	5.6682636	0.1639944	0.0461438	4.3432391	2.3664071	0.1122497	0.5142919	0.1773584	13.299958	29.25646	217.39696	305.1563	219.78999
0.08453063	0.2836786	0.2037726	0.3919752	0.462266	1.0258223	0.6146716	0.9321399	0.7844313	0.4088207	0.4157397	0.068046	0.02546817	0.3764159	0.1978165	0.4967938	0.566256	0.9473683

1 9 9 3

B

DUR	DUR	FENO-	FLUO	FOSF	GRAS	N_AMO-	N_NI-	N_NI-	N_ORGA	ORTO	OXI	PH	PH	POTAS	SODIO	SDF	SDT
CAL	TOT	LES	DIS	SOL	ACEI	NIAC	TRATO	TRITO	NIC	PO4	DIS	SITU	LAB	SOL			
155.22	214.92	0.318	0.27	7.081	141.8	14.78	0.09	0.09	22.83	6.851	0.15	6.89	7.01	8.6	33.6	482	680
63.35	176.23	0	0.41	6.803	235.9	9.33	0.374	0.016	12.06	5.161	0	7.36	7.42	18	117	210	665
91.17	162.08	0	1.18	3.651	3.43	1.398	0.108	0.001	4.817	3.392	1.4	7.13	0	23	43.96	250	698
79.6	79.6	0	0.19	7.806	26	0.001	0.001	0.006	19.126	5.96	0.3	6.5	7.06	29	130	388	798
70.82	172	0	0.38	5.844	68.31	6.998	0.317	0.001	5.86	5.208	1.2	7	7.06	1.8	116	326	490
65.35	79.6	0.318	0.19	3.651	3.43	0.001	0.001	0.001	4.817	3.392	0	6.5	7.01	1.8	33.6	210	490
155.22	214.92	0.318	1.18	7.806	235.9	14.78	0.374	0.09	22.83	6.851	1.4	7.36	7.42	29	130	388	798
92.432	160.966	0.318	0.486	6.245	93.048	6.3214	0.178	0.0728	12.9286	5.2744	0.61	6.976	7.1373	16.48	88.112	371.2	686.2
32.585377	44.468955	0	0.3387865	1.4356976	84.736571	5.9821338	0.1426254	0.0340435	7.1118421	1.1474296	0.5148643	0.2848319	0.1643738	10.072056	40.713189	142.82633	99.620078
0.3522333	0.376523	0	0.7130709	0.2298955	0.891184	0.8514148	0.8012662	1.499136	0.5497382	0.2153469	0.9423022	0.040834	0.0230296	0.6123821	0.4620618	0.3841692	0.1493548

1 9 9 4

B

DUR	DUR	FLUO	FOSF	GRAS	N_AMO-	N_NI-	N_NI-	N_ORGA	ORTO	OXI	PH	PH	POTAS	SODIO	SDF	SDT	SDV
CAL	TOT	DIS	SOL	ACEI	NIAC	TRATO	TRITO	NIC	PO4	DIS	SITU	LAB	DIS	DIS			
125.7	230.44	0.23	9.062	72.08	15.78	0.001	0.01	12.73	3.698	0.06	0	7.42	45	272	424	552	148
101.75	148	0.43	4.388	67.53	12.163	0.001	0.001	8.454	3.396	0.6	6	7.8	0	0	470	642	172
101.75	148	0.23	4.388	67.53	12.763	0.001	0.001	8.454	3.396	0.06	6	7.42	45	272	424	552	148
125.7	230.44	0.43	9.062	72.08	15.78	0.001	0.01	12.73	3.698	0.6	6	7.8	45	272	470	642	172
113.725	189.22	0.33	6.723	69.803	14.2713	0.001	0.0035	10.592	4.547	0.33	6	7.61	45	272	437	597	160
11.975	41.22	0.1	2.337	2.275	1.5085	0	0.0045	2.138	1.151	0.27	0	0.19	0	0	33	45	12
0.1032919	0.2174417	0.3030303	0.5475093	0.04215908	0.1037002	0	0.8181818	0.2018502	0.2513339	0.8181818	0	0.0249671	0	0	0.0755149	0.0732169	0.075

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO (EMC)

1 9 9 2

C

SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOLID TOT	SOL TOT F	SOL TOT V	SULF DIS	SAAM	TEMP AMB	TEMP AGUA	TURBIE DAD
3.5	124	172	48	251	190	62	5.3	17.16	23	20	200
0.4	26	84	58	902	488	414	133.26	2.429	25	22	200
0.5	240	380	140	1344	838	506	51.64	8.02	32	24	200
3.5	8	224	216	954	754	250	123.73	6.193	23.5	22.2	200
1.7	218	340	112	1096	826	270	102.36	2.224	20	18.6	200
0.4	8	84	48	252	190	62	5.5	2.224	20	18.6	200
3.5	240	380	216	1344	838	506	135.26	17.16	32	24	200
1.92	125.2	240	114.8	909.6	609.2	300.4	83.698	7.2056	24.1	21.36	200
1.3687931	97.288026	106.45929	60.94719	362.74377	244.44091	151.97032	48.481139	5.4406818	3.9949969	1.8756061	0
0.7129141	0.7171609	0.4519093	0.5308989	0.3597948	0.4012149	0.5058939	0.5792332	0.7560872	0.1617408	0.0877156	0

1 9 9 3

C

SDV	SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOLID TOT	SOL TOT F	SOL TOT V	SULF DIS	SAAM	TEMP AMB	TEMP AGUA	TURBIE DAD
198	3	24	168	144	848	506	343	93.7	3.765	23	22	200
455	3	190	315	123	980	400	580	273.99	9.367	23	21.3	200
448	10	680	840	160	1538	930	608	238.98	2.697	22.8	21.5	0.3
210	0.2	42	74	32	872	630	242	123.3	10.508	26	22.5	200
114	3	170	440	270	880	496	384	215.28	10.739	21.5	21.6	200
114	0.2	24	74	32	848	400	242	93.7	2.697	21.5	21.3	0.3
455	10	680	840	270	1538	930	608	273.99	10.739	26	22.5	200
283	3.84	221.2	367.4	146.2	1023.6	592.4	431.2	193.05	7.4132	23.66	21.78	160.06
139.93141	3.2653131	238.72839	267.28681	76.174536	244.13108	183.93651	140.98284	72.287303	3.4643313	1.6191935	0.7261455	79.88
0.4905874	0.8803472	1.0795009	0.722509	0.5210297	0.2351105	0.3104938	0.32695546	0.3744517	0.46571932	0.0684439	0.0195659	0.4990629

1 9 9 4

C

SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOLID TOT	SOL TOT F	SOL TOT V	SULF DIS	SAAM	TEMP AMB	TEMP AGUA	TURBIE DAD
3	140	370	230	922	544	378	112.43	6.667	25	23	200
2	80	180	100	822	550	272	118.02	6.409	27	24.8	29
2	80	180	100	822	544	272	112.43	6.409	25	23	29
3	140	370	230	922	550	378	118.02	6.667	27	24.8	200
2.5	110	275	165	872	547	325	115.225	6.508	26	23.9	114.5
0.5	30	95	65	50	3	53	2.795	0.099	1	0.9	83.3
0.2	0.2727273	0.3454545	0.3939394	0.0573934	0.0058445	0.1630769	0.0242369	0.015212	0.0384613	0.0376569	0.7467249

KM. 0+000 CANAL ENDDHO (SOT)

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ALC TOT	A										GRAS ACEI	N_AMB NIAC		
					BORO SOL	CLORIS ROS	COLI FEC	COLI TOT	COLOR APA	COND ESP	DBOS	DQO	DUR CAL	DUR FTE			FESTR	FOSF SOL
S26-01	00H12610640001	23-mar-83		451	90	7000000	7000000	373	1178	40	80	113	232	1100000	9.6	12	11	
S26-01	00H12610640001	23-mar-83		192	115	4300000	4300000	71	1306	47	125	132	260	3000000	2.74	14	15.2	
S26-01	00H12610640001	26-abr-83		198	110	3600000	3600000	250	1386	47	105	141	265	0	6.09	10	16.2	
S26-01	00H12610640001	24-maj-83		194	219	4000000	4000000	250	1367	18	34	201	299	4000000	5.24	226	1.21	
S26-01	00H12610640001	21-jun-83		185	100	9300000	2400000	150	1430	47	129	173	222	900000	8.4	6	13.8	
S26-01	00H12610640001	17-jul-83		107	72	2400000	2400000	61	943	0	61	159	198	11000000	2.45	99	6.68	
S26-01	00H12610640001	21-ago-83		111	68	15000000	15000000	250	520	14	50	119	173	9000000	2.59	7	8.21	
S26-01	00H12610640001	21-sep-83		212	36	15000000	11000000	125	817	11	20	106	191	40000000	2.58	71	7.28	
S26-01	00H12610640001	15-ene-83		198	73	2400000	2400000	150	873	576	710	124	194	90000000	10.7	104	8.4	
S26-01	00H12610640001	06-dic-83		315	71	9000000	1300000	150	960	1094	1560	134	268	30000	1.73	39	8.05	
MÍNIMO				107	56	930000	1500000	71	817	11	20	109	193	30000	1.73	6	1.21	
MÁXIMO				451	219	40000000	40000000	373	1430	1094	1560	200	299	93000000	8.4	226	16.2	
MDIA				233.3	97.4	19665000	12655000	183.4	1118.2	202.6667	286.5	135.6	227.1	17679000	5.212	59.6	9.807	
DESVIACION ESTÁNDAR				99.440483	44.533883	12503699	12533228	91.599345	226.83818	38.341437	466.0382	28.426644	28.263429	293779077	3.1618627	66.426576	4.2012509	
COEFICIENTE DE VARIACION				0.4262324	0.4527326	0.9370136	0.99621	0.4934312	0.2028601	1.7187991	1.625731	0.2096116	0.1684871	1.6647666	0.966656	1.1081579	0.4285618	

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ALC TOT	A										GRAS LES	FOSF SOL		
					BORO SOL	CLORIS ROS	COLI FEC	COLI TOT	COLOR APA	COND ESP	DBOS	DQO	DUR CAL	DUR FTE			FESTR	FENX- LES
S26-01	00H12610640001	18-ene-84		329	0	108	3000000	3000000	83	0	106	170	129	128	3000000	0	1.7	
S26-01	00H12610640001	20-feb-84		327	0	170	2400000	2400000	250	0	17	73	129	223	4000000	0	3.68	
S26-01	00H12610640001	19-mar-84		350	0.22	91	3000000	3000000	250	1103	17	82	149	231	3000000	0	6.66	
S26-01	00H12610640001	23-abr-84		332	1.04	170	13000000	4000000	150	1154	23	100	153	292	300000	0.025	0.02	
S26-01	00H12610640001	23-may-84		351	680	57	1100000	2400000	40	1158	5	66	128	271	2000000	0.022	11.3	
S26-01	00H12610640001	18-jun-84		371	145	72	2400000	2400000	190	1100	16	30	130	264	2400000	0.933	4.22	
S26-01	00H12610640001	23-jul-84		304	184	100	2400000	2400000	250	1056	0	95	98	180	1100000	0.056	2.08	
S26-01	00H12610640001	20-ago-84	09:50	315	137	100	3000000	3000000	333	922	19	152	116	214	3000000	0.034	2.85	
S26-01	00H12610640001	21-ago-84	09:00	180	802	182	40000000	40000000	1250	2432	11	48	467	703	3000000	0.093	0.07	
S26-01	00H12610640001	21-oct-84		212	112	70	4600000	4600000	107	733	26	53	89	151	23000	0.042	0.13	
S26-01	00H12610640001	23-nov-84		198	148	67	4000000	11000000	62	751	5	67	107	174	9000000	0.017	2.66	
S26-01	00H12610640001	01-dic-84		234	0	84	3000000	4000000	100	783	30	75	123	187	900000	0.014	1.32	
MÍNIMO				180	0.22	57	1100000	2400000	62	751	5	6	98	151	20000	0.045	0.07	
MÁXIMO				451	680	182	40000000	40000000	1250	2432	106	107	793	43000000	0.056	6.66		
MDIA				296.01667	76.593333	101.33333	73641667	79666667	247.01667	1121.6	22.363636	79.816667	171.66667	260.66667	7054216.7	0.0273156	107.61667	
DESVIACION ESTÁNDAR				69.044233	1123.3369	18.767111	12586779	12587101	314.85697	483.44229	26.844296	45.04097	60.352736	159.12245	1523636	0.0146448	3.9995748	
COEFICIENTE DE VARIACION				0.2324498	2.7851939	0.3751656	1.7096934	1.537461	1.2700111	0.4197362	1.0466459	0.5636995	0.6377985	0.5737338	1.6664162	0.5514832	1.0962	

KM. 0+000 CANAL ENDO (SOT)

1 9 8 3

B

H_NI-TRATO	H_OR-GANIC	ORTO-PO4	OXI-DIS	PH-LAB	SIW	SDT	SIW	SOLID(SL)	SSF	SST	SSV	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SOLF-DIS	SAAR	TRIBE-DAD
0.09	0	0.39	0	8.1	0	0	0	0.5	2	4	0	742	260	0	186	2.77	10.9
0.33	2.32	0.28	0.1	7.9	0	0	0	0.5	4	6	0	822	270	0	64	1.32	48
0.32	2.54	0.02	0.1	7.9	0	0	0	0.5	2	12	0	830	638	0	185	2.34	7.5
0.26	2.8	0.02	0.1	7.9	0	0	0	0.5	14	34	0	938	400	0	60	2.23	16.5
0.07	2.28	0.02	1	7.7	0	0	0	0.5	2	4	0	946	698	0	32	1.88	22
0.2	2.03	0.02	0	7.7	434	590	156	0.1	40	46	6	656	474	162	66	0.65	32.5
0.05	2.14	0.02	0	7.5	116	583	464	0.1	16	28	12	608	132	476	611	0.74	121.8
0.05	1.12	0.02	0	7.7	510	532	162	0.1	18	30	12	562	388	174	38	0.82	27
0.05	1.68	0.02	0	7.5	142	604	462	0.1	2	14	0	618	154	464	42	1.61	26
0.05	1.47	0.31	0.1	7.9	0	0	0	0.5	16	18	0	618	476	0	41	1.81	13.7
0.05	1.12	0.02	0.1	4.5	116	532	156	0.1	2	4	6	562	132	162	32	0.23	7.5
0.32	2.8	0.39	1	7.9	434	604	464	0.3	40	46	12	946	698	496	611	2.77	48
0.147	2.042222	0.112	0.28	7.18	265.5	576.5	311	0.34	11.6	19.6	10	734	391	319	132.5	1.417	21.62
0.1124651	0.2623711	0.1428146	0.36	0.182303	138.66777	27.069355	152.01645	0.1825992	11.48216	13.53823	2.8284371	187.76792	182.97377	151.11916	168.68447	0.7687659	11.646527
0.7630276	0.2461837	1.27513	1.283743	0.0235608	0.5221991	0.0469546	0.4887989	0.5763503	0.9788414	0.6932712	0.2824427	0.1876947	0.4679536	0.4737278	1.279303	0.5425306	0.5386823

