



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

**INGENIERÍA BÁSICA Y PROCURA PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
“CABEZA OLMECA” UBICADA EN EL MUNICIPIO DE BOCA
DEL RÍO, VERACRUZ**

**MEMORIA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A :
C A R O L I N A B E N Í T E Z P R E S T A D O**

ASESOR: DR. RAÚL PINEDA OLMEDO

ENERO 2006



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.

ÍNDICE

	PÁGINA.
INTRODUCCIÓN	
1. DIAGNÓSTICO Y PLANEACIÓN	1 - 18
2. MONITOREO DE LAS AGUAS RESIDUALES	19 - 70
3. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y OPERATIVA DE LAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO	71 - 104
4. DIMENSIONAMIENTO DE LAS UNIDADES DEL SISTEMA	105 - 109
5. PROCURA	110 - 111
CONCLUSIONES	112
BIBLIOGRAFÍA	113

INTRODUCCIÓN.

El Sistema de Agua y Saneamiento (SAS), es la última versión de organismo que ha prestado el servicio de agua potable y alcantarillado en la zona conurbada de Veracruz, Boca del Río y Medellín bajo diferentes figuras. Fue creado el 13 de febrero de 2003 mediante el Decreto de Creación del Sistema de Agua y Saneamiento Metropolitano Veracruz, Boca del Río y Medellín, (SAS) en la Gaceta Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Veracruz - Llave No. 63, Tomo CLXVIII. Anteriormente la Comisión Regional de Agua Potable y Saneamiento del Puerto de Veracruz (CRAS), estuvo operando para proporcionar el servicio a los municipios mencionados.

El SAS está definido en el Decreto de Creación (Art. 1º.) como un Organismo Público Municipal Descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, que mediante ese carácter forma parte del Sistema Estatal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. La creación del SAS obedece a la instrumentación de la Ley 21 de Agua y Saneamiento del Estado de Veracruz.

Dentro de las principales obligaciones del organismo están:

I.- Regular la dotación y prestación de los servicios de Agua y Alcantarillado, así como el tratamiento y reuso de las aguas de los municipios de su jurisdicción.

II.- Atender la operación, administración y conservación de todas las instalaciones que integran el organismo.

III.- Planear, proyectar, promover y construir las obras totales que se requieran para la prestación de los servicios.

IV.- Supervisar a los particulares y a las empresas fraccionadoras, tanto en sus proyectos como en las obras hidráulicas.

V.- Supervisar las industrias de cualquier tipo que cumplan con lo establecido por las leyes federales, estatales y municipales, en cuanto a los servicios de agua y saneamiento, así como la contaminación de los recursos hidráulicos.

VI.- Promover y realizar las obras que sean necesarias para conseguir sus fines.

En la nueva estructura del SAS, se plantea dentro de la Dirección de Proyectos y Construcción, una Gerencia de Planeación, es por ello y debido a las necesidades de programación, que se ha iniciado el establecimiento de procedimientos para poder hacer congruentes las metas y acciones que se realizarán año con año.

Debido a que anteriormente no se realizaban acciones formales de planeación, es necesaria una amplia capacitación del personal, que contemple realizar dichas acciones, pero sobretodo porque la planeación requiere de criterios específicos, como lo es determinar la magnitud y forma de crecimiento de la demanda, la potencialidad de las fuentes actuales, la factibilidad técnica y económica de fuentes adicionales de suministro, la programación de estudios, proyectos y ejecución de obras de captación, conducción, potabilización, almacenamiento, regulación y distribución, evaluación de alternativas, aspectos financieros y sociales.

El mejoramiento de los servicios de agua potable y saneamiento que proporciona el SAS, es un objetivo prioritario asumido por las autoridades municipales y directivos del organismo.

En la actualidad y para un futuro, las empresas dedicadas a la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento deberán sustentar su desarrollo en esquemas que les permitan elevar sus eficiencias, garantizando así el cumplimiento de la función social que les dio origen, pero asumiendo una visión empresarial que les dé permanencia.

En este contexto, el Gobierno Federal a través de la Comisión Nacional del Agua (CNA) como agente técnico y Banobras como agente financiero, diseñó un programa para optimizar la gestión y los recursos aplicados, con el apoyo de empresas privadas. El programa se denomina: "Programa para la Modernización de Organismos Operadores de Agua" (PROMAGUA); que tiene como objetivo general funcionar como fuente adicional de recursos para fomentar la consolidación de los organismos operadores de agua, impulsar su eficiencia física y comercial, facilitar el acceso a tecnología más apropiada, fomentar que se alcance la autosuficiencia administrativa y promover el cuidado del medio ambiente con proyectos de saneamiento preferentemente ligados al rehusó de las aguas residuales. En contraparte, el PROMAGUA solicita cambios estructurales específicos y mayor participación del sector privado.

El Estudio y Programa de Modernización del Sistema de Agua y Saneamiento de los Municipios de Veracruz, Boca del Río y Medellín, del Estado de Veracruz-Llave, forman parte del PROMAGUA.

En este sentido el presente trabajo es parte de las acciones tomadas por el organismo para ejercicio del PROMAGUA, y con ello el mejoramiento del medio ambiente, una mejor calidad de vida para la población, y un mejor aprovechamiento en el reuso de agua tratada

El trabajo consiste en el desarrollo de ingeniería básica, basada en los lineamientos que CNA establece para esta etapa del proyecto.

El primer capítulo hace mención del lugar donde se ubica el proyecto, sus características climáticas, demográficas; así como la demanda de agua potable, aportación de aguas residuales, y los planes que tiene el organismo operador para el mejoramiento de estos servicios.

El segundo capítulo desarrolla la medición del aporte de aguas residuales de los diferentes colectores que serán enviados a la planta de tratamiento, así como la caracterización físico-química de las aguas en cuestión.

El tercer capítulo es la parte medular del trabajo de ingeniería básica, ya que se analizan distintos tipos de procesos en el tratamiento de aguas residuales, comparando tecnologías, rendimientos, costos, subproductos originados de cada proceso, y finalmente se define cual es la mejor opción de tratamiento.

El cuarto capítulo es consecuencia del anterior ya que una vez definido el proceso se dimensiona cada una de las etapas de tratamiento, generando un diagrama de flujo de proceso, arreglos generales, y diagramas de tuberías e instrumentación de cada etapa.

Finalmente el capítulo cinco es la procura para selección y compra de equipos e instrumentos que intervienen en el proceso de tratamiento.

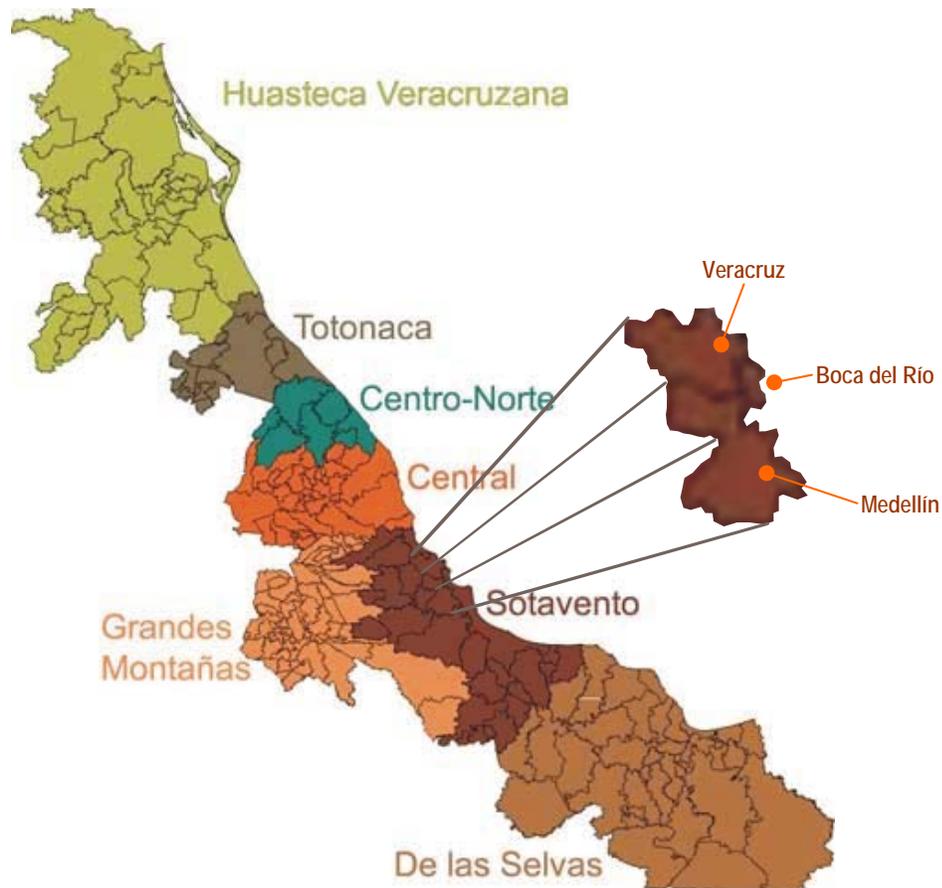
1. DIAGNÓSTICO Y PLANEACIÓN

1.1 Localización

Los municipios que integran la Zona Conurbada de Veracruz-Boca del Río-Medellín (ZCV), se ubican en la Región de Sotavento, en la porción centro del Estado de Veracruz. En conjunto, estos tres municipios tienen una extensión de 654 Km² lo cual representa el 0.87% de la superficie estatal y el 2.38% de la superficie de la Región de Sotavento

El conjunto territorial formado por estos tres municipios colinda al norte con el municipio de La Antigua y el Golfo de México; al sur con los municipios de Alvarado y Tlaxicoyan; al oeste con los municipios de Manlio Fabio Altamirano, Paso de Ovejas y Jamapa y al este con el Golfo de México.

Figura 1. Localización de la zona de estudio



Colindancias

Identificación	Veracruz	Boca del Río	Medellín
Al Norte	La Antigua y Golfo de México	Veracruz	Veracruz
Al Sur	Medellín y Boca del Río	Alvarado	Tlaxicoyan
Al Este	Golfo de México	Golfo de México	Boca del Río y Alvarado
Al Oeste	Manlio Fabio Altamirano y Paso de Ovejas	Medellín	Manlio Fabio Altamirano y Jamapa

Las coordenadas geográficas de cada uno de los tres municipios son:

Tabla 2. Coordenadas geográficas

	Veracruz	Boca del Río	Medellín
Longitud	96° 08´	96° 06´	96° 09´
Latitud	19° 12´	19° 07´	19° 03´
Altura	10 msnm	10 msnm	10 msnm

Hidrológicamente, la superficie de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Medellín se localiza en la RH-28 Papaloapan. De acuerdo a la regionalización hidrológico-administrativa de la CNA, el área de los municipios pertenece a la Subregión Centro dentro de la Región Administrativa X Golfo Centro.

Figura 3. Regiones Hidrológico-Administrativas



1.2. Características físicas

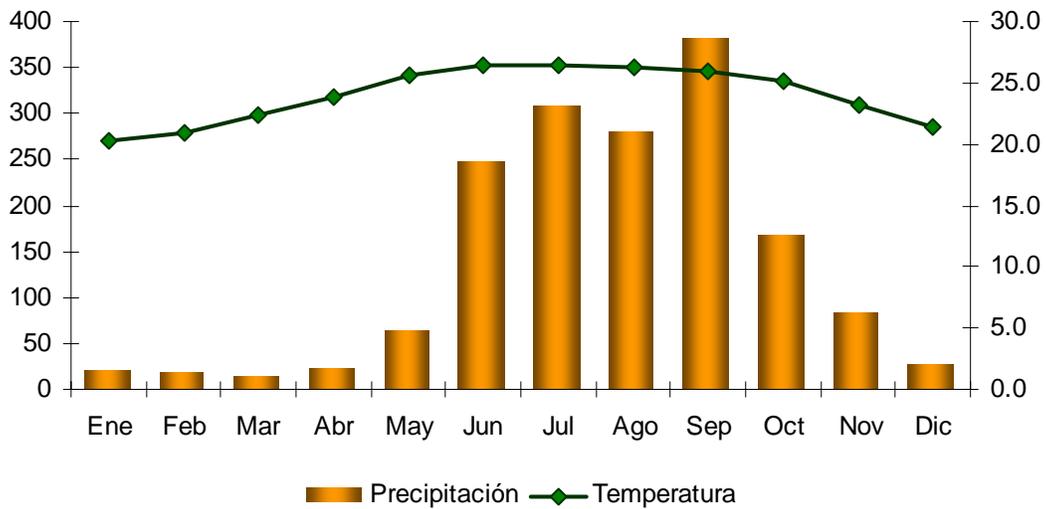
La superficie total de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Medellín es de 65 391 hectáreas, de las cuales 9 170 Has., corresponden a la mancha urbana continua y 1 790 Has., a otros asentamientos. La mayor parte de la zona de estudio tiene pendientes de entre el 0 y el 5%, pendientes mayores del 5% sólo existen en áreas aisladas del núcleo urbano.

La porción central de la ciudad de Veracruz se caracteriza por grandes manzanas de 50 x 100 m, las cuales son penetradas por una serie de callejones para servidumbre de paso al interior de estos grandes bloques. La sección de las calles, en la zona consolidada Veracruz-Boca del Río, tiene en promedio entre 12 y 15 m. y se estima que el total de vialidad en la mancha urbana es de alrededor de 1 800 Km.

Extensión territorial, en ha			
Área de estudio	65 391 (Suma del área de los tres municipios)		
Localidad	9 170 (mancha urbana)		
Área de influencia	Poligonal establecida en la segunda actualización del programa de ordenamiento y revisada en la Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado 2002-2004.		
Ubicación del área de estudio en la región administrativa			
Cuenca hidrológica	Río Jamapa		
Región hidrológica	Papaloapan (RH 28-A)		
Superficie de la cuenca, en km ²	3 658 (Jamapa)		
Elevación media de la cuenca, m SNM	10		
Cauces principales	Río Jamapa		
Características particulares			
	Veracruz	Boca del Río	Medellín
Clima	Tropical	Cálido-regular	Cálido-húmedo-extremoso
Temperatura media anual	25.3° C	25° C	25.3° C
Precipitación media anual	1 500 mm	1 694 mm	1 418 mm
Hydrografía	Ríos Medio, Grande y Tonayán	Río Jamapa	Ríos Jamapa y Cotaxtla.
Vegetación	Selva baja caducifolia	Bosque alto o mediano tropical perennifolio	Bosque perennifolio
Tipo de suelo	Vertisol y Feozem en la planicie; Regosol en la zona litoral.		
Orografía	Planicie costera ligeramente inclinada hacia el este.		
Geología	Provincia geológica de la cuenca Terciaria de Veracruz, constituida por lutitas y areniscas del Paleoceno al Oligoceno y material volcánico.		

El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano con una precipitación media anual entre 1 500 y 2 000, de los cuales el 74% se concentra entre los meses de junio y septiembre. La temperatura media anual es de 25.4° C.

Figura 4. Precipitación y temperatura mensual promedio

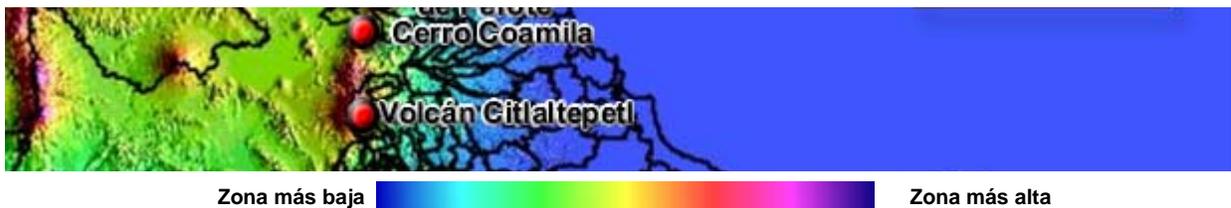


Vegetación



La vegetación en el municipio de Veracruz está principalmente constituida por árboles caducifolios como el liquidambar y el ocote; en el municipio de Boca del Río predominan los ecosistemas de bosque alto o mediano tropical, encontrándose especies como el chicozapote, caoba y pucté (árbol de chicle); en el municipio de Medellín predomina el bosque perennifolio con encinos.

Orografía



El área de estudio se encuentra situado en la zona central del Estado, sobre la parte costera de las Llanuras del Sotavento, presentando únicamente pequeñas alturas insignificantes y valles.

Geología



La totalidad del área de estudio se asienta sobre una estructura sedimentaria fluvial-marina cuyo subsuelo se caracteriza por afloramientos recientes del período cuaternario. La mancha urbana presenta en su entorno próximo predominantemente suelos sedimentarios de reciente creación, correspondientes al período Cuaternario que se extienden al norte, sur y este. Al norponiente se presenta un área cuyo origen geológico se ubica en el período Terciario de la era Cenozoica.

Hidrología



El municipio se ubica en la Región Hidrológica Papaloapan (RH-28). Su principal corriente superficial es el río Jamapa, abarcando los municipios de Boca del Río y Medellín; además del río Cotaxtla. En el municipio de Veracruz se encuentran los riachuelos Medio, Grande y Tonayán.

Tipo de suelo



En los municipios de Veracruz y Medellín el suelo es tipo feozem, que se caracteriza por tener una capa superficial rica en materia orgánica y nutriente, oscura y suave; susceptible a la erosión. En Veracruz también existe el suelo de tipo luvisol, el cual acumula arcilla en el subsuelo y también es susceptible a la erosión. Por su parte, en el municipio de Boca del Río, el suelo es de tipo regosol, caracterizado por no presentar capas distintas.

Recursos naturales

La flora comprende, entre otras especies el chicozapote, caoba, pucté (árbol de chicle), liquidámbar y el ocote.

La fauna por su parte está compuesta de especies como: garza, gaviota, conejo, ardilla, tuza, armadillos, ardillas, conejos, tlacuaches, tejones, comadreas, zorrillos, reptiles, además de una gran variedad de insectos.

Entre los recursos naturales más importantes que existen en la zona de estudio se encuentran los yacimientos de petróleo y gas natural, la explotación moderada de maderas y la existencia de bancos donde se extraen materiales como el mármol labrado, arena y arcilla.

1.3 Características Demográficas

La dinámica de población que ha tenido la Zona Conurbada de Veracruz-Boca del Río-Medellín (ZCV) en los últimos cuarenta años, ha sido diferenciada en función de los componentes urbanos de la misma. La ZCV tenía 258 106 habitantes en 1970; 379 376 habitantes en 1980, 496.161 habitantes en 1990 y 626 704 habitantes en 2000, la tasa de crecimiento anual promedio para la ZCV fue de 2.41% entre 1990 y 2000 inferior a la observada entre 1970 y 1990 es de 3.30%. La dinámica de crecimiento poblacional, está estrechamente ligada al desarrollo comercial e industrial y servicios que se tienen en la ZCV.

Si se observa la evolución del valor relativo de la población de los municipios Veracruz, Boca del Río y Medellín, con respecto a la población de la ZCV, se aprecia que el municipio de Veracruz ha incrementado notablemente su población en su forma sostenida mientras que el municipio de Boca del Río presentó un fuerte incremento demográfico en el periodo comprendido entre 1980 y 1990 para descender ligeramente en 1995 y estabilizar en el año 2000. En las localidades conurbadas del municipio de Medellín se ha observado un crecimiento sostenido entre 1970 y 1990, tendiendo a estabilizarse entre 1990 y 1995 para incrementarse notablemente entre 1995 y 2000.

La ciudad de Veracruz y su zona conurbada ha experimentado en fechas recientes un acelerado crecimiento demográfico. Durante los últimos 10 años ha existido un aumento de población del 25%. Actualmente, dentro de sus límites conviven asentamientos altamente urbanizados como lo son las cabeceras municipales de Veracruz y Boca del Río; con otras que aún conservan sus características rurales.

El diagnóstico realizado con motivo de la Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado 2002-2004 (APOU), ha detectado que los descensos poblacionales observados entre cada uno de los intervalos censales podría corresponder a movimientos internos en la misma zona de estudio; lo anterior en función de la oferta inmobiliaria en los nuevos desarrollos localizados al norte y noroeste de la zona urbana de Veracruz y a la ubicación de las fuentes de trabajo de carácter industrial y a la aptitud para la expansión urbana.

En el ámbito estatal, la ZCV se ha consolidado como la concentración demográfica más importante de Veracruz, hecho que queda demostrado cuando se compara su población con respecto a la estatal; mientras que en 1970 representaba el 4%, en el 2000 ya representaba el 9%.

En este marco demográfico y para fines de construir una planeación integral que pueda cumplir con las expectativas de desarrollo social y económico del área de estudio, la determinación de la población actual constituye el dato básico a partir del cual se calcularán las proyecciones de demanda de agua potable, alcantarillado y saneamiento. En este apartado se estimará la población actual (2004) de la ZCV tomando como base los datos del XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y proyectada empleando las tasas de crecimiento propuestas por el CONAPO.

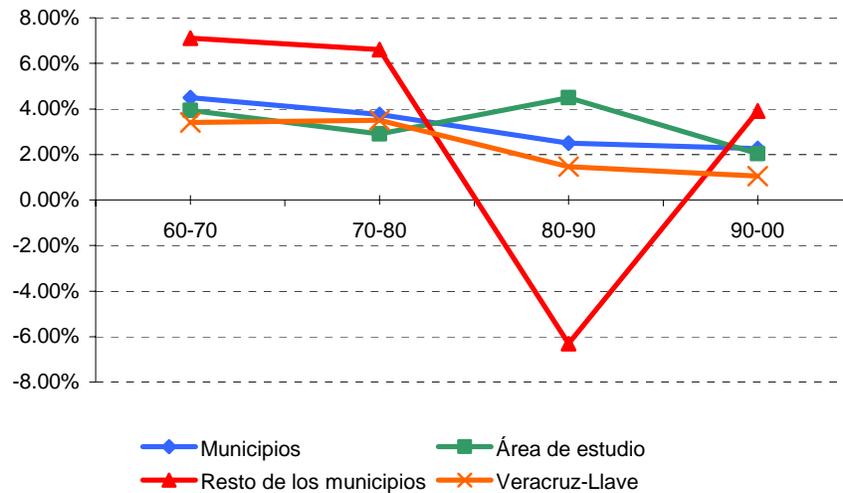
Cuadro 5. Población histórica

Entidad		1960	1970	1980	1990	2000
Estado		2 727 899	3 815 422	5 387 680	6 228 239	6 908 975
Municipio	Veracruz	153 705	230 220	305 456	328 607	457 377
	Boca del Río	6 207	22 962	61 883	144 549	135 804
	Medellín	15 151	18 637	25 436	29 298	35 171
Localidad	Veracruz	144 681	214 072	284 822	303 152	411 582
	Boca del Río	2 260	2 354	3 166	8 381	10 863
	Veracruz (Boca del Río) ⁻¹	No disponible			135 669	123 891
	Medellín	540	620	964	1 140	2 622
Área de Estudio	Municipios	175 063	271 819	392 775	502 454	628 352
	Localidades	147 481	217 046	288 952	448 342	548 958

De acuerdo con los últimos datos publicados por el CONAPO para la Zona Metropolitana de Veracruz (equivalente a la ZCV), tendría una población en el año 2000 de 611 968 habitantes. La diferencia con los 548 958 habitantes pertenecientes a las cuatro principales localidades, es que el CONAPO incluye a otras localidades menores que se encuentran dentro del área conurbada

El análisis de las tasas de crecimiento históricas de los municipios que forman el área de estudio, muestra comportamientos distintos entre ellos a pasar que son parte de la misma conurbación. Por un lado se observa que en las décadas de los sesenta y setentas, el municipio de Boca del Río registró tasas de crecimiento anuales promedio superiores al 10%, contrastando con la década de los noventa en la que las tasas promedio fueron negativas. Por su parte, el municipio de Veracruz registró hasta la década de los setentas una tendencia muy similar a la del estado de Veracruz-Llave, con tasas entre el 2% y 4%. En los ochentas el municipio de Veracruz reportó tasas menores al 1%; lo cual puede explicarse con el cambio efectuado por el INEGI al crear a partir de 1990 la localidad de Veracruz, municipio de Boca del Río. La información publicada sobre este cambio no permite analizar con precisión la medida en que se vio disminuida la población del municipio de Veracruz e incrementada la de Boca del Río; sin embargo se presume que esto haya sido un factor para que en la década de los ochenta, el municipio de Boca del Río presentara una tasa anual promedio del 8.85% y el municipio de Veracruz una tasa anual de 0.73 por ciento.

Figura 6. Tasas de crecimiento históricas de la zona de estudio



El análisis de conjunto del área de estudio, permite ver que el ajuste realizado por el INEGI en el municipio de Boca de Río, rompió su tendencia decreciente en la década de los ochenta, sin embargo para los años noventa, el valor de las tasas de crecimiento se igualaron con las de los municipios y recuperó la tendencia decreciente paralela a la que presenta el crecimiento demográfico del estado de Veracruz.

Determinación de la población actual

Para efectos del presente estudio, la población actual se determinará con base en los datos oficiales (INEGI y CONAPO) y estos serán comparados con las estimaciones de la población realizadas con la información de los padrones del SAS.

Para conocer el índice de hacinamiento, se recurrió al XII Censo General de Población y Vivienda, en donde se consignan los datos para las cuatro principales localidades correspondientes al número de habitantes en viviendas particulares, así como el número de viviendas particulares:

Tabla 7. Índice de hacinamiento

Localidad	Municipio	Viviendas Particulares Habitadas	Ocupantes en Viviendas Particulares	Índice de Hacinamiento
Veracruz	Veracruz	110 804	405 690	3.66
Veracruz	Boca del Río	31 902	122 532	3.84
Boca del Río	Boca del Río	2 830	10 742	3.80
Medellín	Medellín	710	2 598	3.66
Total		146 246	541 562	3.70

Para el cálculo de la población actual (2004), se consideran a todas las localidades incluidas dentro del polígono establecido en la APOU para ZCV.

De acuerdo con el CONAPO, las tasas de crecimiento promedio anuales para el período 2000-2004 esperadas para los municipios que forman la ZCV correspondiente serían de 1.519% para Boca del Río, 1.218% para Medellín de -1.089% para Veracruz y de -0.408% en conjunto.

Tabla 8. Cálculo de la población 2004 con datos de INEGI 2000 y tasas del CONAPO

Municipio	2000	2001	2002	2003	2004	Tasa anual promedio
Boca del Río	135 804	138 000	140 137	142 218	144 247	1.519%
Medellín	23 158	23 461	23 753	24 035	24 307	1.218%
Veracruz	457 377	452 528	447 629	442 704	437 783	-1.089%
Total	616 339	613 989	611 519	608 957	606 337	-0.408%

Nota: Incluye todas las localidades incluidas dentro de la poligonal que delimita a la ZCV según la APOU.

Con estos datos, la población para el 2004, basándose en los datos oficiales del INEGI y el CONAPO sería de 606 337 habitantes.

1.4 Demanda de agua potable y aportación de agua residual

El análisis de demanda y aportación se realizará para las localidades que se encuentran dentro del área de influencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Cabeza Olmecca, esto es para los municipios de Boca del Río, Veracruz-Boca del Río y Veracruz.

Comenzaremos definiendo el periodo económico del proyecto, esto con la finalidad de hacer la proyección de población de acuerdo a éste. El periodo económico está regido por los aspectos financieros relacionados con el costo y periodo de retorno de las inversiones, la vida útil de la infraestructura, el costo de mantenimiento y conservación, la normatividad vigente relacionada con la calidad del agua que se descarga y la operación de la planta.

En este sentido, en una planta de este tipo, el costo financiero de las inversiones se ve opacado por la excesiva contaminación del entorno, sobre todo en una localidad que basa parte de su economía en el turismo. Es preponderante la calidad del efluente final, el costo de operación y mantenimiento y la vida útil del equipo electromecánico, es por ello que la PTAR que se propone tenga un periodo económico de 20 años, basado principalmente en la duración óptima de los equipos electromecánicos.

En virtud de que no existe información completa por colonia, la proyección de la población para un horizonte de 20 años se hará por municipio y se extrapola al conjunto de colonias que tienen información del año 2004 evaluadas por el SAS Metropolitano.

Como base metodológica, se analiza la propuesta de crecimiento poblacional adoptada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y se compara con los resultados obtenidos del crecimiento histórico de la zona en estudio utilizando métodos tradicionales recomendados por el organismo rector del sector, en este caso, Aritmético, Geométrico, y Mínimos Cuadrados principalmente.

Para el caso de información de CONAPO, ya están calculados los probables crecimientos demográficos que tendrán las localidades en estudio, por lo tanto sólo se realizará una tabla resumen de dichas localidades para saber cual será la población para el horizonte de proyecto de 20 Años.

Propuesta de proyección de población a nivel municipio, CONAPO

MUNICIPIO	LOCALIDAD	POBLACIÓN AÑO 2000	POBLACIÓN ACTUAL 2004	POBLACIÓN PROYECTO 2024
Boca del Río	Boca del Río	141,547	150,347	185,964
Veracruz	Veracruz	470,421	450,268	365,714
Medellín	Medellín	36,636	38,454	45,060
Todos	Todas	648,604	639,069	596,738

Cabe mencionar que se tomó como base las tasas de crecimiento de la población publicadas por CONAPO, estimadas anualmente hasta el año de 2030 y se aplicó a valores censales de 2000, que considera en su análisis entre otros factores, la tasa de crecimiento natural, la tasa de migración neta interna, las tasas de natalidad y mortalidad; el resultado es una población al 2004 de 639,069 habitantes.

Por otro lado, utilizando la propuesta de CONAPO, la población probable para el año de 2024 será de 596,738 habitantes; es decir, existe un notable decremento en la población, resultado un tanto ilógico. Esta situación no es real debido a que el Puerto de Veracruz y su zona conurbana forma un polo de desarrollo regional en el ámbito económico, social y cultural con una tendencia clara hacia el crecimiento demográfico, esto se puede demostrar fácilmente por el desarrollo de nuevos fraccionamientos habitacionales en la zona.

A manera de comparación empleando métodos usualmente recomendados, se obtuvieron las poblaciones probables para el año de proyecto 2024 con tendencia hacia el crecimiento; se utilizaron para el cálculo datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), posteriormente al cálculo se analizaron los resultados y finalmente se escogió el método que presentó una mejor correlación

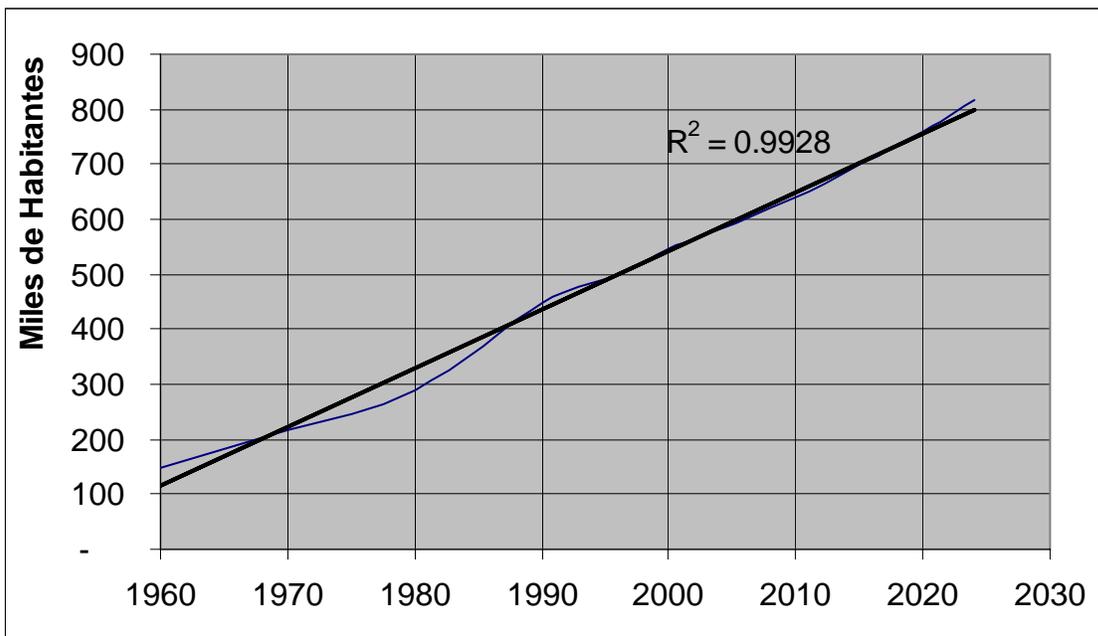
Aplicando estos métodos se obtuvieron los siguientes resultados de población de proyecto; los resultados que presentan una mejor correlación corresponden al método geométrico con 0.9928 y al aritmético el 0.9908, ambos muy cercanos a 1.0, por lo tanto cualquiera de los dos es aceptable. El método geométrico es más conservador y tiene mejor correlación, por esta razón es el que se utilizó en la proyección final.

Método Geométrico.