1 9 8 4

B

GRAS-ACEI	H_AMO-NUC	H_NI-TRATO	H_NI-TRITO	N_OR-GANIC	NITRO-TOT	ORTO-PO4	OXI-ACEI	PH-SITU	PH-LAB	SOL-SOO	SDF	SDT	SDV	SOLID-SED	GSFC	SST	SSV	
1	14.4	0.05	0	6.8	21.2	0.02	0.1	0	8	0	0	0	0	0	2	4	0	
51	0.16	0.05	0	2.3	0	0.07	0.1	0	7.8	0	0	0	0	0	1	8	10	
65	9.36	0.07	0	1.8	0	2.26	0.1	0	7.8	0	0	0	0	0	1	2	4	
16	0.32	0.05	0	2.34	0	0.02	0.1	0	7.7	133	0	0	0	0	1	26	42	
5	10.8	0.13	0	3.06	0	3.9	0.1	0	8	128	0	0	0	0	1	8	12	
9	11.3	0.47	0	4.04	0	0.02	0	0	7.8	110	0	0	0	0	1	8	22	
32	5.4	0.16	0	0.37	0	0.02	0.1	0	8.5	0	0	0	0	0	1	56	82	
33	0.05	0.001	0	2	0	0.02	0.1	7	7.8	0	254	666	254	0.3	6	8	2	
17	0.79	0.26	0	3.73	0	0.01	0	7	7.6	282	849	1987	849	0	2	285	455	
9	6.7	0.05	0.007	8.12	14.82	0.02	0.1	0	7.7	64	0	0	0	0	1	5	17	
11	4.2	0.05	0	4.29	0	0.02	0.1	0	7.2	79	0	0	0	0	1	4	4	
7	6.72	0.02	0	0.99	0	0.02	0.1	0	7.2	32	0	0	0	0	1	25	105	
1	0.16	0.05	0.007	0.37	14.82	0.01	0.1	7	7.2	64	254	666	254	0.1	2	4	2	
65	14.4	0.47	0.097	6.8	21.2	3.9	0.1	7	8.5	282	849	1987	849	0.5	285	455	170	
21	333333	5.85	0.1334167	0.067	3.3116667	18.01	0.5333333	0.1	7	7.2581333	124.28571	551.5	1726.8	551.5	0.1272727	36.25	67.75	86
19	1066423	4.718207	0.1273926	0	2.1890915	3.19	1.3876908	0	0	0.3328121	69.058321	297.5	660.8	297.5	0.0616375	6.469984	122.79994	84
0.8956138	0.86581646	1.1227449	0	0.6610241	0.1771238	2.2259474	0	0	0.0428078	0.5558256	0.5591497	0.4978289	0.5391325	0.4844452	2.104282	1.0152708	0.97467	

1 9 8 4

C

SOLID TOT	SOL TOT F	SOL TOT V	SULF DIS	SAAM	TEMP AMB	TEMP AGUA	TURBIE- DAD
618	452	0	59	495	0	0	0
692	202	0	132	474	0	0	9
708	314	0	75	0.02	0	0	40
766	326	0	85	74	0	0	32
776	384	0	188	606	0	0	137
786	342	0	94	616	0	0	27
816	336	0	110	61	0	0	48
764	260	414	43	436	15	18	11
2442	1134	1308	486	0.92	16	22	600
582	264	0	28	0.48	0	0	22
484	108	0	76	461	0	0	141
566	420	0	36	48.5	0	0	146
484	108	414	28	0.02	15	18	9
2442	1134	1308	188	48.5	16	22	600
433.33333	378.5	861	117.66667	7.8083333	15.5	20	75.981818
495.11772	244.85795	437	114.9565	12.499378	0.5	2	166.2703
0.5941413	0.6469166	0.5101638	1.0190308	1.6607741	0.0322581	0.1	2.1998217

KM. 0+000 CANAL ENDHO (SOT)

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	A										ESTR	FENO- LES	FOSF SOL	
				ALC TOT	BORO SOL	CLORU- ROS	COLI FEC	COLI TOT	COLOR APA	COND ESP	DBO5	DQO	DUR CAL				DUR TOT
520-01	001126703640001	14-mar-85		304	0.5	70	2400000	2400000	50	866	16	140	118	199	11000	0.028	3.16
520-01	001126703640001	11-feb-85		285	0.51	71	110000000	110000000	75	826	7	40	119	189	5000000	0.017	2.92
520-01	001126703640001	18-mar-85		289	0.53	74	4000000	2100000	625	917	8	41	139	297	30000	0.008	3
520-01	001126703640001	15-abr-85		281	0.56	80	0	24000000	50	1072	10	70	165	304	0	0.01	2.8
520-01	001126703640001	11-may-85		340	0	0	230000000	93000000	125	1119	18	93	121	228	2300000	0	0
520-01	001126703640001	11-jun-85		368	0.71	86	230000000	25000000	125	1179	4	135	192	233	13000000	0	5
520-01	001126703640001	12-ago-85		290	0.46	89	1100000	2400000	50	900	6	66	70	166	19000000	0.049	3.03
520-01	001126703640001	09-sep-85		294	0.48	76	400000000	90000000	100	850	34	40	85	169	4000000	0.031	2.85
520-01	001126703640001	11-oct-85		304	0.67	25	2000000	1500000	63	930	20	128	108	192	43000	0.021	1.36
520-01	001126703640001	02-dic-85		326	0.87	76	2000000	1500000	63	1000	11	988	65	228	460000	0.01	4.31
MINIMO				281	0.5	25	1100000	2100000	50	870	4	40	65	166	11000	0.01	2.92
MAXIMO				368	0.87	80	400000000	93000000	615	1179	34	988	163	304	13000000	0.049	4.31
MEGIA				308.5	0.5922222	71.888889	109055556	29750000	132.6	963.9	13.4	174.1	109.7	220.5	6716738	0.02175	3.178889
DESVIACION ESTANDAR				26.648561	0.1257668	17.634842	137797312	37102021	166.46633	117.16437	8.5229163	273.66692	27.74545	45.806659	13254952	0.0130168	0.7192194
COEFICIENTE DE VARIACION				0.0869352	0.1223642	0.2453069	1.2635517	1.2662388	1.2554022	0.1235524	0.6369781	1.2730438	0.252921	0.2073399	1.966963	0.5984743	0.2128568

I 9 8 6

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	A										ESTR	FENO- LES	FOSF SOL	
				ALC TOT	BORO SOL	CLORU- ROS	COLI FEC	COLI TOT	COLOR APA	COND ESP	DBO5	DQO	DUR CAL				DUR TOT
520-01	001126703640001	26-sep-86		342	0.01	100	230000000	23000000	75	116	16	0	208	265	150000	0.057	1.78
520-01	001126703640001	13-oct-86		320	0.09	86	0	-99.9	75	1091	12.6	75	112	192	0	0.07	1.86
520-01	001126703640001	25-oct-86	I	473	0.06	111	0	-99.9	35	1178	35	115	515	721	0	0.02	3.61
MINIMO				320	0.01	86	230000000	23000000	75	116	12.6	115	112	192	150000	0.02	1.78
MAXIMO				473	0.09	111	230000000	23000000	75	1178	36	75	208	721	150000	0.07	3.61
MEGIA				379	0.0533333	99	230000000	23000000	75	765	14.533333	95	214.33333	392.66667	150000	0.049	2.7166667
DESVIACION ESTANDAR				68.473839	0.0529903	10.226673	0	0	0	464.26646	1.262729	20	171.87657	234.07169	0	0.0211618	0.8444259
COEFICIENTE DE VARIACION				0.1806668	0.6187184	0.1033401	0	0	0	0.6072764	0.0981664	0.2105263	0.6175206	0.5961079	0	0.3322703	0.3494259

KM. 0+000 CANAL ENDHO (SOT)

1 9 8 5

B

GRAS	N_AHO-	N_NI-	N_OR	ORTO	OXI	PH	PH	SO(DO)	SO(LD)	SSF	SST	SSV	SOLID	SOL	SOLF	SAAM	TURBE-
ACEJ	NIAC	TRATO	GANIC	PO4	DIS	IN SITU	LAB	SO(L	SED				TOT	TOT F	DIS		DAD
13	832	005	129	016	01	73	73	110	02	2	4	626	458	156	0	28	
21	834	005	114	21	01	78	78	94	01	2	8	618	54	87	443	3	
6	732	005	12	265	01	75	75	96	01	6	12	606	464	118	282	12	
11	681	005	195	262	01	79	79	124	01	22	64	724	574	103	391	10	
12	0	0	0	0	01	75	75	0	01	3	13	734	574	0	0	11	
40	124	005	22	468	03	74	74	122	04	5	7	772	596	75	85	0	
19	967	005	143	1	0	75	75	198	01	6	8	566	460	69	59	22	
31	884	005	148	253	01	76	76	98	01	0	8	620	448	55	543	12	
22	0	0	0	282	0	82	82	147	0	6	15	670	460	70	504	123	
24	0031	005	0	209	0	78	78	109	01	0	0	684	546	74	258	50	
6	0031	005	114	016	01	73	73	94	01	2	4	566	54	51	282	3	
40	124	005	22	468	01	82	82	198	02	42	64	772	574	156	85	28	
179	7310875	005	15271429	25166667	0235714	765	765	122	01111111	95	15444444	662	4568	80444444	482625	17453333	
92133769	93124106	6939E-18	0369622	11029138	00699854	02578759	02378759	31187504	0031427	12409674	17461775	62469192	12451439	29825832	17322439	1349798	
0514725	0429111	138E-16	0212015	0481644	0544331	00317093	00317093	02556461	02828127	139E+014	11361618	00943641	03120473	03334565	06427093	0742976	

1 9 8 6

B

GRAS	N_AHO-	N_NI-	N_OR	ORTO	PH	SO(DO)	SIF	SIT	SDV	SO(LD)	SSF	SST	SSV	SOLID	SOL	SOLF	
ACEJ	NIAC	TRATO	GANIC	PO4	LAB	SO(L				SED				TOT	TOT F	TOT V	DIS
15	145	0001	244	176	83	112	527	703	001	01	7	17	10	720	534	186	105
11	1501	0001	253	184	78	0	483	668	009	01	1	16	15	684	481	203	79
33	0	0001	0	253	95	0	182	376	0001	04	1	11	10	389	183	204	145
11	145	0001	244	176	78	112	182	376	0001	01	1	11	10	389	183	186	79
33	1501	0001	253	233	95	112	527	703	009	04	7	17	15	720	534	204	145
19666667	14755	0001	2485	19166667	05333333	112	39733333	58233333	00336667	02	3	14666667	11666667	59766667	39933333	19766667	10966667
95684667	0255	0	0043	023197	07133645	0	15331956	14659719	00400028	01414214	28281271	26246693	23570226	14825977	15448544	82596745	27145697
04863312	0012827	0	00181087	012717122	00835974	0	03858714	01251719	11842013	00710668	0942809	01789547	02002003	02489976	03868784	00417859	02457292

9 8 6

C
SAAM TURBIE-
DAD

732 13.4
632 7
826 13.5

632 7
732 12.5
73 11.3

07921279 30408332
01085107 02691003

KM. 0+000 CANAL ENDDHO (SOT)

1 9 8 7

A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ALC TOT	BORO SOL	CLORIO- ROS	COLOI FEC	COLOI TOT	COLOI APA	COND ESP	DB05	DBQ	DTR CAL	DUR TOT	ESTR FEC	FENO- LES	FOSE SOL
S268-01	004H24303640001	09-mar-87		0	0.01	105	0	210000000	0	0	8	70.1	0	0	0	0.017	4.87
S268-01	004H24303640001	28-mar-87		420	0.643	130	0	0	100	1169	13	110	20	136	0	0.019	4.58
S268-01	004H24303640001	18-abr-87		60	0.03	99	210000000	210000000	250	1410	25	87	112	238	12000000	0	4.81
S268-01	004H24303640001	15-may-87		209	0.01	100	350000000	150000000	100	1343	11	100	221	271	400000000	0.05	3.77
S268-01	004H24303640001	07-jun-87		0	0	111	210000000	210000000	87	1314	21	75	6	0	21000000	0.039	4
S268-01	004H24303640001	09-ago-87		324	0.73	97	0	0	75	2088	12	22	97	134	0	0.014	3.56
S268-01	004H24303640001	06-oct-87		323	1.86	95	240000000	240000000	100	0	11	63	113	225	24000000	0.061	3.08
MINIMO				60	0.01	95	210000000	210000000	75	1033	8	22	20	136	21000000	0.001	3.08
MAXIMO				420	1.86	130	350000000	210000000	250	2808	25	110	113	271	400000000	0.05	4.89
MEDIA				267.2	0.4438333	105.28571	204750000	218000000	118	1568.8	14.428571	75.585714	118.6	208.8	100952500	0.0233333	4.0987314
DESVIACION ESTANDIAR				123.2938	0.6846801	11.246768	314802617	792222268	95.818182	613.89351	5.7035621	26.523867	74.542187	47.947471	172656896	0.0163367	0.6331259
DESVIACION ESTANDIAR ENTRE LA MEDIA				0.45114189	1.5426513	0.1087214	1.5314073	6.9213917	0.5609212	0.4053375	0.3952663	0.3509111	0.6286365	0.2296335	1.7102786	0.0014518	0.1545724

1 9 8 8

A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ALC TOT	BORO SOL	CLORIO- ROS	COLOI FEC	COLOI TOT	COLOI APA	COND ESP	DB05	DBQ	DTR CAL	DUR TOT	ESTR FEC	FENO- LES	FOSE SOL
S268-01	004H24303640001	21-mar-88		376	1.27	99	150000000	210000000	100	1568	12	183	193	345	24000000	0.026	7.23
S268-01	004H24303640001	12-abr-88		379	1.84	0	110000000	110000000	50	0	25	85	0	271	0	0.020	3.22
S268-01	004H24303640001	28-may-88		373.03	1.62	86.78	240000	240000000	0	0	19	81	0	0	0	0.101	0
S268-01	004H24303640001	25-jun-88		347.89	0.88	91.6	0	460000000	0	0	13	81	0	0	22000	0.084	0
S268-01	004H24303640001	31-ago-88		316.95	0.68	86.78	0	250000000	0	0	15	83	0	0	110000000	0.088	0
S268-01	004H24303640001	25-och-88		342.1	1.28	101.24	0	100000000	0	0	12	52	0	0	240000000	0.043	0
S268-01	004H24303640001	14-nov-88		450.08	1.31	110.83	0	4900000	0	0	12	31	0	0	39000000	0.051	0
MINIMO				336.95	0.68	86.78	240000	400000000	50	1568	12	31	193	271	250000	0.064	3.22
MAXIMO				406.04	1.84	116.89	150000000	210000000	100	1568	25	185	193	345	240000000	0.101	7.23
MEDIA				365.86114	1.3257143	96.044333	33746667	48142857	75	1568	15.428571	85.428571	193	368	55624600	0.0491429	5.225
DESVIACION ESTANDIAR				22.891265	0.3999233	7.9918247	68702994	67316550	25.333	0	4.3624913	44.784768	0	37	93603656	0.0222899	2.005
COEFICIENTE DE VARIACION				0.0625972	0.3016664	0.0832479	1.5899716	1.3984887	0.3333333	0	0.293517	0.5242362	0	0.1201299	1.7455337	0.6562869	0.3873721

KM. 0+000 CANAL EN DHO (SOT)

1 9 8 7																		
B																		
GRAS ACEJ	N_AMB+ NIAL	N_NI- TRATO	N_NI- TRATO	N_OR- GANIC	ORTO PO4	OXI DIS	PHI LAB	NUTRAS SOL	SODIO SOL	SDF	SDT	SDV	SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOLID TOT	SOL TOT
38	6.47	0.06	0	1.34	2.49	0.1	0	0	119	666	773	0.01	0.1	0	0	2	0	
2	13.16	1.22	0	7.37	1.3	0	7.9	0	136	587	729	0.01	0.5	33	48	12	793	
101	0	0.001	0	22.4	4.16	0	7.5	0.5	106	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	0	0.042	0	28.7	3.77	0	7.4	0.5	97	365	514	0.01	0.4	86	86	0	600	
163	0	0.001	0.001	14.37	4	0	7.6	0	114	529	797	6.3	0.1	29	20	1	827	
60	1.65	0.001	0	1.49	2.92	0	7.4	0	87.5	590	674	0.01	0.1	1	20	19	694	
41	7.28	0.001	0	2.17	2.6	0	7.4	0	119	559	770	0.01	0.1	6	18	12	788	
2	6.47	0.001	0.001	1.14	1.3	0.1	7.4	0.5	97	365	514	0.01	0.1	1	18	1	600	
163	13.16	1.22	0.001	28.7	4.16	0.1	7.9	0.5	136	666	797	6.3	0.5	86	86	19	827	
61.857143	8.64	0.1894286	0.001	11.12	3.0342857	0.1	7.5333333	0.5	111.21429	521	712.83333	1.0583333	0.2166667	31	38.4	9.8	740.4	
49.377348	2.6442863	0.421322	0	10.207893	0.9446671	0	0.1795055	0	14.807954	78.25812	96.887248	2.3441446	0.1674979	30.192714	26.272419	7.1386273	82.94239	
0.7855487	0.3060517	2.2241736	0	0.917976	0.311331	0	0.0218282	0	0.133148	0.1592075	0.1339185	2.2149399	0.7730674	0.9739821	0.6841776	0.1284314	0.1120258	

1 9 8 8																		
B																		
GRAS ACEJ	N_AMB+ NIAL	N_NI- TRATO	N_OR- GANIC	ORTO PO4	OXI DIS	PHI LAB	NUTRAS SOL	SODIO SOL	SDF	SDT	SDV	SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOLID TOT	SOL TOT	
0	13.1	0.001	0	2.71	0	7.8	0	148	684	862	0.01	0.4	10	21	11	883	694	
13	0	0.139	12.91	0	0	7.2	26	146	0	0	0	0.2	0	0	0	901	889	
79	0	0.001	19.32	3.5	0	7.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	0	
19	0	0.04	14.11	2.37	0	7.3	21.3	67.6	0	0	0	0	0	0	0	772	0	
9	0	0.01	12.32	3.2	3.1	8.3	22.84	66.99	0	0	0	0	0	0	0	666	0	
48	0	0.001	6.16	1.9	0	8.15	27	160	0	0	0	0	0	0	0	748	0	
13	0	0.001	17.88	2.87	0	7.5	24	131	0	0	0	0	0	0	0	748	0	
9	13.1	0.001	6.16	1.9	3.1	7.2	21.3	67.6	684	862	0.01	0.2	10	21	11	866	694	
79	13.1	0.139	19.32	3.5	3.1	8.3	27	160	684	862	0.01	0.4	10	21	11	901	889	
30.166667	13.1	0.032857	13.116667	2.3583333	1.1	7.6642857	24.236	119.285	684	862	0.001	0.3	10	21	11	987.42857	791.5	
25.379491	0	0.650807	3.8540743	0.5140043	0	0.3978555	2.0623249	30.091361	0	0	0	0.1	0	0	0	7151.204	97.5	
0.8413224	0	1.5263893	0.2938033	0.1899714	0	0.0518059	0.0830935	0.3217684	0	0	0	0.3333333	0	0	0	0.0662007	0.1231878	

KM. 0+000 CANAL ENDHO (SOT)

SOL. TOT F	SOL. TOT V	C		TURBIE- DAD
		SOLF DIS	SAAM	
0	0	104	5.07	0
620	177	112	0	42
0	0	126	8.17	53
451	145	97	9.31	41
538	269	112	6.3	170
501	193	78	6.4	22
545	243	87	7.46	25
451	149	78	5.07	22
620	269	126	9.31	170
535	206.2	102.28371	7.1183333	59.166667
56.683093	43.810501	13.144205	1.3784572	50.706399
0.1059534	0.2124661	0.1480379	0.1937051	0.8570096

SOL. TOT V	SOLF DIS	C		TURBIE- DAD
		SAAM		
189	165	3.58	32	
0	143.5	1.06	18	
0	123	5.25	0	
0	96.5	3.46	0	
0	84.5	6.34	0	
0	56	7.66	0	
0	79	5.98	0	
189	56	1.06	18	
189	165	7.66	32	
189	101.07143	4.7614286	25	
174.98	35.900088	2.0496441	7	
0.0258201	0.333291	0.4304681	0.28	

KM. 0+000 CANAL ENDHO (SOT)

1 9 8 9

A

NOISEC	ESTACION	DATE	HORA	ALC FEN	ALC TOT	BORO SOL	CLORU- ROS	CHEI TOT	COLOR APA	CUND ESP	DBOS	DQO	DMR CAL	DMR TOT	FENOL LES	FOSF SOL	GRAS ACEI
S26-01	00H12AD0640001	25-abr-89	00:00	1	338	0.87	118	4300000	0	1210	10	97	273	375	0.085	4.42	26
S26-01	00H12AD0640001	24-may-89	00:00	20	338	1.26	102	2400000	0	1260	9	0	199	273	0.007	4.26	40
S26-01	00H12AD0640001	30-jun-89	00:00	1	326	0	103	2400000	0	1134	16.21	78	142	287	0.04	5.17	31
S26-01	00H12AD0640001	18-jul-89		0	234	0	0	0	42	0	39	80	130	443	0	0	11
S26-01	00H12AD0640001	26-jul-89	00:00	1	197	0.84	106	1500000	0	1260	10.6	278	110	0	0.22	4.09	36
S26-01	00H12AD0640001	27-sep-89	00:00	1	150	0.87	89	930000	0	1075	14.07	109	112	0	0.048	3.74	24
S26-01	00H12AD0640001	25-oct-89	00:00	1	387.66	0.913	96	40000	0	1160	19.15	70	1	0	0.906	4.13	29
S26-01	00H12AD0640001	31-oct-89	00:00	1	182.16	2.16	101	4600000	0	1153	13.74	114	87.2	0	0.024	3.3	8
S26-01	00H12AD0640001	13-nov-89	00:00	1	431.97	0.94	74	4000000	0	1181	14.11	40	107.85	0	0.034	4.32	26
MINIMO				1	150	0.84	74	40000	42	1075	9	40	1	273	0.007	3.3	8
MAXIMO				20	431.97	2.16	118	43000000	42	1260	19.15	278	273	443	0.085	5.17	40
MEDIA				3.375	294.91667	1.1218571	98.625	12758750	42	1171.625	16.20889	104.375	129.11667	344.5	0.058075	4.17875	23.44444
DESVIACION ESTANDAR				6.2826594	96.522028	0.4439795	12.163073	14743664	0	64.623791	8.5967597	54.848381	70.737732	69.01268	0.0653164	0.5052483	10.667824
COEFICIENTE DE VARIACION				1.861825	0.3272192	0.3953514	0.1227181	1.1555681	0	0.0551374	0.5307302	0.5238767	0.0478059	0.2601271	1.1189109	0.1209113	0.4550257

1 9 9 0

A

NOISEC	ESTACION	DATE	HORA	ANIDA	ACTID	ALC	ALC	CLORU- ROS	CHEI TOT	COLOR APA	CUND ESP	DBOS	DQO	DMR CAL	DMR TOT	FOSF SOL	GRAS ACEI
S26-01	00H12AD0640001	14-nov-90	00:00	0.01	27.2	0.01	239.63	110.63	2.31+09	55	1062	64.2	187	80.3	128.5	3.92	159.7
MINIMO				0.01	27.2	0.01	239.63	110.63	2.31+09	55	1062	64.2	187	80.3	128.5	3.92	159.7
MAXIMO				0.01	27.2	0.01	239.63	110.63	2.31+09	55	1062	64.2	187	80.3	128.5	3.92	159.7
MEDIA				0.01	27.2	0.01	239.63	110.63	2.31+09	55	1062	64.2	187	80.3	128.5	3.92	159.7
DESVIACION ESTANDAR				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COEFICIENTE DE VARIACION				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

KM. 0+000 CANAL ENDHO (SOT)

1 9 8 9

B

N_AMO- NIAC	N_NI- TRATO	N_OR GANIC	OXI DIS	PH LAB	NITR SOL.	SF/NO SOL.	SDI	S+HID SED	SSI	SSI	S+HID TOT	S+L TOT F	SULF DIS	TURBID- DAD
12.32	0.001	1.09	2	8.1	24	123	870	0	0	0	894	0	155	0
19.36	0.022	1.09	2	8.6	20.5	107	805	0	0	0	832	0	144	0
26	0	3.45	0	0	23	206	0	0	0	0	899	0	65	0
0	0	0	0.1	7	0	0	0	0.1	2	6	850	665	0	5
9.96	0.061	3.02	0	8	25	114	794	0	0	0	832	0	58	0
2.93	0.014	0.49	0	7.8	23.5	103.4	703	0	0	0	790	0	80	0
5.08	0.002	0.47	0	7.9	25.23	123	725	0	0	0	730	0	70	0
1.89	0.002	0.7	0	7.7	21	103	750	0	0	0	836	0	61	0
3.66	0.006	1.06	0	8.1	35.75	142.25	771	0	0	0	802	0	34	0
1.89	0.001	0.47	0.1	7	21	103	703	0.1	2	6	730	665	58	5
26	0.034	3.45	2	8.6	35.75	206	898	0.1	2	6	899	665	155	5
10.1735	0.0097143	1.42125	1.3666667	7.9	25	128.20623	774.57143	0.1	2	6	829.44444	665	83.375	5
#1362319	0.0121033	1.0790092	0.8956686	0.4242641	4.4317745	31.960681	51.793132	0	0	0	49.082948	0	40.180647	0
0.7994332	1.2459276	0.1591974	0.6535673	0.0337043	0.177271	0.2492911	0.6668669	0	0	0	0.0591757	0	0.4819268	0

1 9 9 0

B

N_AMO- NIAC	N_NI- TRATO	N_OR GANIC	NITRO TOT	OXI DIS	PH LAB	SDF	SDT	SDV	SOLID SED	SSF	SST	SSV	SOLID TOT	SOL TOT F	SOL TOT V	SULF DIS	SAAM
11.46	0.84	1.68	13.49	0.45	7.67	556	702	146	0.3	0	4	4	701	556	150	111.58	6.93
11.46	0.84	1.68	13.49	0.45	7.67	556	702	146	0.3	0	4	4	701	556	150	111.58	6.93
11.46	0.84	1.68	13.49	0.45	7.67	556	702	146	0.3	0	4	4	701	556	150	111.58	6.93
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9 9 0

c

TURBIE-
DAD

45

45

45

45

0

0

KM. 0+000 CANAL ENDHO (SOT)

1 9 9 1

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ACID		ALC		COLOR		COND		DBP5	DQ9	DQR	DQR	FOSE	
				ANA	TOT	FEN	TOT	R05	FEC	TOT	APA						ESP
S28-01	001128D0664001	11-6b-91		0.01	12.32	0.01	300.13	96.87	8E+09	8E+09	122	1010	58.87	78.09	115	200	5.07
S28-01	001128D0664001	13-6b-91		0.01	0.01	0.01	197.838	109.84	200000000	200000000	150	1453	18.08	119.44	160	300	5.201
S28-01	001128D0664001	12-jun-91		0.01	2.01	13.74	329.01	119.02	300000000	330000000	100	1147	23.2	137.82	160	250	4.371
S28-01	001128D0664001	23-jun-91		0.01	6.71	0.01	163.02	74.75	5500000	330000000	100	659	66.9	339.06	71	101	2.903
S28-01	001128D0664001	05-act-91		0	25.25	0	311.8	34.75	6.31E+09	0	65	1030	18.33	96.88	233.45	263.9	4.115
MINIMO				0.01	0.01	0	163.02	34.75	5000000	330000000	65	1010	18.08	78.09	71	101	5.07
MAXIMO				0.01	25.25	13.74	197.838	119.02	8E+09	8E+09	150	1453	38.85	339.08	233.45	300	2.903
MEDIA				0.008	9.304	2.754	310.7636	87.446	2.913E+09	2.265E+09	108	1136.6	33.668	154.262	147.89	222.94	4.3224
DESVIACION ESTANDAR				0.064	9.0644792	1.4930014	84.539369	39.22142	3.5E+09	3.311E+09	24.390139	224.05856	18.531223	94.899081	54.051185	68.911259	0.8227689
COEFICIENTE DE VARIACION				0.5	0.9742562	1.9945539	0.26521	0.3456124	1.2066743	1.4619104	0.2520711	0.1971305	0.5603974	0.6131716	0.3654822	0.3090668	0.1899106

1 9 9 2

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ACID		ALC		RICAR-		HORO	CARBO-	CLOM-	COLI		COLOR	COND	DBP5	DQ9
				ANA	TOT	FEN	TOT	BON	SUL				NATO	R05				
S28-01	001128D0664001	11-6b-92	11:35	0.001	13.38	0.001	430.95	430.95	1.48	0.001	106.91	350000000	680000000	80	1050	45.02	123.36	
S28-01	001128D0664001	20-6b-92	13:40	0.001	3.824	0.001	457.3	457.3	1.21	0.001	108.6	6000000	14000000	200	1040	44.54	60.96	
S28-01	001128D0664001	24-jun-92	10:45	0.001	25	0.001	410.76	410.76	0.408	0.001	105.18	20000000	210000000	200	926	85.18	93.96	
S28-01	001128D0664001	13-ago-92	11:30	0.003	35.58	0.001	350.18	350.18	0.558	0.001	106.57	90000000	910000000	200	1079	27.61	112.73	
S28-01	001128D0664001	21-act-92	10:35	0.001	14.07	0.001	199.92	199.92	0.6	0.001	102.44	240000000	2.2E+11	160	721	16.23	19.76	
MINIMO				0.001	3.824	0.001	199.92	199.92	0.408	0.001	102.44	6000000	14000000	80	721	16.23	19.76	
MAXIMO				0.001	35.58	0.001	457.3	457.3	1.48	0.001	108.6	35000000	2.2E+11	200	1040	85.18	123.36	
MEDIA				0.001	18.3708	0.001	365.822	365.822	0.8592	0.001	106.02	141200000	4.438E+10	168	971.2	43.776	82.158	
DESVIACION ESTANDAR				0	10.999787	0	93.191341	93.19141	0.4116994	0	1.9271222	13337423.9	8.782E+10	46.647615	117.33958	23.324264	17.724337	
COEFICIENTE DE VARIACION				0	0.5938656	0	0.254745	0.254745	0.4791559	0	0.018117	0.94468052	1.9395681	0.2716644	0.144123	0.5320954	0.4591682	

KM. 0+000 CANAL ENDDO (SOT)

GRAS ACEI	N_AMB NMAC	N_NI FRATA	N_OR GANIC	NITRO TOT	+RTE+ P04	OXI LXS	PHI LAB	SDP	SDT	SDV	SSA	SST	SSV	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT											
																							B										
																							1	9	9	1							
172.15	16.672	1.24	3.226	19.917	3.114	0.9	7.7	568	712	144	32	38	6	250	150	100							46.09										
146.5	22.345	0.002	0	0	4.654	0.75	8.3	678	830	132	10	10	0	840	688	152							35.89										
78.46	9.81	0.086	1.61	13.5	3.633	1.5	8.6	438	576	114	208	294	86	870	666	204							120.27										
26.9	2.76	0.038	3.67	6.43	3.013	3.3	7.46	0	0	0	0	0	0	1904	0	0							102.98										
0	8.18	0.069	21.268	29.448	3.72	0.9	7.4	0	0	0	0	0	0	40.5	40.396	0.104							83.43										
146.5	2.76	0.002	3.226	6.43	3.114	0.9	7.4	454	576	114	10	10	6	250	150	0.104							35.93										
172.15	22.345	1.24	21.268	29.448	4.654	3.3	8.6	678	830	132	208	294	86	104	488	204							120.27										
106.023	11.9614	0.287	7.9583	17.32315	3.6248	1.47	7.892	340.8	423.6	82	50	68.4	18.4	600.9	308.8792	91.2208							77.732										
57.077434	6.836744	0.4773594	7.663811	8.4707915	0.5837011	0.9505788	0.476084	246.82706	335.08737	68.114103	79.825877	113.65492	33.877887	381.90371	304.35964	81.38029							32.346188										
0.3184337	0.5713672	1.6632732	0.6958078	0.4889699	0.1610299	0.6466322	0.0602149	0.8416287	0.8782621	0.8379882	1.5971975	1.6616216	1.8412928	0.6355528	0.9662462	0.8921254							0.416425										