CENSO	BOCA DEL RÍO		VERACRUZ BR		VERACRUZ		TOTAL	
	Habitantes	Crecimiento Intercensal	Habitantes	Crecimiento Intercensal	Habitantes	Crecimiento Intercensal	Habitantes	Crecimiento Intercensal
1960	2,260				144,681		146,941	
1970	2,354	1.0041			214,072	1.0400	216,426	1.0395
1980	3,166	1.0301			284,822	1.0290	287,988	1.0290
1990	8,361	1.1020	135,669		303,152	1.0063	447,182	1.0450
1995	10,488	1.0229	123,825	0.9909	357,367	1.0166	491,680	1.0095
2000	10,863	1.0035	123,891	1.0001	411,582	1.0142	546,336	1.0106
Promedio Anual		1.0325		0.9955		1.0212		1.0267
2004	12,346	1.1366	121,666	0.9820	447,607	1.0875	581,619	
2010	14,960	1.2117	118,404	0.9732	507,643	1.1341	641,007	
2020	20,602	1.3771	113,159	0.9557	626,124	1.2334	759,885	
2024	23,415	1.1366	111,127	0.9820	680,927	1.0875	815,469	

Tasa de crecimiento en el periodo 2004 a 2024 $F = 815,469/581,619 = 1.402067$

Gráfica de correlación del método de proyección geométrico.

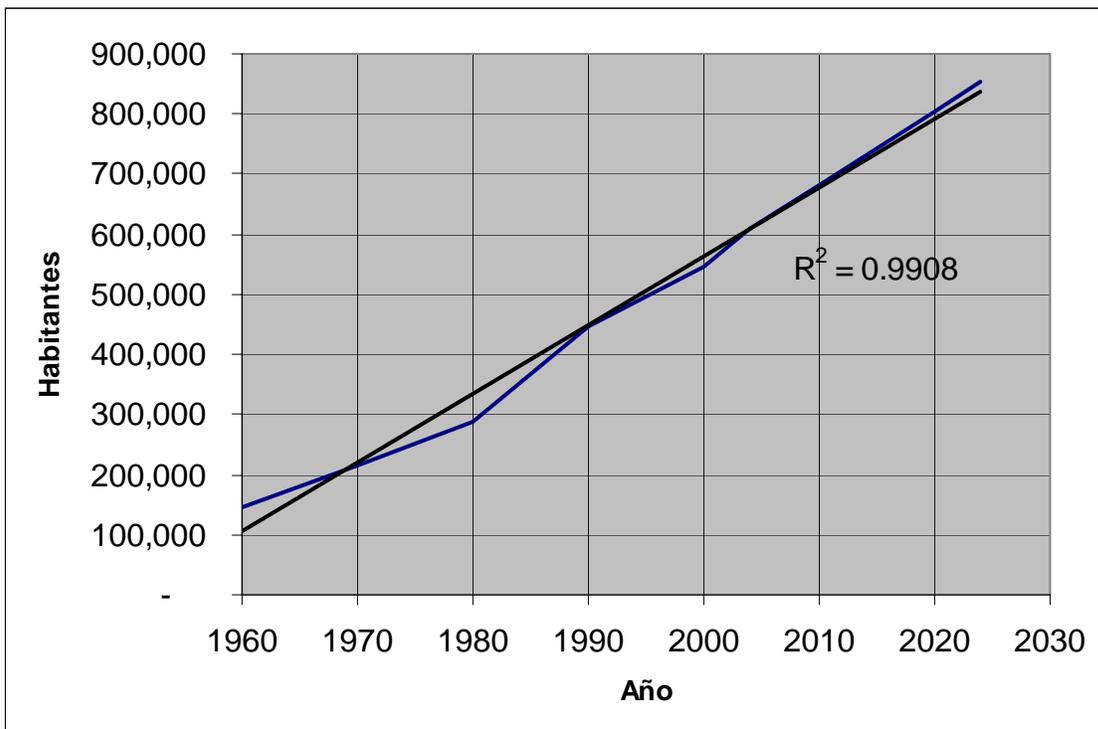


Método Aritmético.

CENSO	BOCA DEL RÍO		VERACRUZ BR		VERACRUZ		TOTAL	
	Habitantes	Crecimiento Intercensal	Habitantes	Crecimiento Intercensal	Habitantes	Crecimiento Intercensal	Habitantes	Crecimiento Intercensal
1960	2,260				144,681		146,941	
1970	2,354	1.0416			214,072	1.4796	216,426	1.4728
1980	3,166	1.3449			284,822	1.3305	287,988	1.3306
1990	8,381	2.6472	135,669		303,152	1.0644	447,202	1.5528
2000	10,863	1.2961	123,891	0.9132	411,582	1.3577	546,336	1.2216
Promedio Anual		0.0582		-0.0087		0.0308		0.0395
2004	14,027	1.2912	118,513	0.9566	474,973	1.1540	607,513	
2010	17,823	1.6407	112,060	0.9045	551,042	1.3388	680,925	
2020	24,150	2.2232	101,304	0.8177	677,824	1.6469	803,279	
2024	26,681	2.4562	97,002	0.7830	728,537	1.7701	852,220	

Tasa de crecimiento en el periodo 2004 a 2024 $F = 825,220/607,513 = \underline{1.402802}$

Gráfica de correlación del método de proyección aritmético.



Una vez hechos los cálculos y la comparación de la correlación de cada método, se determinó que la población de proyecto (año 2024) será de 815,469 habitantes. Esta es la población total que integra el área de las localidades donde se encuentra ubicado el proyecto para la planta al año de proyecto 2024 (Veracruz y Boca del Río).

Para establecer la aportación que se tendrá al año de proyecto, el organismo operador ha proporcionado datos estadísticos sobre dotaciones media proporcionadas a la población; a partir de esta información y en base al Manual de la Comisión Nacional del Agua para Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, la aportación media representa el 80% de la dotación diaria.

En la tabla contigua se muestran las colonias y fraccionamientos que la integran la zona de aportación, la población actual se definió a partir de información proporcionada por el SAS Metropolitano en lo que se refiere al número de habitantes actuales, número de tomas, número de descargas, áreas de de aportación y dotaciones; a estos valores se les aplicó la tasa de crecimiento media para obtener la población de proyecto al año 2024, en este caso de **117,963** habitantes

Dotación de A.P. y aportación de A.R., estadísticas del SAS

FRACCIONAMIENTO/ COLONIA	COLECTOR	SUPERFICIE Ha	POBLACION 2004 HAB	DOTACION L/H/D	APORTACION L/H/D	GASTO DE A.R. 2004 LPS	POBLACION 2024 HAB	GASTO DE A.R. 2024 LPS
U.H. Malibrán	Antillas-Floresta	3.22	467	230	184	0.99	655	1.40
Floresta II	Antillas-Floresta	58.51	3,660	230	184	7.79	5,131	10.93
Arboleda	Antillas-Floresta	12.53	1,083	230	184	2.31	1,518	3.23
Linda Vista	Antillas-Floresta	5.31	916	185	148	1.57	1,285	2.20
Primero de Mayo Norte	Antillas-Floresta	61.34	6,084	185	148	10.42	8,530	14.61
Nueva Era	Antillas-Floresta	19.42	3,254	185	148	5.57	4,562	7.81
Manuel Nieto	Antillas-Floresta	8.05	2,797	185	148	4.79	3,922	6.72
Revolución	Antillas-Floresta	47.08	8,026	230	184	17.09	11,253	23.96
Rigo	Antillas-Floresta	12.10	1,527	185	148	2.62	2,141	3.67
Vista Alegre	Antillas-Floresta	19.91	2,687	230	184	5.72	3,767	8.02
Remes	Antillas-Floresta	21.53	3,718	230	184	7.92	5,213	11.10
Marco A. Muñiz	Antillas-Floresta	4.64	485	230	184	1.03	680	1.45
Antillas	Antillas-Floresta	10.91	2,107	185	148	3.61	2,954	5.06
Manlio F. Altamirano	Antillas-Floresta	8.03	1,289	230	184	2.75	1,807	3.85
Artículo 123	Antillas-Floresta	27.09	1,765	185	148	3.02	2,475	4.24
Lecheros	Antillas-Floresta	3.68	485	230	184	1.03	680	1.45
Total Antillas-Floresta		323.35	40,350			78.24	56,574	109.70
Frac. Los Delfines	Faro de la Laguna	2.00	700	230	184	1.49	981	2.09
Faro de la Laguna	Faro de la Laguna	13.04	3,000	230	184	6.39	4,206	8.96
Total Faro de la Laguna		15.04	3,700			7.88	5,188	11.05
Flores del Valle	Flores del Valle	24.79	2,749	230	184	5.85	3,854	8.21
El Jobo	Flores del Valle	5.44	981	230	184	2.09	1,375	2.93
Francisco Villa	Flores del Valle	7.26	1,264	185	148	2.17	1,773	3.04
Enrique C. Rebsamen	Flores del Valle	22.01	208	185	148	0.36	292	0.50

FRACCIONAMIENTO/ COLONIA	COLECTOR	SUPERFICIE Ha	POBLACION 2004 HAB	DOTACION L/H/D	APORTACION L/H/D	GASTO DE A.R. 2004 LPS	POBLACION 2024 HAB	GASTO DE A.R. 2024 LPS
Las Razas	Flores del Valle	5.91	596	185	148	1.02	836	1.43
Total Flores del Valle		65.41	5,798			11.49	8,129	16.10
Cándido Aguilar	Laguna Olmeca	15.72	3,038	230	184	6.47	4,259	9.07
U.H. Aries	Laguna Olmeca	3.50	260	230	184	0.55	365	0.78
Adolfo López Mateos	Laguna Olmeca	95.10	7,268	185	148	12.45	10,190	17.46
Colonia El Coyol	Laguna Olmeca	6.21	1,225	185	148	2.10	1,718	2.94
Pedro I. Mata	Laguna Olmeca	6.81	308	185	148	0.53	432	0.74
Cuauhtémoc	Laguna Olmeca	13.67	1,494	185	148	2.56	2,095	3.59
Netzahualcoyotl	Laguna Olmeca	6.17	737	185	148	1.26	1,033	1.77
Total Laguna Olmeca (Colector Jiménez)		147.18	14,331			25.92	20,092	36.34
Ruiz Cortínez	Siete Colonias	26.97	2,857	230	184	6.08	4,006	8.53
Chapultepec	Siete Colonias	22.40	3,434	230	184	7.31	4,815	10.25
Lagos	Siete Colonias	11.43	1,844	185	148	3.16	2,585	4.43
M. Esther Zuno	Siete Colonias	9.45	1,614	185	148	2.76	2,263	3.88
Villa De Guadalupe	Siete Colonias	5.90	1,810	230	184	3.86	2,538	5.41
San Isidro	Siete Colonias	5.73	952	185	148	1.63	1,335	2.29
Heriberto Jara	Siete Colonias	14.29	1,367	230	184	2.91	1,917	4.08
Julio A. Tejeda	Siete Colonias	8.48	306	185	148	0.52	429	0.73
Total Siete Colonias		104.65	14,184			28.24	19,887	39.60
Médano Buena Vista	Sugasti	18.35	4,816	230	184	10.26	6,752	14.38
Frac. SETSE	Sugasti	7.24	956	230	184	2.04	1,340	2.85
Total Sugasti		25.59	5,772			12.29	8,093	17.23
Total general	Total general	681.22	84,135			164.06	117,963	230.03

1.5 Planeación del Saneamiento

Actualmente existe una capacidad instalada de tratamiento de 1,450 lps, representa el 50.7% del total requerido; por esa razón el organismo operador ha decidido llevar a cabo un programa de saneamiento para incrementar la capacidad instalada. Para llevarlo a cabo, se pretende elaborar la ingeniería básica y los proyectos ejecutivos de las PTAR's, nuevas y ampliaciones a las existentes como se muestra en cuadro siguiente:

Cuadro 1. Capacidad de tratamiento de agua residual instalada y de proyecto

PTAR	CAPACIDAD INSTALADA Lps	CAPACIDAD PROYECTADA Lps	OBRA
Amapolas	0	250	Nueva
Boca del Río	40	80	Ampliación
Cabeza Olmeca	0	230	Nueva
Carranza	0	228	Nueva
Casablanca Medellín	0	15	Nueva
Costa de Oro	75	150	Ampliación
Coyol Palmas	30	130	Ampliación
Flores del Valle	30	0	Se integra a Cabeza Olmeca
Floresta I	30	75	Existente
Floresta II	30	0	Se integra a Cabeza Olmeca
Geovillas del Sol	15	30	Ampliación
Las Bajadas	0	200	Nueva
Medellín	0	15	Nueva
Planta Norte	1,200	1,200	Existente
Tampiquera	30	85	Ampliación
Tejar	0	36	Nueva
Volcanes	30	40	Ampliación
TOTALES:	1,450	2,764	

La planta Cabeza Olmeca, se ubicará al noroeste del municipio de Boca del Río, sobre un terreno de propiedad estatal y usufructo de los municipios de Veracruz y Boca del Río de aproximadamente 8 hectáreas, con uso actual de áreas verdes y de recreación, limitado al suroeste por la Laguna Olmeca, al norte y noroeste por las colonias ribereñas de la laguna, al este por la Avenida Miguel Alemán.

Infraestructura existente para la conducción de agua residual a la PTAR.

Las aportaciones de agua residual que se conducirán hacia la PTAR Cabeza Olmeca, provienen de los siguientes colectores:

Colector Antillas, entubado hasta la Avenida Díaz Mirón, por canal abierto de este punto y hasta descargar al canal la Zamorana; el flujo es combinado, en algunas ocasiones ha presentado desbordamiento por exceso de maleza y basura en su cauce a cielo abierto.

El colector Floresta II descarga actualmente a la PTAR existente en ese punto y colecta agua residual del fraccionamiento del mismo nombre, posteriormente el efluente se descarga al Dren I y luego a la Zamorana.

El Dren I que escurre de la Laguna Olmeca hacia el canal la Zamorana, recibe en su recorrido descargas de Artículo 123, Malibrán, Flores del Valle y el Jobo entre otros fraccionamientos, el flujo es combinado y también sirve de desagüe de la Laguna Olmeca, cuyos excedentes son manejados por un sistema de compuertas.

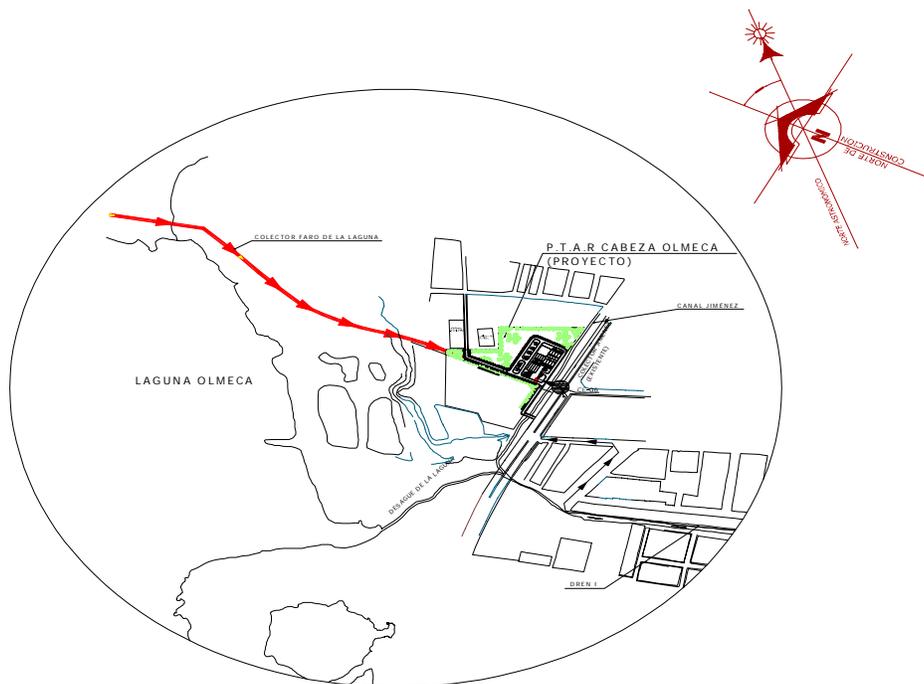
Colector Jiménez, que pasa a través de las colonias Pedro I. Mata, Cuauhtémoc y Adolfo López Mateos, actualmente se encuentra fuera de operación. Al iniciar operación la planta, se incorporarán a éste las aportaciones de los cárcamos Sagasti y Siete Colonias. Asimismo, las colonias ribereñas de la Laguna Olmeca deberán conducirse por un colector proveniente del Frac. Faro de la Laguna Olmeca.

Existen fraccionamientos y colonias que aun contando con una red de drenaje adecuada para el desalojo del agua residual, ésta es descargada a los canales y drenes que desalojan el agua freática y pluvial hacia el canal la Zamorana, tal es el caso de las colonias y fraccionamientos que concurren al colector Antillas y al Dren I.

Requerimientos de infraestructura de conducción de agua residual.

Las colonias ubicadas en la ribera norte de la Laguna Olmeca, actualmente descargan a ésta. Esta condición deberá modificarse por la construcción de un interceptor ribereño para captar todos los escurrimientos residuales y conducirlos hacia la PTAR, la trayectoria que podría tener permite su funcionamiento por gravedad hasta la entrada del pretratamiento.

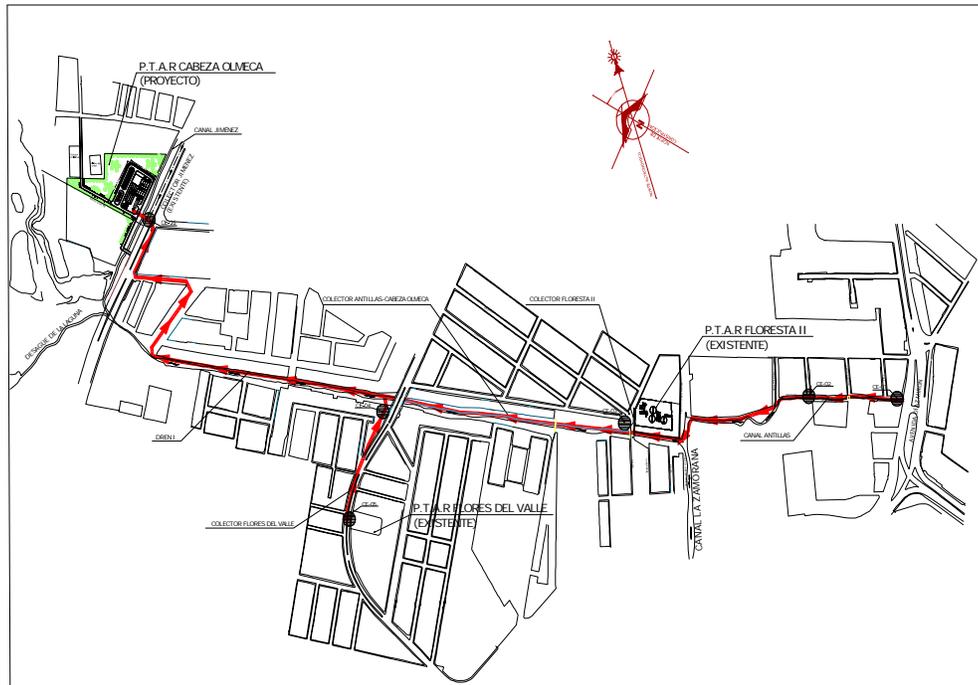
FIGURA 1. COLECTOR FARO DE LA LAGUNA



El colector Díaz Mirón – Cabeza Olmeca (Antillas), captará en primer lugar los escurrimientos de Antillas en la parte de canal abierto, se entubará y se llevará por el fondo del cauce, hasta su interconexión con el canal la Zamorana, en este tramo la pendiente de la tubería sigue la del cauce. A partir de la descarga del Dren I en la Zamorana, la pendiente de la tubería es contraria a la del cauce; esto significa que el colector irá profundizándose en la medida que se acerca a la planta. Al llegar al punto de llegada del acceso a la PTAR Floresta II, el influente se desviará hacia el colector, obligando en el punto de interconexión a una caída sobre el colector principal, esta situación se repite al recibir el influente de la PTAR Flores del Valle; continúa la trayectoria por el fondo del cauce hasta la avenida las Torres, en el Fraccionamiento Artículo 123, por la avenida las Torres, hasta la calle Eje Poniente, hasta la avenida Miguel Alemán, luego hasta la interconexión

con el pozo 32 del colector Jiménez, donde recibe las aportaciones que éste conduce y de ahí hacia la llegada al pretratamiento de la PTAR.

FIGURA 2. COLECTOR DÍAZ MIRON - CABEZA OLMECA



El colector Jiménez se encuentra terminado, pero falta la construcción de la red de atarjeas de las Colonias López Mateos, Netzahualcóyotl, Pedro I. Mata y Cuauhtémoc, lo cual está considerado en el programa de acciones de “Saneamiento de la Bahía” para construirse en el año 2005. Asimismo, se incorporará el gasto del cárcamo Sagasti a este colector, suprimiendo el bombeo existente. La Colonia El Coyol se considera la introducción del drenaje para el año 2006.

A este colector se conectarán también las redes de atarjeas de la Unidad Habitacional Aries, que actualmente descarga al canal a cielo abierto conocido como “Jiménez”.

En párrafos anteriores, se explica ampliamente que la descarga del agua residual se hace en el canal Antillas, luego al canal la Zamorana, éste recibe escurrimientos de aguas combinadas del Dren I y éste a su vez del canal Jiménez. El canal la Zamorana escurre de norte a sur y descarga al arroyo Moreno, afluente del río Jamapa, la descarga final es al mar.

Población beneficiada.

La población beneficiada es de 117,963 habitantes al año de proyecto 2024; se ubica en las subcuencas mostradas en el cuadro siguiente:

Áreas de influencia y población de proyecto al año 2024,

Laguna Olmeca	147.18 ha.	20,092 hab.
Colector Antillas- Floresta II	347.85 ha.	56,574 hab.
Cárcamo Sugasti	25.59 ha.	8,093 hab.
Flores del Valle	65.41 ha.	8,129 hab.
Faro de la Laguna	15.04 ha.	5,188 hab.
Cárcamo 7 Colonias	104.65 ha.	19,857 hab.
Totales:	705.72 ha.	117,963 hab.

2. MONITOREO DE LAS AGUAS RESIDUALES

2.1 Aforo.

Cuando no se cuenta con datos de consumo de agua o se requiere cuantificar volúmenes de descargas de áreas de drenaje, es aplicable el aforo de colectores, para el primer caso, como un método de inferir el consumo de la población involucrada y en el segundo caso, para conocer por medición directa los volúmenes de descarga en un periodo determinado.

El aforo será de utilidad para comparar los datos proporcionados por el organismo operador en cuanto a aportación actual se refiere, ya que el gasto de diseño está establecido por métodos estadísticos.

Las mediciones se realizaron en el periodo comprendido del 6 de agosto al 3 de Noviembre de 2004, variando el día de la semana y en lo posible evitando los días de precipitación pluvial intensa que se presentó en los meses de agosto y septiembre en que se realizó el presente estudio, en el caso de iniciados los trabajos y presentarse lluvias intensas se suspendía el aforo y muestreo realizado hasta ese momento, reanudándose al día siguiente; las muestras y los datos obtenidos se desecharon.

Debido a que esta planta será diseñada para tratar las aguas residuales provenientes de diferentes colectores, se determinaron los siguientes puntos de aforo:

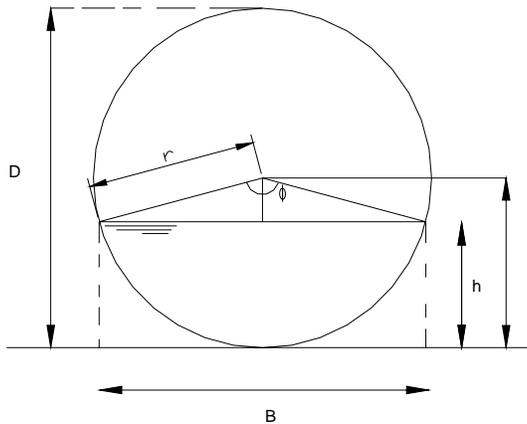
1. COLECTOR ANTILLAS. Prolongación Díaz Mirón y canal Antillas.
2. CÁRCAMO DE BOMBEO SUGASTI. Vendrell esquina Adolfo Sugasti.
3. CÁRCAMO DE BOMBEO SIETE COLONIAS. Argentina esq. Mérida, col. Adalberto Tejeda
4. INFLUENTE PLANTA DE TRATAMIENTO FLORES DEL VALLE. Paseo de los ébanos entre azalias y arango, un. hab. flores del valle.
5. EFLUENTE PLANTA DE TRATAMIENTO FLORESTA 2. Dátil esquina Oyamel, un. habitacional floresta 2.
6. INFLUENTE PLANTA DE TRATAMIENTO FARO DE LA LAGUNA. Tintorera esq. Bacalao. un. habitacional faro de la laguna.

Una vez identificados los puntos de aforo se vio la dificultad de realizar las mediciones con ayuda de equipos de medición como micromolinetes o medidores del tipo ultrasónico; debido a las condiciones topográficas, azolve, y desconocimiento de las pendientes en las secciones propuestas, por lo que la única alternativa fue realizarlo manualmente apoyados en la ecuación de continuidad $Q = Vel. \times \text{Área}$; el margen de error entre la medición utilizando equipos automáticos y las mediciones de tipo manual, no es significativo, teniéndose como único inconveniente en este último, el uso intensivo de personal y una supervisión constante a fin de evitar al máximo errores de tipo humano.

A continuación se describe la metodología empleada para la obtención del gasto:

1. Selección del tramo de colector entre dos pozos de visita contiguos, que no tuvieran cambios de pendiente pronunciadas, y que no tuvieran diferencia de cota entre la tubería de ingreso y la de salida la finalidad es que la vena del flujo sea lo más uniforme posible.

2. Determinación del diámetro de la tubería en el punto donde se realizaría el aforo.
3. Después de varias pruebas preliminares en los diferentes puntos, se definió que para determinar la velocidad del tramo se emplearían flotadores superficiales simples. Para determinar la velocidad promedio se realizaron siete pruebas simultáneas con la hora de muestro fisicoquímico, es decir cada cuatro horas aproximadamente.
4. La medición del tirante en el conducto, se realizó con ayuda de un estadal y consiste en medir físicamente el tirante de agua sobre el fondo del conducto, siempre se cuidó y verificó que al momento de determinar la medida del tirante, no se produjera resalto, por el contacto del estadal con el agua, ello con el fin de evitar distorsión en la lectura del tirante.
5. Se procesaron los valores obtenidos de tiempo(s), distancia (m), diámetro (d) y tirante (d), aplicándose las relaciones hidráulicas en la ecuación de continuidad.

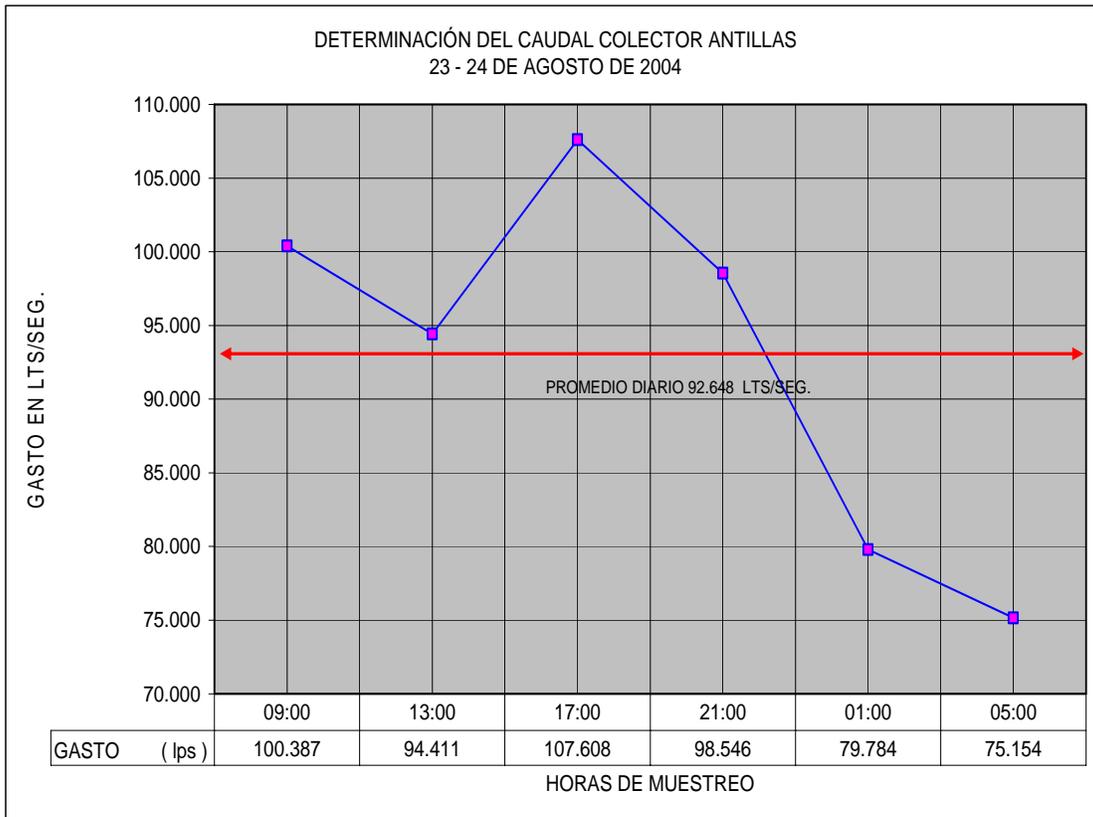


6. Los resultados obtenidos por punto de muestro y día de su realización son presentados en las siguientes tablas; la primera muestra los registros de los tiempos promedio para determinar la velocidad promedio; la segunda muestra el cálculo de velocidad, área y gasto, y por último se grafican los gastos obtenidos contra las horas de muestro.