1 9 9 2

B

PHI CAL	PHI	PHI	SOT	GRAS ACEI	N_AMB NMAC	N_NI FRATA	N_NI FRATA	N_OR GANIC	+RTE+ P04	OXI LXS	PHI SOT	PHI LAB	PHI SOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT	S+R TOT											
																							B										
																							1	9	9	2							
134	208	0	5.38	15.37	12	0.44	0	4.84	5.26	0.9	7.15	7.9	0	0	195	644							449										
103.93	196.02	0.49	6.462	13.46	17.66	0.052	0.151	0.67	6.316	1.05	7.06	7.88	0	0	440	606							166										
117.85	297.9	0.29	6.189	147.29	10.71	0.138	0.001	3.51	6.159	3.6	8.04	8	42	141	660	824							164										
96.15	124.99	0.52	6.13	87.38	11.958	0.024	0.006	2.469	1.19	0.45	8.96	8.22	27	134	552	648							96										
11.88	79.2	0.264	1.537	132.95	6.507	0.251	0.031	1.208	0.763	0.75	7.9	7.41	16	84	284	393							111										
11.88	79.2	0.29	1.537	13.46	6.507	0.052	0.001	0.67	0.763	0.45	7.06	7.41	16	84	195	393							96										
14	208	0.49	6.462	147.29	17.66	0.324	0.151	3.51	6.719	3.6	8.96	8.22	42	141	660	824							449										
91.966	161.222	0.3128	5.1596	19.29	11.767	0.181	0.04725	2.5594	3.9376	1.35	7.822	7.882	28.13333	119.66667	426.2	623.4							197.2										
42.001562	52.150129	0.1871239	1.8367032	56.57637	3.5665969	0.0931429	0.063586	1.5475966	2.4491641	1.142366	6.600551	0.2650385	10.646245	25.381535	169.9139	156.92275							128.95796										
0.4567075	0.3193655	0.5982222	0.3573931	0.1111554	0.3071016	0.5271544	1.3838894	0.6042665	0.6217402	0.684597	0.0882358	0.0336283	0.3761028	0.2121019	0.1968706	0.2196807							0.4594541										

KM. 0+000 CANAL ENDHO (SOT)

SAAM	C	
	TEMP AGUA	TURBIE- DAD
7308	21	39
6517	0	15
642	0	77
2635	0	11
591	19	37
2635	19	11
7308	21	77
5758	0	628
1.6243864	0.8183502	4.8416326
0.2821984	1.2272938	0.1709618

SOLID SED	SSF	SST	SSV	C				SAAM	TEMP AMBI	TEMP AGUA	TURBIE- DAD
				SOLID TOT	SOL. TOT F	SOL. TOT V	SULF DIS				
0.2	29	36	27	700	478	232	38.3	8.22	20	17	200
1.9	76	132	56	738	516	232	71.8	5.164	29	19	200
0.35	44	76	32	900	704	196	62.05	3.51	27.2	22.2	200
0.3	4	40	36	688	536	132	127.16	5.74	25	24.5	200
0.01	129	173	57	598	404	164	64.06	2.742	19	18.3	10
0.2	4	40	27	568	478	132	58.5	5.51	19	17	10
1.9	120	173	56	900	704	222	127.16	8.22	29	24.5	200
0.552	54.6	95.4	40.8	718.8	531.6	187.2	76.714	5.0752	24.04	20.2	162
0.6439708	40.157689	49.711603	11.592746	106.99981	99.714793	34.884954	23.596209	1.9096512	3.9301908	2.7488179	76
1.2190775	0.7151888	0.5211449	0.2838908	0.1488399	0.1875749	0.1863512	0.3336388	0.3762654	0.1634855	0.1360801	0.4691358

KM. 0+000 CANAL ENDDO (SOT)

1 9 9 3

A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ACID ANA	ACID TOT	ALC FFN	ALC TOT	BICAR-BON	BORO-SOL	CARBONATO	CLORURO	COLI FEC	COLI TOT	COLOR APA	COND ESP	DBO5	DQO
S126-01	001126D00640001	24-mar-93	10:00	0.001	23.56	0.001	384.82	384.82	0.36	0.001	103.37	300000000	4.5E+09	147	1130	48.91	50.1
S126-01	001126D00640001	31-mar-93	12:00	0.001	14.932	0.001	466.76	466.76	2.159	0.001	99.08	630000000	540000000	120	1298	47.74	77.12
S126-01	001126D00640001	03-ago-93	12:13	0.001	39.4	0.001	300.1	300.1	0.638	0.001	82.36	800000000	300000000	160	984	50.96	59.83
S126-01	001126D00640001	07-oct-93	11:20	0.001	29.563	0.001	273.198	273.198	0.799	0.001	100.886	200000000	390000000	209	1061	80.73	628.23
S126-01	001126D00640001	07-dic-93	10:40	0.001	33.08	0.001	393	33.08	0.799	0.001	82.4	700000000	140000000	70	1043	22.59	77.29
MINIMO				0.001	14.932	0.001	273.198	33.08	0.36	0.001	82.36	700000000	140000000	70	984	22.59	50.1
MAXIMO				0.001	33.08	0.001	466.76	466.76	2.159	0.001	103.37	600000000	4.5E+09	147	1298	80.73	628.23
MEDIA				0.001	26.9114	0.001	344.3756	292.3916	0.9508	0.001	94.8392	360000000	1.095E+09	139.4	1103.2	50.786	178.514
DESVIACION ESTANDAR				0	6.7054348	0	49.169921	113.26641	0.6219843	0	7.9948328	149311188	1.114E+09	43.237021	107.96185	17.572466	233.0989
COEFICIENTE DE VARIACION				0	0.2491671	0	0.1891314	0.4968214	0.6373247	0	0.0842779	1.0997896	1.5630796	0.3101651	0.0978624	0.3460394	1.2695994

1 9 9 4

A

NOSEC	ESTACION	DATE	HORA	ACID ANA	ACID TOT	ALC FFN	ALC TOT	BICAR-BON	BORO-SOL	CARBONATO	CLORURO	COLI FEC	COLI TOT	COLOR APA	COND ESP	DBO5	DQO
S126-01	001126D00640001	18-mar-94	14:00	0.01	22.2	0.01	387.17	387.17	0.526	0.01	77.71	290000000	800000000	220	1284	16.04	29.83
S126-01	001126D00640001	12-jul-94	12:03	0.001	19.6	0.001	330	330	0.731	0.001	74.55	2.4E+09	4.1E+09	320	895	30.8	66.147
MINIMO				0.001	19.6	0.001	330	330	0.526	0.001	74.55	290000000	800000000	220	895	16.04	29.83
MAXIMO				0.01	22.2	0.01	387.17	387.17	0.731	0.01	77.71	2.4E+09	4.1E+09	320	1284	30.8	66.147
MEDIA				0.0035	20.9	0.0035	338.583	338.583	0.6285	0.0035	76.13	1.343E+09	2.43E+09	270	1089.5	23.42	47.9883
DESVIACION ESTANDAR				0.0043	1.3	0.0043	28.583	28.583	0.1025	0.0043	1.58	1.035E+09	1.63E+09	50	194.5	7.38	18.1582
COEFICIENTE DE VARIACION				0.0181818	0.062201	0.0181818	0.0797161	0.0797161	0.1630667	0.0181818	0.020754	0.7843866	0.6334694	0.1851852	0.1783223	0.3121153	0.3782927

KM. 0+000 CANAL ENDDO (SOT)

		B																	
		1	9	9	3														
DUR	DUR	FEMA	FLEX	F145F	GIRAS	N ₂ AM ₂	N ₂ NI ₂	N ₂ NI ₂	N ₂ NI ₂	N ₂ NI ₂	(RTO)	(XO)	PH	PH	PIVAS	S(O)D	S(O)D	SDF	SDT
CAL	TOT	LES	DIS	SOX	ACEI	NIAC	TRATO	TRITIO	GIANTIC	PIVA	DIS	SITU	LAB	SOX	SOX				
107.46	202.96	0.014	0.37	2.428	163.46	12.673	0.011	0.01	4.012	2.371	1.33	7.61	0	28	117	390	710		
140.59	255.44	0	0.32	4.921	310.38	12.726	0.249	0.139	2.376	4.032	0.8	7.62	7.56	21	127	132	820		
111.43	172.21	0	0.76	0.412	24.93	9.821	0.001	0.001	2.486	2.156	3.15	7.27	0	21.9	252.6	195	470		
109.44	119.4	0	0.16	4.276	3.93	8.316	0.001	0.011	0.554	1.264	3.45	6	7.48	23	130	489	637		
121.41	182.13	0	0.48	4.358	8.64	12.529	0.032	0.001	1.669	4.256	2.3	7.6	7.58	20	136	529	633		
107.46	119.4	0.014	0.16	0.422	3.31	8.316	0.001	0.001	0.554	2.136	0.8	6	7.56	20	117	132	630		
140.59	255.44	0.014	0.78	4.921	310.38	12.726	0.249	0.139	4.012	4.256	3.43	7.62	7.58	23	252.6	590	820		
118.068	186.432	0.014	0.438	3.331	102.244	11.2134	0.0398	0.0324	2.2182	3.2518	2.21	7.22	7.5133333	22.5	215.32	379	693.6		
12.241504	44.138009	0	0.196	1.6390146	119.3707	1.819703	0.0057714	0.02347	1.1326763	0.153706	1.0135787	0.6140803	0.0124934	1.0976137	170.15111	178.1606	69.260667		
0.1036818	0.2369618	0	0.4378476	0.4533504	1.1664643	0.1619465	1.6187652	1.6593084	0.5097127	0.1508039	0.1991379	0.0864281	0.0266681	0.0932279	0.8006338	0.4700807	0.0995697		

		B																	
		1	9	9	4														
DUR	DUR	F11A3	TORE	GIRAS	N ₂ AM ₂	N ₂ NI ₂	N ₂ NI ₂	N ₂ NI ₂	(RTO)	(XO)	PH	PH	PIVAS	S(O)D	S(O)D	SDF	SDT		
CAL	TOT	DIS	SOX	ACEI	NIAC	TRATO	TRITIO	GIANTIC	PIVA	DIS	SITU	LAB	DIS	DIS	SOX				
175.98	364.33	0.39	5.936	0	17.637	0.293	0.013	3.183	5.006	2.1	7.3	7.81	28	176	0	647	817		
120.23	134.12	0.42	3.494	26.9	12.266	0.001	0.149	1.326	3.108	2.33	6	7.77	0	0	0	429	560		
120.23	134.12	0.39	3.494	26.9	12.266	0.001	0.013	1.326	3.108	2.1	6	7.77	28	176	0	429	560		
175.98	364.33	0.42	5.936	26.9	17.637	0.293	0.149	3.183	5.006	2.33	7.3	7.81	28	176	0	647	817		
148.115	249.325	0.403	4.723	26.9	14.9115	0.147	0.081	2.3543	4.031	2.325	6.15	7.78	28	176	0	518	688.3		
17.865	115.203	0.013	1.331	0	2.6355	0.146	0.068	0.9285	0.949	0.223	0.13	6.02	0	0	0	109	128.5		
0.1881308	0.4629076	0.037237	0.2603291	0	0.196141	0.051973	0.0792962	0.411843	0.2339167	0.0697742	0.1111111	0.0025674	0	0	0	0.2026702	0.1866376		

KM. 0+000 CANAL ENDHO (SOT)

1 9 9 3

SDV	SOIL ID SEED	SSF	SST	SSV	C				SAAM	TEMP AMR	TEMP AGUA	TURBIE- DAD
					SOIL ID TOT	SOIL TOT F	SOIL TOT V	SOIL F DIS				
16R	01	2	36	34	754	552	202	89.63	3.756	17	17	15.5
68R	01	48	52	4	872	180	692	243.81	1.378	25.2	23.3	15
475	02	13	46	33	716	208	508	146.49	5.315	24.7	20.8	200
14R	01	5	13	10	652	494	158	104.686	6.417	23	20.2	200
104	01	7	9	2	642	536	106	93.803	5.71	16.2	18.4	200
104	01	2	9	2	642	180	106	89.63	1.378	16.2	17	15
68R	02	48	52	34	872	352	692	243.81	6.417	25.2	23.3	200
316.6	012	13	31.6	16.6	727.2	394	333.2	136.0838	4.5192	21.22	19.94	126.1
227.47976	004	16.887863	16.906893	14.051334	83.336417	164.63291	227.51738	57.406769	1.7963736	3.8564026	2.1499767	90.508784
0.7185684	0.3333333	1.1258377	0.5350254	0.8464659	0.114599	0.3178501	0.6222253	0.2128363	0.3974981	0.1845456	0.1078223	0.717754

1 9 9 4

SDV	SOIL ID SEED	SSF	SST	SSV	C				SAAM	TEMP AMR	TEMP AGUA	TURBIE- DAD
					SOIL ID TOT	SOIL TOT F	SOIL TOT V	SOIL F DIS				
170	01	11	21	10	838	658	180	142.32	3.441	31	23.6	200
131	01	3	10	7	570	432	138	93.4	6.409	27	22	38.75
131	01	3	10	7	573	432	138	93.4	3.441	27	22	38.75
170	01	11	21	10	838	658	180	142.32	6.409	31	23.6	200
150.5	01	7	15.5	8.5	704	545	159	117.86	4.925	29	22.8	119.375
19.5	0	4	5.5	1.5	134	113	21	24.46	1.084	2	0.8	80.625
0.1295681	0	0.5714286	0.3548387	0.1764706	0.1903409	0.2073194	0.1320755	0.2075344	0.3013158	0.1669565	0.0350877	0.6753927

1 9 9 5

CANAL ENDHO DESCARGA TERMoeLECTRICA (DCF)

A

ESTACION	DATE	COL-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI
00H128DC0760002	7-mar-95	120	2350	2310	17.3	200	13.2	0.75	1.494	432.48	0.001	100.16
00H128DC0760002	18-mar-95	100	1343	1344	22.8	22.5	27			158.76	0.001	109.09
MINIMO		100	1343	1344	17.3	22.5	13.2	0.75	1.494	158.76	0.001	100.16
MAXIMO		120	2350	2310	22.8	200	27	0.75	1.494	432.48	0.001	109.09
MEDIA		110	1846.5	1827	20.95	111.25	21.1	0.75	1.494	295.62	0.001	104.625
DESVIACION ESTANDAR		14.142136	712.0565287	683.0651506	3.88087297	123.5114537	8.347860018	0	1.494	193.5492681	0	6.314463556
COEFICIENTE DE VARIACION		0.1283549	0.385624982	0.375827551	0.193969441	1.128192842	0.385443503	0	1	0.654723186	0	0.060551256

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE ALFAYUCAN

ESTACION	DATE	COL-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI
00H126D10640001	7-mar-95	20	990	983	18	12	19	0.674	0.773	364.64	0.001	263.12
00H126D10640001	18-mar-95	80	1034	1011	18.3	6	17			314.95	0.001	101
MINIMO		20	990	983	18	6	17	0.674	0.773	364.64	0.001	101
MAXIMO		80	1034	1011	18.3	12	19	0.674	0.773	314.95	0.001	263.12
MEDIA		50	1012	997	18.15	9	18	0.674	0.773	359.795	0.001	183.06
DESVIACION ESTANDAR		42.426497	31.11269837	19.79898997	0.212320314	4.242540687	1.414213362	0	0	7.290279914	0	116.6503649
COEFICIENTE DE VARIACION		0.8485281	0.030743773	0.019839566	0.011687715	0.471404321	0.07856742	0	0	0.02353265	0	0.637594748

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE IXMIQUILPAN (RT-4)

ESTACION	DATE	COL-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI
00H126D03590001	7-mar-95	20	18100	1600	16	3.35	16.5	0.786	1.09	424.32	10.88	153.77
00H126D03590001	18-mar-95	20	1340	1507	19.5	3.3				414.64	7.18	88.83
MINIMO		20	1340	1507	16	3.35	16.5	0.786	1.09	414.64	7.18	88.83
MAXIMO		20	18100	1600	19.5	3.3	16.5	0.786	1.09	424.32	10.88	153.77
MEDIA		20	8820	1533.5	17.75	2.725	16.5	0.786	1.09	419.48	9.03	122.3
DESVIACION ESTANDAR		0	10293.47473	63.76093565	2.474873314	1.378818223	0	0	0	6.844793642	2.61629599	47.33372793
COEFICIENTE DE VARIACION		0	1.167287385	0.0423350821	0.139429596	0.5939373	0	0	0	0.016311733	0.289753676	0.387029664

1 9 9 5

CANAL ENDO DESCARGA TERMOELECTRICA (DCF)

B															
N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DOO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N-SITU)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACID-TOT	ACID-ANA	DUR-TOT
10684	0.001	21.445	5.019	1.95	66.18	197.39	0.4	0.87	6	7.35	432.48	0.001	26.28	0.001	194.06
5112	0.414	2.862	2.862	1.65	16.81	97.72	0			7.9	159.76	0.001	74.88	0.001	388.52
5112	0.001	2.862	2.862	1.65	16.81	97.72	0.4	0.87	6	7.35	159.76	0.001	26.28	0.001	194.06
10684	0.414	21.445	5.019	1.95	66.18	197.39	0	0.87	6	7.9	432.48	0.001	74.88	0.001	388.52
7.958	0.2035	12.1535	3.9405	1.8	41.485	147.555	0.4	0.87	6	7.325	295.62	0.001	59.58	0.001	202.3
0.31999895	0.29253101	13.14016531	1.512129131	0.232112	34.909862	70.477333	0	0	0	0.23148733	193.519281	0	34.34519517	0	136.078429
0.498660342	1.407398075	1.081183636	0.382664922	0.117851	0.8413029	0.4766343	0	0	0	0.0320372	0.637823184	0	0.679426449	0	0.465334319

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE ALFYUCAN

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DOO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N-SITU)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACID-TOT	ACID-ANA	DUR-TOT
2.457	0.411	9.467	1.083	2.8	22	33.17	0.33	0.46	8	8.11	304.64	0.001	7.33	0.001	204.58
2.951	0.443	5.929	2.39	2.7	22	43.97			7	7.94	314.95	0.001	26.24	0.001	204.58
2.457	0.411	9.467	1.083	2.7	22	33.17	0.33	0.46	7	7.94	304.64	0.001	7.33	0.001	204.58
2.951	0.443	9.467	2.39	2.8	22.4	43.97	0.33	0.46	8	8.11	314.95	0.001	26.24	0.001	392.15
2.704	0.427	7.659	1.8343	2.73	22.2	39.57	0.33	0.46	7.5	8.023	309.793	0.001	16.785	0.001	298.343
0.34931073	0.022627417	2.501743792	1.065609919	0.970711	0.2828427	6.2223597	0	0	0.707106781	0.129208153	7.250270914	0	13.37118922	0	132.4320189
0.12918297	0.032991609	0.324986203	0.380239542	0.025713	0.012707	0.137254	0	0	0.094280904	0.148979209	0.023332363	0	0.7066277	0	0.444832943

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE IXMIQUILPAN (RT-4)

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DOO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N-SITU)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACID-TOT	ACID-ANA	DUR-TOT
9.32	0.278	0.001	0.835	3.8	12.55	15.63	1.06			7.9	4.41	435.2	5.44	0.001	372.54
10.16	0.001	0.001	1.431	2.25	17.73	39.9	0.48			7	8.35	421.82	3.59	0.001	412.11
							0								
9.32	0.001	0.001	0.835	2.25	12.55	15.63	0.48	0	7	8.35	421.82	3.59	0.001	0.001	372.54
10.16	0.278	0.001	1.431	3.8	17.73	39.9	1.06	0	7.9	8.41	435.2	5.44	0.001	0.001	412.11
9.74	0.1385	0.001	1.143	3.025	15.14	27.765	0.39	0	7.45	8.18	428.51	4.519	0.001	0.001	392.823
0.593749096	0.193868578	0	0.407293506	1.096016	3.6629151	17.161482	0.41211973	0	0.636396183	0.64226407	9.461618752	1.10814755	0	0	28.6472211
0.060902515	1.404037811	0	0.1568117276	0.362319	0.2419295	0.6180937	0.532621887	0	0.048422296	0.005962819	0.0232970618	0.2973744	0	0	0.079762925

1 9 9 5

CANAL ENDHO DESCARGA TERMOELECTRICA (DCF)

C

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOTF	SOL-TOTV	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAS1	SODHO-DIS	ORTO-PO4	POSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
7.5	1734	1410	344	420	240	180	1334	1170	164	7.814	600	8.008	12.486	313.26	235.95
2	1068	836	212	71	37	34	997	819	178	0.333	136	1.398	2.131	337.64	174.03
2	1068	836	212	71	37	34	997	819	164	0.333	136	1.398	2.131	313.26	174.03
7.5	1734	1410	344	420	240	180	1334	1170	178	7.814	600	8.008	12.486	337.64	235.95
4.75	1411	1133	278	245.5	138.9	107	1163.5	994.5	171	4.0813	378	4.701	7.3181	325.45	206
1.88981297	483.0752116	391.731544	92.33809512	246.78	143.54248	103.24	238.295	218.1845	6.8994049	5.2791237	313.555411	4.677891824	7.307048384	17.22925313	42.13564619
0.81871532	0.243781185	0.345975216	0.335748344	1.00521	1.0264692	0.9648	0.204457	0.249367	0.0591918	1.2019612	0.80361697	0.90328193	0.996318254	0.012970543	0.203610176

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE ALFAYCAN

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOTF	SOL-TOTV	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAS1	SODHO-DIS	ORTO-PO4	POSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
0.3	630	502	148	14	13	1	636	489	147	0.57	162	3.697	4.603	74.72	48.97
0.1	634	526	108	0	0	0	634	526	108	0.429	34	4.513	5.154	85.14	70.78
0.1	634	502	108	0	0	0	634	489	108	0.429	34	3.697	4.603	74.72	48.97
0.3	630	526	148	14	13	1	636	526	147	0.57	162	4.313	5.154	85.14	70.78
0.2	642	517	128	7	6.5	0.5	635	507.5	127.5	0.4993	98	4.103	4.8783	79.93	69.875
0.141421356	11.3137083	16.97056275	28.28427123	9.89949	9.1923882	0.7871	1.414214	26.16295	27.977164	0.0997021	90.509668	0.376999133	0.39613976	7.68802564	11.79963274
0.707106791	0.017623259	0.033016639	0.220970849	1.41421	1.4142136	1.4142	0.002227	0.01333	0.2162913	0.1996037	0.82356894	0.140560011	0.79963839	0.092118117	0.018136449

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE IXMIQUILPAN (RT-4)

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOTF	SOL-TOTV	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAS1	SODHO-DIS	ORTO-PO4	POSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
0.1	1072	832	220	15	14	1	1057	818	219	0.123	212	1.005	1.19	139.44	140.66
0.1	1044	832	214	23	19	4	1023	813	210		196	0.384	0.705	149.01	150.64
0.1	1046	832	214	15	14	1	1023	813	210	0.123	196	0.384	0.705	149.01	140.66
0.1	1072	932	220	23	19	4	1057	818	219	0.123	212	1.005	1.19	139.44	150.64
0.1	1059	892	217	19	16.5	2.5	1040	825.5	214.5	0.123	204	0.7065	0.9475	154.225	145.43
0	18.8847631	36.54834249	4.242640687	5.65683	3.3333339	2.1215	24.04163	17.43767	6.363961	0	11.3137085	0.297681933	0.342646789	7.375122728	7.054926294
0	0.017360506	0.063417649	0.019359134	0.29773	0.2142738	0.8185	0.023117	0.021814	0.0296488	0	0.03545936	0.376690944	0.161849116	0.047802546	0.048431258

1 9 9 5

CANAL ENDO DESCARGA TERMOELECTRICA (DCF)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
66.7	152.94	0.001	0.001	0.067		2.79	1.94E-09
20	201.67	0.001	0.212			1.34E-07	6.50E-06
20	152.94	0.001	0.001	0.067	2.79	11660000	6100000
66.7	201.67	0.001	0.212	0.067	2.79	1982000000	1020000000
43.33	177.295	0.001	0.1065	0.067	2.79	996800000	518250000
33.0218668	34.42902918	0	0.149199531	0	0	1390454775	723723790.5
0.761750558	0.194201392	0	1.400954562	0	0	1.394018314	1.3964762

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE ALFAYCAN

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
33	109.8	0.001	0.001	0.001	0.127	6.50E-04	3.80E-04
19	110.16	0.001	0.001			6.30E-04	4.90E-04
19	109.8	0.001	0.001	0.001	0.127	63000	38000
33	110.16	0.001	0.001	0.001	0.127	65000	49000
26	109.98	0.001	0.001	0.001	0.127	64000	43000
9.099494937	0.234558441	0	0	0	9	1414.243562	7758.174593
0.780749805	0.002314588	0	0	0	0	0.025097087	0.178888611

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE IXMIQUILPAN (RT-4)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
34	156.86	0.001	0.001	0.001	0.399	6.00E-05	2.30E-05
26	208.52	0.001	0.001			4.10E-04	3.20E-04
26	156.86	0.001	0.001	0.001	0.399	41000	32000
34	208.52	0.001	0.001	0.001	0.399	600000	220000
30	182.69	0.001	0.001	0.001	0.399	320000	131000
5454834249	36.52913632	0	0	0	0	3832724607	1400071427
0.148161808	0.199551482	0	0	0	0	1.213300127	1.048756114

1 9 9 5

PUENTE CARRETERO MIXQUIAHUALA-CHILCUATLA (RT-3)

A

ESTACION	DATE	COL.-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIDEAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACI
0601126D0418001	7-mar-95	20	1531	1505	15.6	63	24.8	1.989	0.597	440.09	2.17	109.54
0601126D0418001	18-mar-95	20	1446	1461	22.4	2.6	22.4	1.989	0.597	413.6	0.001	53.7
MINIMO		20	1446	1463	15.6	2.6	14.8	1.989	0.597	413.6	0.001	53.7
MAXIMO		20	1531	1505	22.4	61	22.4	1.989	0.597	440.09	2.17	109.54
MEDIA		20	1489.5	1484	19	33.8	18.6	1.989	0.597	426.845	1.0835	81.62
DESVIACION ESTANDAR		0	60.1040764	29.6974481	4.808326112	44.12246313	5.374011537	0	0	18.73125863	1.533714608	39.48484266
COEFICIENTE DE VARIACION		0	0.040378956	0.020012456	0.253569795	1.305427904	0.289225551	0	0	0.043882346	1.41291874	0.483764306

1 9 9 5

KM 0+00 CANAL ENDHO (SOT)

ESTACION	DATE	COL.-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIDEAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACI
0011126D05642001	7-mar-95	10	1110	1103	18	200	19	0.689	0.808	424.32	0.001	227.04
0011126D05642001	18-mar-95	160	1203	1202	23.2	200	23	0.689	0.808	403.33	0.001	111.92
MINIMO		10	1110	1103	18	200	19	0.689	0.808	403.33	0.001	111.92
MAXIMO		160	1203	1202	23.2	200	23	0.689	0.808	424.32	0.001	227.04
MEDIA		85	1157.5	1152.5	20.6	200	22	0.689	0.808	413.825	0.001	169.48
DESVIACION ESTANDAR		106.04602	67.17514231	70.00235134	3.676552362	0	4.24264067	0	0	14.84217154	0	81.40251265
COEFICIENTE DE VARIACION		1.247833	0.05834682	0.060710426	0.178462974	0	0.192843704	0	0	0.03584816	0	0.480302343

1 9 9 5

PUENTE CRUZ AZUL (RT-1)

ESTACION	DATE	COL.-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIDEAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACI
0501126D03765001	7-mar-95	20	993	990	17	200	19	0.754	0.826	307.25	0.001	127.82
0501126D03765001	18-mar-95	500	1041	960	23.3	200	29	0.754	0.826	307.25	0.001	117.92
MINIMO		20	993	960	17	200	19	0.754	0.826	307.25	0.001	117.92
MAXIMO		500	1041	990	23.3	200	29	0.754	0.826	307.36	0.001	127.82
MEDIA		260	1018	975	22.15	200	24	0.754	0.826	307.305	0.001	122.871
DESVIACION ESTANDAR		339.41123	32.52691193	21.2325344	7.285199846	0	9.671567812	0	0	0.077781746	0	6.995238606
COEFICIENTE DE VARIACION		1.30249279	0.03195178	0.021737132	0.324812654	0	0.294627823	0	0	0.000251109	0	0.054913824

1 9 9 5

PUENTE CARRETERO MIXQUIAHUALA-CHILCUATLA (RT-3)

B

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DQO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N STU)	PH(LAB)	ALC.TOT	ALC-FEN	ACTD-TOT	ACTD-ANA	DUR-TOT
2.52	0.363	0.001	0.456	2.4	39.7	42.99	0.1	0.64	8.3	8.32	442.27	1.08	0.001	0.001	1703.88
5.31	0.219	1.159	1.227	2.25	13.14	13.97	0		6.5	8.05	413.6	0.001	27.4	0.001	432.78
5.31	0.219	0.001	0.456	2.25	13.14	13.97	0.1	0.64	6.5	8.03	413.6	0.001	0.001	0.001	432.78
7.252	0.363	1.159	1.227	2.4	39.7	42.99	0.1	0.64	8.3	8.32	442.27	1.08	27.4	0.001	1703.88
6.281	0.291	0.58	0.8415	2.225	26.42	28.48	0.1	0.64	7.4	8.175	427.935	0.5403	13.7005	0.001	1069.32
1.373201369	0.101423376	0.018259633	0.545179328	0.106666	18.787356	20.520239	0	0	1.272792206	0.201969967	20.27278142	0.76296422	19.3740187	0	900.2176431
0.218627823	0.34990251	1.41173263	0.647866166	0.04652	0.7109538	0.729314	0	0	0.171999847	0.02598191	0.047337436	1.41119787	1.414110319	0	0.841823041

1 9 9 5

KM 0+00 CANAL ENDHO (SOT)

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DQO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N STU)	PH(LAB)	ALC.TOT	ALC-FEN	ACTD-TOT	ACTD-ANA	DUR-TOT
0.001	0.0001	20.96	3.85	1.7	46.83	80.13	0.39	0.49	8	7.98	424.32	0.001	24.7	0.001	823.52
0.001	0.03	18.57	11.245	1.95	51.52	102.6	0		6.5	7.89	403.33	0.001	56.74	0.001	275.4
0.001	0.0001	18.57	3.85	1.7	46.83	80.13	0.39	0.49	6.5	7.89	403.33	0.001	24.7	0.001	275.4
0.001	0.03	28.96	11.245	1.95	51.52	102.6	0.39	0.49	8	7.98	424.32	0.001	56.74	0.001	823.52
0.001	0.01525	19.765	7.9475	1.825	49.175	91.365	0.39	0.49	7.25	7.915	413.825	0.001	40.72	0.001	549.46
0	0.021142493	1.649985207	9.229954647	0.176777	3.3163308	13.8588889	0	0	1.0666660172	0.06359361	18.84217874	0	22.65379027	0	347.5397649
0	1.454416795	0.085309192	0.69218243	0.096866	0.0674394	0.1790935	0	0	0.146297955	0.008020185	0.051868116	0	0.556377752	0	0.763382319

1 9 9 5

PUENTE CRUZ AZUL (RT-1)

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DQO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N STU)	PH(LAB)	ALC.TOT	ALC-FEN	ACTD-TOT	ACTD-ANA	DUR-TOT
0.001	0.001	17.538	8.555	0.5	59.05	243.38	0.47	0.58	7.7	7.59	307.56	0.001	31.26	0.001	1253.2
0.071	0.001	1.533	12.669	1.2	135.39	390.88	0		6.9	7.35	307.25	0.001	72.56	0.001	251.8
0.001	0.001	1.533	8.555	0.5	59.05	243.38	0.47	0.58	6.9	7.55	307.25	0.001	31.26	0.001	251.8
0.071	0.001	17.538	12.669	1.2	135.39	390.88	0.47	0.58	7.7	7.59	307.56	0.001	72.56	0.001	1253.2
0.036	0.001	9.5355	10.8815	0.85	97.22	337.13	0.47	0.58	7.3	7.56	307.501	0.001	51.91	0.001	743.5
0.040497475	0	11.31724403	2.863903784	0.494975	53.980352	76.013979	0	0	0.565585423	0.042426407	0.07781746	0	29.2051006	0	695.5618086
1.374929452	0	1.18685376	0.270846976	0.582325	0.555241	0.2254738	0	0	0.077491154	0.005611939	0.000233109	0	0.562579658	0	0.935264033