Punto de Muestreo:	COLECTOR "ANTILLAS"		
Ubicación:	Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas		
Diametro:	1.07 m	Distancia:	14.25 m
Fecha de Muestreo:	23 al 24 de Agosto de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.230	09:00	19.71	20.02	19.19	20.32	20.44	21.38	19.95	20.14
0.225	13:00	21.38	20.28	21.71	20.44	20.79	19.64	21.07	20.76
0.240	17:00	20.56	19.45	20.98	20.02	19.52	20.11	19.12	19.97
0.235	21:00	21.97	22.60	19.74	20.60	21.64	20.98	20.58	21.16
0.210	01:00	22.06	25.38	21.52	21.10	24.06	21.40	20.28	22.26
0.200	05:00	22.98	21.31	21.05	20.91	24.11	21.47	22.39	22.03

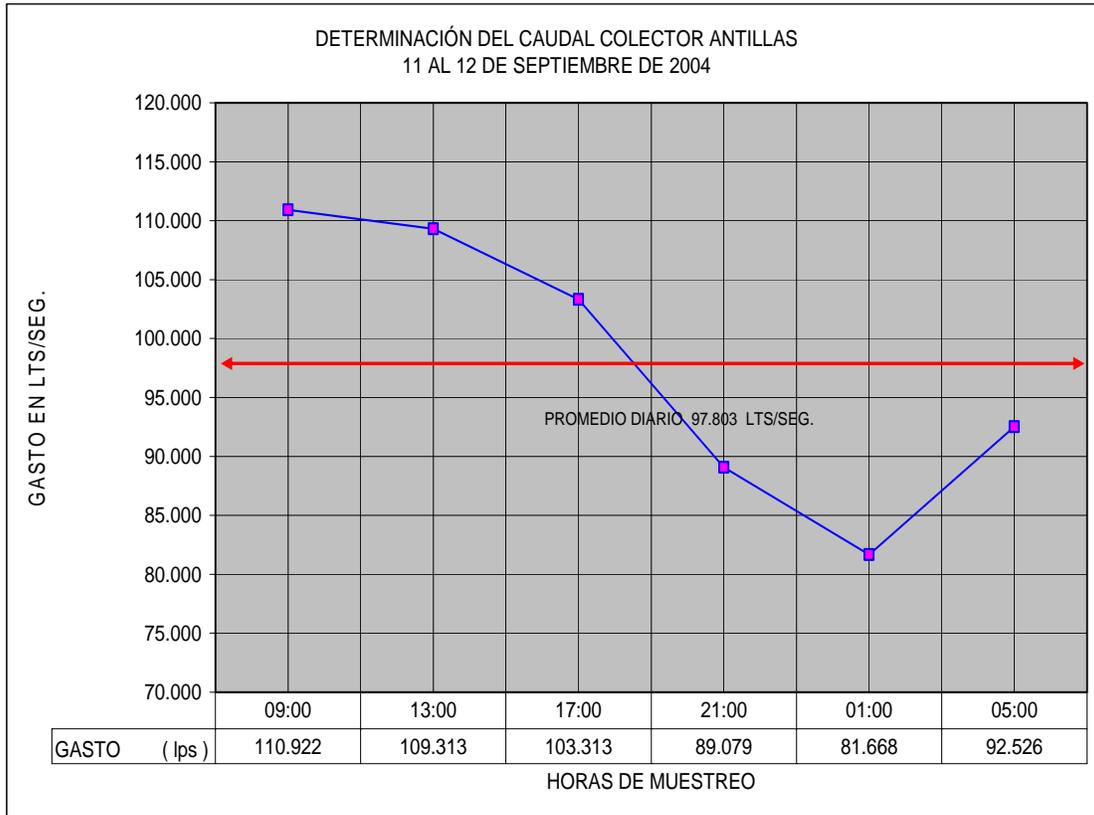
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.230	20.14	1.07	0.535	0.1419	0.7074	100.387
13:00	0.225	20.76	1.07	0.535	0.1375	0.6865	94.411
17:00	0.240	19.97	1.07	0.535	0.1508	0.7137	107.608
21:00	0.235	21.16	1.07	0.535	0.1463	0.6735	98.546
01:00	0.210	22.26	1.07	0.535	0.1246	0.6402	79.784
05:00	0.200	22.03	1.07	0.535	0.1162	0.6468	75.154
PROMEDIO							92.648



Punto de Muestreo: **COLECTOR "ANTILLAS"**
 Ubicación: Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas
 Diámetro: 1.07 m Distancia: 14.25 m
 Fecha de Muestreo: **11 al 12 de Septiembre de 2004**

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.25	09:00	20.11	20.49	20.37	21.00	20.72	20.42	20.56	20.52
0.24	13:00	19.92	19.62	19.78	19.71	19.31	19.48	19.76	19.65
0.24	17:00	20.75	20.65	20.70	20.89	20.98	20.60	21.00	20.80
0.23	21:00	22.70	22.51	22.77	22.81	22.65	22.91	22.56	22.70
0.22	01:00	23.45	23.24	23.35	23.19	23.07	23.33	23.05	23.24
0.24	05:00	23.12	23.31	23.19	23.10	23.42	23.26	23.14	23.22

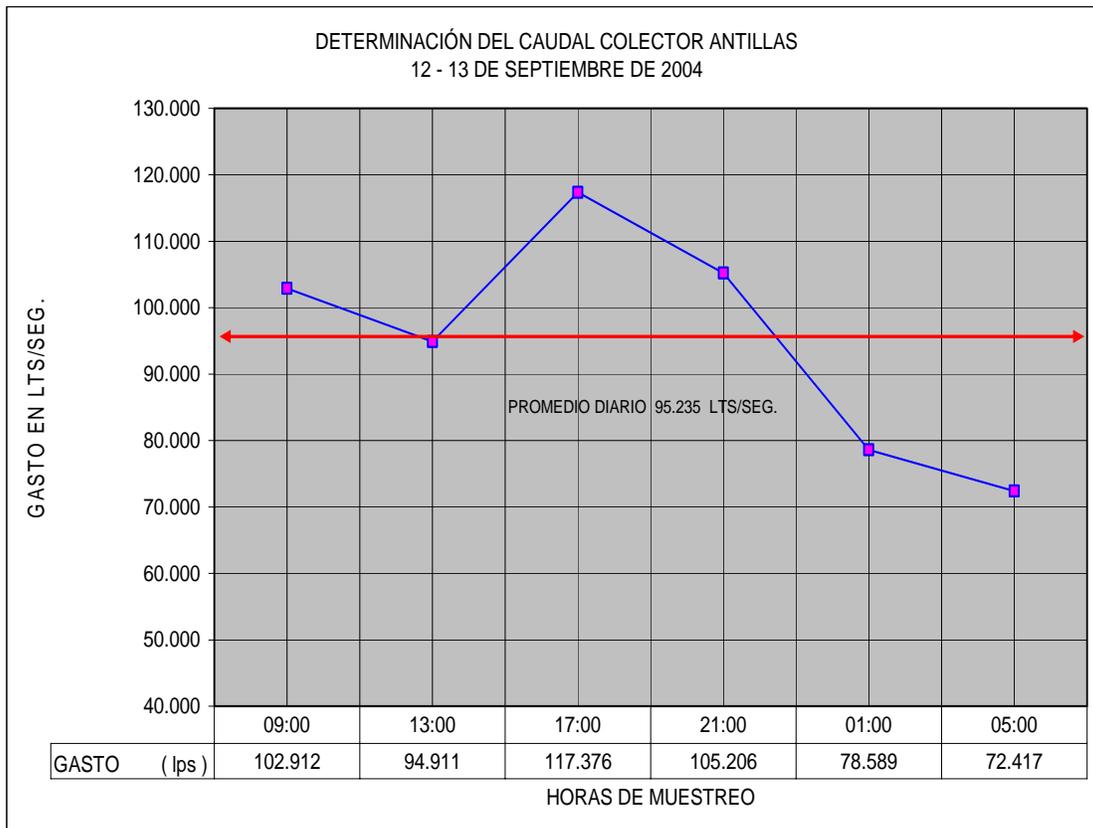
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.25	20.52	1.07	0.535	0.1598	0.6943	110.922
13:00	0.24	19.65	1.07	0.535	0.1508	0.7250	109.313
17:00	0.24	20.80	1.07	0.535	0.1508	0.6852	103.313
21:00	0.23	22.70	1.07	0.535	0.1419	0.6277	89.079
01:00	0.22	23.24	1.07	0.535	0.1332	0.6132	81.668
05:00	0.24	23.22	1.07	0.535	0.1508	0.6137	92.526
PROMEDIO							97.803



Punto de Muestreo:	COLECTOR "ANTILLAS"		
Ubicación:	Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas		
Diametro:	1.07 m	Distancia:	14.25 m
Fecha de Muestreo:	12 al 13 de Septiembre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.23	09:00	19.43	19.57	19.17	20.53	19.83	19.64	19.38	19.65
0.22	13:00	19.17	19.50	21.15	19.90	19.38	20.75	20.13	20.00
0.25	17:00	19.85	19.48	19.85	19.19	19.29	19.10	19.01	19.40
0.24	21:00	20.56	20.23	21.22	20.02	19.69	21.24	19.99	20.42
0.2	01:00	20.53	20.18	20.42	22.37	21.31	21.05	21.62	21.07
0.2	05:00	21.85	23.45	22.48	22.74	23.03	23.19	23.31	22.86

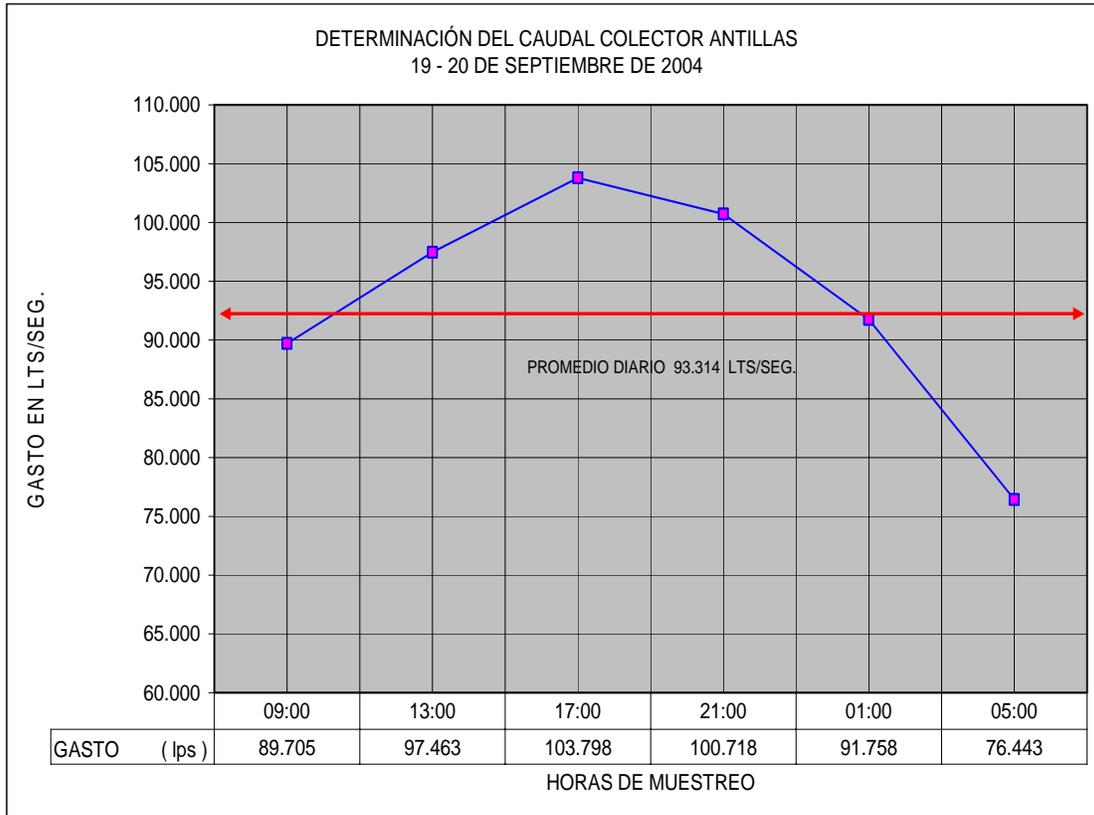
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.23	19.65	1.07	0.535	0.1419	0.7252	102.912
13:00	0.22	20.00	1.07	0.535	0.1332	0.7126	94.911
17:00	0.25	19.40	1.07	0.535	0.1598	0.7347	117.376
21:00	0.24	20.42	1.07	0.535	0.1508	0.6978	105.206
01:00	0.2	21.07	1.07	0.535	0.1162	0.6764	78.589
05:00	0.2	22.86	1.07	0.535	0.1162	0.6232	72.417
PROMEDIO							95.235



Punto de Muestreo:	COLECTOR "ANTILLAS"		
Ubicación:	Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas		
Diametro:	1.07 m	Distancia:	14.25 m
Fecha de Muestreo:	19 al 20 de Septiembre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.21	09:00	19.71	19.88	19.57	19.95	19.99	19.71	19.76	19.80
0.23	13:00	20.89	20.58	20.44	20.96	20.60	20.77	21.00	20.75
0.24	17:00	20.63	20.32	20.42	20.65	21.03	20.79	21.05	20.70
0.24	21:00	21.26	21.52	21.71	21.33	21.40	21.10	21.00	21.33
0.22	01:00	20.39	20.65	20.35	20.70	20.65	20.98	21.07	20.68
0.20	05:00	21.50	21.66	21.59	21.80	21.94	21.40	21.73	21.66

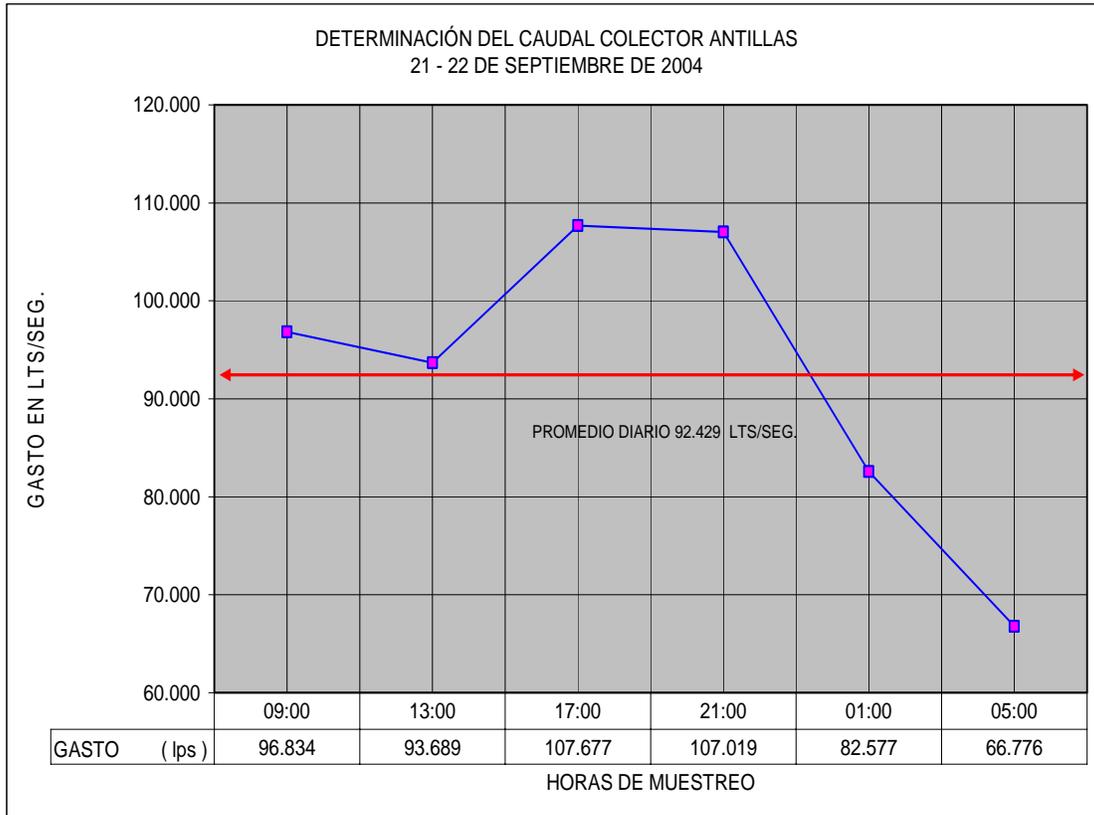
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.21	19.80	1.07	0.535	0.1246	0.7199	89.705
13:00	0.23	20.75	1.07	0.535	0.1419	0.6868	97.463
17:00	0.24	20.70	1.07	0.535	0.1508	0.6885	103.798
21:00	0.24	21.33	1.07	0.535	0.1508	0.6680	100.718
01:00	0.22	20.68	1.07	0.535	0.1332	0.6889	91.758
05:00	0.2	21.66	1.07	0.535	0.1162	0.6579	76.443
PROMEDIO							93.314



Punto de Muestreo: **COLECTOR "ANTILLAS"**
 Ubicación: Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas
 Diámetro: 1.07 m Distancia: 14.25 m
 Fecha de Muestreo: **21 al 22 de Septiembre de 2004**

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.220	09:00	19.45	19.55	19.71	19.29	19.78	19.57	19.85	19.60
0.225	13:00	21.00	20.79	20.72	21.03	20.89	21.07	20.93	20.92
0.240	17:00	20.11	19.90	19.71	19.83	20.13	20.04	19.95	19.95
0.250	21:00	20.98	21.40	21.71	21.10	20.93	21.36	21.43	21.27
0.210	01:00	21.52	21.10	21.52	21.71	21.52	21.78	21.38	21.50
0.190	05:00	22.77	23.10	22.84	23.21	22.72	23.42	23.17	23.03

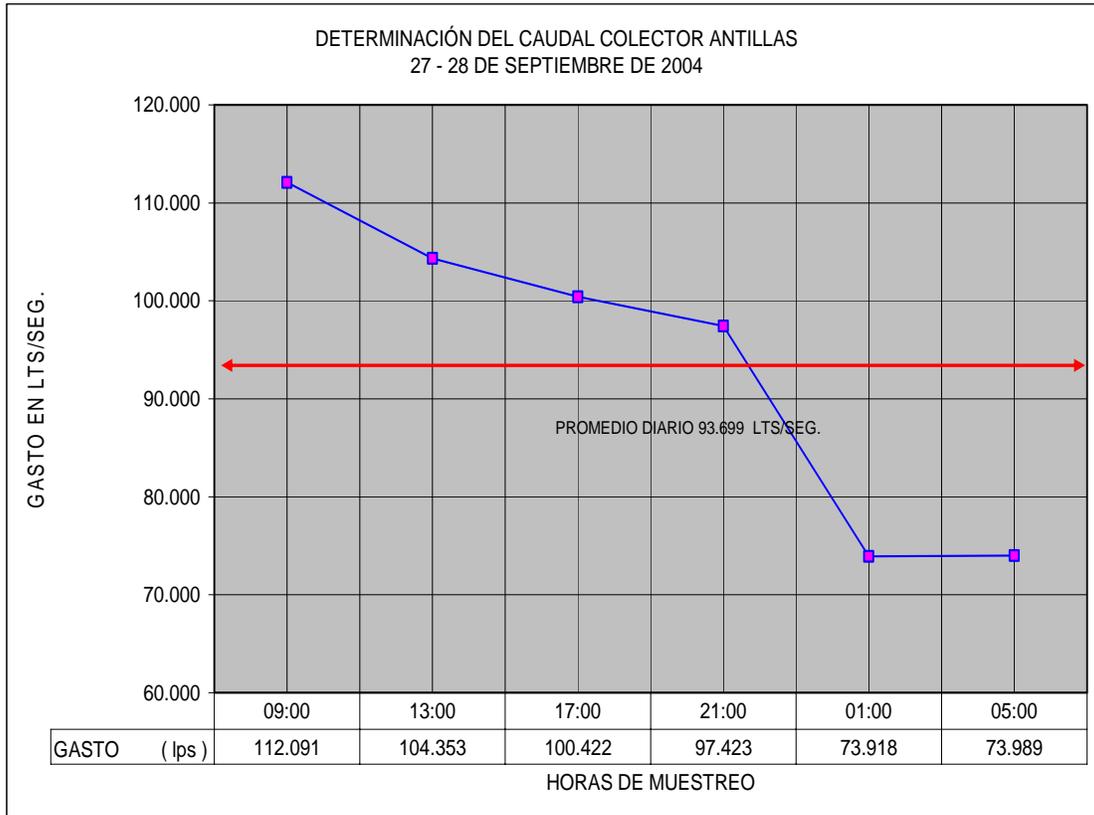
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.22	19.60	1.07	0.535	0.1332	0.7270	96.834
13:00	0.225	20.92	1.07	0.535	0.1375	0.6812	93.689
17:00	0.24	19.95	1.07	0.535	0.1508	0.7142	107.677
21:00	0.25	21.27	1.07	0.535	0.1598	0.6699	107.019
01:00	0.21	21.50	1.07	0.535	0.1246	0.6627	82.577
05:00	0.19	23.03	1.07	0.535	0.1079	0.6187	66.776
PROMEDIO							92.429



Punto de Muestreo: **COLECTOR "ANTILLAS"**
 Ubicación: Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas
 Diámetro: 1.07 m Distancia: 14.25 m
 Fecha de Muestreo: **27 al 28 de Septiembre de 2004**

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.24	09:00	19.08	18.96	19.17	19.38	18.91	19.24	19.43	19.17
0.23	13:00	19.34	19.52	19.05	19.48	19.62	19.19	19.45	19.38
0.23	17:00	20.11	20.23	20.49	19.88	20.21	19.95	20.09	20.14
0.23	21:00	20.96	20.28	20.65	20.77	20.96	20.58	21.10	20.76
0.2	01:00	21.54	23.33	23.45	23.14	23.00	21.50	20.84	22.40
0.2	05:00	22.48	22.70	22.98	22.63	21.10	22.18	22.58	22.38

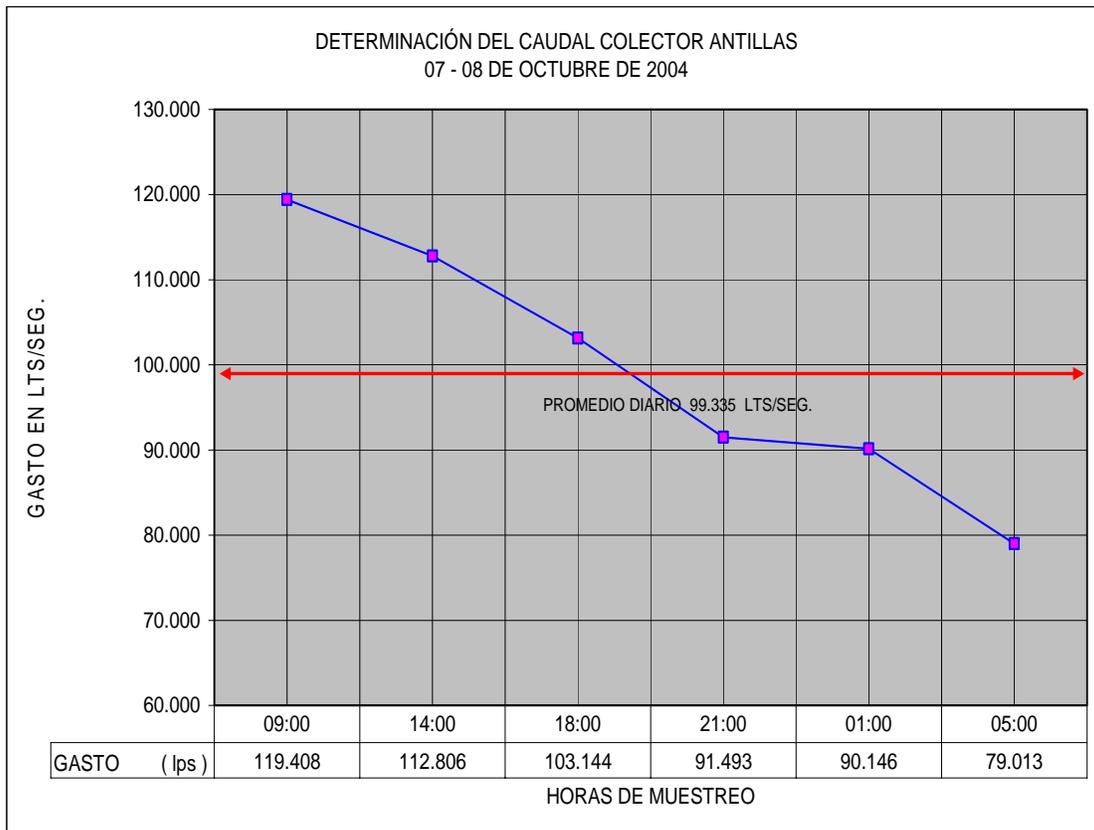
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.24	19.17	1.07	0.535	0.1508	0.7435	112.091
13:00	0.23	19.38	1.07	0.535	0.1419	0.7353	104.353
17:00	0.23	20.14	1.07	0.535	0.1419	0.7076	100.422
21:00	0.23	20.76	1.07	0.535	0.1419	0.6865	97.423
01:00	0.2	22.40	1.07	0.535	0.1162	0.6362	73.918
05:00	0.2	22.38	1.07	0.535	0.1162	0.6368	73.989
PROMEDIO							93.699



Punto de Muestreo:	COLECTOR "ANTILLAS"	
Ubicación:	Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas	
Diametro:	1.07 m	Distancia: 14.25 m
Fecha de Muestreo:	7 al 8 de Octubre de 2004	

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.25	09:00	18.25	19.24	19.10	19.43	19.29	18.77	19.38	19.07
0.24	14:00	19.34	19.17	18.72	19.08	19.38	18.58	19.05	19.05
0.23	18:00	19.55	19.85	19.45	19.57	19.99	19.64	19.19	19.61
0.22	21:00	20.93	20.37	20.93	20.58	21.80	19.55	21.05	20.74
0.22	01:00	20.96	20.37	20.86	21.07	21.69	21.38	21.05	21.05
0.21	05:00	22.48	22.98	22.74	22.13	22.44	22.23	22.32	22.47

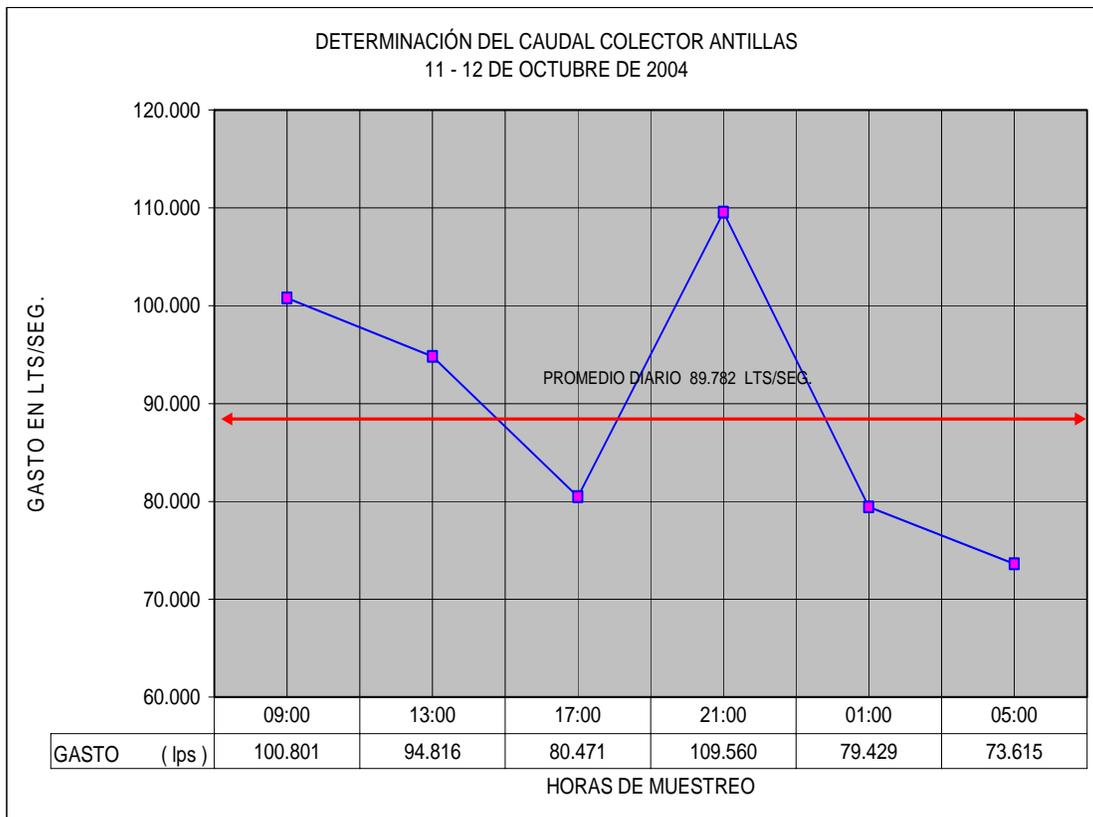
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.25	19.07	1.07	0.535	0.1598	0.7474	119.408
14:00	0.24	19.05	1.07	0.535	0.1508	0.7482	112.806
18:00	0.23	19.61	1.07	0.535	0.1419	0.7268	103.144
21:00	0.22	20.74	1.07	0.535	0.1332	0.6869	91.493
01:00	0.22	21.05	1.07	0.535	0.1332	0.6768	90.146
05:00	0.21	22.47	1.07	0.535	0.1246	0.6341	79.013
PROMEDIO							99.335



Punto de Muestreo:	COLECTOR "ANTILLAS"								
Ubicación:	Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas								
Diametro:	1.07 m	Distancia:			14.25 m				
Fecha de Muestreo:	11 al 12 de Octubre de 2004								

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.23	09:00	20.13	20.86	19.71	20.06	20.93	19.71	19.03	20.06
0.22	13:00	19.34	20.13	20.25	20.91	19.88	19.66	19.95	20.02
0.2	17:00	21.57	20.65	21.38	20.28	19.41	20.09	20.65	20.58
0.24	21:00	19.17	19.59	19.43	18.40	19.24	20.04	21.40	19.61
0.2	01:00	21.87	21.50	19.69	20.53	20.06	20.65	21.62	20.85
0.19	05:00	20.18	20.79	21.22	20.96	21.54	21.10	20.46	20.89

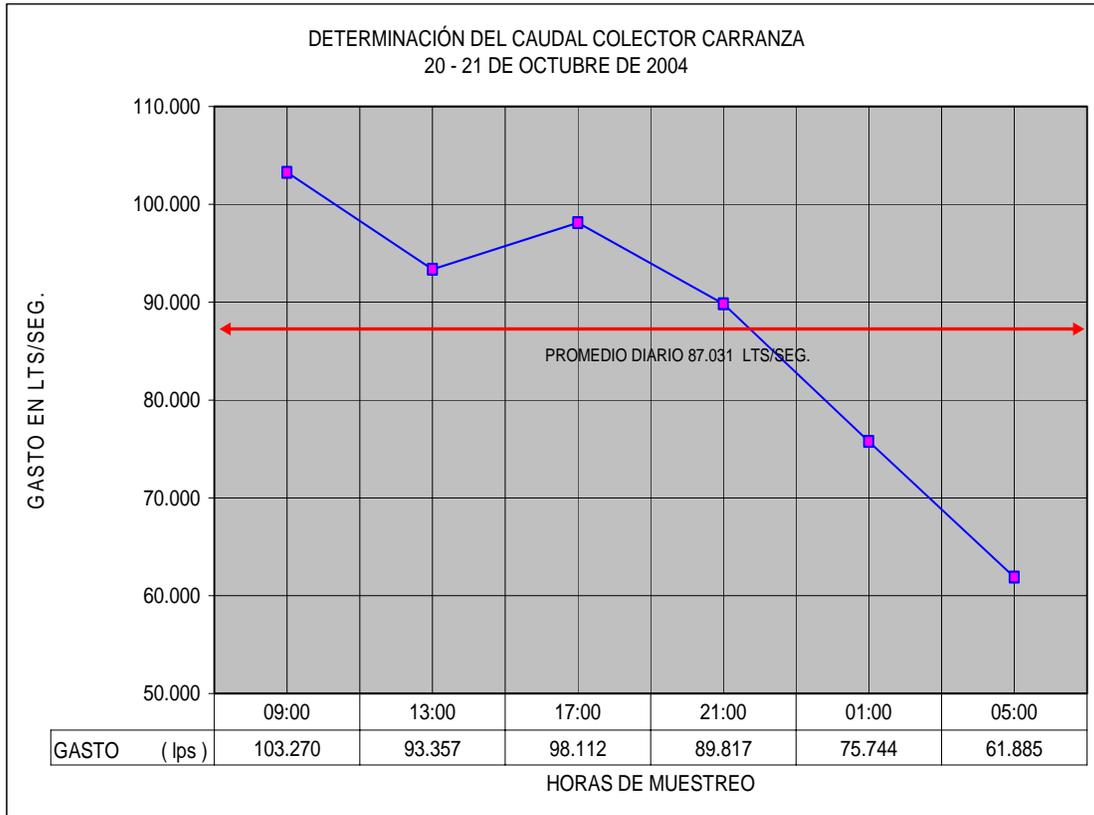
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.23	20.06	1.07	0.535	0.1419	0.7103	100.801
13:00	0.22	20.02	1.07	0.535	0.1332	0.7119	94.816
17:00	0.2	20.58	1.07	0.535	0.1162	0.6926	80.471
21:00	0.24	19.61	1.07	0.535	0.1508	0.7267	109.560
01:00	0.2	20.85	1.07	0.535	0.1162	0.6836	79.429
05:00	0.19	20.89	1.07	0.535	0.1079	0.6821	73.615
PROMEDIO							89.782



Punto de Muestreo:	COLECTOR "ANTILLAS"		
Ubicación:	Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas		
Diametro:	1.07 m	Distancia:	14.25 m
Fecha de Muestreo:	20 al 21 de Octubre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.24	09:00	20.96	21.03	20.02	20.37	21.64	20.91	20.70	20.80
0.22	13:00	19.64	20.02	20.91	19.90	19.71	21.15	20.98	20.33
0.23	17:00	21.03	20.53	20.42	21.05	20.70	20.58	19.97	20.61
0.22	21:00	21.43	20.60	21.24	21.00	21.10	21.66	20.89	21.13
0.19	01:00	19.52	20.13	21.05	20.63	19.81	20.32	20.68	20.31
0.17	05:00	21.52	21.47	20.89	20.60	21.00	21.64	21.05	21.17

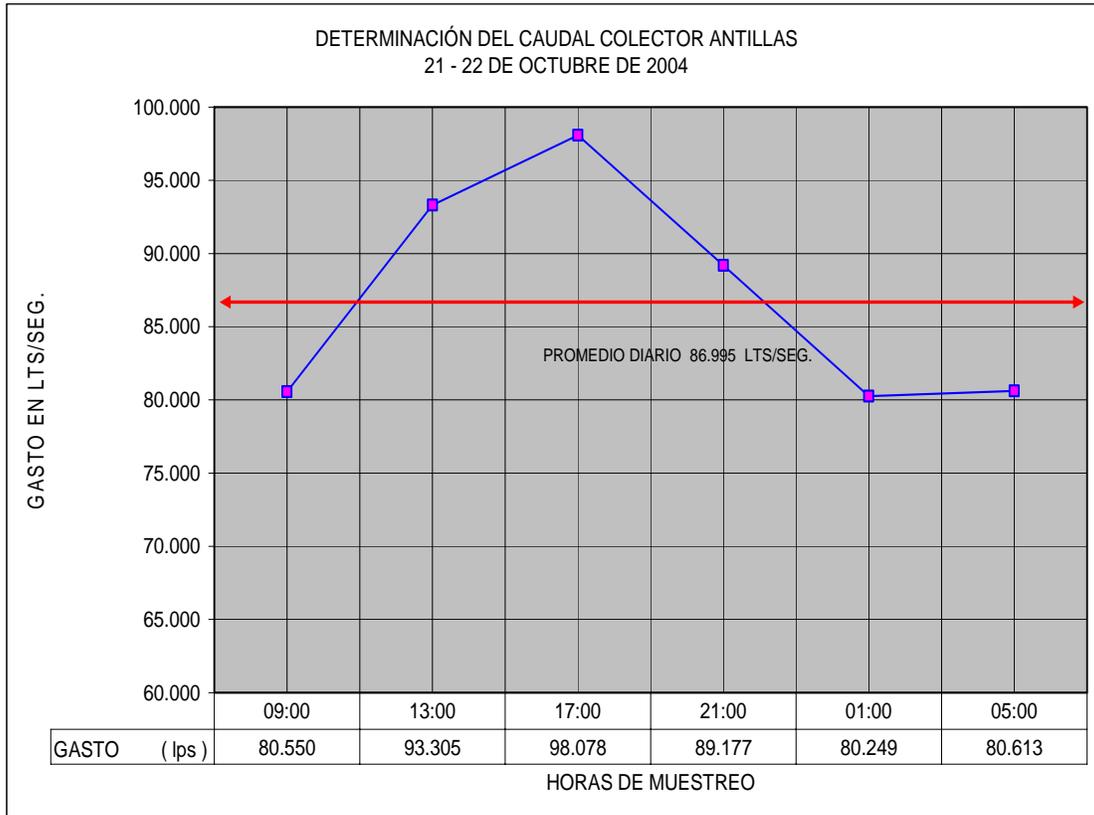
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.24	20.80	1.07	0.535	0.1508	0.6850	103.270
13:00	0.22	20.33	1.07	0.535	0.1332	0.7009	93.357
17:00	0.23	20.61	1.07	0.535	0.1419	0.6914	98.112
21:00	0.22	21.13	1.07	0.535	0.1332	0.6744	89.817
01:00	0.19	20.31	1.07	0.535	0.1079	0.7018	75.744
05:00	0.17	21.17	1.07	0.535	0.0919	0.6732	61.885
PROMEDIO							87.031