1 9 9 5

PUENTE CARRETERO MIXQUIAHUALA-CHILCUATLA (RT-3)

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	FOSF-SOL	SILF-DIS	CLORUROS
0.1	1384	794	590	11	10	1	1373	784	589	0.397	170	0.694	1.089	205.98	134.12
0.1	1026	818	208	12	4	8	1014	814	200	0.23	162	0.969	0.979	149.01	134.31
0.1	1026	794	208	11	4	1	1054	784	200	0.23	162	0.694	0.979	149.01	134.31
0.1	1384	818	590	12	10	8	1373	814	589	0.397	170	0.969	1.089	205.98	136.12
0.1	1205	806	399	11.3	7	4.5	1193.5	799	394.3	0.1135	166	0.813	1.034	177.495	133.219
0	2331442277	1697036275	2701147904	0.70711	4.2426407	4.9497	253.8513	21.2132	275.06434	0.1180868	3.65883425	0.184414361	0.077781746	40.28387332	1.279663274
0	0.210078197	0.021015289	0.676979425	0.06149	0.6966915	1.0999	0.212695	0.02655	0.6972481	0.3766725	0.03407744	0.235895729	0	0.226957792	0.009645584

1 9 9 5

KM 0+00 CANAL ENDO (SOT)

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	FOSF-SOL	SILF-DIS	CLORUROS
0.1	716	488	228	21	10	11	695	478	217	7.466	180	3.627	5.995	96.2	72.6
0.1	746	380	166	13	2	11	733	578	155	2.552	170	1.004	6.408	70.17	78.04
0.1	716	488	166	13	2	11	695	478	155	2.552	170	1.004	5.995	70.17	72.6
0.1	746	380	228	21	10	11	733	578	217	7.466	180	3.627	6.408	96.2	78.04
0.1	731	534	197	17	6	11	714	528	186	5.909	175	3.3155	6.2015	83.185	75.32
0	21.21120344	61.05182187	41.84062043	3.656585	3.65881342	10	26.87006	20.71068	41.84162	1.4747327	7.07176781	3.248954649	0.292031011	18.40599591	3.846661089
0	0.02901943	0.12182164	0.22234122	0.33276	0.942809	0	0.037633	0.133922	0.257023	0.6936399	0.0404061	0.984961288	0.047091043	0.221265727	0.051070999

1 9 9 5

PUENTE CRUZ AZUL (RT-1)

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	FOSF-SOL	SILF-DIS	CLORUROS
2	928	556	372	220	105	115	708	451	237	10.872	180	3.964	7.965	36.69	67.15
0.1	832	574	258	184	60	124	648	514	150	12.996	134	5.627	9.978	98.41	74.41
0.1	832	556	258	184	60	115	648	451	150	10.872	134	3.964	7.965	36.69	67.15
2	928	574	372	220	105	124	768	514	237	12.996	180	5.627	9.978	98.41	74.41
1.05	885	565	315	202	82.5	119.5	474	382.5	195.5	11.914	137	4.7955	8.671	43.57	70.78
1.343502884	67.88225899	12.72922086	80.61017586	23.4558	31.818959	6.364	42.42641	44.54375	89.402361	1.3501791	32.5269119	1.173918377	1.423405951	43.67091441	5.133595221
1.299526556	0.077138922	0.021257296	0.235905311	0.12602	0.3836864	0.0331	0.062576	0.0923227	0.4640939	0.1284354	0.2077778	0.242512924	0.158638636	0.68636272	0.072524099

1 9 9 5

PUENTE CARRETERO MIXQUIAHUALA-CHILCUATLA (RT-3)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
5	219.41	0.001	0.001	0.001	0.271	9 00E+04	5 00E+04
23	247.86	0.001	0.001			3 20E+03	1 00E+03
5	219.41	0.001	0.001	0.001	0.271	90000	30000
23	247.86	0.001	0.001	0.001	0.271	320000	100000
14	233.735	0.001	0.001	0.001	0.271	205000	70000
12.72792206	19.91536637	0	0	0	0	162634.5597	35355.13906
0.90913729	0.00346309	0	0	0	0	0.793339315	0.471404121

1 9 9 5

KM 0+00 CANAL ENDHO (SOT)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
30	113.72	0.001	0.001	0.005	0.355	1 20E+08	7 00E+07
20	110.16	0.001	0.12			1 90E+06	1 40E+06
20	110.16	0.001	0.001	0.005	0.355	1900000	1200000
30	113.72	0.001	0.12	0.005	0.355	120000000	70000000
25	111.94	0.001	0.6665	0.005	0.355	62930000	35700000
7.071067812	2.511700141	0	0.041145107	0	0	83369310.86	4857525.19
0.282842712	0.022487941	0	1.39038132	0	0	1.370128152	1.318154207

1 9 9 5

PUENTE CRUZ AZUL (RT-1)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
27	66.66	0.001	0.001	0.271	2.894	1 84E+10	1 66E+10
19	78.68	0.001	0.001			1 00E+09	7 00E+08
19	66.66	0.001	0.001	0.271	2.894	1020000000	700000000
27	78.68	0.001	0.001	0.271	2.894	1925000000	1600000000
23	72.67	0.001	0.001	0.271	2.894	1020000000	865000000
5.650454249	8.49942351	0	0	0	0	13010704774	11242997821
0.245920185	0.116059179	0	0	0	0	1.275565174	1.299768834

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE TULA DE ALLENDE (RT-2)

A

ESTACION	DATE	COL-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI
00112AD0760002	7-ene-95	20	1030	1021	17	200	19	0.481	0.763	299.2	0.001	168.33
00112AD0760002	18-mar-95	80	1065	1073	21.6	8.5	29			333.45	0.001	80.38
MINIMO		20	1030	1021	17	8.5	19	0.481	0.763	299.2	0.001	80.38
MAXIMO		80	1065	1073	21.6	200	29	0.481	0.763	333.45	0.001	168.33
MEDIA		50	1047.5	1047	19.3	104.23	24	0.481	0.763	316.325	0.001	124.335
DESVIACION ESTANDAR		42.426407	24.74873734	36.76952662	3.252991193	135.4109486	7.071067812	0	0	24.218440726	0	62.19064141
COEFICIENTE DE VARIACION		0.84452341	0.02362648	0.035118961	0.168333222	1.278903982	0.294627825	0	0	0.078561787	0	0.500100812

1 9 9 5

PUENTE TEPEJI EL SALTO (RTE)

ESTACION	DATE	COL-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI
00112MD08630001	7-ene-95	5	375	372	18	200	19.5	0.577	0.439	144.16	0.001	188.99
00112MD08630001	18-mar-95	160	702	658	24.7	200	30			280.55	0.001	63.02
MINIMO		5	375	372	18	200	19.5	0.577	0.439	144.16	0.001	63.02
MAXIMO		160	702	658	24.7	200	30	0.577	0.439	280.55	0.001	188.99
MEDIA		82.5	538.5	535	21.35	200	24.75	0.577	0.439	212.345	0.001	126.005
DESVIACION ESTANDAR		109.69155	231.2229174	230.1681077	4.737615434	0	7.424621202	0	0	96.42815175	0	89.07424123
COEFICIENTE DE VARIACION		1.3285836	0.429185176	0.4304872543	0.221902362	0	0.299584691	0	0	0.454110771	0	0.70661033

1 9 9 5

PUENTE CARRETERO EL REFUGIO DE CONEJOS (RS-1)

ESTACION	DATE	COL-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI
00112AD00130001	7-ene-95	10	2610	2600	17.5	200	19	1.716	3.41	816	0.001	178.37
00112AD00130001	18-mar-95	400	1830	1821	23.3	200	28			616.56	0.001	104.49
MINIMO		10	1830	1821	17.5	200	19	1.716	3.41	616.56	0.001	104.49
MAXIMO		400	2610	2600	23.3	200	28	1.716	3.41	816	0.001	178.37
MEDIA		205	2220	2210.5	21.4	200	23.5	1.716	3.41	716.28	0.001	143.43
DESVIACION ESTANDAR		275.77164	551.5432893	550.8361823	5.515432893	0	6.363961031	0	0	141.0253784	0	49.41262187
COEFICIENTE DE VARIACION		1.34452273	0.248442923	0.249190763	0.257793589	0	0.278036852	0	0	0.196803922	0	0.344396841

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE TULA DE ALLENDE (RT-2)

B

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DQO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N-STIL)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACID-TOT	ACID-ANA	DUR-TOT
0.001	0.001	19.107	7.222	0.6	78.4	283.34	0.66	0.44	7.4	7.71	299.2	0.001	30.88	0.001	705.88
0.001	0.017	3.452	3.237	1.35	21.09	97.72			6.9	7.16	333.45	0.001	63.62	0.001	1377.7
0.001	0.001	3.452	3.237	0.6	21.09	97.72	0.66	0.44	6.9	7.71	299.2	0.001	30.88	0.001	1377.7
0.001	0.017	19.107	7.222	1.35	78.4	283.34	0.66	0.44	7.4	7.76	333.45	0.001	63.62	0.001	705.88
0.001	0.069	12.295	3.2345	0.975	49.745	191.51	0.66	0.44	7.15	7.935	316.525	0.001	48.25	0.001	541.79
0	0.011313708	9.655347097	2.813197582	0.33033	40.52429	152.66737	0	0	0.333533391	0.639335359	24.21840726	0	24.364887916	0	22.01582634
0	1.257078722	0.786314027	0.542996643	0.534928	0.8146403	0.6276715	0	0	0.049448027	0.004370826	0.076561787	0	0.5099116802	0	0.428317005

1 9 9 5

PUENTE TEPEJI EL SALTO (RTE)

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DQO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N-STIL)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACID-TOT	ACID-ANA	DUR-TOT
0.001	0.006	0.001	5.247	1.8	28.5	82.08	0.43	0.28	7.5	7.47	144.16	0.001	15.82	0.001	743.09
0.001	0.026	13.338	4.634	1.5	87.54	339.47			6.5	7.5	280.35	0.001	73.34	0.001	239.16
0.001	0.006	0.001	4.634	1.5	28.5	82.08	0.43	0.28	6.5	7.47	144.16	0.001	15.82	0.001	220.16
0.001	0.026	13.338	5.247	1.8	87.54	331.47	0.43	0.28	7.5	7.5	280.35	0.001	73.34	0.001	743.09
0.001	0.016	6.6795	4.9405	1.65	58.02	116.735	0.43	0.28	7	7.485	212.345	0.001	44.58	0.001	487.623
0	0.014142136	9.444823276	0.433458457	0.212132	41.7475984	49.06614	0	0	0.707106781	0.021212303	96.42815175	0	40.67278203	0	264.1104948
0	0.883892476	1.414001818	0.087735342	0.128565	0.7195378	0.4201767	0	0	0.101015234	0.002784093	0.434110771	0	0.912534814	0	0.746701861

1 9 9 5

PUENTE CARRETERO EL REFUGIO DE CONEJOS (RS-1)

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DQO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N-STIL)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACID-TOT	ACID-ANA	DUR-TOT
0.001	0.001	35.362	11.834	1.2	99.78	351.79	0.52	0.7	8.2	8.1	815	0.001	23.16	0.001	2274.5
0.006	0.001	29.987	4.77	1.05	93.69	415.31			6.5	7.86	616.56	0.001	82.09	0.001	295.08
0.001	0.001	29.987	4.77	1.05	93.69	351.79	0.52	0.7	6.5	7.86	616.56	0.001	23.16	0.001	295.08
0.006	0.001	35.362	11.834	1.2	99.78	415.31	0.52	0.7	8.2	8.1	816	0.001	82.09	0.001	2274.5
0.0035	0.001	32.6745	8.302	1.125	97.735	383.55	0.52	0.7	7.35	7.98	716.28	0.001	55.075	0.001	1284.78
0.0033353534	0	3.800694049	4.995902902	0.106066	2.8926667	44.915423	0	0	1.202991528	0.1689704627	141.0215764	0	42.31640877	0	1399.661305
0.019152545	0	0.168157034	0.601662327	0.694281	0.0293409	0.1171045	0	0	0.163548507	0.021264369	0.069839222	0	0.7970210	0	0.1040948625

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE TULA DE ALLENDE (RT-2)

C

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	FOSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
2.5	1026	626	400	204	84	120	822	342	289	7964	132	4.544	8.434	78.66	67.15
0.1	774	680	94	52	18	34	722	662	60	4.772	71	2.82	4.436	105.28	16.11
0.1	774	626	94	52	18	34	722	542	60	4.772	88	2.82	4.436	78.66	16.11
2.5	1026	680	400	204	84	120	822	662	289	7964	132	4.544	8.434	105.28	67.15
1.3	900	653	247	128	51	77	772	602	170	4.368	120	3.662	6.456	91.97	12.43
1.697036273	178.1590949	18.18376618	218.374675	167.48	44.6650048	69.811	70.71048	84.85231	135.56349	2.2570448	45.254834	1.219032091	2.824991391	18.82378252	20.55478997
1.3051427904	0.197989399	0.658474374	0.876403087	0.837669	0.19150794	0.7878	0.0915934	0.1489512	0.91937904	0.3544417	0.37912362	0.331081218	0.458186278	0.260666349	0.290164943

1 9 9 5

PUENTE TEPEJI EL SALTO (RTE)

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	FOSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
0.1	314	208	106	27	16	11	287	192	95	1.483	35.6	0.6	1.212	37.36	15.42
0.5	564	386	178	19	3	16	545	383	162	2.717	30	4.022	5.182	45.63	27.22
0.1	314	208	106	19	3	11	287	192	95	1.483	30	0.6	1.212	37.36	15.42
0.5	564	386	178	19	16	16	545	383	162	2.717	53.6	4.022	5.182	45.63	27.22
0.5	439	297	142	23	9.3	13.3	416	287.5	128.5	2.1	41.8	2.311	3.197	40.495	21.52
0.28242712	176.7766953	125.8550071	50.9116825	5.65845	9.1923882	3.5335	182.4335	135.0574	47.376154	0.8723698	16.68772	2.419719405	2.807213921	4.435559918	8.340660018
0.942809642	0.402680399	0.422747903	0.359333016	0.24595	0.9676198	0.2619	0.478342	0.469755	0.368686	0.4155904	0.389212775	1.047044712	0.878077518	0.169444122	0.591163084

1 9 9 5

PUENTE CARRETERO EL REFUGIO DE CONEJOS (RS-1)

SOLID-SEN	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	FOSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
3.5	1920	1448	482	210	145	65	1790	1303	417	10.362	333.3	8.785	14.167	308.38	333.78
2	1374	994	380	326	152	173	1048	842	207	13.325	248	6.524	10.98	85.14	199.65
2	1374	994	380	210	145	65	1048	842	207	10.362	248	6.524	10.98	85.14	199.65
3.5	1980	1448	482	326	152	173	1720	1303	417	13.325	333.3	8.785	14.167	308.38	333.78
2.75	1652	1221	431	268	148.5	119	1384	1072.5	312	11.8435	490.65	6.6345	12.5735	196.76	267.515
1.066680172	391.1513703	321.6264787	72.12489168	82.0244	4.9497435	36.568	475.1758	325.9762	148.49242	2.0931574	343.158921	1.598768432	2.235489312	157.8545139	96.25844612
0.185693608	0.237883991	0.262920949	0.167814336	0.10686	0.03335316	0.6417	0.343335	0.303941	0.2759372	0.1760366	0.69979656	0.208366478	0.1792570072	0.802268395	0.595916367

1 9 9 5

PUENTE DE LA CIUDAD DE TULA DE ALLENDE (RT-2)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
33	98 04	0 001	0 001	0 028	3 551	2 90E-13	1 70E-13
17	243 93	0 001	0 001			2 00E-10	1 00E-10
17	98 04	0 001	0 001	0 028	3 551	2 0990060000	1000000000
33	243 93	0 001	0 001	0 028	3 551	2 9E-13	1 70E-13
25	170 983	0 001	0 001	0 028	3 551	1 451E-13	8 905E-12
11 3137083	103 1598043	0	0	0	0	2 6492E-13	1 25794E-13
0 43244834	0 603326856	0	0	0	0	1 412264267	1 412623451

1 9 9 5

PUENTE TEPEJI EL SALTO (RTE)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
9 2	70 39	0 001	0 001	0 107	0 896	5 40E-07	1 30E-07
13	116 06	0 001	0 001			1 20E-66	2 00E-63
9 2	70 39	0 001	0 001	0 107	0 896	1 200000	2 00000
13	116 06	0 001	0 001	0 107	0 896	5 40000000	1 50000000
11 1	93 323	0 001	0 001	0 0533	0 896	2 56000000	7 600000
2 687005769	32 13214334	0	0	0 07566426	0	3 7335238 03	10 045180 36
0 242072592	0 344518012	0	0	1 414213562	0	1 332726016	1 376997416

1 9 9 5

PUENTE CARRETERO EL REFUGIO DE CONEJOS (RS-1)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
100	113 72	0 001	0 001	0 168	2 928	9 70E-12	3 90E-11
34	86 35	0 001	0 001			2 00E-13	1 30E-13
34	86 35	0 001	0 001	0 168	2 928	9 7E-12	3 9E-11
100	113 72	0 001	0 001	0 168	2 928	2E-13	1 3E-13
67	100 135	0 001	0 001	0 168	2 928	1 485E-13	6 8695E-12
46 66964756	19 21269124	0	0	0	0	7 2833E-12	8 91662E-12
0 606932949	0 191661899	0	0	0	0	6 408451166	1 35183219

1 9 9 5

PUENTE TEZONTEPEC (RS-2)

ESTACION	DATE	A		TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI	
		COL-APA	COND-ESP									COND-ESP
00H126DQ667001	7-ene-95	60	2250	2250	15.7	9.5	14.8	0.385	2.162	655.49	16.38	166.87
00H126DQ667001	18-mar-95	40	1838	1893	22.4	4.5	25			579.65	0.001	46.15
MINIMO		40	1838	1893	15.7	4.5	14.8	0.385	2.162	579.65	0.001	46.15
MAXIMO		60	2250	2250	22.4	9.5	25	0.385	2.162	655.49	16.38	166.87
MEDIA		20	2044	2122.5	19.05	7	19.9	0.385	2.162	617.27	8.1905	106.51
DESVIACION ESTANDAR		14.142136	291.3279954	180.3122292	4.737615414	3.535533966	7.212489168	0	0	54.05122425	11.58170197	85.26195062
COEFICIENTE DE VARIACION		0.2821427	0.14251873	0.084952758	0.248893724	0.505076272	0.362435642	0	0	0.087544962	1.415406897	0.801443222

1 9 9 5

PISCICOLA TEZONTEPEC DE ALDAMA (RT-2A)

ESTACION	DATE	A		TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI	
		COL-APA	COND-ESP									COND-ESP
00H126DQ667002	7-ene-95	20	1384	1278	17.4	4.5	15.5	0.497	0.457	372.64	10.88	159.83
00H126DQ667002	18-mar-95	20	1227	1283	24.5	5.5	27			363.25	0.002	46.1
MINIMO		20	1227	1278	17.4	4.5	15.5	0.497	0.457	363.25	0.002	46.1
MAXIMO		20	1384	1283	24.5	5.5	27	0.497	0.457	372.64	10.88	159.83
MEDIA		20	1305.5	1280.5	20.95	5	21.25	0.497	0.457	367.945	5.4405	102.965
DESVIACION ESTANDAR		0	111.0137646	3.535533966	5.020458146	0.707106781	8.131727984	0	0	6.639732675	7.692614675	80.41925422
COEFICIENTE DE VARIACION		0	0.08505497	0.002761057	0.239640007	0.143421356	0.382569532	0	0	0.018045449	1.4153953621	0.781034859

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA VICENTE AGUIRRE (PVA)

ESTACION	DATE	A		TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI	
		COL-APA	COND-ESP									COND-ESP
	7-ene-95	20	900	873	17	10.5	18	0.577	0.756	229.56	14.14	167.61
	18-mar-95	18	977	934	19.9	8	17			292.86	8.22	124.11
MINIMO		20	900	873	17	8	17	0.577	0.756	229.56	8.22	124.11
MAXIMO		18	977	934	19.9	10.5	18	0.577	0.756	292.86	14.14	167.61
MEDIA		54	938.5	903.5	18.45	9.25	17.5	0.2835	0.578	241.21	11.18	145.86
DESVIACION ESTANDAR		48.083381	54.44722215	43.13351365	2.050605663	1.767566953	0.707106781	0.408060613	0.55437	44.35984925	4.1864072145	50.19191498
COEFICIENTE DE VARIACION		0.8964708	0.058015534	0.047743469	0.111144155	0.191109641	0.048026302	1.414223562	1.41421	0.171355814	0.374425058	0.210841259

1 9 9 5

PUENTE TEZONTEPEC (RS-2)

B															
N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DOO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PHIN(SITU)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACTD-TOT	ACTD-ANA	DUR-TOT
0.657	0.286	4.277	2.241	2.2	28.3	60.58	0.1	1.35	8.4	8.58	671.87	8.19	0.001	0.001	1627.44
0.37	0.169	4.941	1.533	2.55	12.22	63.51			6.3	8.18	579.05	0.001	16.21	0.001	373.76
0.37	0.169	4.277	1.533	2.2	12.22	60.58	0.1	1.35	6.5	8.18	579.05	0.001	0.001	0.001	375.76
0.657	0.286	4.941	2.241	2.55	28.5	63.51	0.1	1.35	8.4	8.74	671.87	8.19	16.21	0.001	1627.44
0.5135	0.2275	4.669	1.907	2.375	20.36	62.045	0.1	1.35	7.45	8.28	623.46	4.0955	1.1555	0.001	1000.6
0.202975646	0.00271403	0.46914803	0.513915872	0.247487	11.511698	2.0718129	0	0	1.34362884	0.141421356	65.63368143	5.79697845	11.46140582	0	886.4846294
0.023833793	0.563646916	0.101879016	0.277335494	0.104295	0.5654076	0.0331923	0	0	0.180335923	0.017079874	0.164095669	1.41384825	1.414039087	0	0.045954057

1 9 9 5

PISCICOLA TEZONTEPEC DE ALDAMA (RT-2A)

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DOO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PHIN(SITU)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACTD-TOT	ACTD-ANA	DUR-TOT
5.352	0.174	0.001	0.218	2.4	18.32	19.54	0.18	0.28	7	8.39	383.52	5.44	0.001	0.001	1687.27
3.717	0.118	0.118	0.613	3.15	11.31	43.97			7.91	7.91	363.25	0.001	28.17	0.001	428.84
3.717	0.118	0.001	0.228	2.4	11.31	19.54	0.18	0.28	7	7.91	363.25	0.001	0.001	0.001	428.84
5.352	0.174	0.118	0.613	3.15	18.32	43.97	0.18	0.28	7	8.39	383.52	5.44	28.17	0.001	1687.27
4.5345	0.156	0.0555	0.4295	2.775	12.811	31.755	0.18	0.28	7	8.16	375.285	2.7205	14.0855	0.001	1058.855
1.156119587	0.025455844	0.082751493	0.272236111	0.97033	4.9561815	17.276619	0	0	0	0.323269119	14.35705248	3.84595578	19.91449892	0	889.8443866
0.254960765	0.163178484	1.380445267	0.647810487	0.19111	0.3751811	0.3599888	0	0	0	0.0358614812	0.000366788	1.415409175	1.41413516	0	0.041019027

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA VICENTE AGUIRRE (PVA)

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DOO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PHIN(SITU)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACTD-TOT	ACTD-ANA	DUR-TOT
4.087	0.034	0.114	1.995	3.1	14.25	52.76	0.36	0.62	8.5	8.62	242.71	7.07	0.001	0.001	215.68
1.206	0.378	2.726	2.112	2.4	19.35	63.51			6.5	8.4	501.88	4.11	0.001	0.001	259.99
1.206	0.034	0.114	1.996	2.4	14.25	52.76	0.36	0.62	6.5	8.4	242.71	4.11	0.001	0.001	215.68
4.087	0.378	2.726	2.112	3.1	19.35	63.51	0.36	0.62	8.5	8.62	301.68	7.07	0.001	0.001	259.99
2.6485	0.206	1.42	2.054	2.75	16.8	58.135	0.36	0.62	7.5	8.51	272.595	3.59	0.001	0.001	227.835
2.017174637	0.243244733	1.846962912	0.082624387	0.494973	3.6862436	7.6013079	0	0	1.414213562	0.155361492	40.566781604	2.095959637	0	0	17.8978185
0.769261812	1.180796673	1.306678107	0.029933976	0.179991	0.2146574	0.1705242	0	0	0.188561808	0.018280081	0.000226667	0.74422506	0	0	0.075448311

1 9 9 5

PUENTE TEZONTEPEC (RS-2)

C															
SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	POSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
0.7	1596	1266	300	14	8	6	1492	1199	294	1.546	326.6	3.201	3.802	229.16	235.95
0.2	1158	638	32	12	3	9	1146	835	311	0.46	204	3.537	6.694	156.8	199.63
0.2	1158	638	32	12	3	6	1146	835	294	0.46	204	3.201	3.802	156.8	199.63
0.7	1596	1266	300	14	8	9	1492	1199	311	1.546	326.6	3.537	6.694	229.16	235.95
0.45	1322	922	166	13	5.5	7.5	1319	1016.5	302.5	1.003	313.3	3.369	5.2495	192.98	219.8
0.35353359	246.071599	401.6765517	189.5046574	1.41421	2.5355139	2.1213	244.6589	256.6798	12.020815	0.767918	15.9080133	0.25791878	2.042811493	51.18625669	25.66979616
0.785674250	0.18439669	0.43561459	1.14159498	0.10879	0.6423843	0.2928	0.185488	0.222513	0.0399382	0.7656211	0.03968384	0.67952378	0.39914722	0.26187362	0.11785113

1 9 9 5

PISCICOLA TEZONTEPEC DE ALDAMA (RT-2A)

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	POSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
0.1	942	674	268	8	4	4	934	679	264	0.228	134	0.419	0.972	100.71	108.9
0.1	874	716	158	17	10	7	857	706	151		124	0.658	0.708	151.59	108.9
0.1	874	674	158	8	4	4	857	679	151	0.228	124	0.419	0.972	100.71	108.9
0.2	942	716	268	17	10	7	934	706	264	0.228	134	0.658	0.708	151.59	108.9
0.13	908	699	213	12.5	7	5.5	895.5	698	207.5	0.238	129	0.5585	0.6805	126.15	108.9
0.070710678	48.08126112	29.65848881	77.78174393	6.36896	4.2426897	2.1213	54.44722	25.45584	79.90366	0	7.07106781	0.168988121	0.152027958	35.97759031	0
0.471401521	0.052551133	0.042731633	0.365125216	0.95912	0.6666913	0.3453	0.6904801	0.033	0.389075	0	0.03481448	0.316819879	0.222468257	0.281196932	0

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA VICENTE AGUIRRE (PVA)

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	POSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
0.1	506	412	94	28	18	10	478	394	84	0.329	134	2.958	3.59	79.31	61.75
0.1	650	430	220	10	6	4	640	424	216		78	3.386	4.382	87.33	72.6
0.1	506	412	94	10	6	4	478	394	84	0.329	78	2.958	3.59	79.31	61.75
0.1	650	430	220	28	18	10	640	424	216	0.329	134	3.386	4.382	87.33	72.6
0.1	378	421	157	19	12	7	559	499	159	0.329	106	3.172	3.981	83.33	67.175
0	101.8231365	12.72792206	89.09545443	12.7279	8.4853814	4.2426	114.5513	21.2132	93.338099	0	39.9979997	0.302641702	0.367999839	3.556483210	7.67108176
0	0.176185911	0.030223594	0.367466971	0.66899	0.7071068	0.6661	0.204722	0.051806	0.622234	0	0.37336585	0.095401037	0.112451555	0.06784966	0.114210772

1 9 9 5

PUENTE TEZONTEPEC (RS-2)

D

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
56.7	196.08	0.001	0.001	0.067	0.355	7.50E-06	6.30E-06
26	186.88	0.001	0.001			1.10E-06	3.50E-05
26	186.88	0.001	0.001	0.067	0.355	1190000	350000
36.7	196.08	0.001	0.001	0.067	0.355	7590000	6500000
41.35	191.48	0.001	0.001	0.067	0.355	4300000	3325000
21.79117818	6.5935182047	0	0	0	0	4529487.4	4207285.348
0.524986171	0.033974213	0	0	0	0	1.052438	1.265348977

1 9 9 5

PISCICOLA TEZONTEPEC DE ALDAMA (RT-2A)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
40	235.29	0.001	0.001	0.028	0.067	2.73E-06	2.10E-06
23	216.39	0.001	0.001			1.10E-06	6.90E-05
23	216.39	0.001	0.001	0.028	0.067	1109000	900000
40	235.29	0.001	0.001	0.028	0.067	2700000	2100000
32.3	225.84	0.001	0.001	0.028	0.067	1900000	1350000
10.60660172	13.78431816	0	0	0	0	1131370.83	1066660.172
0.326356976	0.039176046	0	0	0	0	0.393458242	0.781674201

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA VICENTE AGUIRRE (PVA)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
25	105.88	0.001	0.001	0.001	0.229	6.90E-03	2.20E-03
10	102.29	0.001	0.001			8.90E-05	6.50E-04
10	102.29	0.001	0.001	0.001	0.229	6500	3200
25	105.88	0.001	0.001	0.001	0.229	620000	65000
17.5	104.083	0.001	0.001	0.001	0.229	403000	34100
10.60660172	2.518113344	0	0	0	0	561412.7843	47499.19908
0.626091527	0.024388849	0	0	0	0	1.395158274	1.281501459

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

A

ESTACION	DATE	COL-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI
04H126DI066902	7-ene-95	20	975	978	18	15.5	19	0.577	0.791	326.04	0.001	252.16
04H126DI066902	18-mar-95	80	1022	1020	18.2	5.5	19.3			326.02	0.001	70.66
MINIMO		20	975	978	18	5.5	19	0.577	0.791	326.04	0.001	70.66
MAXIMO		80	1022	1020	18.2	15.5	19.3	0.577	0.791	326.02	0.001	252.16
MEDIA		50	998.5	999	18.1	10.5	19.15			326.03	0.001	161.41
DESVIACION ESTANDAR		42.426407	33.23401872	29.69144481	0.1414212586	7.071067612	0.212132034	0	0	7.058225676	0	120.3398408
COEFICIENTE DE VARIACION		0.4481281	0.033289465	0.029728213	0.0078153358	0.473424601	0.011077291	0	0	0.0217516842	0	0.795517264

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA REQUENA (OTPR)

ESTACION	DATE	COL-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI
04H126DM063001	7-ene-95	5	220	226	18	10.5	19.3	0.275	0.211	81.6	0.001	93.14
04H126DM063001	18-mar-95	40	310	309	21	8.5	31.3			116.11	0.001	48.32
MINIMO		5	220	226	18	8.5	19.3	0.275	0.211	81.6	0.001	48.32
MAXIMO		40	310	309	21	10.5	31	0.275	0.211	116.11	0.001	93.14
MEDIA		22.5	270	267.5	19.5	9.5	25.25	0.275	0.211	99.855	0.001	70.73
DESVIACION ESTANDAR		21.748737	56.58854249	58.68985284	2.121320744	1.414213582	8.133725984	0	0	24.402225902	0	31.692822593
COEFICIENTE DE VARIACION		1.0999459	0.20993302	0.216401356	0.108785659	0.149164586	0.322048639	0	0	0.2448449791	0	0.448077562