Punto de Muestreo:	COLECTOR "ANTILLAS"		
Ubicación:	Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas		
Diametro:	1.07 m	Distancia:	14.25 m
Fecha de Muestreo:	21 al 22 de Octubre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.2	09:00	20.89	20.56	20.42	20.49	20.70	20.32	20.51	20.56
0.22	13:00	20.37	20.11	20.53	20.42	20.06	20.25	20.65	20.34
0.23	17:00	20.42	20.63	20.72	20.58	20.46	20.89	20.63	20.62
0.21	21:00	20.11	19.81	19.55	19.95	20.13	19.85	19.99	19.91
0.2	01:00	20.37	20.77	20.65	20.68	20.65	20.75	20.56	20.63
0.195	05:00	20.02	19.81	19.74	19.66	19.59	19.85	19.97	19.81

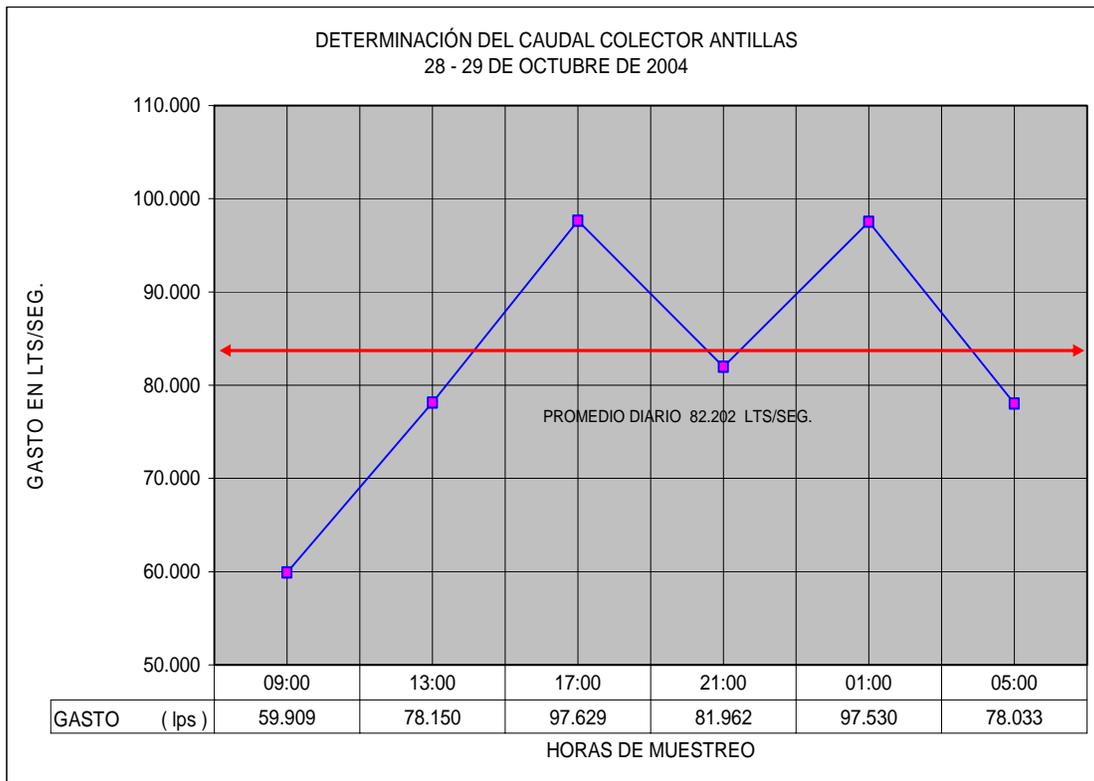
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.2	20.56	1.07	0.535	0.1162	0.6932	80.550
13:00	0.22	20.34	1.07	0.535	0.1332	0.7005	93.305
17:00	0.23	20.62	1.07	0.535	0.1419	0.6911	98.078
21:00	0.21	19.91	1.07	0.535	0.1246	0.7156	89.177
01:00	0.2	20.63	1.07	0.535	0.1162	0.6906	80.249
05:00	0.195	19.81	1.07	0.535	0.1120	0.7195	80.613
PROMEDIO							86.995



Punto de Muestreo:	COLECTOR "ANTILLAS"		
Ubicación:	Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas		
Diametro:	1.07 m	Distancia:	14.25 m
Fecha de Muestreo:	28 al 29 de Octubre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.16	09:00	21.26	19.74	19.55	19.83	19.99	20.11	19.71	20.03
0.195	13:00	20.18	19.50	20.49	21.40	20.32	20.96	20.16	20.43
0.225	17:00	19.31	20.30	20.04	19.95	20.53	20.21	20.18	20.07
0.2	21:00	21.07	19.99	20.25	19.76	19.50	20.82	20.02	20.20
0.23	01:00	20.44	20.96	20.06	21.33	20.98	20.58	20.79	20.73
0.19	05:00	19.17	19.64	19.48	19.74	20.04	19.41	20.49	19.71

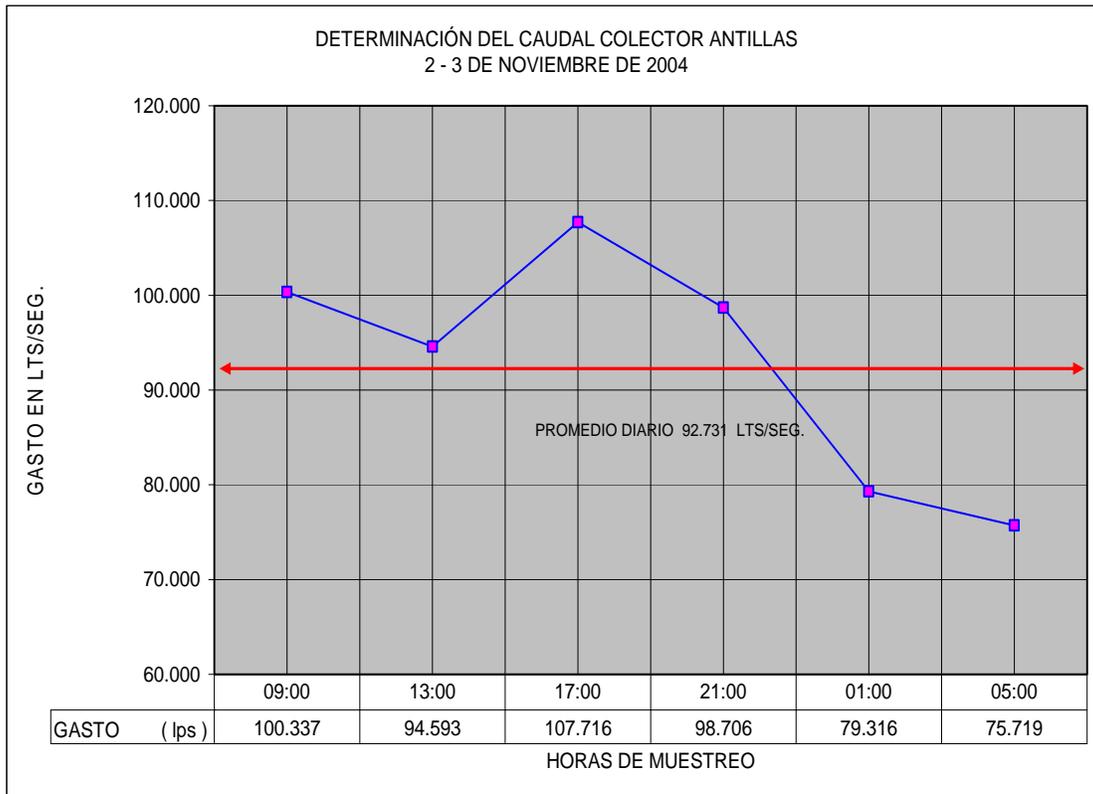
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.16	20.03	1.07	0.535	0.0842	0.7115	59.909
13:00	0.195	20.43	1.07	0.535	0.1120	0.6975	78.150
17:00	0.225	20.07	1.07	0.535	0.1375	0.7099	97.629
21:00	0.2	20.20	1.07	0.535	0.1162	0.7054	81.962
01:00	0.23	20.73	1.07	0.535	0.1419	0.6873	97.530
05:00	0.19	19.71	1.07	0.535	0.1079	0.7230	78.033
PROMEDIO							82.202



Punto de Muestreo:	COLECTOR "ANTILLAS"	
Ubicación:	Prol. Díaz Mirón, Pozo de Visita antes de la descarga al Canal Antillas	
Diametro:	1.07 m	Distancia: 14.25 m
Fecha de Muestreo:	2 al 3 de Noviembre de 2004	

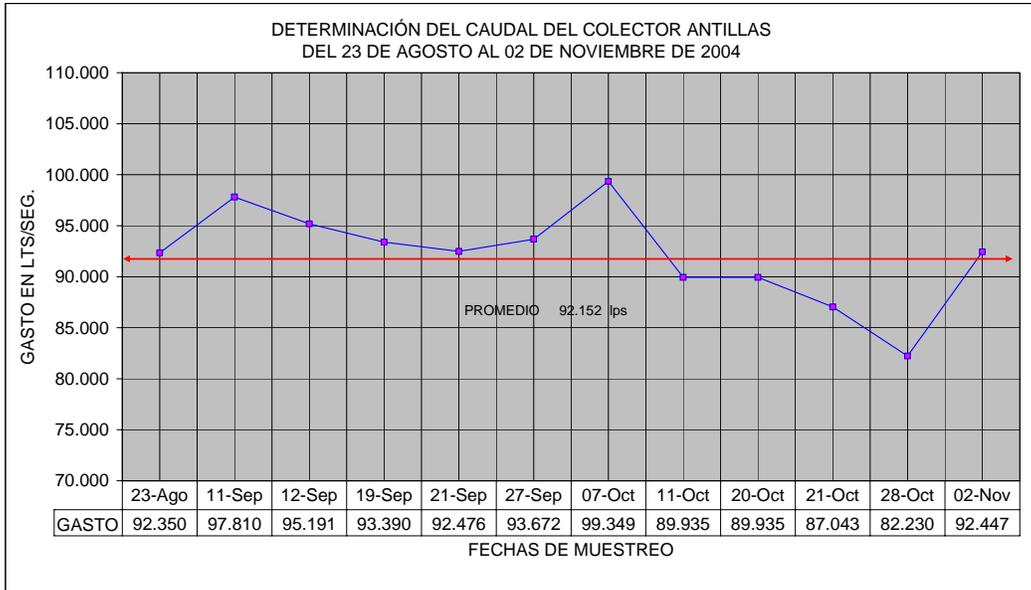
Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.23	09:00	19.78	20.02	19.19	20.32	20.44	21.38	19.95	20.15
0.225	13:00	21.10	20.28	21.71	20.44	20.79	19.64	21.07	20.72
0.24	17:00	20.42	19.45	20.98	20.02	19.52	20.11	19.12	19.95
0.235	21:00	21.73	22.60	19.74	20.60	21.64	20.98	20.58	21.12
0.21	01:00	22.98	25.38	21.52	21.10	24.06	21.40	20.28	22.39
0.2	05:00	21.83	21.31	21.05	20.91	24.11	21.47	22.39	21.87

HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m2)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.23	20.15	1.07	0.535	0.1419	0.7070	100.337
13:00	0.225	20.72	1.07	0.535	0.1375	0.6878	94.593
17:00	0.24	19.95	1.07	0.535	0.1508	0.7144	107.716
21:00	0.235	21.12	1.07	0.535	0.1463	0.6746	98.706
01:00	0.21	22.39	1.07	0.535	0.1246	0.6365	79.316
05:00	0.2	21.87	1.07	0.535	0.1162	0.6517	75.719
PROMEDIO							92.731



COLECTOR ANTILLAS
GASTO PROMEDIO

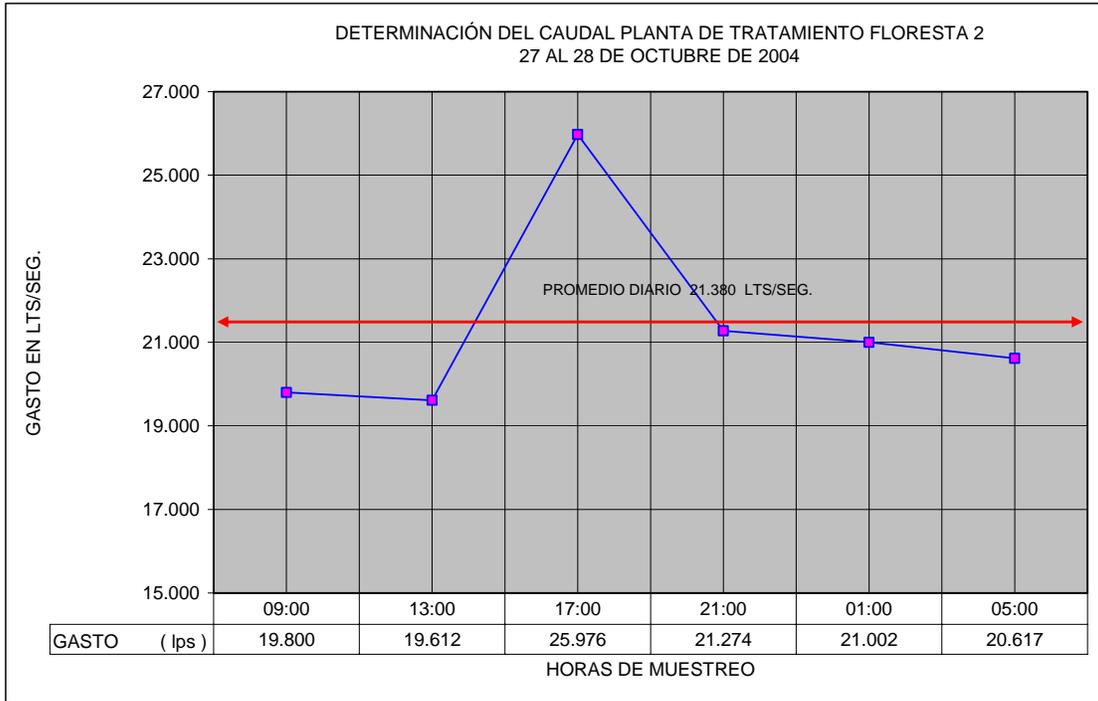
	23-Ago	11-Sep	12-Sep	19-Sep	21-Sep	27-Sep	07-Oct	11-Oct	20-Oct	21-Oct	28-Oct	02-Nov
GASTO	92.350	97.810	95.191	93.390	92.476	93.672	99.349	89.935	89.935	87.043	82.230	92.447
PROMEDIO = 92.152 LITROS/SEGUNDO.												



Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FLORESTA 2		
Ubicación:	Pozo de Visita, Oyamel esquina Dátil, Fracc. Floresta		
Diametro:	0.61 m	Distancia:	6.6 m
Fecha de Muestreo:	27 al 28 de Septiembre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.100	09:00	10.23	10.46	10.35	10.48	10.59	10.19	10.64	10.42
0.110	13:00	11.98	12.16	11.87	11.95	12.25	12.34	11.94	12.07
0.125	17:00	10.67	10.78	10.96	10.46	11.12	11.34	11.29	10.95
0.120	21:00	12.65	12.57	12.46	12.59	12.54	12.78	12.66	12.61
0.110	01:00	11.35	11.22	11.43	11.39	11.26	11.00	11.25	11.27
0.100	05:00	10.12	9.97	9.85	9.94	10.06	10.15	9.96	10.01

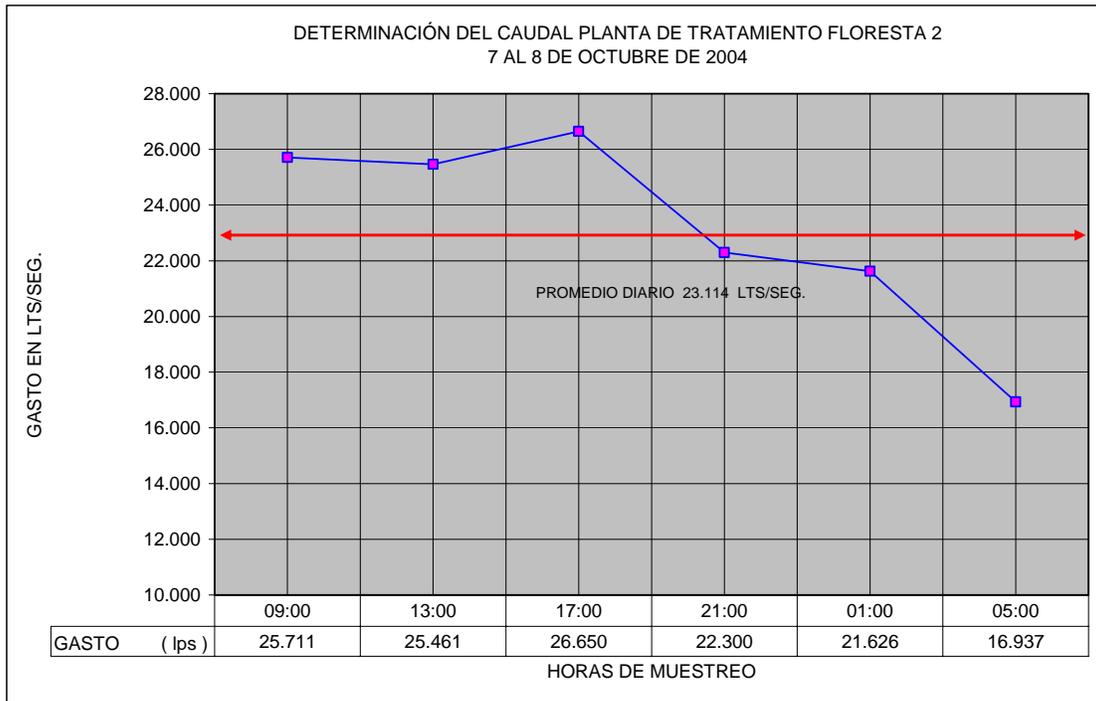
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.1	10.42	0.61	0.305	0.0313	0.6334	19.800
13:00	0.11	12.07	0.61	0.305	0.0359	0.5468	19.612
17:00	0.125	10.95	0.61	0.305	0.0431	0.6030	25.976
21:00	0.12	12.61	0.61	0.305	0.0406	0.5235	21.274
01:00	0.11	11.27	0.61	0.305	0.0359	0.5856	21.002
05:00	0.1	10.01	0.61	0.305	0.0313	0.6595	20.617
PROMEDIO							21.380



Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FLORESTA 2		
Ubicación:	Pozo de Visita, Oyamel esquina Dátil, Fracc. Floresta		
Diametro:	0.61 m	Distancia:	6.6 m
Fecha de Muestreo:	7 al 8 de Octubre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.12	09:00	10.9	10.35	10.49	10.31	10.31	10.32	10.34	10.43
0.13	13:00	12.32	11.26	12.18	11.39	12.05	11.87	11.6	11.81
0.16	17:00	14.56	15.89	14.76	15.32	14.75	15.23	15.46	15.14
0.12	21:00	11.34	12.28	12.49	11.67	12.58	11.63	12.2	12.03
0.11	01:00	10.24	10.56	11.34	10.58	10.69	11.75	11.46	10.95
0.1	05:00	11.26	12.45	12.59	12.63	12.47	11.89	11.98	12.18

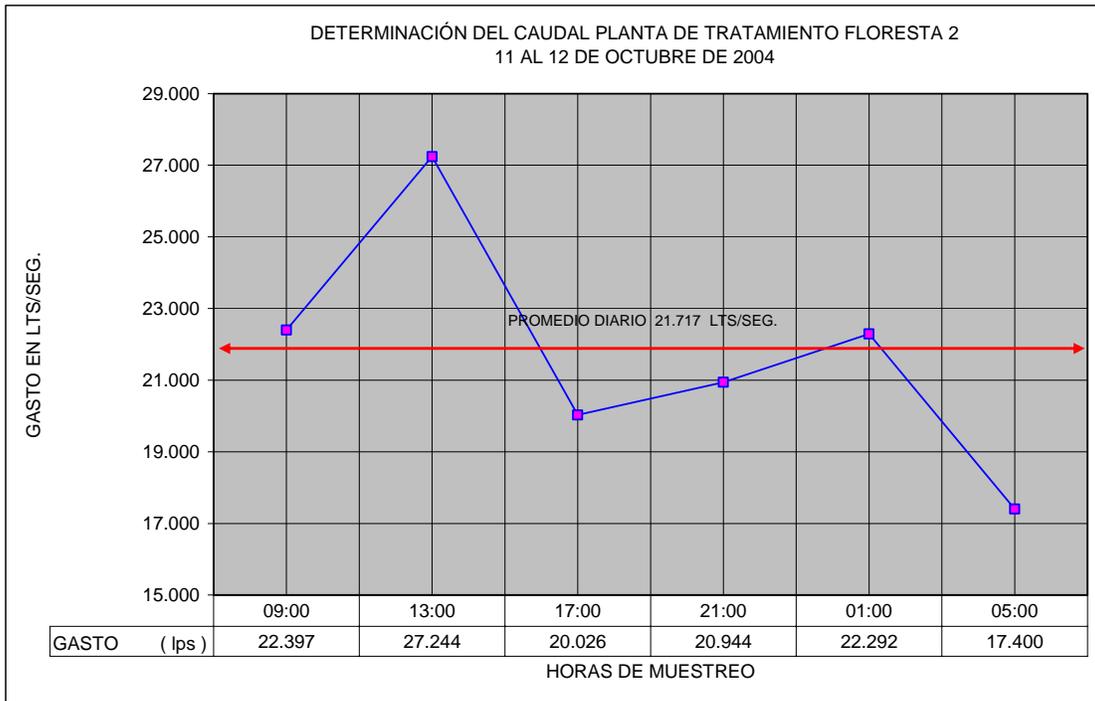
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.12	10.43	0.61	0.305	0.0406	0.6327	25.711
13:00	0.13	11.81	0.61	0.305	0.0456	0.5588	25.461
17:00	0.16	15.14	0.61	0.305	0.0611	0.4360	26.650
21:00	0.12	12.03	0.61	0.305	0.0406	0.5488	22.300
01:00	0.11	10.95	0.61	0.305	0.0359	0.6030	21.626
05:00	0.1	12.18	0.61	0.305	0.0313	0.5418	16.937
PROMEDIO							23.114



Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FLORESTA 2		
Ubicación:	Pozo de Visita, Oyamel esquina Dátil, Fracc. Floresta		
Diametro:	0.61 m	Distancia:	6.6 m
Fecha de Muestreo:	11 al 12 de Octubre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.11	09:00	10.22	10.28	10.51	10.65	10.29	11.17	10.86	10.57
0.12	13:00	9.75	9.93	9.84	9.67	10.12	9.95	9.65	9.84
0.105	17:00	11.59	10.39	10.71	11.26	11.30	10.97	11.16	11.05
0.13	21:00	15.76	12.44	13.69	14.28	15.64	14.90	13.79	14.36
0.11	01:00	10.22	10.19	10.56	10.78	11.02	10.85	10.71	10.62
0.1	05:00	11.26	12.35	11.78	11.86	11.90	11.60	12.25	11.86

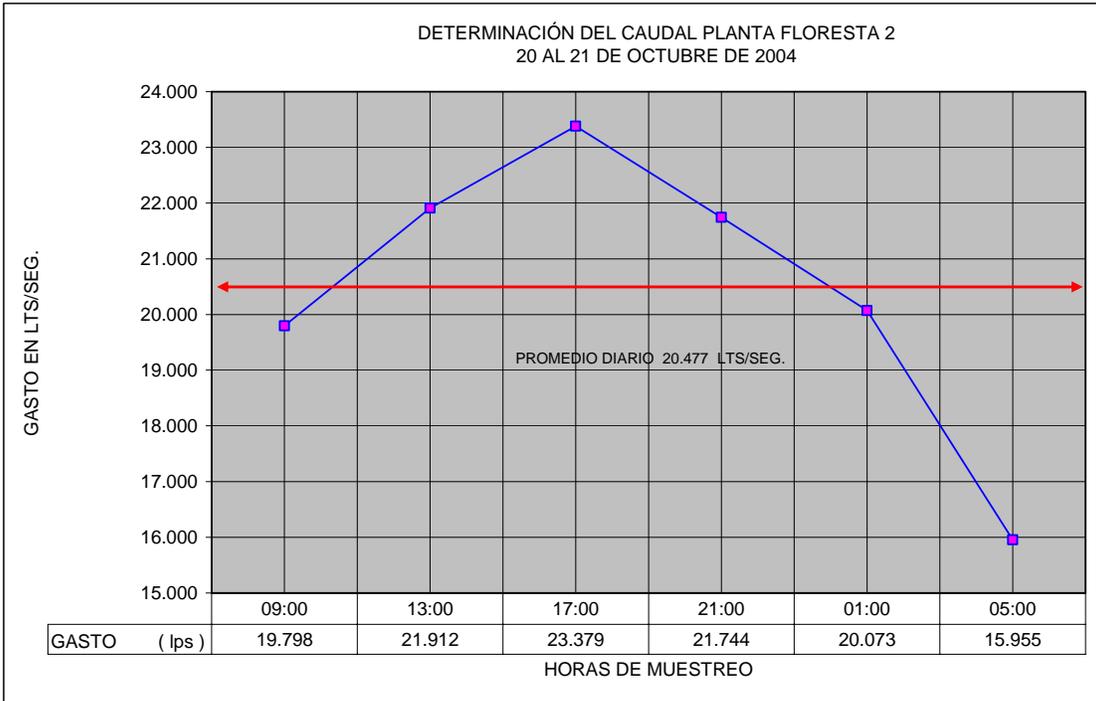
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.11	10.57	0.61	0.305	0.0359	0.6245	22.397
13:00	0.12	9.84	0.61	0.305	0.0406	0.6704	27.244
17:00	0.105	11.05	0.61	0.305	0.0335	0.5971	20.026
21:00	0.13	14.36	0.61	0.305	0.0456	0.4597	20.944
01:00	0.11	10.62	0.61	0.305	0.0359	0.6216	22.292
05:00	0.1	11.86	0.61	0.305	0.0313	0.5566	17.400
PROMEDIO							21.717



Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FLORESTA 2		
Ubicación:	Pozo de Visita, Oyamel esquina Dátil, Fracc. Floresta		
Diametro:	0.61 m	Distancia:	6.6 m
Fecha de Muestreo:	20 al 21 de Octubre de 2004		

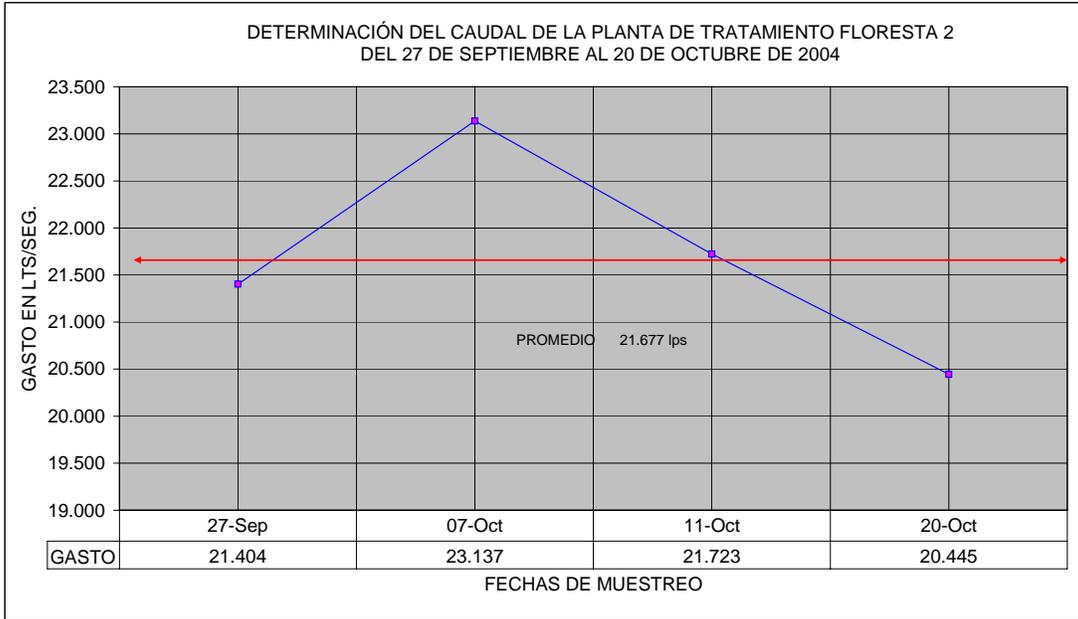
Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.10	09:00	10.48	10.46	10.5	10.3	10.4	10.39	10.42	10.42
0.12	13:00	12.22	12.39	11.68	11.9	12.53	12.7	12.26	12.24
0.12	17:00	10.35	11.8	10.63	10.9	10.81	10.62	10.44	10.79
0.12	21:00	12.16	12.36	12.52	12	12.47	12.64	12.19	12.33
0.10	01:00	10.09	10.36	10.21	10.55	10.32	10.15	10.27	10.28
0.08	05:00	9.05	9.63	9.24	9.62	9.38	9.4	9.16	9.35

HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.1	10.42	0.61	0.305	0.0313	0.6333	19.798
13:00	0.12	12.24	0.61	0.305	0.0406	0.5392	21.912
17:00	0.115	10.79	0.61	0.305	0.0382	0.6115	23.379
21:00	0.12	12.33	0.61	0.305	0.0406	0.5351	21.744
01:00	0.1	10.28	0.61	0.305	0.0313	0.6421	20.073
05:00	0.08	9.35	0.61	0.305	0.0226	0.7056	15.955
PROMEDIO							20.477



PLANTA DE TRATAMIENTO FLORESTA 2
GASTO PROMEDIO

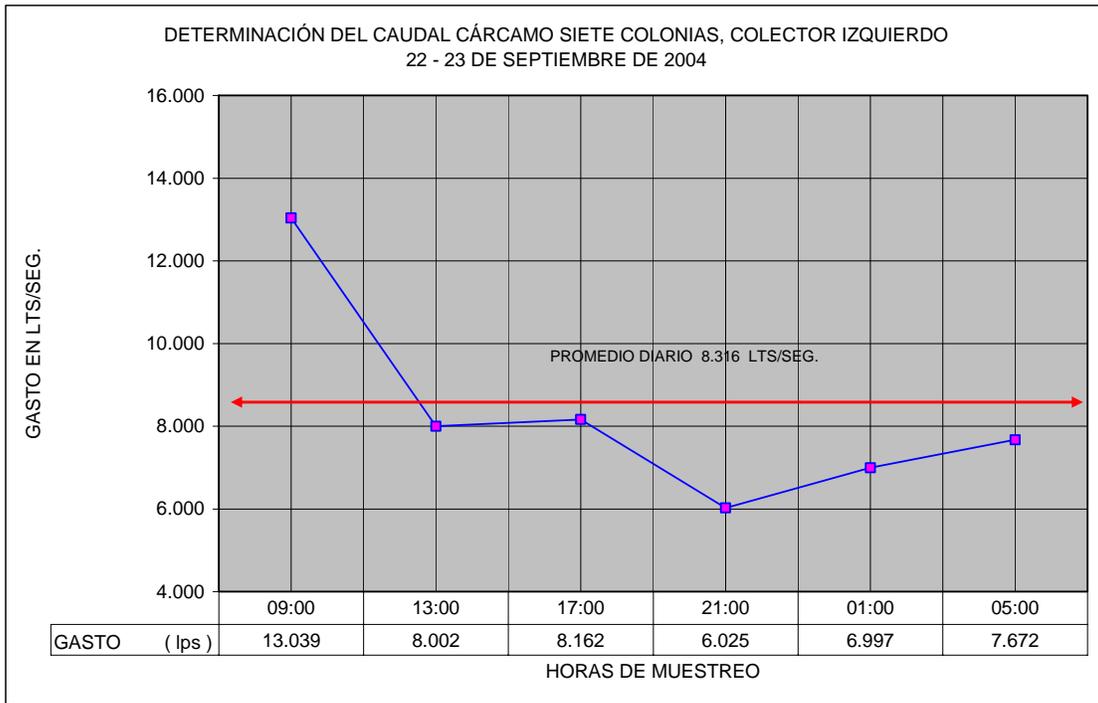
	27-Sep	07-Oct	11-Oct	20-Oct
GASTO	21.404	23.137	21.723	20.445
PROMEDIO =	21.677 LITROS/SEGUNDO.			



Punto de Muestreo:	CÁRCAMO DE BOMBEO SIETE COLONIAS		
Ubicación:	Pozo de Visita, entrada izquierda al cárcamo		
Diametro:	0.45 m	Distancia:	25.78 m
Fecha de Muestreo:	22 al 23 de Septiembre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.150	09:00	91.47	91.14	95.69	92.23	89.16	91.65	90.94	91.75
0.110	13:00	97.52	96.87	96.90	95.94	96.10	97.29	98.70	97.05
0.120	17:00	106.07	108.36	107.63	107.14	107.40	107.49	108.72	107.54
0.085	21:00	88.21	87.56	86.78	90.16	89.49	90.70	92.05	89.28
0.100	01:00	94.89	97.05	96.70	97.54	95.05	97.72	99.81	96.97
0.115	05:00	108.72	105.94	106.16	107.60	108.63	108.92	108.40	107.77

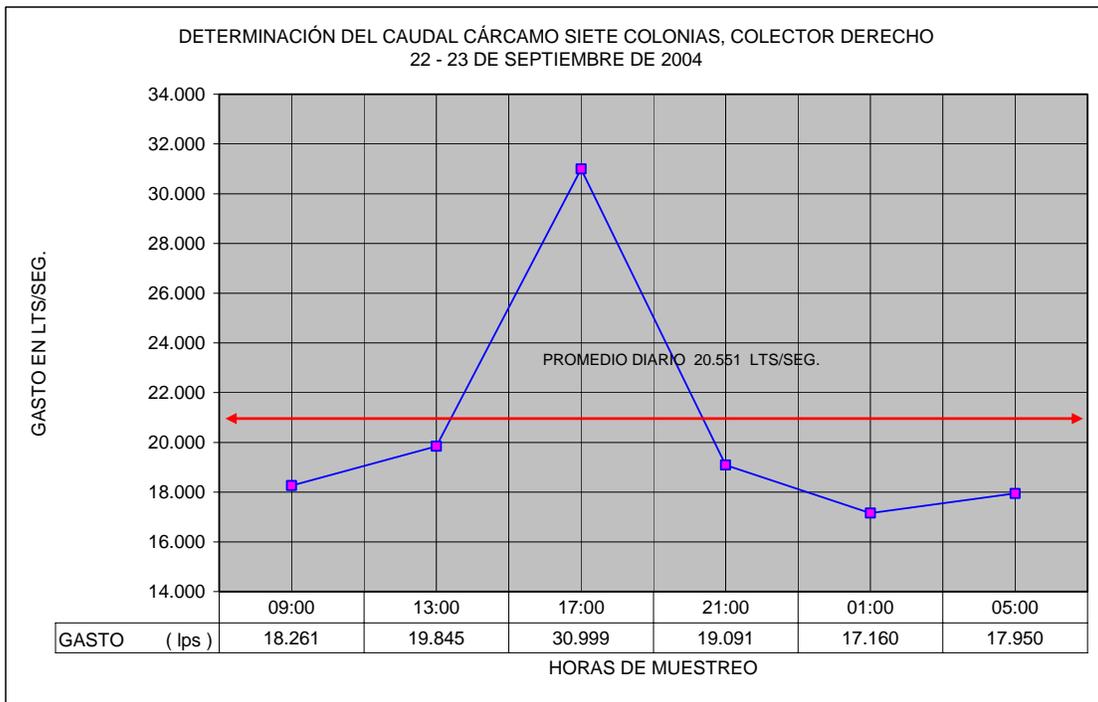
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.150	91.75	0.45	0.225	0.0464	0.2810	13.039
13:00	0.110	97.05	0.45	0.225	0.0301	0.2656	8.002
17:00	0.120	107.54	0.45	0.225	0.0340	0.2397	8.162
21:00	0.085	89.28	0.45	0.225	0.0209	0.2888	6.025
01:00	0.100	96.97	0.45	0.225	0.0263	0.2659	6.997
05:00	0.115	107.77	0.45	0.225	0.0321	0.2392	7.672
PROMEDIO							8.316



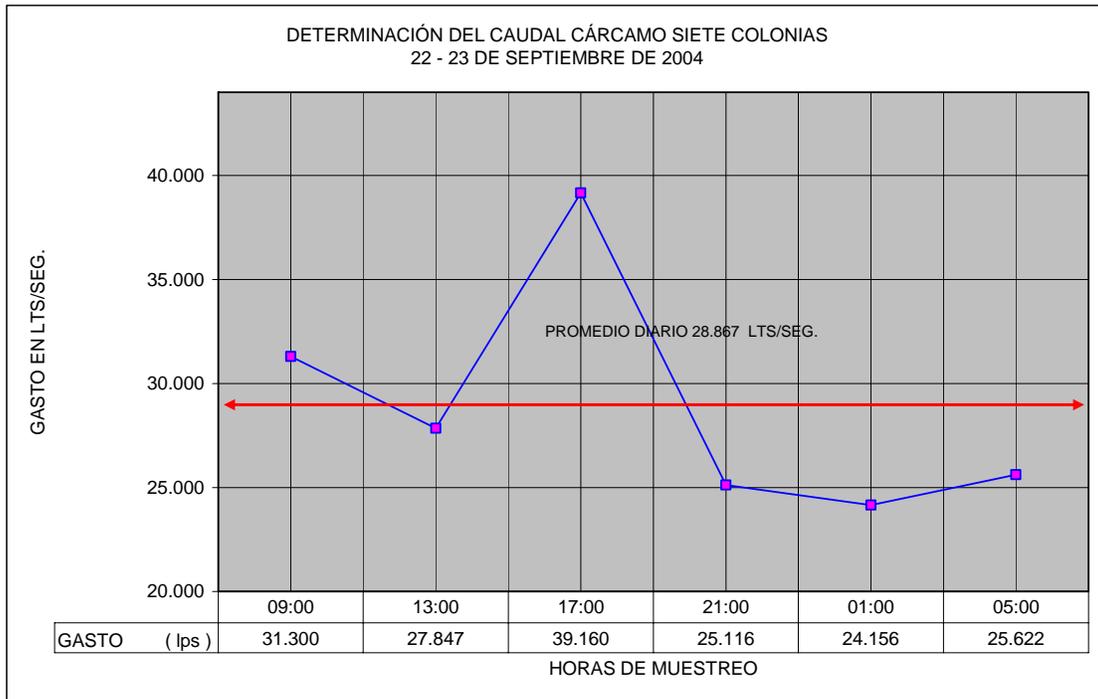
Punto de Muestreo:	CÁRCAMO DE BOMBEO SIETE COLONIAS		
Ubicación:	Pozo de Visita, entrada derecha al cárcamo		
Diametro:	0.45 m	Distancia:	13.72 m
Fecha de Muestreo:	22 al 23 de Septiembre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.090	09:00	16.89	18.07	16.47	16.83	17.40	16.85	16.58	17.01
0.100	13:00	17.60	18.65	18.72	17.80	17.83	18.27	18.49	18.19
0.150	17:00	23.32	18.65	18.45	21.21	21.67	19.61	20.87	20.54
0.095	21:00	16.69	18.00	17.49	17.29	16.80	18.16	18.63	17.58
0.085	01:00	16.54	16.98	15.92	16.69	16.76	17.32	16.56	16.68
0.080	05:00	13.92	14.18	15.56	13.89	14.63	14.92	15.21	14.62

HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.090	17.01	0.45	0.225	0.0226	0.8064	18.261
13:00	0.100	18.19	0.45	0.225	0.0263	0.7541	19.845
17:00	0.150	20.54	0.45	0.225	0.0464	0.6680	30.999
21:00	0.095	17.58	0.45	0.225	0.0245	0.7804	19.091
01:00	0.085	16.68	0.45	0.225	0.0209	0.8225	17.160
05:00	0.080	14.62	0.45	0.225	0.0191	0.9387	17.950
PROMEDIO							20.551



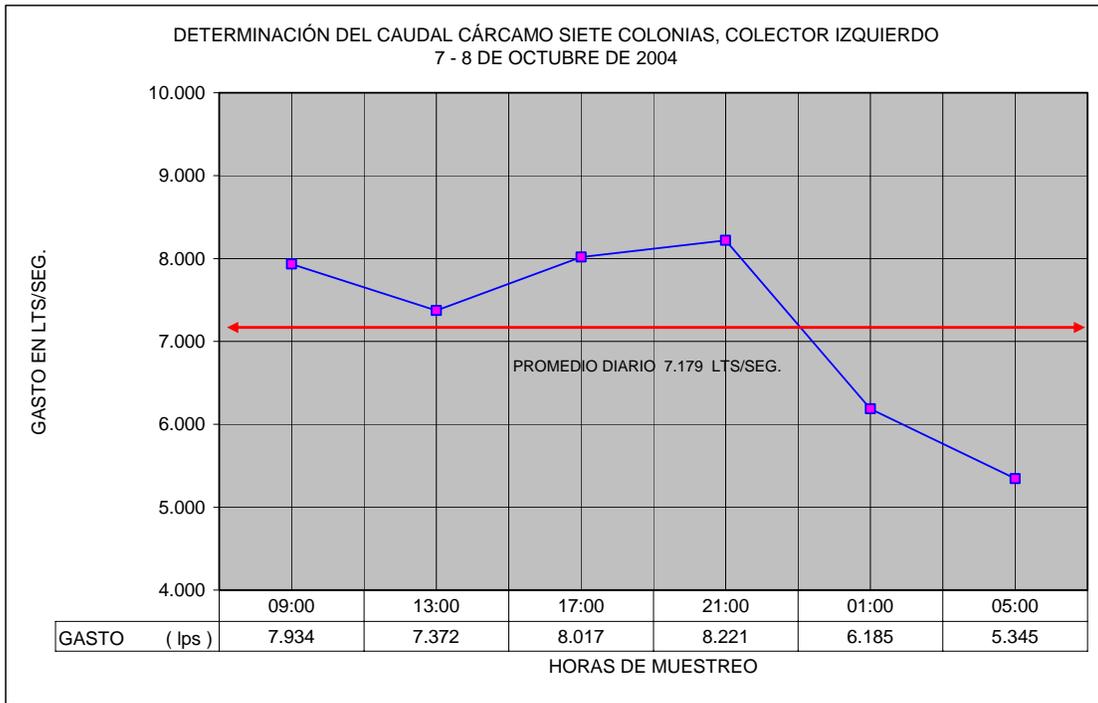
HORA	GASTO 1 (lps)	GASTO 2 (lps)	GASTO (lps)
09:00	13.039	18.261	31.300
13:00	8.002	19.845	27.847
17:00	8.162	30.999	39.160
21:00	6.025	19.091	25.116
01:00	6.997	17.160	24.156
05:00	7.672	17.950	25.622
PROMEDIO			28.867



Punto de Muestreo:	CÁRCAMO DE BOMBEO SIETE COLONIAS		
Ubicación:	Pozo de Visita, entrada izquierda al cárcamo		
Diametro:	0.45 m	Distancia:	25.78 m
Fecha de Muestreo:	7 al 8 de Octubre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.09	09:00	72.04	72.73	74.76	73.56	72.05	76.09	73.78	73.57
0.095	13:00	82.00	85.96	79.80	89.38	86.22	85.27	90.22	85.55
0.105	17:00	90.24	87.38	92.02	89.22	93.98	91.56	90.45	90.69
0.11	21:00	96.64	93.58	94.98	94.36	95.82	91.25	94.60	94.46
0.09	01:00	92.04	91.76	92.87	94.75	96.65	95.89	96.73	94.38
0.085	05:00	99.62	103.09	99.65	101.15	98.67	98.42	103.85	100.64

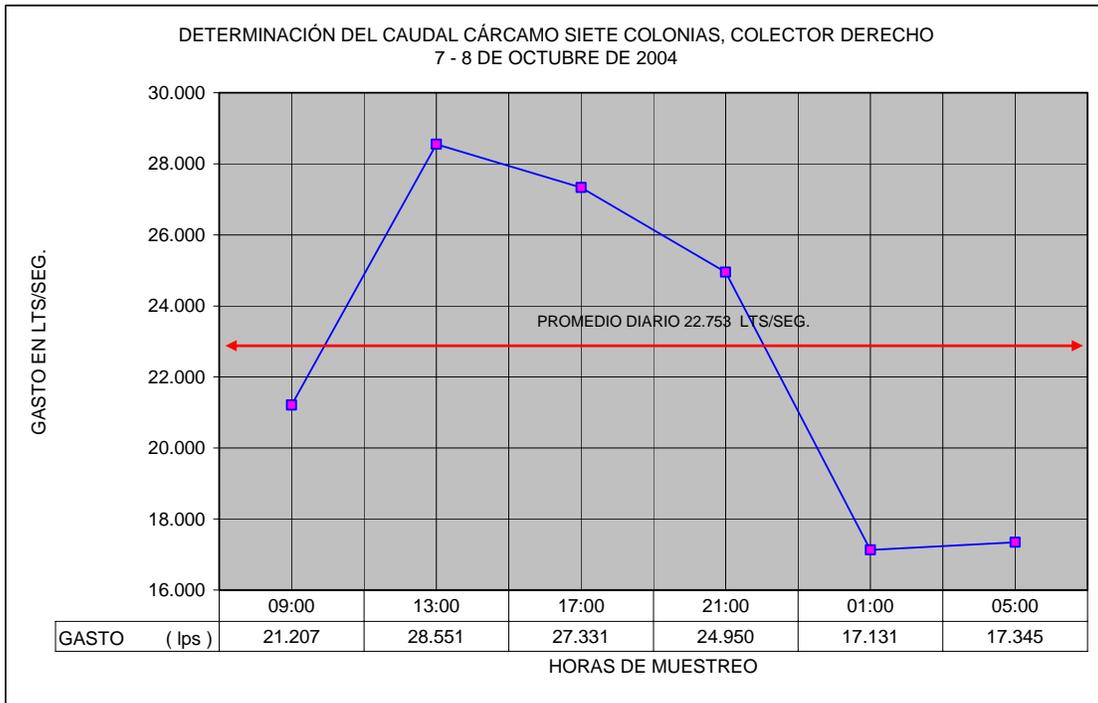
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m2)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.09	73.57	0.45	0.225	0.0226	0.3504	7.934
13:00	0.095	85.55	0.45	0.225	0.0245	0.3013	7.372
17:00	0.105	90.69	0.45	0.225	0.0282	0.2843	8.017
21:00	0.11	94.46	0.45	0.225	0.0301	0.2729	8.221
01:00	0.09	94.38	0.45	0.225	0.0226	0.2731	6.185
05:00	0.085	100.64	0.45	0.225	0.0209	0.2562	5.345
PROMEDIO							7.179



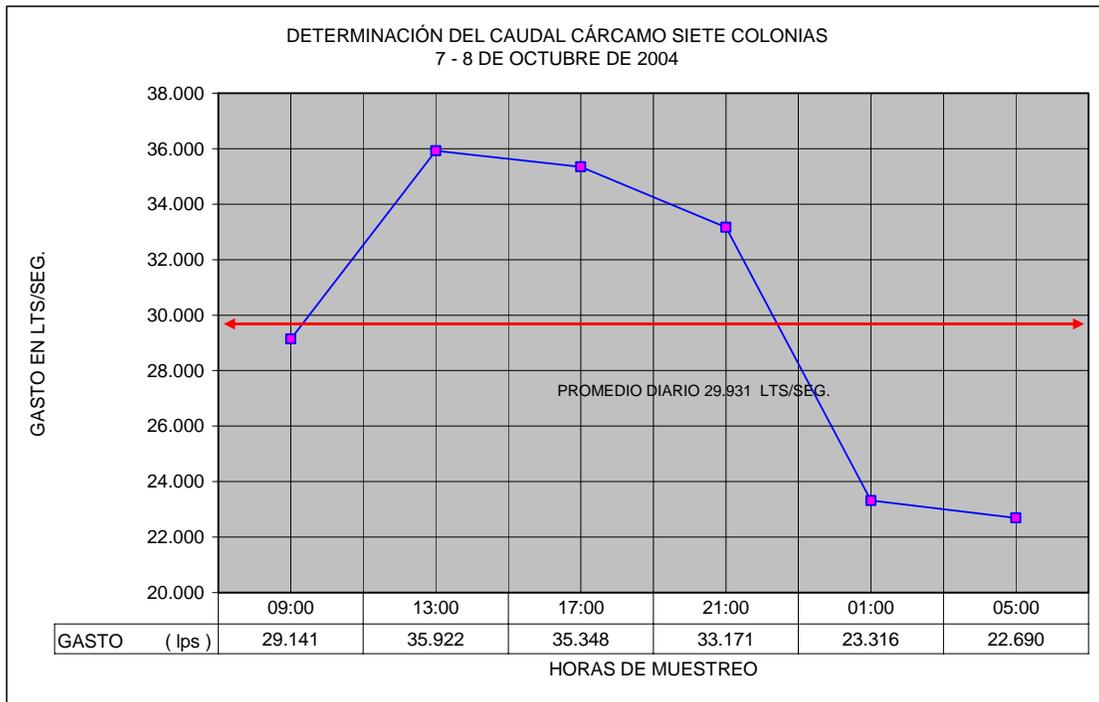
Punto de Muestreo:	CÁRCAMO DE BOMBEO SIETE COLONIAS		
Ubicación:	Pozo de Visita, entrada derecha al cárcamo		
Diametro:	0.45 m	Distancia:	13.72 m
Fecha de Muestreo:	7 al 8 de Octubre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.1	09:00	16.63	17.05	17.01	17.41	16.18	16.87	18.03	17.03
0.12	13:00	16.29	14.98	16.36	16.58	17.60	16.27	16.45	16.36
0.12	17:00	16.72	16.65	18.25	17.23	16.87	17.45	16.47	17.09
0.11	21:00	17.18	15.94	17.27	16.18	16.34	16.41	16.63	16.56
0.09	01:00	17.92	17.45	18.41	17.96	18.00	19.16	18.05	18.14
0.095	05:00	20.47	19.14	19.38	17.94	18.40	19.74	20.38	19.35

HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.100	17.03	0.45	0.225	0.0263	0.8058	21.207
13:00	0.120	16.36	0.45	0.225	0.0340	0.8386	28.551
17:00	0.120	17.09	0.45	0.225	0.0340	0.8027	27.331
21:00	0.110	16.56	0.45	0.225	0.0301	0.8283	24.950
01:00	0.090	18.14	0.45	0.225	0.0226	0.7565	17.131
05:00	0.095	19.35	0.45	0.225	0.0245	0.7090	17.345
PROMEDIO							22.753



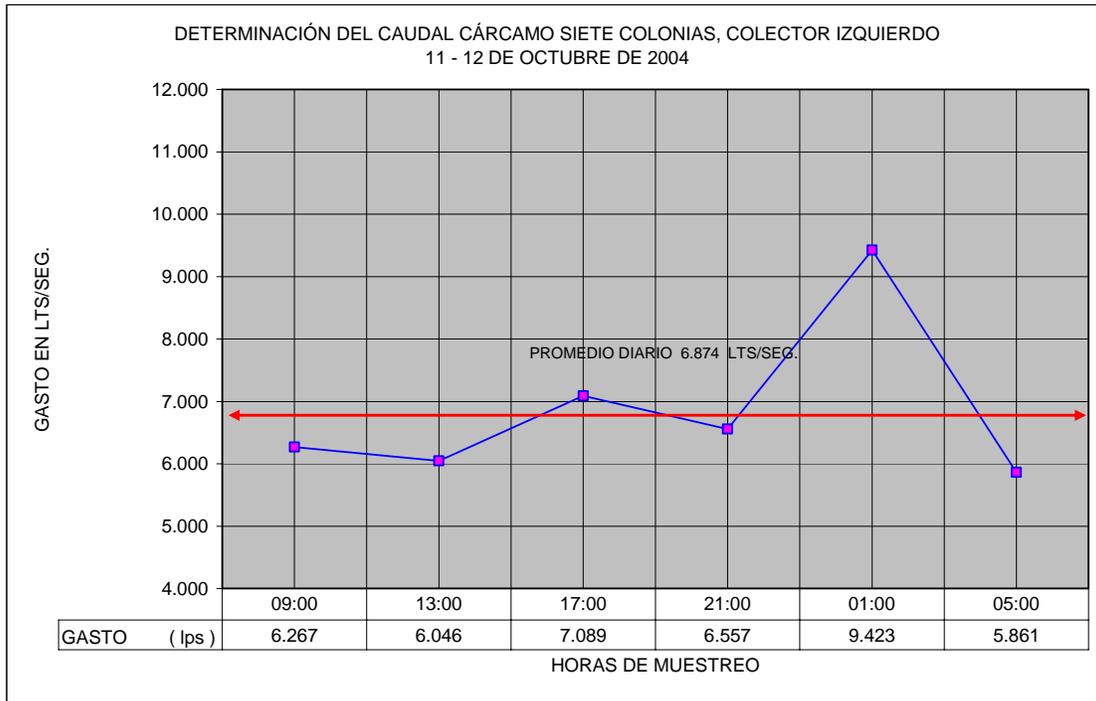
HORA	GASTO 1 (lps)	GASTO 2 (lps)	GASTO (lps)
09:00	7.934	21.207	29.141
13:00	7.372	28.551	35.922
17:00	8.017	27.331	35.348
21:00	8.221	24.950	33.171
01:00	6.185	17.131	23.316
05:00	5.345	17.345	22.690
PROMEDIO			29.931



Punto de Muestreo:	CARCAMO DE BOMBEO SIETE COLONIAS		
Ubicación:	Pozo de Visita, entrada izquierda al cárcamo		
Diametro:	0.45 m	Distancia:	25.78 m
Fecha de Muestreo:	11 al 12 de Octubre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.08	09:00	80.03	78.00	78.72	78.74	79.00	77.45	78.65	78.66
0.085	13:00	90.32	86.90	89.01	90.23	87.56	89.49	89.18	88.96
0.1	17:00	93.81	95.05	93.43	95.96	97.60	97.21	96.89	95.71
0.09	21:00	87.81	87.52	88.36	88.09	90.50	90.83	90.12	89.03
0.12	01:00	92.14	93.09	92.32	93.85	94.16	93.38	93.09	93.15
0.09	05:00	99.41	101.12	98.81	99.03	99.12	100.25	99.50	99.61

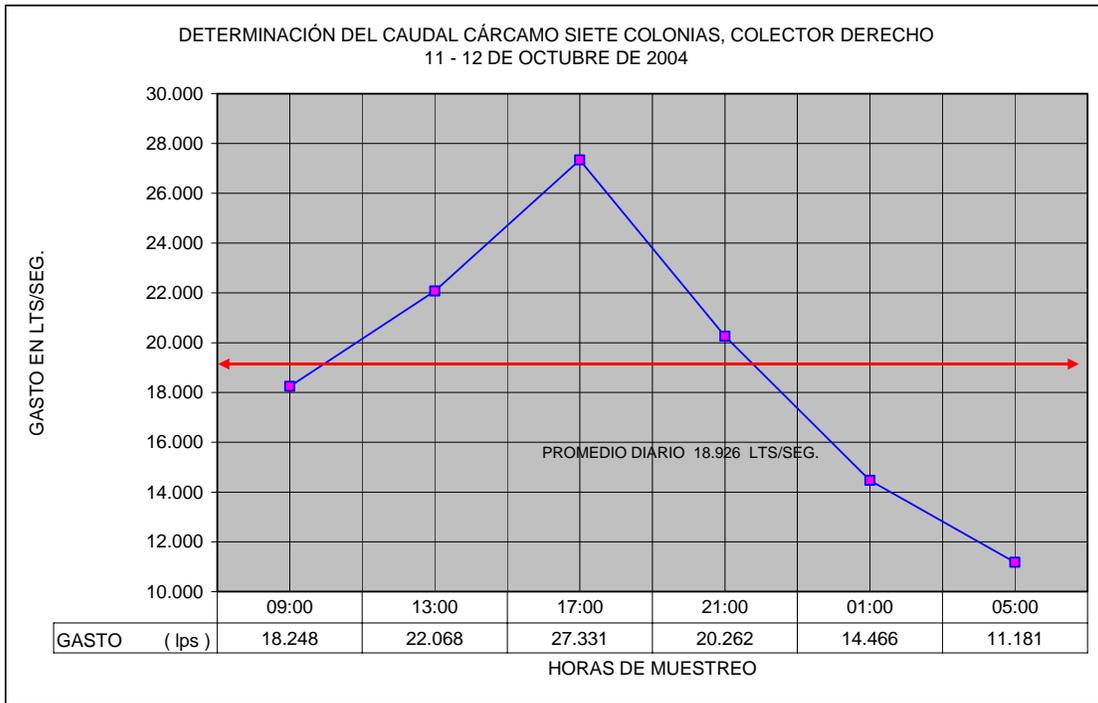
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.08	78.66	0.45	0.225	0.0191	0.3278	6.267
13:00	0.085	88.96	0.45	0.225	0.0209	0.2898	6.046
17:00	0.1	95.71	0.45	0.225	0.0263	0.2694	7.089
21:00	0.09	89.03	0.45	0.225	0.0226	0.2896	6.557
01:00	0.12	93.15	0.45	0.225	0.0340	0.2768	9.423
05:00	0.09	99.61	0.45	0.225	0.0226	0.2588	5.861
PROMEDIO							6.874



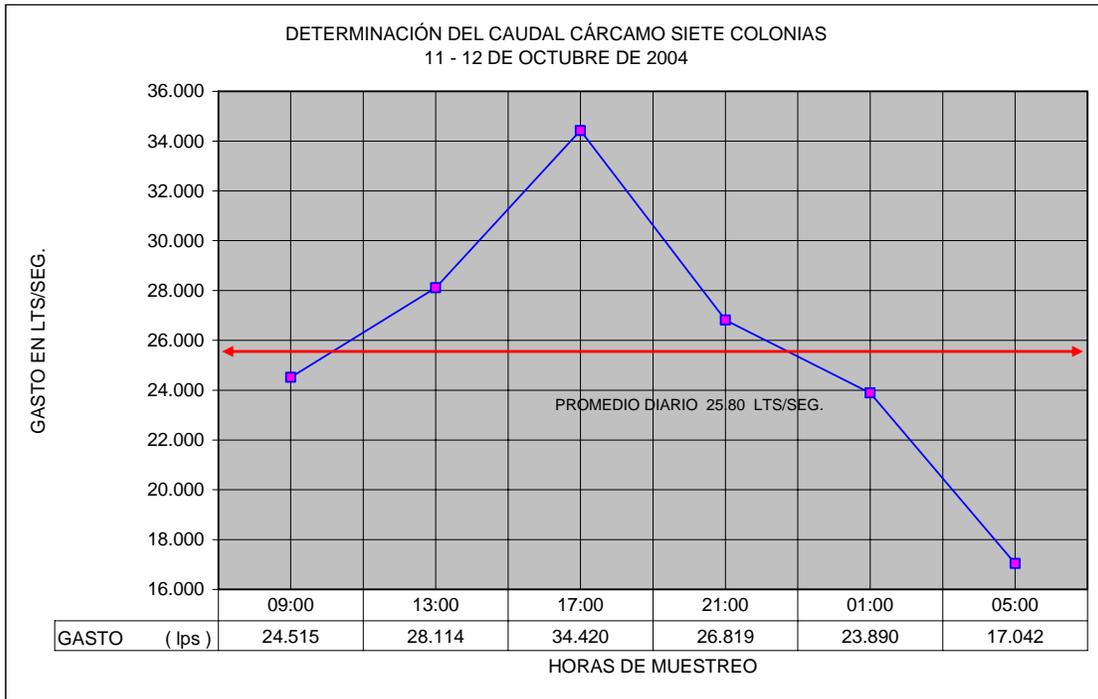
Punto de Muestreo: **CÁRCAMO DE BOMBEO SIETE COLONIAS**
 Ubicación: Pozo de Visita, entrada derecha al cárcamo
 Diámetro: 0.45 m Distancia: 13.72 m
 Fecha de Muestreo: **11 al 12 de Octubre de 2004**

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROME-DIO
0.09	09:00	16.63	17.05	17.01	17.41	16.18	16.87	18.03	17.03
0.1	13:00	16.29	14.98	16.36	16.58	17.60	16.27	16.45	16.36
0.12	17:00	16.72	16.65	18.25	17.23	16.87	17.45	16.47	17.09
0.095	21:00	17.18	15.94	17.27	16.18	16.34	16.41	16.63	16.56
0.08	01:00	17.92	17.45	18.41	17.96	18.00	19.16	18.05	18.14
0.07	05:00	20.47	19.14	19.38	17.94	18.40	19.74	20.38	19.35

HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m2)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.090	17.03	0.45	0.225	0.0226	0.8058	18.248
13:00	0.100	16.36	0.45	0.225	0.0263	0.8386	22.068
17:00	0.120	17.09	0.45	0.225	0.0340	0.8027	27.331
21:00	0.095	16.56	0.45	0.225	0.0245	0.8283	20.262
01:00	0.080	18.14	0.45	0.225	0.0191	0.7565	14.466
05:00	0.070	19.35	0.45	0.225	0.0158	0.7090	11.181
PROMEDIO							18.926



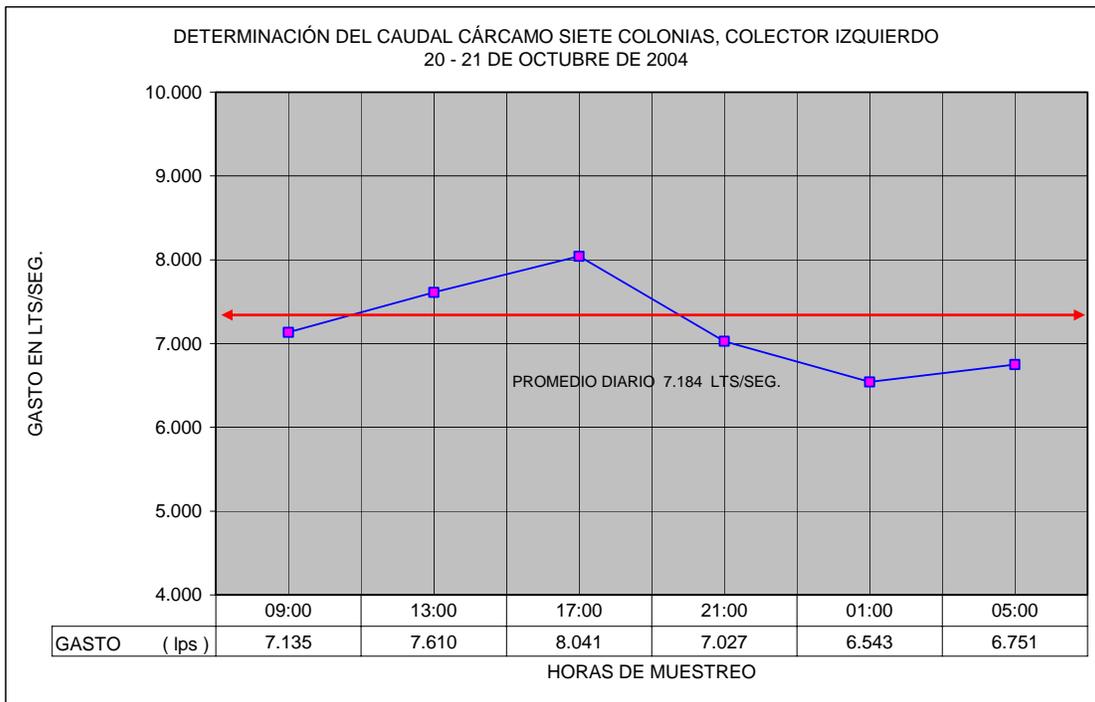
HORA	GASTO 1 (lps)	GASTO 2 (lps)	GASTO (lps)
09:00	6.267	18.248	24.515
13:00	6.046	22.068	28.114
17:00	7.089	27.331	34.420
21:00	6.557	20.262	26.819
01:00	9.423	14.466	23.890
05:00	5.861	11.181	17.042
PROMEDIO			25.800



Punto de Muestreo:	CÁRCAMO DE BOMBEO SIETE COLONIAS		
Ubicación:	Pozo de Visita, entrada izquierda al cárcamo		
Diametro:	0.45 m	Distancia:	25.78 m
Fecha de Muestreo:	20 al 21 de Octubre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.09	09:00	82.40	82.03	81.78	82.32	82.49	80.29	81.41	81.82
0.10	13:00	88.70	90.03	88.29	88.30	90.27	89.76	88.67	89.15
0.11	17:00	93.20	96.07	93.87	95.96	97.25	99.41	100.23	96.57
0.10	21:00	90.63	90.40	89.00	88.41	90.40	90.69	88.70	89.75
0.09	01:00	89.00	89.30	88.65	89.67	89.47	90.12	88.38	89.23
0.10	05:00	100.60	99.40	101.23	99.60	101.56	99.96	101.16	100.50