1 9 9 5

DESCARGA REFINERIA TULA PEMEX (DRTP)

ESTACION	DATE	COL-APA	COND-ESP	COND-ESP	TEMP-AGUA	TURBIEDAD	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI
23H126DLO761101	7-ene-95	300	5320	5330	18	250	19.5	1.412	1.477	190.4	0.001	120.7
23H126DLO761101	18-mar-95	80	4330	4250	25.5	11.5	29				0.001	71.69
MINIMO		80	4330	4250	18	11.5	19.5	1.412	1.477	190.4	0.001	71.69
MAXIMO		300	5320	5330	25.5	260	29	1.412	1.477	190.4	0.001	120.7
MEDIA		190	4925	4869	21.75	183.75	24.25	1.412	1.477	190.4	0.001	96.195
DESVIACION ESTANDAR		155.56749	841.4370696	919.2388155	5.7693397859	175.2066283	6.717514121	0	0	0	0	74.65526235
COEFICIENTE DE VARIACION		0.8117952	0.171934227	0.188496041	0.243429265	1.269422707	0.275010994	0	0	0	0	0.7660269662

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

B

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DQO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N-STLU)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACID-TOT	ACID-ANA	DUR-TOT
0.001	0.02	12.433	1.254	2.3	18.64	111.4	0.46	0.5	7.5	7.45	328.4	0.001	28.24	0.001	1137.2
0.001	0.01	10.641	2.862	2.7	18.64	48.85				7.31	334.92	0.001	94.57	0.001	216.39
0.001	0.001	10.641	1.254	2.3	18.64	48.85	0.46	0.5	7	7.31	328.4	0.001	28.24	0.001	216.39
0.001	0.01	12.433	2.862	2.7	18.64	111.4	0.46	0.5	7.5	7.45	334.92	0.001	94.57	0.001	1137.2
79.78	0.0105	11.537	2.058	2.5	18.65	80.13	0.46	0.5	7.25	7.28	331.21	0.001	60.405	0.001	436.795
0	0.013493029	1.267135352	1.137027704	0.212643	0.0141421	44.232458	0	0	0.353593791	0.058994949	6.801268725	0	48.3166636	0	651.1109952
0	1.279526356	0.109802399	0.352491956	0.1131317	0.0670083	0.5514839	0	0	0.644763983	0.01341193	0.029337928	0	0.799073799	0	0.96205054

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA REQUENA (OTPR)

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DQO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N-STLU)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACID-TOT	ACID-ANA	DUR-TOT	
0.001	0.003	0.283	0.456	2.5	2.71	3.908	0.25	0.35	7	6.94	81.6	0.001	17.37	0.001	459.98	
0.001	0.001	1.294	1.703	1.65	29.96	33.74				6	6.99	116.11	0.001	66.39	0.001	163.24
0.001	0.001	0.283	0.456	1.65	2.71	3.908	0.25	0.35	6	6.94	81.6	0.001	17.37	0.001	163.24	
0.001	0.003	1.294	1.703	2.5	29.96	33.74	0.25	0.35	7	6.99	116.11	0.001	66.39	0.001	459.98	
0.001	0.002	0.7895	1.0795	2.075	16.335	28.824	0.25	0.35	6.5	6.962	98.855	0.001	41.88	0.001	508.11	
0	0.001414214	0.713476742	0.081762136	0.6101041	19.28366	35.26345	0	0	0.707166781	0.035315319	24.40225502	0	34.66227441	0	202.0466917	
0	0.707166781	0.903699483	0.01648246	0.2896518	1.7799935	1.2224724	0	0	0.108726459	0.005976143	0.246848971	0	0.82765937	0	0.615178043	

1 9 9 5

DESCARGA REFINERIA TULA PEMEX (DRTP)

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DQO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N-STLU)	PH(LAB)	ALC-TOT	ALC-FEN	ACID-TOT	ACID-ANA	DUR-TOT	
7.486	0.435	69.241	5.019	0.5	42.09	193.48	1.34	1.2	7.7	7.64	190.4	0.001	128.55	0.001	4470.58	
11.398	0.973	49.88	1.134	2.1	22.62	92.85				6.5	7.05	169.04	0.001	128.55	0.001	568.84
7.486	0.435	49.88	1.134	0.5	22.62	92.85	1.34	1.2	6.5	7.05	169.04	0.001	128.55	0.001	568.84	
11.398	0.973	69.241	5.019	2.1	42.09	193.48	1.34	1.2	7.7	7.64	190.4	0.001	128.55	0.001	4470.58	
9.442	0.704	59.365	4.0765	1.1	32.155	141.855	1.34	1.2	7.1	7.345	179.72	0.001	81.44	0.001	2369.71	
2.764261728	0.383423448	13.690291319	1.312896283	1.111371	11.2876569	71.150206	0	0	0.648521837	0.417195801	15.10389081	0	66.59351665	0	2688.226154	
0.292467375	0.540374216	0.229855261	0.326970355	0.870265	0.4235998	0.4371355	0	0	0.119511045	0.058769382	0.03404755	0	0.817222454	0	1.04012425	

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

C

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	FOSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
0.1	692	492	260	17	15	2	675	477	194	2.2	152	3.703	4.796	68.06	72.6
0.1	614	400	214	8	2	6	606	394	208	1.646	124	4.727	5.375	91.74	
0.1	614	400	270	8	2	2	606	398	198	1.646	124	3.703	4.796	68.06	72.6
0.1	692	492	214	17	15	6	675	477	208	2.2	152	4.727	5.375	91.74	72.6
0.1	653	446	297	12.5	11.5	4	643.5	437.5	203	1.923	138	4.215	5.085	79.9	72.6
0	33.15432893	63.05182387	9.899490937	6.36396	9.1923882	2.8244	48.79937	35.86144	7.0716878	0.3917372	19.7996899	0.724073244	0.40541826	16.74428838	0
0	0.01462983	0.14366592	0.047822647	0.59812	1.0814574	0.7671	0.058125	0.127683	0.0348238	0.2037115	0.143437984	0.171785847	0.086396307	0.20956564	0

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA REQUENA (OTPR)

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	FOSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
0.5	220	150	70	19	19	0	201	131	70	0.699	38	0.668	0.14	43.87	1.81
0.1	248	194	51	24	4	23	224	190	34		20	0.663	0.295	24.82	11.79
0.1	220	150	54	19	4	0	201	131	34	0.699	20	0.663	0.14	24.82	1.81
0.5	248	194	76	24	19	26	224	190	70	0.699	38	0.666	0.295	43.87	11.79
0.3	234	172	62	21.5	11.5	10	212.5	160.5	0.699	0.699	29	0.6643	0.2175	34.545	6.8
0.252823712	19.798989837	31.112698377	11.3137685	3.55351	10.666602	14.142	16.26746	41.7197	0	0	12.7279221	0.99212152	0.09601551	13.47039418	7.036972676
0.942892942	0.016611668	0.182847341	0.182479169	0.16444	0.9223132	1.4142	0.076534	0.253933	0	0	0.43889386	0.622186837	0.503919177	0.392280112	1.037783118

1 9 9 5

DESCARGA REFINERIA TULA PEMEX (DRTP)

SOLID-SED	SOLID-TOT	SOL-TOT F	SOL-TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO-DIS	ORTO-PO4	FOSF-SOL	SULF-DIS	CLORUROS
0.4	4144	3822	322	40	38	12	4104	3794	310	1.014	1540	0.617	0.597	2162.9	444.68
0.1	3282	2940	342	134	12	122	3148	2928	229	1.105	1684	0.175	0.488	1289.6	255.92
0.1	3282	2540	322	40	32	12	3148	2928	220	1.014	1688	0.617	0.488	1289.6	255.92
0.4	4144	3822	342	134	28	122	4104	3794	310	1.105	1540	0.176	0.607	2162.9	444.68
0.23	3713	3381	312	87	20	67	3526	3361	268	1.0495	1210	0.0965	0.4975	1756.25	350.3
0.212112034	469.2360454	623.660111	14.14213542	66.468	11.313704	77.782	679.921	612.3545	63.63964	0.0645467	183.847863	0.112429978	0.013453629	617.516582	153.497476
0.848128137	0.164139991	0.184462639	0.042296794	0.764	0.3636854	1.1659	0.18643	0.182194	0.201895	0.0667931	0.1519303	1.165377394	0.027800383	0.357721276	0.381261895

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA ROJO GOMEZ (PRG)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
23	103 88	0 001	0 001	0 028	0 25	6 00E-04	1 20E-04
20	110 16	0 001	0 001			1 59E-04	3 70E-03
20	105 88	0 001	0 001	0 028	0 25	15900	3700
23	110 16	0 001	0 001	0 028	0 25	60000	12000
21 5	108 02	0 001	0 001	0 028	0 25	37950	7830
2 121320344	3 026417023	0	0	0	0	31183 40905	5868 986284
0 058666062	0 028017191	0	0	0	0	0 821697208	0 747641355

1 9 9 5

OBRA DE TOMA PRESA REQUENA (OTPR)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
3	50 98	0 001	0 001	0 028	0 552	3 10E-03	2 20E-03
6 8	78 68	0 001	0 001			1 10E-05	4 50E-04
3	50 98	0 001	0 001	0 028	0 552	3100	2200
6 8	78 68	0 001	0 001	0 028	0 552	110000	43000
4 9	64 83	0 001	0 001	0 028	0 552	56550	22640
2 687005789	1 9 58685784	0	0	0	0	75589 71491	28149 95667
0 548368924	0 102126451	0	0	0	0	1 37848818	1 276546755

1 9 9 5

DESCARGA REFINERIA TULA PEMEX (DRTP)

POT-DIS	DUR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FE-DIS	COL-TOT	COL-FEC
130	517 64	0 001	0 001	0 148	1 548	1 90E-07	6 00E-06
73	432 78	0 001	0 001			2 20E-05	1 20E-05
70	432 78	0 001	0 001	0 148	1 548	220000	120000
130	517 64	0 001	0 001	0 148	1 548	1900800	600000
106	479 21	0 001	0 001	0 148	1 548	943000	260000
42 42649887	60 90301145	0	0	0	0	13279485 35	413785 475
0 424264969	0 126270962	0	0	0	0	1 381898226	1 597942207

1 9 9 5

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO

A												
ESTACION	DATE	COL-APA	COND ESP	COND ESP	TEMP AGUA	TURBIDEZ	TEMP-AMB	BORO-SOL	BORO	BICARBON	CARBONATO	GRAS-ACEI
2011262DA0130001	7-jun-95	10	965	916	18	200	19.5	0.529	0.879	295.76	0.001	159.52
2011262DA0130001	18-mar-93	400	1012	1043	23.7	200	31	0.529	0.879	301.08	0.001	126.78
MINIMO		10	965	916	18	200	19.5	0.529	0.879	295.76	0.001	126.78
MAXIMO		400	1012	1043	23.7	200	31	0.529	0.879	301.08	0.001	159.52
MEDIA		205	988.5	979.5	21.85	200	25.25	0.529	0.879	297.42	0.001	143.15
DESVIACION ESTANDAR		275.77164	33.23401872	89.80256121	3.4447222315	0	8.131727984	0	0	5.176021658	0	23.18667602
COEFICIENTE DE VARIACION		1.3452275	0.033620636	0.091682043	0.249186371	0	0.322048633	0	0	0.017403072	0	0.1617252

1 9 9 5

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO

B

N-NITRATO	N-NITRITO	N-AMONIAC	N-ORGANIC	OXI-DIS	DBO	DQO	FLUO-DIS	FLUO-DIS	PH(N STYL)	PH(LAB)	ALC.TOT	ALC-FEN	ACID-TOT	ACID-ANA	DUR-TOT
0.001	0.018	19.249	4.562	0.2	114.04	249.39	0.65	0.42	7.5	7.42	293.76	0.001	19.68	0.001	960.78
0.224	0.001	19.491	5.316	0.75	210.73	371.33			6	7.5	391.08	0.001	104.6	0.001	306.88
0.001	0.001	19.249	4.562	0.2	114.04	249.39	0.65	0.42	6	7.5	293.76	0.001	19.68	0.001	306.88
0.224	0.018	19.491	5.316	0.75	210.73	371.33	0.65	0.42	7.5	7.42	391.08	0.001	104.6	0.001	960.78
0.1125	0.0095	19.37	4.939	0.475	162.385	305.86	0.65	0.42	6.75	7.36	297.42	0.901	6.114	0.001	633.85
0.137684812	0.012020815	0.178119941	0.533158913	0.388909	68.370155	92.588362	0	0	1.066660172	0.084452814	5.176621658	0	60.64750786	0	462.3778242
1.401642775	1.265348977	0.008874272	0.107946676	0.018753	6.4210374	0.3027855	0	0	0.12713484	0.011528915	0.017403972	0	0.966126164	0	0.729497064

1 9 9 5

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO

C

SOLID.SED	SOLID.TOT	SOL.TOT F	SOL.TOT V	SST	SSF	SSV	SDT	SDF	SDV	SAAM	SODIO.DIS	ORTO.P04	FOSF.SOL	SULF.DIS	CLORURO5
3	864	518	346	142	67	75	722	451	271	9.03	200	4.43	6.33	51.58	43.34
3.5	1012	606	406	245	67	180	767	541	271	11.02	250	5.11	7.139	483.2	134.31
3	864	518	346	142	67	75	722	451	271	9.03	200	4.43	6.33	51.58	43.34
3.5	1012	606	406	245	67	180	767	541	271	11.02	250	5.11	7.139	483.2	134.31
3.25	978	562	376	193.5	66	127.5	744.5	496	248.5	10.025	215	3.77	6.7445	267.39	99.023
0.353593391	154.6518036	62.22539674	42.42540687	72.832	1.4142136	74.246	31.81981	63.63961	31.819805	1.4071423	21.2132034	0.933380991	0.55750723	365.2014289	48.7691547
0.108783639	0.111569087	0.110721347	0.112835188	0.37639	0.0214275	0.3823	0.04274	0.128309	0.1280475	0.1403633	0.09856666	0.247381134	0.012720328	1.141409286	0.488346303

1 9 9 5

DESCARGA EMISOR CENTRAL AL RIO EL SALTO

D

POT-DIS	DTR-CAL	CR-HEX	MIN-DIS	FE-SOL	FF-DIS	COL-TOT	COL-FEC
27	66.66	0.001	0.001	0.25	1.107	2.90E-12	8.40E-11
30	188.85	0.001	0.001			1.50E-12	5.06E-11
27	66.66	0.001	0.001	0.25	1.107	1.5E-12	5E-11
30	188.85	0.001	0.001	0.25	1.107	2.9E-12	8.4E-11
W 21.5	127.755	0.001	0.001	0.25	1.107	2.3E-12	6.7E-11
213120144	8640137559	0	0	0	0	9.89949E-11	2.40416E-11
0074432293	0.676105223	0	0	n	0	9.449977043	0.258830707

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

-Ing. Alba B. Vázquez González
Ing. Enrique César Valdéz
"Impacto Ambiental"
U N A M
Facultad de Ingeniería
Año 1990

-M.I. Ernesto Murgía Vaca
"Evaluación y Efectos de la Contaminación del Agua"
U N A M
Facultad de Ingeniería
Noviembre de 1983

-Fair -Geyer
"Purificación de Aguas y Tratamiento de Aguas Residuales"
Editorial LIMUSA
Año 1996

-Subdirección General de Infraestructura Hidráulica e Industrial
"Sistemas Alternativos de Tratamiento de Aguas Residuales y
Lodos Producidos"
Gerencia de Normas Técnicas
Año 1995

-Subsecretaría de Planeación
"Curso de Microbiología" Volumen I
Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica
Subdirección de Investigación y Entrenamiento
Marzo de 1980

-Subsecretaría de Planeación
"Análisis de Aguas y Aguas de Desecho" Volumen I y II
Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica
Subdirección de Investigación y Entrenamiento
Año 1979

-T.H.Y. Tebbut
"Fundamentos de Control de Calidad del Agua"
Editorial LIMUSA
Año 1990