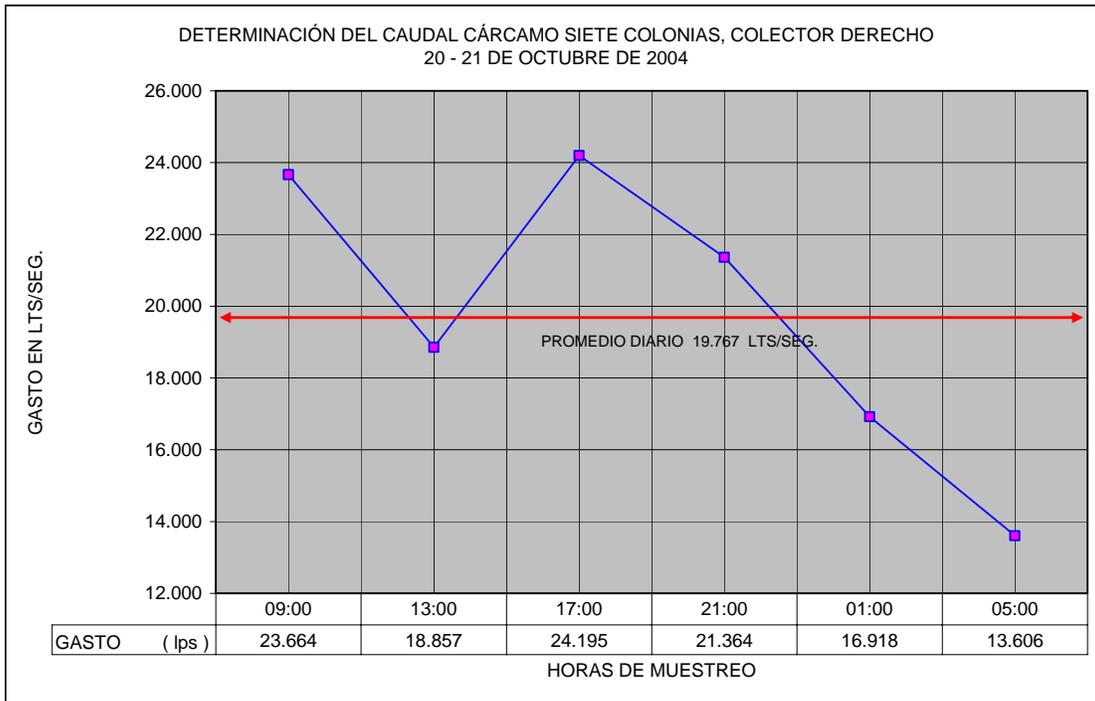
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.09	81.82	0.45	0.225	0.0226	0.3151	7.135
13:00	0.1	89.15	0.45	0.225	0.0263	0.2892	7.610
17:00	0.11	96.57	0.45	0.225	0.0301	0.2670	8.041
21:00	0.095	89.75	0.45	0.225	0.0245	0.2873	7.027
01:00	0.09	89.23	0.45	0.225	0.0226	0.2889	6.543
05:00	0.1	100.50	0.45	0.225	0.0263	0.2565	6.751
PROMEDIO							7.184



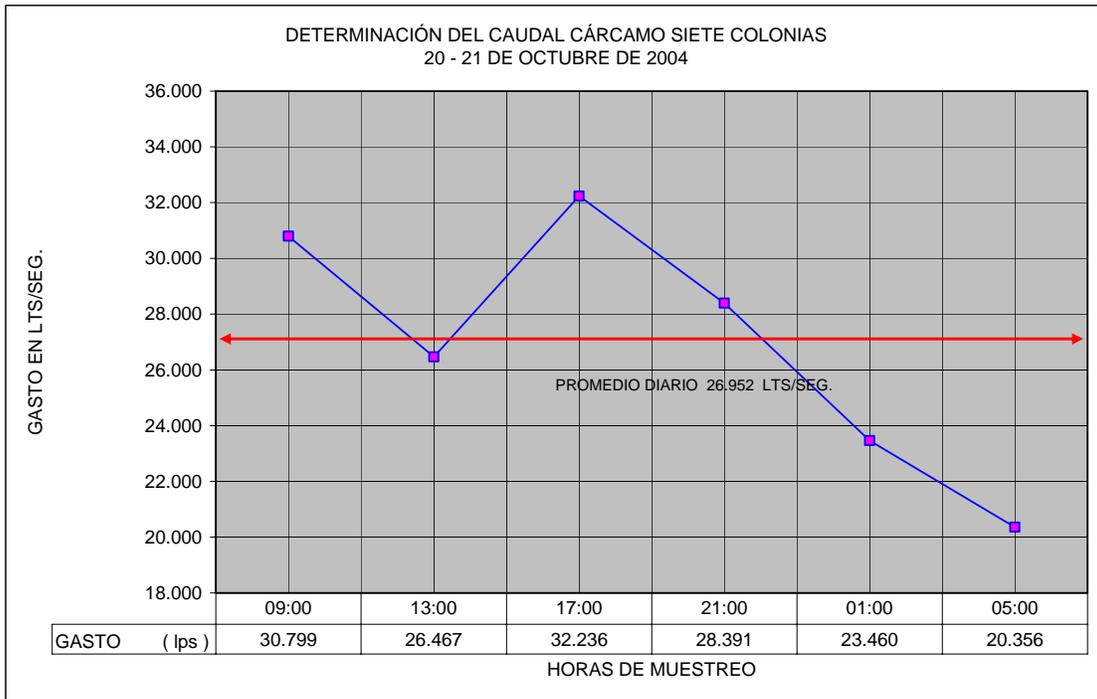
Punto de Muestreo:	CÁRCAMO DE BOMBEO SIETE COLONIAS		
Ubicación:	Pozo de Visita, entrada derecha al cárcamo		
Diametro:	0.45 m	Distancia:	13.72 m
Fecha de Muestreo:	20 al 21 de Octubre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.10	09:00	14.25	14.47	14.60	13.78	13.39	14.34	14.45	14.18
0.09	13:00	16.36	16.58	16.81	16.27	16.85	16.30	16.16	16.48
0.11	17:00	17.20	17.03	16.74	17.05	17.21	16.94	17.40	17.08
0.10	21:00	15.56	15.76	15.30	15.87	15.70	15.98	15.80	15.71
0.09	01:00	18.14	18.41	18.61	18.10	18.61	18.52	18.16	18.36
0.09	05:00	20.83	21.07	21.12	20.92	21.18	20.94	21.21	21.04

HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m2)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.095	14.18	0.45	0.225	0.0245	0.9674	23.664
13:00	0.090	16.48	0.45	0.225	0.0226	0.8327	18.857
17:00	0.110	17.08	0.45	0.225	0.0301	0.8032	24.195
21:00	0.095	15.71	0.45	0.225	0.0245	0.8733	21.364
01:00	0.090	18.36	0.45	0.225	0.0226	0.7471	16.918
05:00	0.085	21.04	0.45	0.225	0.0209	0.6521	13.606
PROMEDIO							19.767

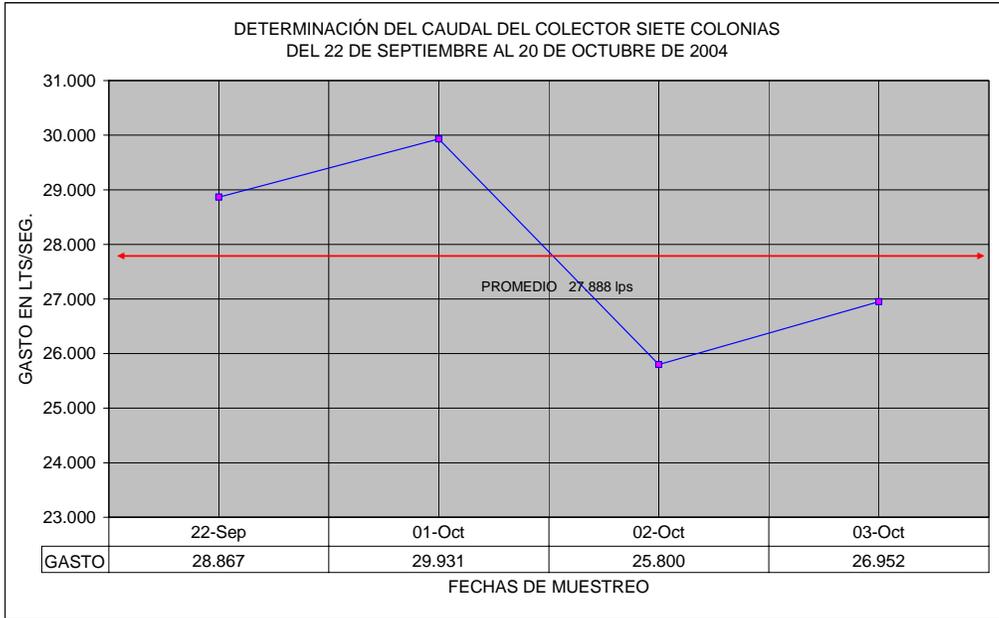


HORA	GASTO 1 (lps)	GASTO 2 (lps)	GASTO (lps)
09:00	7.135	23.664	30.799
13:00	7.610	18.857	26.467
17:00	8.041	24.195	32.236
21:00	7.027	21.364	28.391
01:00	6.543	16.918	23.460
05:00	6.751	13.606	20.356
PROMEDIO			26.952



CÁRCAMO DE BOMBEO SIETE COLONIAS
GASTO PROMEDIO

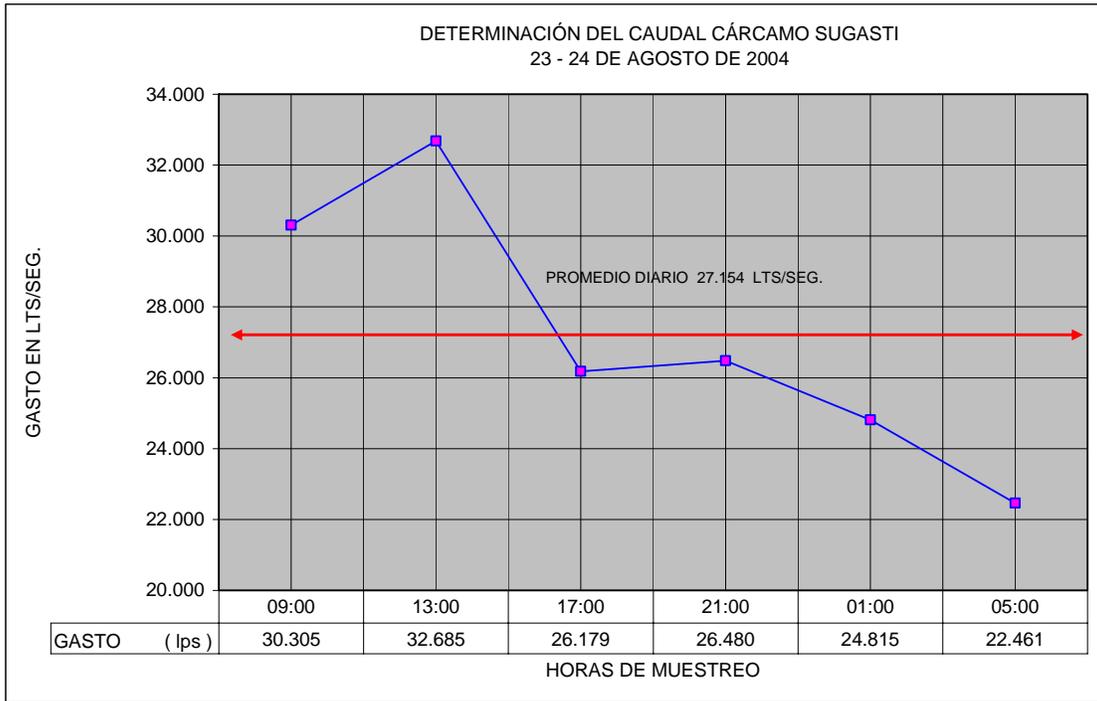
	22-Sep	01-Oct	02-Oct	03-Oct
GASTO	28.867	29.931	25.800	26.952
PROMEDIO =	27.888 LITROS/SEGUNDO.			



Punto de Muestreo:	CÁRCAMO DE BOMBEO SUGASTI		
Ubicación:	Pozo de Visita, salida de cárcamo de bombeo Sugasti		
Diametro:	0.45 m	Distancia:	6.9 m
Fecha de Muestreo:	23 al 24 de Agosto de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.090	09:00	5.26	5.60	4.85	4.71	5.34	5.01	5.32	5.16
0.095	13:00	4.53	5.60	5.11	5.14	5.52	4.77	5.48	5.16
0.080	17:00	4.80	5.15	4.96	5.47	5.00	4.65	5.25	5.04
0.080	21:00	4.86	4.71	4.47	4.85	5.80	5.21	4.98	4.98
0.080	01:00	5.35	5.44	5.07	5.46	5.38	4.97	5.55	5.32
0.080	05:00	5.68	5.38	5.96	5.53	6.57	6.15	5.85	5.87

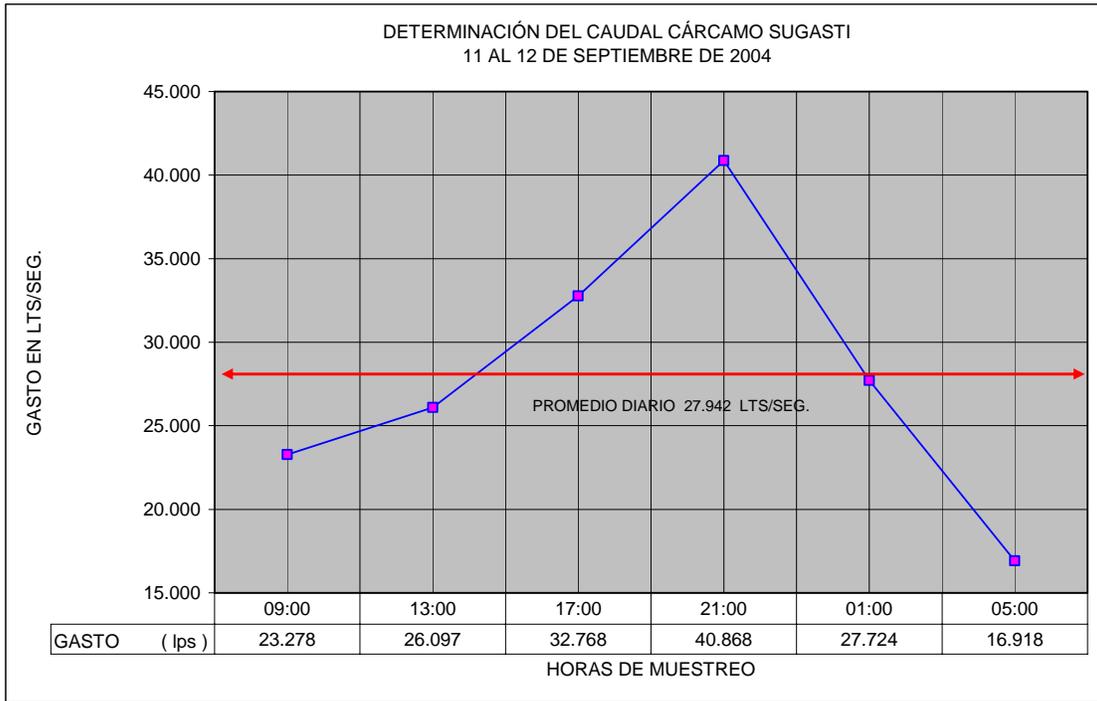
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.09	5.16	0.45	0.225	0.0226	1.3383	30.305
13:00	0.095	5.16	0.45	0.225	0.0245	1.3361	32.685
17:00	0.08	5.04	0.45	0.225	0.0191	1.3690	26.179
21:00	0.08	4.98	0.45	0.225	0.0191	1.3847	26.480
01:00	0.08	5.32	0.45	0.225	0.0191	1.2977	24.815
05:00	0.08	5.87	0.45	0.225	0.0191	1.1746	22.461
PROMEDIO							27.154



Punto de Muestreo:	CÁRCAMO DE BOMBEO SUGASTI		
Ubicación:	Pozo de Visita, salida de cárcamo de bombeo Sugasti		
Diametro:	0.45 m	Distancia:	6.9 m
Fecha de Muestreo:	11 al 12 de Septiembre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.085	09:00	6.89	6.18	6.43	5.94	5.65	6.32	5.88	6.18
0.09	13:00	6.13	5.57	6.02	6.19	5.76	6.21	6.03	5.99
0.1	17:00	5.13	5.47	5.55	5.65	5.64	5.8	5.55	5.54
0.11	21:00	5.28	4.84	5.17	5.46	4.92	5.07	4.86	5.09
0.09	01:00	5.39	5.56	5.55	6.05	5.75	5.64	5.51	5.64
0.07	05:00	6.14	6.43	6	6.28	6.47	6.81	6.89	6.43

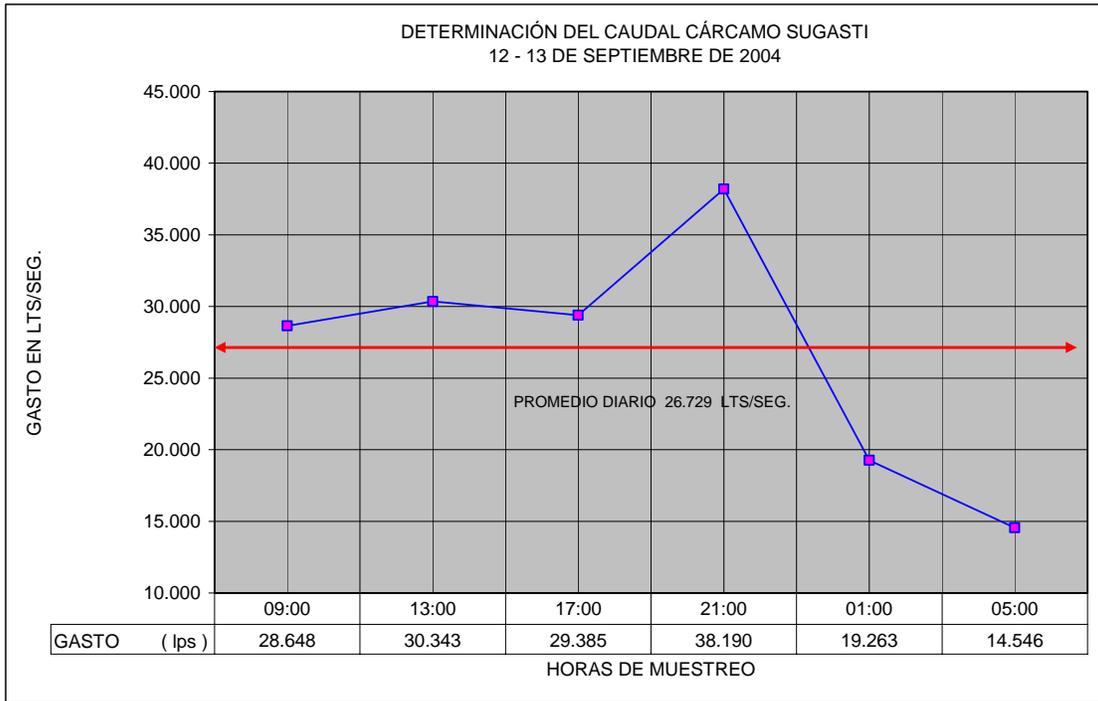
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.085	6.18	0.45	0.225	0.0209	1.1157	23.278
13:00	0.09	5.99	0.45	0.225	0.0226	1.1525	26.097
17:00	0.1	5.54	0.45	0.225	0.0263	1.2452	32.768
21:00	0.11	5.09	0.45	0.225	0.0301	1.3567	40.868
01:00	0.09	5.64	0.45	0.225	0.0226	1.2243	27.724
05:00	0.07	6.43	0.45	0.225	0.0158	1.0729	16.918
PROMEDIO							27.942



Punto de Muestreo:	CÁRCAMO DE BOMBEO SUGASTI		
Ubicación:	Pozo de Visita, salida de cárcamo de bombeo Sugasti		
Diametro:	0.45 m	Distancia:	6.9 m
Fecha de Muestreo:	12 al 13 de Septiembre de 2004		

Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.08	09:00	3.05	4.47	4.55	4.25	4.71	5.93	5.28	4.61
0.085	13:00	4.65	4.30	4.84	4.28	5.42	4.57	5.15	4.74
0.09	17:00	5.69	5.52	5.22	5.13	5.32	5.09	5.25	5.32
0.105	21:00	4.76	5.18	5.67	4.72	4.92	5.02	5.40	5.10
0.07	01:00	5.64	5.76	5.96	5.50	5.68	5.57	5.43	5.65
0.06	05:00	6.10	5.77	5.94	5.73	5.82	6.44	6.06	5.98

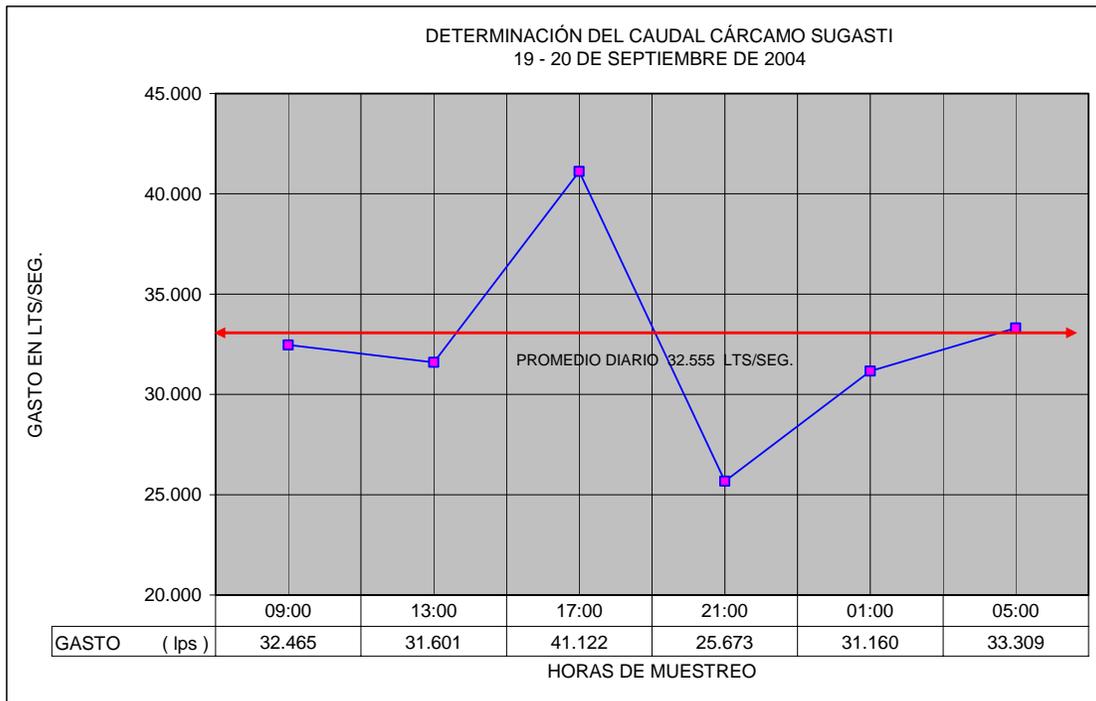
HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.08	4.61	0.45	0.225	0.0191	1.4981	28.648
13:00	0.085	4.74	0.45	0.225	0.0209	1.4544	30.343
17:00	0.09	5.32	0.45	0.225	0.0226	1.2977	29.385
21:00	0.105	5.10	0.45	0.225	0.0282	1.3541	38.190
01:00	0.07	5.65	0.45	0.225	0.0158	1.2215	19.263
05:00	0.06	5.98	0.45	0.225	0.0126	1.1538	14.546
PROMEDIO							26.729



Punto de Muestreo:	CÁRCAMO DE BOMBEO SUGASTI		
Ubicación:	Pozo de Visita, salida de cárcamo de bombeo Sugasti		
Diametro:	0.45 m	Distancia:	6.9 m
Fecha de Muestreo:	19 al 20 de Septiembre de 2004		

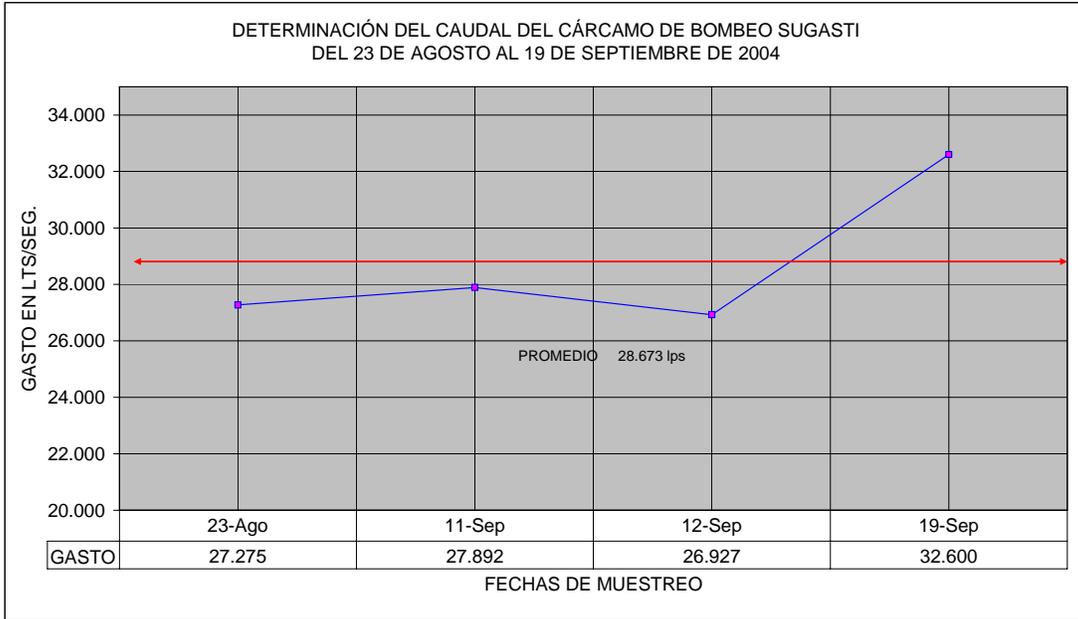
Altura del Tirante (m).	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
0.09	09:00	4.4	4.32	4.43	4.42	4.53	4.44	4.5	4.43
0.09	13:00	4.85	4.82	4.93	4.89	5.01	5.06	5.05	4.94
0.10	17:00	4.32	4.36	4.43	4.5	4.48	4.38	4.44	4.42
0.08	21:00	4.76	4.44	4.63	4.67	4.72	4.76	4.8	4.68
0.09	01:00	5.06	5.02	5.07	4.94	4.98	5.02	5.01	5.01
0.10	05:00	5.4	5.47	5.53	5.48	5.39	5.46	5.43	5.45

HORA	TIRANTE (m)	TIEMPO PROMEDIO (seg)	DIÁMETRO (m)	RADIO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	GASTO (lps)
09:00	0.085	4.43	0.45	0.225	0.0209	1.5561	32.465
13:00	0.09	4.94	0.45	0.225	0.0226	1.3956	31.601
17:00	0.1	4.42	0.45	0.225	0.0263	1.5626	41.122
21:00	0.075	4.68	0.45	0.225	0.0174	1.4735	25.673
01:00	0.09	5.01	0.45	0.225	0.0226	1.3761	31.160
05:00	0.1	5.45	0.45	0.225	0.0263	1.2657	33.309
PROMEDIO							32.555



CÁRCAMO DE BOMBEO SUGASTI
GASTO PROMEDIO

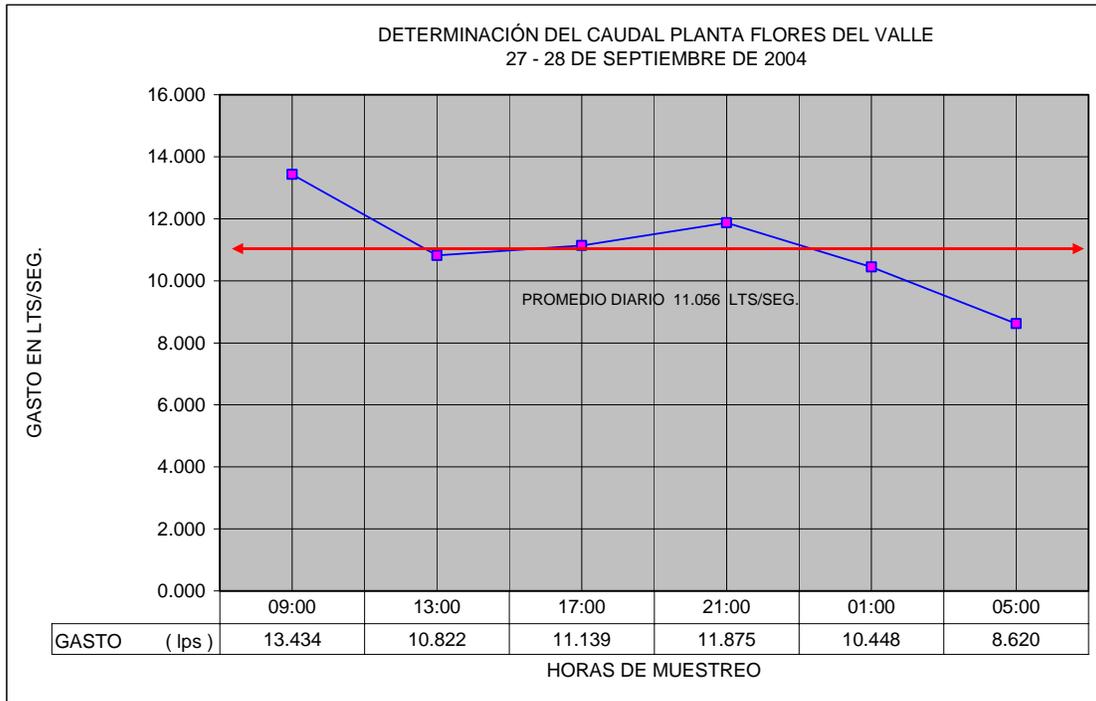
	23-Ago	11-Sep	12-Sep	19-Sep
GASTO	27.275	27.892	26.927	32.600
PROMEDIO =	28.673 LITROS/SEGUNDO.			



Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FLORES DEL VALLE
Ubicación:	Salida del tanque de contacto de cloración
Volumen de llenado:	19 litros
Fecha de Muestreo:	27 al 28 de Septiembre de 2004

Volumen (lt)	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
19.000	09:00	1.19	1.47	1.39	1.43	1.38	1.49	1.55	1.41
19.000	13:00	1.90	1.73	1.81	1.74	1.69	1.58	1.84	1.76
19.000	17:00	1.79	1.68	1.87	1.50	1.65	1.90	1.55	1.71
19.000	21:00	1.62	1.79	1.66	1.47	1.71	1.43	1.52	1.60
19.000	01:00	2.00	1.73	1.81	1.93	1.76	1.66	1.84	1.82
19.000	05:00	2.61	2.09	2.33	2.04	2.42	1.87	2.07	2.20

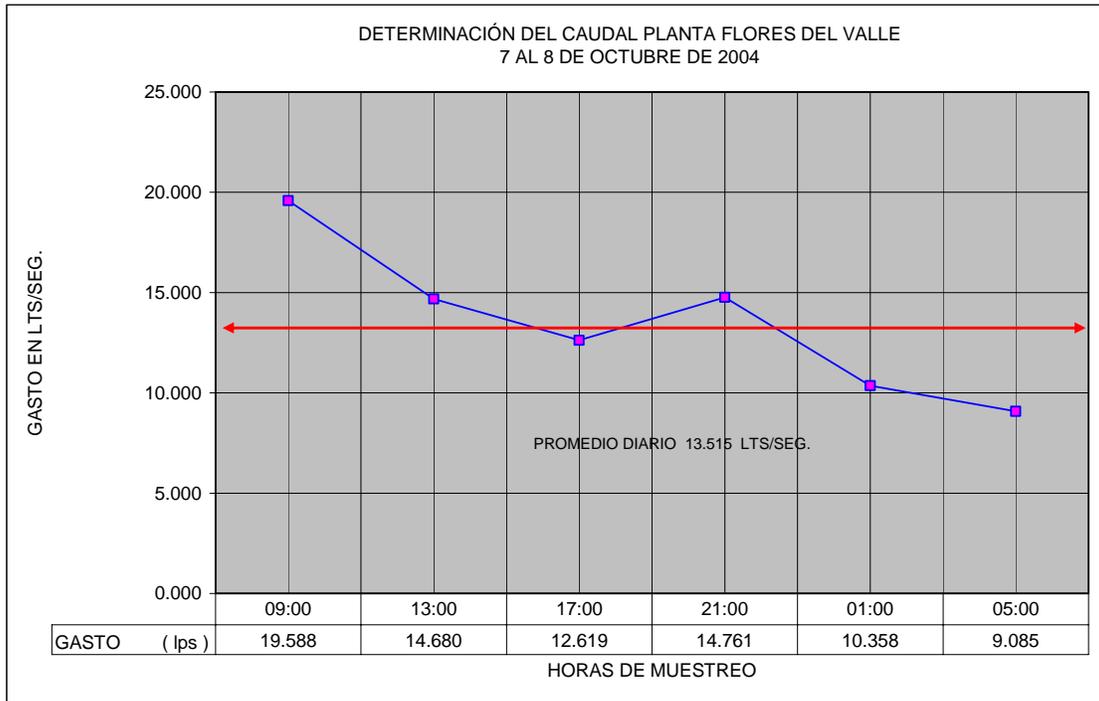
HORA	VOLUMEN DE LLENADO	TIEMPO PROMEDIO (seg)						GASTO (lps)
09:00	19	1.41						13.434
13:00	19	1.76						10.822
17:00	19	1.71						11.139
21:00	19	1.60						11.875
01:00	19	1.82						10.448
05:00	19	2.20						8.620
PROMEDIO								11.056



Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FLORES DEL VALLE
Ubicación:	Salida del tanque de contacto de cloración
Volumen de llenado:	19 litros
Fecha de Muestreo:	7 al 8 de Octubre de 2004

Volumen (lt)	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
19.000	09:00	1.01	0.97	0.97	1.00	0.92	0.89	1.03	0.97
19.000	13:00	1.33	1.30	1.25	1.27	1.20	1.30	1.41	1.29
19.000	17:00	1.54	1.46	1.52	1.49	1.55	1.44	1.54	1.51
19.000	21:00	1.36	1.33	1.25	1.20	1.30	1.22	1.35	1.29
19.000	01:00	1.85	1.82	1.76	1.88	1.82	1.84	1.87	1.83
19.000	05:00	2.04	2.09	2.14	2.03	2.12	2.15	2.07	2.09

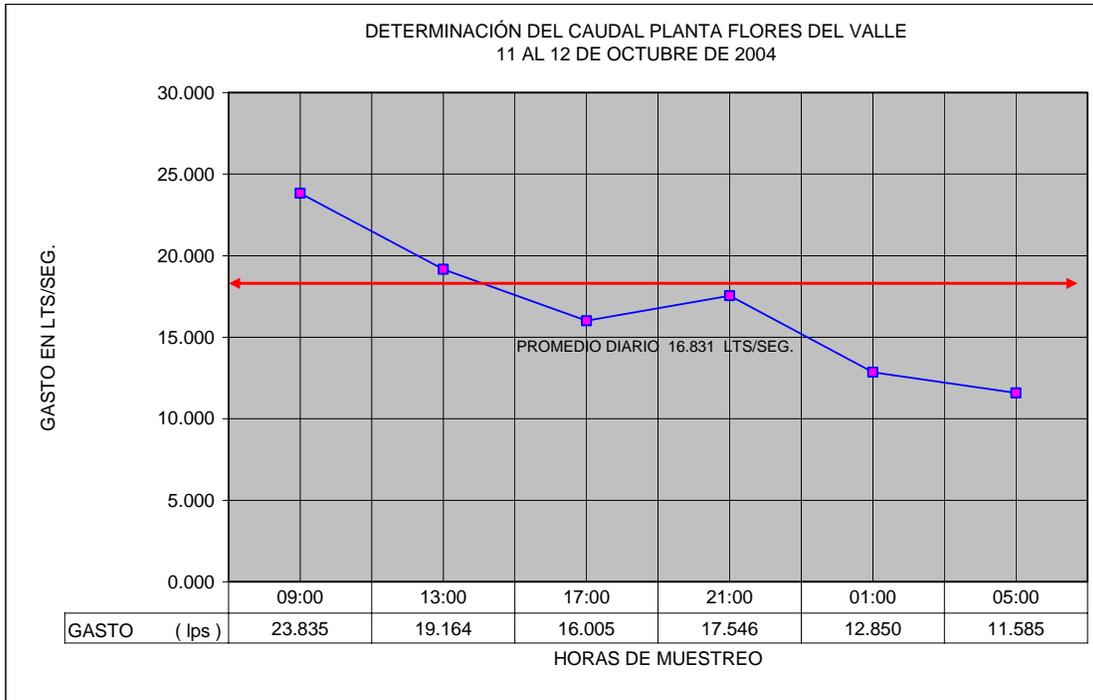
HORA	VOLUMEN DE LLENADO	TIEMPO PROMEDIO (seg)					GASTO (lps)
09:00	19	0.97					19.588
13:00	19	1.29					14.680
17:00	19	1.51					12.619
21:00	19	1.29					14.761
01:00	19	1.83					10.358
05:00	19	2.09					9.085
PROMEDIO							13.515



Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FLORES DEL VALLE
Ubicación:	Salida del tanque de contacto de cloración
Volumen de llenado:	19 litros
Fecha de Muestreo:	11 al 12 de Octubre de 2004

Volumen (lt)	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
19.000	09:00	0.82	0.78	0.76	0.79	0.84	0.81	0.78	0.80
19.000	13:00	1.01	0.97	0.93	0.95	1.05	1.00	1.03	0.99
19.000	17:00	1.24	1.14	1.20	1.25	1.19	1.17	1.12	1.19
19.000	21:00	1.16	1.09	1.10	1.01	1.08	1.03	1.11	1.08
19.000	01:00	1.50	1.46	1.41	1.44	1.49	1.50	1.55	1.48
19.000	05:00	1.62	1.57	1.63	1.71	1.66	1.69	1.60	1.64

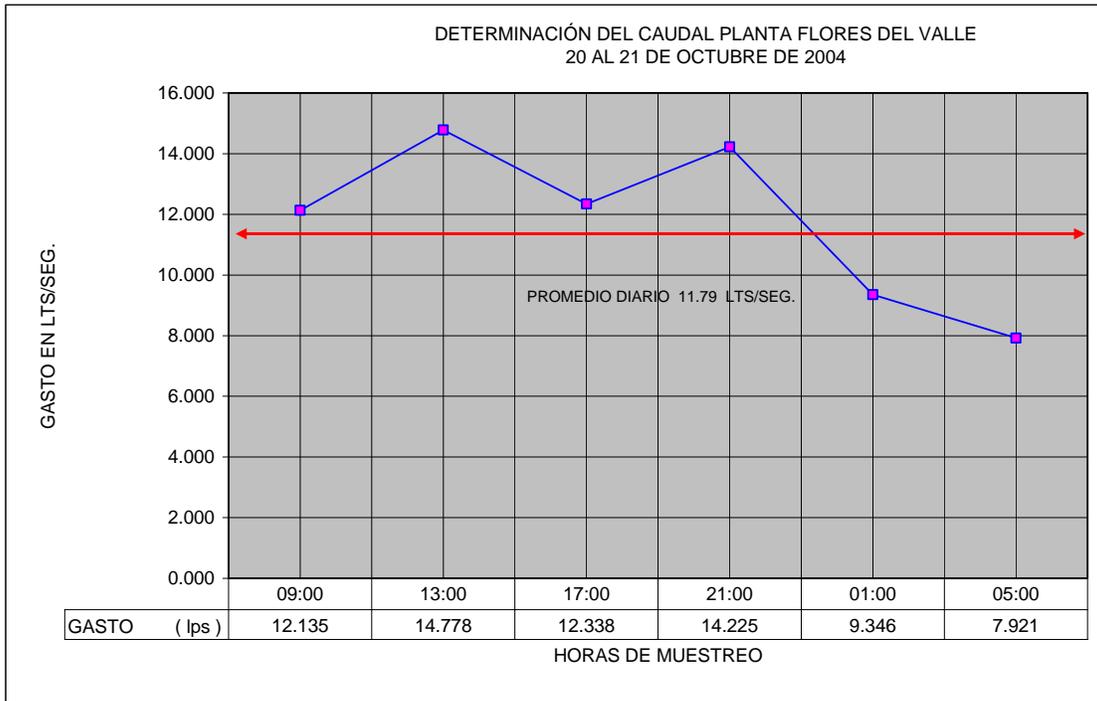
HORA	VOLUMEN DE LLENADO	TIEMPO PROMEDIO (seg)					GASTO (lps)
09:00	19	0.80					23.835
13:00	19	0.99					19.164
17:00	19	1.19					16.005
21:00	19	1.08					17.546
01:00	19	1.48					12.850
05:00	19	1.64					11.585
PROMEDIO							16.831



Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FLORES DEL VALLE
Ubicación:	Salida del tanque de contacto de cloración
Volumen de llenado:	19 litros
Fecha de Muestreo:	20 al 21 de Octubre de 2004

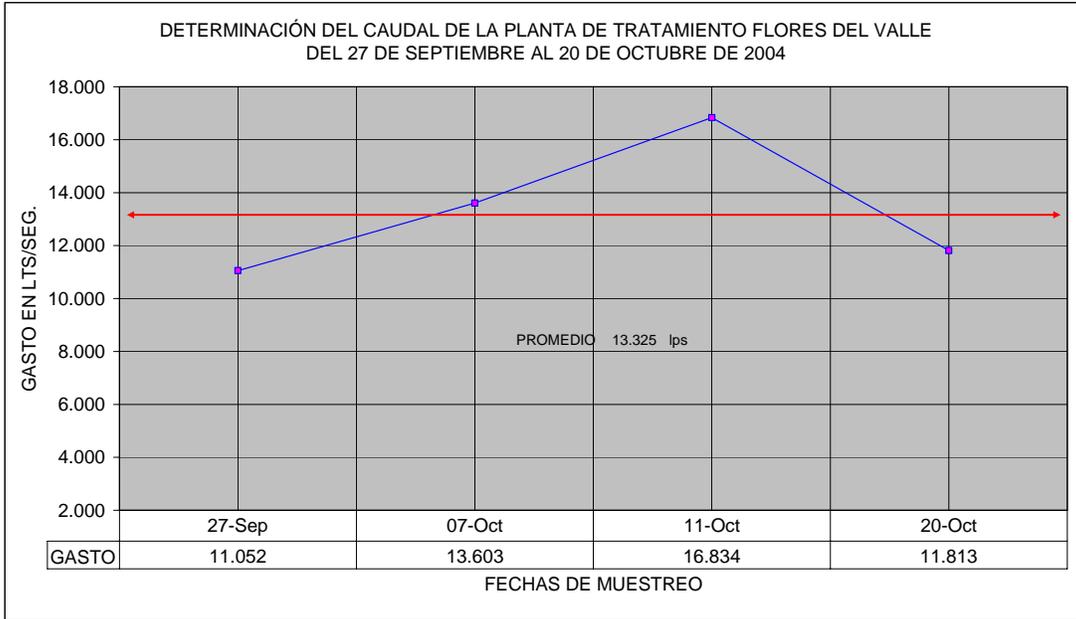
Volumen (lt)	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
19.000	09:00	1.69	1.58	1.39	1.47	1.65	1.69	1.49	1.57
19.000	13:00	1.20	1.55	0.82	1.25	1.28	1.47	1.43	1.29
19.000	17:00	1.66	1.47	1.36	1.74	1.69	1.36	1.50	1.54
19.000	21:00	1.22	1.31	1.35	1.25	1.26	1.46	1.50	1.34
19.000	01:00	1.81	2.03	2.57	2.12	1.90	1.85	1.95	2.03
19.000	05:00	2.52	2.17	2.63	2.22	2.79	2.45	2.01	2.40

HORA	VOLUMEN DE LLENADO	TIEMPO PROMEDIO (seg)					GASTO (lps)
09:00	19	1.57					12.135
13:00	19	1.29					14.778
17:00	19	1.54					12.338
21:00	19	1.34					14.225
01:00	19	2.03					9.346
05:00	19	2.40					7.921
PROMEDIO							11.790



PLANTA DE TRATAMIENTO FLORES DEL VALLE
GASTO PROMEDIO

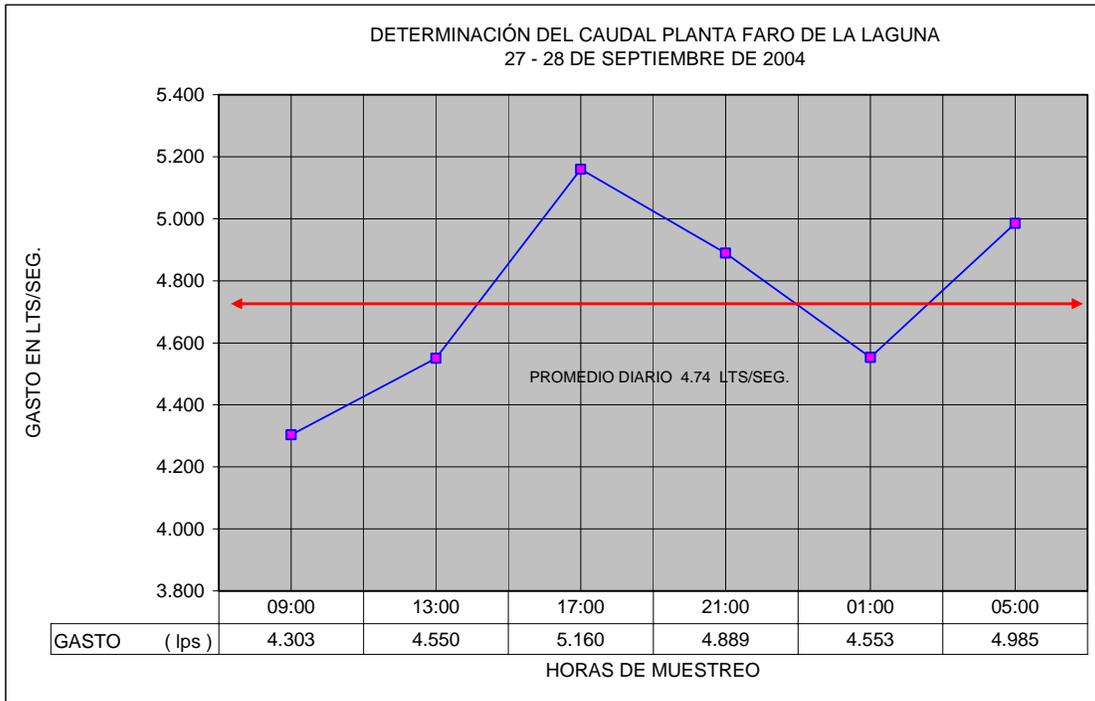
	27-Sep	07-Oct	11-Oct	20-Oct
GASTO	11.052	13.603	16.834	11.813
PROMEDIO =	13.325 LITROS/SEGUNDO.			



Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FARO DE LAGUNA OLMECA
Ubicación:	Entrada al cárcamo de bombeo, después de canales
Volumen de llenado:	12 litros
Fecha de Muestreo:	27 al 28 de Septiembre de 2004

Volumen (lt)	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
12.000	09:00	2.85	2.76	2.71	2.84	2.89	2.73	2.74	2.79
12.000	13:00	2.66	2.67	2.59	2.63	2.64	2.58	2.69	2.64
12.000	17:00	2.30	2.37	2.32	2.30	2.35	2.31	2.33	2.33
12.000	21:00	2.45	2.49	2.41	2.48	2.39	2.47	2.49	2.45
12.000	01:00	2.61	2.67	2.69	2.59	2.56	2.64	2.69	2.64
12.000	05:00	2.37	2.40	2.39	2.46	2.41	2.38	2.44	2.41

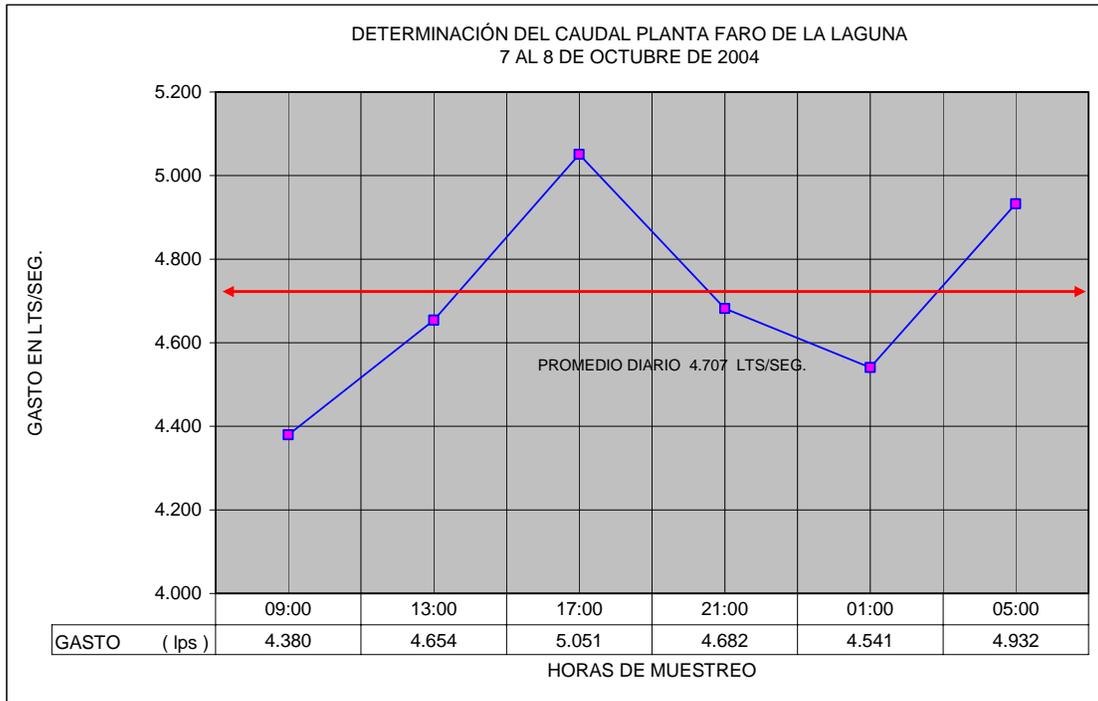
HORA	VOLUMEN DE LLENADO	TIEMPO PROMEDIO (seg)						GASTO (lps)
09:00	12	2.79						4.303
13:00	12	2.64						4.550
17:00	12	2.33						5.160
21:00	12	2.45						4.889
01:00	12	2.64						4.553
05:00	12	2.41						4.985
PROMEDIO								4.740



Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FARO DE LAGUNA OLMECA
Ubicación:	Entrada al cárcamo de bombeo, después de canales
Volumen de llenado:	12 litros
Fecha de Muestreo:	7 al 8 de Octubre de 2004

Volumen (lt)	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
12.000	09:00	2.74	2.88	2.87	2.60	2.56	2.96	2.57	2.74
12.000	13:00	2.56	2.48	2.67	2.69	2.53	2.58	2.54	2.58
12.000	17:00	2.35	2.37	2.41	2.39	2.35	2.40	2.36	2.38
12.000	21:00	2.59	2.58	2.53	2.51	2.61	2.54	2.58	2.56
12.000	01:00	2.60	2.67	2.64	2.69	2.65	2.63	2.62	2.64
12.000	05:00	2.44	2.49	2.41	2.47	2.43	2.40	2.39	2.43

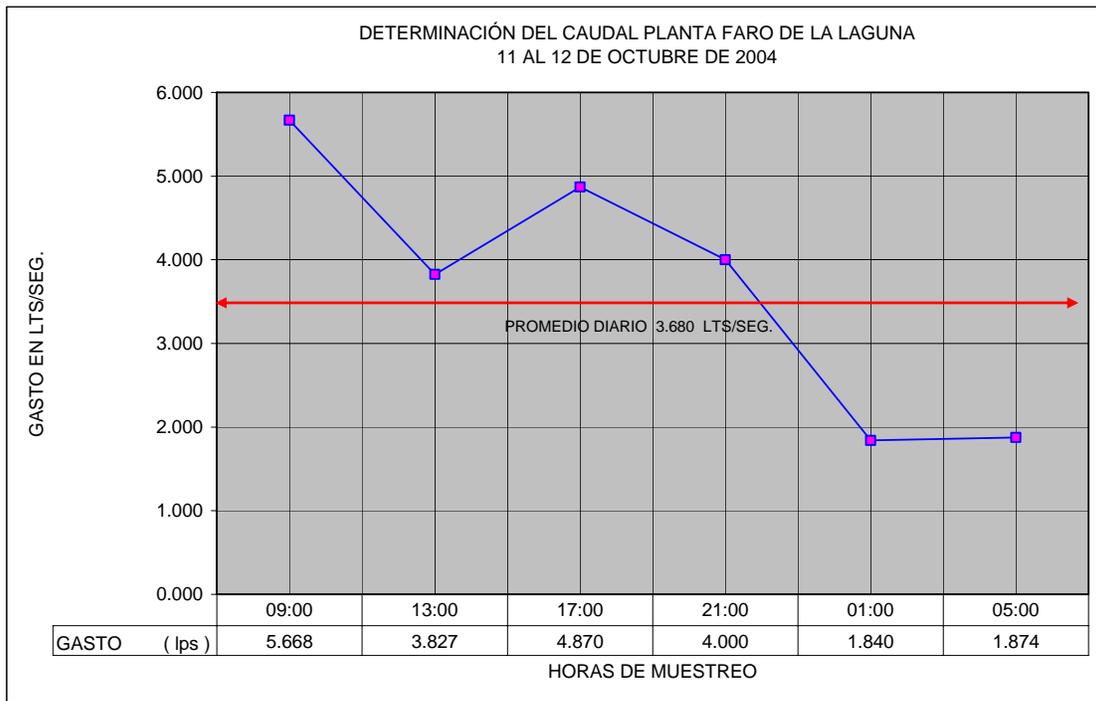
HORA	VOLUMEN DE LLENADO	TIEMPO PROMEDIO (seg)					GASTO (lps)
09:00	12	2.74					4.380
13:00	12	2.58					4.654
17:00	12	2.38					5.051
21:00	12	2.56					4.682
01:00	12	2.64					4.541
05:00	12	2.43					4.932
PROMEDIO							4.707



Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FARO DE LAGUNA OLMECA
Ubicación:	Entrada al cárcamo de bombeo, después de canales
Volumen de llenado:	12 litros
Fecha de Muestreo:	11 al 12 de Octubre de 2004

Volumen (lt)	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
12.000	09:00	2.05	2.20	2.09	2.03	2.12	2.24	2.09	2.12
12.000	13:00	3.68	3.29	3.10	3.16	3.00	2.89	2.83	3.14
12.000	17:00	2.65	2.90	2.53	2.44	2.36	2.20	2.17	2.46
12.000	21:00	3.26	3.01	2.99	2.98	2.94	2.90	2.92	3.00
12.000	01:00	6.39	6.62	6.22	6.84	6.94	6.34	6.29	6.52
12.000	05:00	6.29	6.68	6.43	6.66	6.32	6.21	6.23	6.40

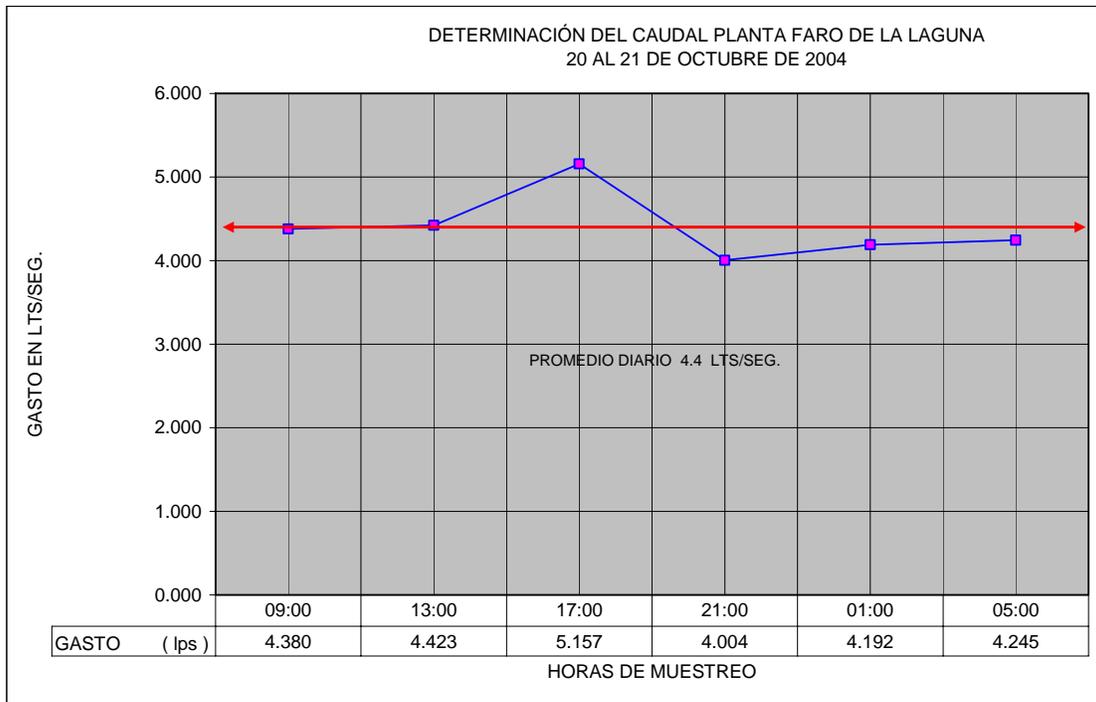
HORA	VOLUMEN DE LLENADO	TIEMPO PROMEDIO (seg)					GASTO (lps)
09:00	12	2.12					5.668
13:00	12	3.14					3.827
17:00	12	2.46					4.870
21:00	12	3.00					4.000
01:00	12	6.52					1.840
05:00	12	6.40					1.874
PROMEDIO							3.680



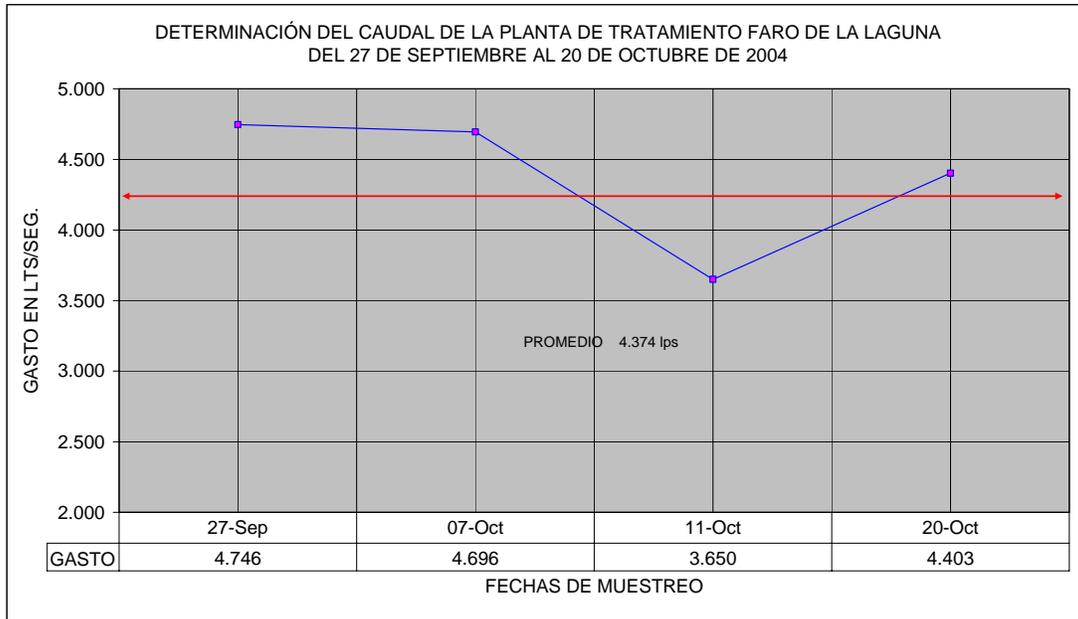
Punto de Muestreo:	PLANTA DE TRATAMIENTO FARO DE LAGUNA OLMECA
Ubicación:	Entrada al cárcamo de bombeo, después de canales
Volumen de llenado:	12 litros
Fecha de Muestreo:	20 al 21 de Octubre de 2004

Volumen (lt)	Hora	Tiempo (seg) No. 1	Tiempo (seg) No. 2	Tiempo (seg) No. 3	Tiempo (seg) No. 4	Tiempo (seg) No. 5	Tiempo (seg) No. 6	Tiempo (seg) No. 7	PROMEDIO
12.000	09:00	2.74	2.88	2.87	2.6	2.56	2.96	2.57	2.74
12.000	13:00	2.39	2.85	2.95	2.72	2.58	2.69	2.81	2.71
12.000	17:00	2.35	2.4	2.27	2.25	2.32	2.37	2.33	2.33
12.000	21:00	3.22	3.06	2.91	2.998	2.93	2.95	2.91	3.00
12.000	01:00	2.59	2.83	2.9	2.94	2.9	2.91	2.97	2.86
12.000	05:00	2.76	2.79	2.8	2.82	2.83	2.85	2.94	2.83

HORA	VOLUMEN DE LLENADO	TIEMPO PROMEDIO (seg)					GASTO (lps)
09:00	12	2.74					4.380
13:00	12	2.71					4.423
17:00	12	2.33					5.157
21:00	12	3.00					4.004
01:00	12	2.86					4.192
05:00	12	2.83					4.245
PROMEDIO							4.400



PLANTA DE TRATAMIENTO FARO DE LA LAGUNA				
GASTO PROMEDIO				
	27-Sep	07-Oct	11-Oct	20-Oct
GASTO	4.746	4.696	3.650	4.403
PROMEDIO =	4.374		LITROS/SEGUNDO.	



2.2 Caracterización.

La caracterización consistió en tomar muestras simples en recipientes de 500 ml plenamente identificados con fecha, hora y punto de muestreo; las muestras se tomaron simultáneamente con los aforos es decir cada cuatro horas, obteniendo seis muestras simples por día, registrándose en el lugar de la muestra los parámetros de pH y temperatura el resto fueron determinados en laboratorio donde se elaboró la muestra compuesta y el resto de los parámetros de análisis para la NOM-001-ECOL-1996.

Los resultados del análisis físico-químico son presentados en las siguientes tablas, donde primeramente se muestran resultados por cada uno de los puntos de muestreo y finalmente la integración de una muestra compuesta basada en el gasto promedio aforado y caracterización promedio, este muestra define los parámetros físico-químicos de diseño de la planta de tratamiento.

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DEL INFLUENTE DE LA PLANTA CABEZA OLMECA
COLECTOR ANTILLAS

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	06-Ago-04	23-Ago-04	11-Sep-04	12-Sep-04	19-Sep-04	21-Sep-04	07-Oct-04	11-Oct-04	20-Oct-04	28-Oct-04	Promedio
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS													
Coliformes Fecales.	NMP / 100 ml	NMX-AA-042-1987	4,600	430	2,400	2,400	64	20	11,000	2,400	4,600.00	930.00	2,884.40
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS													
Cianuros.	mg / L	NMX-AA-058-SCFI-2001		<0.03	<0.03	<0.03					<0.03		<0.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno.	mg / L	NMX-AA-028-SCFI-2001	255.00	273.00	374.00	321.00	493.00	453.00	294.00	285.00	301.00	291.00	334.00
Fosforo Total.	mg / L	NMX-AA-029-SCFI-2001	10.85	14.60	10.60	13.00	12.00	10.90	11.00	9.30	12.00	10.10	11.44
Grasas y Aceites.	mg / L	NMX-AA-005-SCFI-2001	2.20	24.32	10.21	8.22	39.88	22.33	8.83	26.49	8.53	14.52	16.55
Materia Flotante.		NMX-AA-006-SCFI-2000	Ausente	Ausente									
Nitrogeno Total.	mg / L	NMX-AA-026-SCFI-2001	34.80	35.00	32.46	33.62	29.43	28.00	28.70	29.43	39.10	29.85	32.04
pH	u Ph	NMX-AA-008-SCFI-2000	7.57	7.55	7.55	7.60	7.73	7.70	7.67	7.55	7.48	7.55	7.60
Solidos Sedimentables	ml / L	NMX-AA-004-SCFI-2000	<0.1	2.40	1.00	1.50	0.30	0.10	1.00	3.00	3.00	2.00	1.59
Solidos Suspendidos Totales.	mg / L	NMX-AA-034-SCFI-2001		265.00	284.00	259.00					276.00	261.00	269.00
Temperatura.	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	32.00	33.60	32.83	30.50	29.17	29.83	27.50	27.33	31.10	29.83	30.37
Arsénico	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2000		<0.00190	<0.00190	<0.00190					<0.00190		<0.00190
Cadmio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001		<0.00989	<0.00989	<0.00989					<0.00989		<0.00989
Cobre.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001		<0.09984	<0.09984	<0.09984					<0.09984		<0.09984
Cromo Total.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001		<0.21251	<0.21251	<0.21251					<0.21251		<0.21251
Mercurio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001		<0.00540	<0.00540	<0.00540					<0.00540		<0.00540
Niquel.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001		<0.09961	<0.09961	<0.09961					<0.09961		<0.09961
Plomo.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001		<0.10350	<0.10350	<0.10350					<0.10350		<0.10350
Zinc.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001		0.20302	<0.11812	0.14335					0.15921		0.15921
Huevos de Helmintos	H / L	NMX-AA-113-SCFI-1999		Cero	Cero	Cero					Cero		Cero

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DEL INFLUENTE DE LA PLANTA CABEZA OLMECA
COLECTOR SUGASTI

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	23-Ago-04	11-Sep-04	12-Sep-04	19-Sep-04	21-Sep-04	20-Oct-04	Promedio
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS									
Coliformes Fecales.	NMP / 100 ml	NMX-AA-042-1987	390	2,100	4,600	1,100	14	4,600	2,134
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS									
Cianuros.	mg / L	NMX-AA-058-SCFI-2001	<0.03	<0.03	<0.03			<0.03	<0.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno.	mg / L	NMX-AA-028-SCFI-2001	235.00	260.00	949.00	496.00	246.00	247.00	406
Fosforo Total.	mg / L	NMX-AA-029-SCFI-2001	13.60	11.60	16.80	13.80	8.80	10.00	12
Grasas y Aceites.	mg / L	NMX-AA-005-SCFI-2001	26.11	4.24	1.93	36.68	35.99	0.26	18
Materia Flotante.		NMX-AA-006-SCFI-2000	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrogeno Total.	mg / L	NMX-AA-026-SCFI-2001	33.75	37.14	32.20	29.11	35.99	27.70	32.65
pH	u Ph	NMX-AA-008-SCFI-2000	7.60	7.65	7.57	7.77	7.68	7.32	7.60
Solidos Sedimentables	ml / L	NMX-AA-004-SCFI-2000	2.50	0.60	0.30	0.80	0.50	0.10	0.80
Solidos Suspendidos Totales.	mg / L	NMX-AA-034-SCFI-2001	245.00	140.00	159.00			73.00	154.25
Temperatura.	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	33.60	32.50	29.66	29.50	29.83	31.30	31.07
Arsénico	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2000	<0.00190	<0.00190	<0.00190			<0.00190	<0.00190
Cadmio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.00989	<0.00989	<0.00989			<0.00989	<0.00989
Cobre.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.09984	<0.09984	<0.09984			<0.09984	<0.09984
Cromo Total.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.21251	<0.21251	<0.21251			<0.21251	<0.21251
Mercurio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.00540	<0.00540	<0.00540			<0.00540	<0.00540
Niquel.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.09961	<0.09961	<0.09961			<0.09961	<0.09961
Plomo.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.10350	<0.10350	<0.10350			<0.10350	<0.10350
Zinc.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.16292	0.12438	0.16046			0.12380	0.12380
Huevos de Helmintos	H / L	NMX-AA-113-SCFI-1999	Cero	Cero	Cero			Cero	Cero

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DEL INFLUENTE DE LA PLANTA CABEZA OLMECA
INFLUENTE PLANTA "FARO DE LA LAGUNA"**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	27-Sep-04	07-Oct-04	11-Oct-04	20-Oct-04	Promedio
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS							
Coliformes Fecales.	NMP / 100 ml	NMX-AA-042-1987	120	< 3	1,100	1,200	1,200
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS							
Cianuros.	mg / L	NMX- AA 058-SCFI-2001	<0.03			<0.03	<0.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno.	mg / L	NMX-AA-028-SCFI-2001	96.00	75.00	77.00	82.00	82.50
Fosforo Total.	mg / L	NMX-AA-029-SCFI-2001	4.96	2.70	4.80	9.00	5.37
Grasas y Aceites.	mg / L	NMX-AA-005-SCFI-2001	1.15	2.36	20.65	6.79	7.74
Materia Flotante.		NMX-AA-006-SCFI-2000	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrogeno Total.	mg / L	NMX-AA-026-SCFI-2001	18.91	9.00	11.90	15.60	13.85
pH	u Ph	NMX-AA-008-SCFI-2000	7.60	7.57	7.47	7.53	7.54
Solidos Sedimentables	ml / L	NMX-AA-004-SCFI-2000	< 0.1	< 0.1	7.00	0.20	3.60
Solidos Suspendidos Totales.	mg / L	NMX-AA-034-SCFI-2001	36.00			46.00	41.00
Temperatura.	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	31.20	27.67	27.50	32.10	29.62
Arsénico	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2000	<0.00190			<0.00190	<0.00190
Cadmio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.00989			<0.00989	<0.00989
Cobre.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.09984			<0.09984	<0.09984
Cromo Total.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.21251			<0.21251	<0.21251
Mercurio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.00540			1.00000	<0.00540
Niquel.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.09961			<0.09961	<0.09961
Plomo.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.10350			<0.10350	<0.10350
Zinc.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	< 0.11812			< 0.11812	< 0.11812
Huevos de Helminetos	H / L	NMX-AA-113-SCFI-1999	Cero			Cero	Cero

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DEL INFLUENTE DE LA PLANTA CABEZA OLMECA
INFLUENTE PLANTA "FLORES DEL VALLE"**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	27-Sep-04	07-Oct-04	11-Oct-04	20-Oct-04	Promedio
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS							
Coliformes Fecales.	NMP / 100 ml	NMX-AA-042-1987	9	11,000	2,400	930	3,585
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS							
Cianuros.	mg / L	NMX- AA 058-SCFI-2001				<0.03	<0.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno.	mg / L	NMX-AA-028-SCFI-2001	144.00	87.00	96.00	131.00	114.50
Fosforo Total.	mg / L	NMX-AA-029-SCFI-2001	7.77	2.50	5.30	5.80	5.34
Grasas y Aceites.	mg / L	NMX-AA-005-SCFI-2001	0.50	3.09	3.22	5.34	3.04
Materia Flotante.		NMX-AA-006-SCFI-2000	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrogeno Total.	mg / L	NMX-AA-026-SCFI-2001	13.13	7.30	9.20	11.20	10.21
pH	u Ph	NMX-AA-008-SCFI-2000	6.80	6.87	7.47	7.28	7.10
Solidos Sedimentables	ml / L	NMX-AA-004-SCFI-2000	< 0.1	25.00	4.00	0.50	9.83
Solidos Suspendidos Totales.	mg / L	NMX-AA-034-SCFI-2001				72.00	72.00
Temperatura.	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	29.50	28.67	27.50	30.80	29.12
Arsénico	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2000				<0.00190	<0.00190
Cadmio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.00989	<0.00989
Cobre.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.09984	<0.09984
Cromo Total.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.21251	<0.21251
Mercurio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.00540	<0.00540
Niquel.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.09961	<0.09961
Plomo.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.10350	<0.10350
Zinc.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				< 0.11812	< 0.11812
Huevos de Helminetos	H / L	NMX-AA-113-SCFI-1999				Cero	Cero

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DEL INFLUENTE DE LA PLANTA CABEZA OLMECA
PLANTA DE REBOMBO "SIETE COLONIAS"**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	27-Sep-04	07-Oct-04	11-Oct-04	20-Oct-04	Promedio
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS							
Coliformes Fecales.	NMP / 100 ml	NMX-AA-042-1987	11,000	24,000	2,400	11,000	11,000
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS							
Cianuros.	mg / L	NMX- AA 058-SCFI-2001	<0.03			<0.03	<0.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno.	mg / L	NMX-AA-028-SCFI-2001	503.00	240.00	247.00	270.00	315.00
Fosforo Total.	mg / L	NMX-AA-029-SCFI-2001	9.60	13.00	11.60	13.00	11.80
Grasas y Aceites.	mg / L	NMX-AA-005-SCFI-2001	16.45	19.66	2.59	8.83	11.88
Materia Flotante.		NMX-AA-006-SCFI-2000	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrogeno Total.	mg / L	NMX-AA-026-SCFI-2001	26.46	20.20	21.20	19.70	21.89
pH	u Ph	NMX-AA-008-SCFI-2000	7.70	7.65	7.53	7.50	7.60
Solidos Sedimentables	ml / L	NMX-AA-004-SCFI-2000	2.00	2.50	12.00	4.70	5.30
Solidos Suspendidos Totales.	mg / L	NMX-AA-034-SCFI-2001	15.80			450.00	232.90
Temperatura.	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	31.20	29.17	27.17	31.20	29.68
Arsénico	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2000	<0.00190			<0.00190	<0.00190
Cadmio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.00989			<0.00989	<0.00989
Cobre.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.09984			0.11874	0.11874
Cromo Total.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.21251			<0.21251	<0.21251
Mercurio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.00540			<0.00540	<0.00540
Niquel.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.09961			<0.09961	<0.09961
Plomo.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	<0.10350			<0.10350	<0.10350
Zinc.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001	0.25280			0.27060	0.27060
Huevos de Helmintos	H / L	NMX-AA-113-SCFI-1999	Cero			Cero	Cero

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DEL INFLUENTE DE LA PLANTA CABEZA OLMECA
INFLUENTE PLANTA "FLORESTA II"**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	27-Sep-04	07-Oct-04	11-Oct-04	20-Oct-04	Promedio
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS							
Coliformes Fecales.	NMP / 100 ml	NMX-AA-042-1987	460	< 3	2,400	2,400	2,400
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS							
Cianuros.	mg / L	NMX- AA 058-SCFI-2001				<0.03	<0.03
Demanda Bioquímica de Oxígeno.	mg / L	NMX-AA-028-SCFI-2001	54.00	48.00	50.00	228.00	95.00
Fosforo Total.	mg / L	NMX-AA-029-SCFI-2001	3.00	2.20	5.30	9.00	4.88
Grasas y Aceites.	mg / L	NMX-AA-005-SCFI-2001	13.07	0.75	2.59	3.60	5.00
Materia Flotante.		NMX-AA-006-SCFI-2000	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrogeno Total.	mg / L	NMX-AA-026-SCFI-2001	0.80	0.20	7.30	14.70	5.75
pH	u Ph	NMX-AA-008-SCFI-2000	7.17	7.32	7.32	7.28	7.27
Solidos Sedimentables	ml / L	NMX-AA-004-SCFI-2000	< 0.1	< 0.1	0.10	0.50	0.30
Solidos Suspendidos Totales.	mg / L	NMX-AA-034-SCFI-2001				112.00	112.00
Temperatura.	°C	NMX-AA-007-SCFI-2001	28.50	28.00	27.50	31.90	28.98
Arsénico	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2000				<0.00190	<0.00190
Cadmio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.00989	<0.00989
Cobre.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.09984	<0.09984
Cromo Total.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.21251	<0.21251
Mercurio.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.00540	<0.00540
Niquel.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.09961	<0.09961
Plomo.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				<0.10350	<0.10350
Zinc.	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2001				0.12383	0.12383
Huevos de Helmintos	H / L	NMX-AA-113-SCFI-1999				Cero	Cero

INTREGRACIÓN DE MUESTRA COMPUESTA PARA DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO CABEZA OLMECA

PUNTO DE AFORO	l/s	%	PARÁMETRO	UNIDADES	ANTILLAS	SUGASTI	FARO DE LA LAGUNA	SIETE COLONIAS	FLORES DEL VALLE	FLORESTA II	MUESTRA COMPUESTA
ANTILLAS	92.15	49%	Coliformes Fecales.	NMP / 100 ml	2,884	2,134	1,200	11,000	3,585	2,400	3,928
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS											
			Cianuros.	mg / L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
SUGASTI	28.67	15%	Demanda Bioquímica de Oxígeno.	mg / L	334.00	405.50	82.50	315.00	114.50		282.21
			Fosforo Total.	mg / L	11.45	12.43	5.37	11.80	5.34	4.88	10.32
			Grasas y Aceites.	mg / L	16.55	17.54	7.74	11.88	3.04	5.00	13.52
FARO DE LA LAGUNA	4.37	2%	Materia Flotante.		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
			Nitrogeno Total.	mg / L	32.00	32.65	13.85	21.89	10.21	5.75	25.61
			pH	u Ph	7.60	7.60	7.54	7.60	7.10	7.27	7.52
SIETE COLONIAS	27.88	15%	Solidos Sedimentables	ml / L	1.59	0.80	3.60	5.30	9.83	0.30	2.50
			Solidos Suspendidos Totales.	mg / L	269.00	154.25	41.00	232.90	72.00	112.00	208.81
			Temperatura.	°C	30.37	31.07	29.62	29.68	29.12	28.98	30.11
FLORES DEL VALLE	13.32	7%	Arsénico	mg / L	<0.00190	<0.00190	<0.00190	<0.00190	<0.00190	<0.00190	<0.00190
			Cadmio.	mg / L	<0.00989	<0.00989	<0.00989	<0.00989	<0.00989	<0.00989	<0.00989
			Cobre.	mg / L	<0.09984	<0.09984	<0.09984	0.11874	<0.09984	<0.09984	<0.09984
FLORESTA II	21.67	12%	Cromo Total.	mg / L	<0.21251	<0.21251	<0.21251	<0.21251	<0.21251	<0.21251	<0.21251
			Mercurio.	mg / L	<0.00540	<0.00540	<0.00540	<0.00540	<0.00540	<0.00540	<0.00540
			Niquel.	mg / L	<0.09961	<0.09961	<0.09961	<0.09961	<0.09961	<0.09961	<0.09961
TOTALES	188.06	100%	Plomo.	mg / L	<0.10350	<0.10350	<0.10350	<0.10350	<0.10350	<0.10350	<0.10350
			Zinc.	mg / L	0.15921	0.12380	< 0.11812	0.27060	< 0.11812	0.12383	< 0.11812
			Huevos de Helmintos	H / L	Cero	Cero	Cero	Cero	Cero	Cero	Cero

3. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y OPERATIVA DE LAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO.

3.1 Condiciones de funcionamiento

Existe un gran número de alternativas de sistemas de tratamiento para aguas residuales sin embargo solo una cantidad limitada de ellas cumple con los requerimientos de calidad en el efluente, costos de inversión, de operación y mantenimiento, así como de disponibilidad de área para su construcción.

Cabe destacar que cada uno de los procesos que a continuación se proponen cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en bienes nacionales.

De acuerdo a las especificaciones de la norma (tabla 1), la planta de tratamiento de aguas residuales Cabeza Olmeca para su diseño, se debe apegar al apartado (C) que enuncia la protección de la vida acuática en ríos, embalses naturales y artificiales; esto por solicitud del organismo operador, ya que dentro de la clasificación del cuerpo receptor, en este caso el Río Jamapa está incluido en el apartado (B) que implica una descarga más holgada en cuanto a presencia de contaminantes.

Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de Contaminantes NOM-001-ECOL/96

Temperatura	(T)	40 °C
Grasas y Aceites	(G y A)	15 mgr/l
Sólidos Suspendidos Totales	(SST)	40 mgr/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno	(DBO)	30 mgr/l
Nitrógeno Total	(NT)	15 mgr/l
Fósforo Total	(P)	5 mgr/l

El proceso más comúnmente empleado en la depuración de las aguas residuales urbanas en México son los tratamientos biológicos tanto aerobios como anaerobios.

Los lodos activados en sus múltiples modalidades son procesos aerobios que para su funcionamiento requieren de suministro de oxígeno; este sistema es el que permite las máximas eficiencias de remoción de materia orgánica (mayores de 90%) es así mismo el proceso con mayores posibilidades de control mediante variaciones de tiempo de retención hidráulica y celular. Sin embargo, es también el proceso que demanda más energía en el suministro de oxígeno para su funcionamiento, por lo que representa los mayores costos de operación.

Existen otros procesos de tratamiento como son los anaerobios que no utilizan oxígeno para su funcionamiento, operan con bajos requerimientos energéticos, su eficiencia de remoción (60-70 %) es menor que el de los aerobios por lo que en algunos casos debe complementarse el tratamiento con un proceso aerobio para cumplir con los parámetros fisicoquímicos estipulados en la norma a la que se hace mención.

En base a la experiencia en cuanto la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento por parte del SAS Metropolitano, éste hace la recomendación de no incluir dentro de las alternativas de tratamiento sistemas del tipo anaerobio, así como mecanismos de agitación superficial del tipo turbina, esto por los gastos de operación y mantenimiento que implican estas características dentro de una planta de tratamiento.

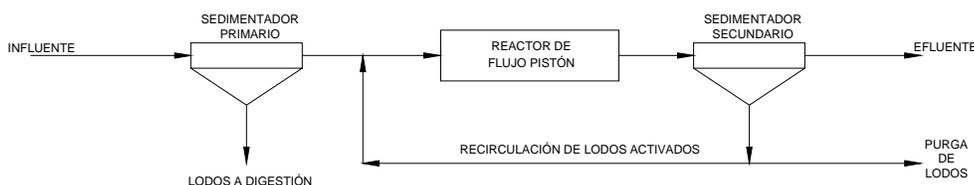
Los procesos que analizaremos para el desarrollo de alternativas son procesos aerobios en las siguientes modalidades:

- 1ª Modalidad: Flujo pistón convencional – lodo activado
- 2ª Modalidad: Aireación extendida a contracorriente – lodo activado
- 3ª Modalidad: Zanja de oxidación – lodo activado

3.2 Primera alternativa: Flujo pistón convencional

En el sistema de lodos activados de flujo pistón, el régimen hidráulico del reactor consiste en que todas las partículas que entran en el reactor permanecen en él la misma cantidad de tiempo. Algunas partículas pueden atravesar el reactor más veces debido a la recirculación de lodos activados del sedimentador secundario, pero mientras están dentro de él lo atraviesan en el mismo lapso de tiempo.

El agua residual sedimentada y el lodo recirculado entran en el inicio del tanque de aireación y se mezclan por medio de discos difusores de aire, la aplicación del aire generalmente es uniforme a lo largo del tanque. Durante el periodo de aireación ocurre adsorción, floculación y oxidación de la materia orgánica. Los sólidos del lodo activado que se separan en un tanque de sedimentación secundaria son estabilizados en un digestor de lodos. Finalmente el agua ya clarificada es enviada a desinfección por medio de gas cloro para su posterior reuso



Con esta alternativa de proceso se ha conformado un sistema de tratamiento integrado por las siguientes etapas:

1. Caja de recepción de agua residual
2. Cribado
3. Desarenado
4. Cárcamo de bombeo
5. Sedimentador primario
6. Reactor biológico
7. Sedimentador secundario
8. Digestor de lodos
9. Deshidratación de lodos
10. Desinfección

En el anexo 1A y 1B se presenta un arreglo general para esta opción así como un diagrama de flujo de proceso que ilustran de manera más clara esta propuesta; a continuación se describe brevemente cada una de estas etapas.

Etapas de Pretratamiento

El agua residual ingresa a la caja de recepción por medio de un tubo colector de 1.07 m. de diámetro. La estructura de pretratamiento incluye una criba de limpieza mecánica para eliminar materiales gruesos generalmente flotantes como plástico y demás basuras que es común que estén presentes en las aguas residuales, los sólidos separados serán depositados en un contenedor para su posterior eliminación fuera de la planta.

Posteriormente el agua residual será enviada a un sistema de desarenado automático para eliminar mecánicamente el contenido de arenas y proteger las bombas y otros equipos del desgaste debido a la abrasión. Continuando su trayectoria de flujo el agua residual ingresa a un cárcamo de bombeo con el objetivo de controlar los picos del flujo; en este tanque se localizan bombas del tipo sumergible que enviarán las aguas residuales al sedimentador primario que es alimentado al centro en forma ascendente.

Etapa de Tratamiento Secundario

El agua residual procedente del sedimentador primario y el lodo activado recirculado del sedimentador secundario ingresan de manera conjunta al reactor biológico que en este caso será modulado en dos unidades de 115.0 lt/seg., lo que permitirá tratar el agua residual por etapas de acuerdo a la cantidad de aguas residuales que se vayan generando en los diferentes lugares de aportación.

Los reactores biológicos son del tipo lodos activados de flujo pistón convencional en los cuales se removerá la materia orgánica (DBO₅) con eficiencias mayores al 90 % para obtener agua tratada con una calidad de DBO de 30 mgr/l o menor. Para lograr lo anterior es necesario suministrar al sistema aire para que comience la actividad microbiana. Para tal efecto se considera un sistema compuesto por sopladores y discos difusores de aire con diámetros de 310 mm. para generar microburbujas de 2 a 4 mm de diámetro y así lograr la transferencia de oxígeno con valores de 3.0 lb. de O₂/Hp-hr en promedio para el proceso convencional de lodos activados.

Sedimentador Secundario

El licor es enviado a un sistema de separación (sedimentación) para separar por gravedad los lodos del licor mezclado, existirán dos unidades de sedimentación con mecanismos de rastras del tipo central; el sobrenadante clarificado es enviado al sistema de desinfección mientras que los lodos sedimentados son enviados a recirculación y purga, por una parte el 75% como mínimo a recirculación a los reactores biológicos para mantener la concentración de microorganismos y la fracción de lodos nuevos son purgados del sistema posterior tratamiento.

Tratamiento de Lodos

El proceso de tratamiento propuesto de lodos activados en su modalidad de flujo pistón convencional se caracteriza por tener tiempos de retención celular de 3-15 días. Cargas orgánicas expresadas como la relación sustrato-microorganismo F/M de 0.2-0.4 Kg./DBO₅/Kg. SSLM .d y concentraciones de licor mezclado (SSLM) de 1000-3000 mlg/l.

Lo anterior tiene como consecuencia una mayor producción de lodos sin estabilizar que requieren junto con los lodos provenientes del sedimentador primario un digestor aeróbico de lodos para estabilizar la producción de lodos obtenidos como subproducto del tratamiento del agua residual tratada.

Desinfección

El agua clarificada del sedimentador secundario ingresa a un tanque de contacto, donde se lleva a cabo la desinfección del agua eliminando bacterias patógenas por medio de gas cloro, el tiempo de contacto para llevar a cabo la desinfección es de 30 minutos.

Memoria de Cálculo

PRETRATAMIENTO

Gastos de Diseño

Q med.	230 lps	0.230 m ³ /s
Q max. Instantaneo	499 lps	0.499 m ³ /s
Q max. Extraordinario	749 lps	0.749 m ³ /s
Q min.	115 lps	0.115 m ³ /s

NOTA : para el gasto máximo instantáneo el coeficiente de Harmon se considera con un valor de 2.17, debido a que la población es mayor a 63,454 habitantes

CRIBADO

Cálculo del tirante

$$\text{ancho del canal} = 1.00 \text{ m}$$

$$Q = \frac{A}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Tabla 1.1 Tirante, gasto y velocidad en canal

tirante	gasto	velocidad
0.050	0.009	0.170
0.100	0.025	0.255
0.200	0.073	0.365
0.300	0.131	0.438
0.400	0.196	0.490
0.500	0.265	0.530
0.800	0.487	0.609
1.000	0.642	0.642
1.100	0.721	0.656
1.135	0.749	0.660
1.150	0.761	0.662

tirante = propuesto
 n = 0.014
 A = area
 R = radio hidráulico = A/P
 S = pendiente del canal = cte.

La pendiente con velocidad de proyecto es:

s = 0.0004

Cribado Grueso

Flujo máximo (m³/s)	0.749
Velocidad a Qmax (m/s)	0.66
No. de unidades	1
Tipo:	cribado grueso de limpieza automática
Inclinación	90° con la horizontal
Espacio libre entre barras	15 mm 0.015 m
Material de las barras	AC-INOX-304
Espesor de las barras	8 mm 0.008 m
Material retenido	Rejilla mecanizada a contenedor
Ancho del canal por rejillas (área libre requerida/ h)	1.00 m
No. de espacios libres (ancho del canal por rejillas/separación entre barras)	43
Número de barras	44

Para el desarenado se tiene dos unidades, una de operación automática y un segundo de operación manual del cual se anexa el cálculo de la sección

Desarenador de limpieza manual

Longitud de desarenado = $(h V_c / V_s) f$

Donde :

h = tirante en el canal

h = 1.135 + .25 1.385 m

V_c = velocidad de flujo 0.3 m/s

V_s = velocidad de sedimentación de la partícula 0.033 m/s

f = factor de regulación = 1.4

Longitud de desarenado = 17.63 m

ancho del canal = 2.00 m

Escalon de 25 cm para contener la acumulación de arenas

Para lograr la reducción de la velocidad en el canal, éste se hace más ancho

Vertedor proporcional

Tabla 1.2 Vertedor sutoro

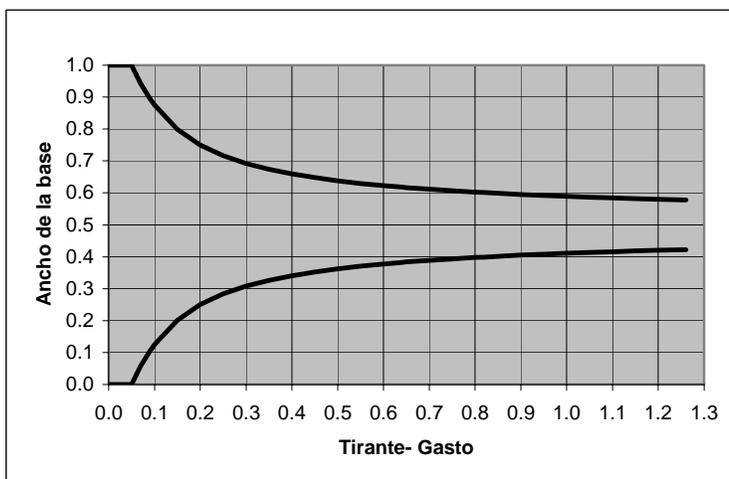
	b = 1.00 m		a = 0.05 m					
Q = Cb (2ag) ^{1/2} (h-1/3a)	h	L	Area	Q	V	y	X1	X2
L=b-2b/pi()*ang tan((h/a)-1) ^{1/2}	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
X1=b/2-L/2	0.050	1.000	0.050	0.020	0.403	0.050	0.000	1.000
X2=X1+L	0.060	0.939	0.060	0.026	0.439	0.060	0.030	0.970
	0.070	0.885	0.069	0.032	0.468	0.070	0.058	0.942
	0.080	0.835	0.077	0.038	0.494	0.080	0.082	0.918
	0.090	0.790	0.086	0.044	0.518	0.090	0.105	0.895
	0.100	0.750	0.093	0.050	0.540	0.100	0.125	0.875
	0.150	0.598	0.127	0.081	0.635	0.150	0.201	0.799
	0.200	0.500	0.154	0.111	0.717	0.200	0.250	0.750
	0.250	0.433	0.178	0.141	0.793	0.250	0.283	0.717
	0.300	0.384	0.198	0.171	0.864	0.300	0.308	0.692
	0.350	0.348	0.216	0.201	0.930	0.350	0.326	0.674
	0.398	0.320	0.232	0.230	0.991	0.398	0.340	0.660
	0.450	0.295	0.248	0.262	1.054	0.450	0.352	0.648
	0.500	0.276	0.263	0.292	1.112	0.500	0.362	0.638
	0.550	0.259	0.276	0.322	1.167	0.550	0.370	0.630
	0.600	0.245	0.289	0.352	1.221	0.600	0.377	0.623
	0.640	0.236	0.298	0.377	1.262	0.640	0.382	0.618
	0.650	0.233	0.301	0.383	1.273	0.650	0.383	0.617
	0.700	0.223	0.312	0.413	1.323	0.700	0.389	0.611
	0.750	0.213	0.323	0.443	1.372	0.750	0.393	0.607
	0.760	0.211	0.325	0.449	1.381	0.760	0.394	0.606
	0.800	0.205	0.333	0.473	1.419	0.800	0.398	0.602
	0.820	0.202	0.337	0.485	1.438	0.820	0.399	0.601
	0.900	0.190	0.353	0.534	1.511	0.900	0.405	0.595
	0.950	0.184	0.363	0.564	1.555	0.950	0.408	0.592
	1.000	0.179	0.372	0.594	1.599	1.000	0.411	0.589
	1.050	0.173	0.380	0.624	1.641	1.050	0.413	0.587
	1.100	0.168	0.389	0.655	1.683	1.100	0.416	0.584
	1.150	0.164	0.397	0.685	1.724	1.150	0.418	0.582
	1.200	0.160	0.405	0.715	1.764	1.200	0.420	0.580
	1.255	0.156	0.414	0.748	1.807	1.255	0.422	0.578
	1.260	0.155	0.415	0.751	1.811	1.260	0.422	0.578

Pérdida en la descarga del vertedor para gasto máximo extraordinario.

0.166

Pérdida en la descarga del vertedor para gasto normal

0.050



Cárcamo de Bombeo de agua a proceso

Dimensiones:

ancho =	4.5 m
largo =	5.0 m
nivel máximo de operación =	3.0 m
capacidad =	67.5 m ³
TRH =	4.89 min

Carcamo de Bombeo de agua a By Pass

Dimensiones:

ancho =	4.5 m
largo =	3.8 m
nivel máximo de operación =	3.0 m
capacidad =	51.3 m ³
TRH a gasto extraordinario =	1.65 min

Vertedor rectangular de pared gruesa para agua a by pass

L = longitud efectiva de la cresta en mtrs (ancho del canal)

H = carga medida = tirante de flujo encima de la elevación de la cresta en mtrs

$$Q = C \cdot L \cdot H^{3/2}$$

Q = gasto en m³/s

C = coeficiente de descarga

C = 1.73366 + 0.40 H/P ; donde P > 2.5 H

H = 0.1557 m

P = 0.439 m

L = 4.5 m

C = 1.88

Q = gasto de excedencia = 0.519 m³/s

Sedimentador Primario

Q =	115 lt/s	9936 m ³ /día
CHS =	24 m ³ /m ² día	(24 - 32 m ³ / m ² d)
DBO =	285 mg / lt	
SST =	210 mg / lt	

ÁREA REQUERIDA

A =	Q / CHS
A =	414 m ²
Diámetro =	23.0 m
Altura recomienda =	3.7 m
Bordo libre =	0.3 m
Altura total =	4.0 m
Volumen =	1531.80 m ³
TRH =	3.70 hrs.

Remoción de DBO =	30%
Remoción de SST =	60%
DBO de salida =	199.5 mg / lt
SST de salida =	84.00 mg / lt
Δ DBO =	85.50 mg / lt
Δ SST =	126.00 mg / lt

GENERACIÓN DE LODOS PRIMARIOS

Lodo generado = Δ SST x Q

Lodo generado = 2503.87 Kg/día

Considerando:

Concentración = 0.80 %

Densidad = 1.00 gr/cm³

Peso específico = 1.03

Volumen de lodo = 303.87 m³/día
12.66 m³/hr
3.52 lt/s

DIMENSIONAMIENTO DE REACTORES

Flujo Piston Convencional

$$V = \frac{Q \times DBO}{SSLM \times F / M}$$

Posibles valores

Q =	115	ltr/s	
SSLM =	3.0	Kg SSLM/m ³	(1.0 - 3.0)
F / M =	0.20	Kg DBO/ kg SSLM	(0.2-.04)

INFLUENTE (mg/lt)		EFLUENTE (mg/lt)	
DBO	199.5	DBO	30
SST	84.00	SST	40
N total	26	N total	15
P total	11	P total	5
G y A	15	G y A	15

Dimensionamiento

Volumen = 3303.72 m³
 Para un tirante = 5 m
 Área = 660.74 m²
 ancho = 18.18 m
 largo = 36.35 m

Tiempo de retención hidráulico =	8.0 hrs.
Eficiencia de remoción DBO =	90 %
Eficiencia de remoción SST =	85 %
DBO a la salida del reactor =	19.95 mg/lt
SST a la salida del reactor =	12.6 mg/lt

Cálculo de la Demanda de Oxígeno

$$AOR = a(\text{DBO} \times Q) + b(\text{MLSS} \times \text{Vol del tanque}) + c(\text{NH}_4 \times Q) - d(\text{NH}_4 \text{ entrada} - N) \times Q$$

	Posibles valores
Q =	19872 m ³ /d
a =	0.5 (0.4 - 0.63)
DBO entrada =	0.1995 kg/m ³
DBO salida =	0.020 kg/m ³
b =	0.20 (F/M; 0.2 - 0.40)
SSLM =	3.0 kg MLSS/m ³ (1.0 - 3.0)
Vol. Tanque =	6607.44 m ³
c =	4.6 (cte. Coef de nitrificación)
NH4 entrada =	0.0208 kg/m ³
NH4 salida =	0.00416 kg/m ³
Δ NH4 =	0.01664 kg/m ³
d =	2.8 (cte. Coef de denitrificación)
N total de salida =	0.015 kg/m ³
AOR =	6946.83 Kg/día
AOR =	289.45 Kg/hr

Corrección por Temperatura

T: 20 °C

$$SOTR = \left[AOR \left(\theta^{T - T_{\text{proceso}}} \right) \left(\frac{C_s}{\beta \times C} - DO \right) \right] \div \alpha$$

Cs =	11.3	
C del agua a 20 °C =	9.2	
α =	0.85	SOTR 384 kg/h
β =	0.90	AOR/SOTR 0.75
θ =	1.024	
AOR=	289.45 kg/h	
Temperatura del proceso	31.0 °C	
Altitud:	10 m	
Profundidad en el tanque	5.0 m	
Cte. de oxidacion DO=	2.0 mg/l	

Capacidad específica de transferencia de O₂ del disco difusor = 0.015 Kg O₂/(m³/m lineal de sumergencia)

Tirante hidráulico = 5.00 m

Sumergencia = 4.8 m

Cantidad de aire requerido = $SOTR / (\text{Capacidad de transferencia de O}_2 \text{ del disco} \times \text{Sumergencia})$

5339.55 m³/hr

Flujo de aire por disco (ROEFLEX) = 1 - 10 m³ / Hr

Número de discos = 534 pzas.

SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Q =	115 lt/s	9936 m ³ /día
CHS =	16 m ³ /m ² día	(16 - 24 m ³ / m ² d)
SSLM =	3 Kg/m ³	
Δ DBO =	179.55 mg / lt	
Δ SST =	71.40 mg / lt	

ÁREA REQUERIDA

A =	Q / CHS
A =	621 m ²
Diámetro =	28.00 m
Altura recomienda =	3.4 m
Bordo libre =	0.4 m
Altura total =	3.8 m
Volumen =	2111.40 m ³
TRH =	5.10 hrs.

GENERACIÓN Y PURGA DE LODOS

Lodo generado = Δ DBO x Q	
Lodo generado =	3568.02 Kg/día
Considerando:	
Concentración =	1.00%
Densidad =	1000.00 Kg/m ³
Peso específico =	1.03
Volumen de lodo =	346.41 m ³ /día
	14.43 m ³ /hr
	4.01 lt/s

Nota: factor de 0.975 Kg SSLM / Kg DBO tomado del MOP8, Pag. 17-29 para este caso el factor tiene el valor de uno (1) como seguridad del proceso

VOLUMEN DEL DIGESTOR DE LODOS

Q = lodo primario + lodo secundario	
Q =	650.28 m ³ /día
TRH =	15.00 días
Volumen =	9754.16 m ³
altura total:	5.30 m
bordo libre:	0.30 m
tirante hidráulico =	5.00 m
Área =	1950.83 m ²
a =	31.23 m
L =	62.46 m

Tasa de recirculación mínima =	75%
Tasa de recirculación a flujo de diseño =	120%
Recirculación a flujo de diseño =	138 lt / s
Tiempo de retención celular =	11.1 días

Determinación de costo por operación y mantenimiento.

COSTO POR OPERACIÓN

PERSONAL DE OPERACIÓN (INCLUYE PRESTACIONES)

PERSONAL	CANTIDAD	P.U. (\$) POR MES	IMPORTE (\$ POR MES)
JEFE DE PLANTA	0.25	22,380.62	5,595.16
JEFE DE MANTENIMIENTO ELETROMECANICO	0.50	13,002.75	6,501.38
AYUDANTE GENERAL	1.00	7,139.25	7,139.25
LABORATORISTA	0.50	8,818.50	4,409.25
OPERADOR DE TURNO	4.00	8,142.00	32,568.00
MECANICO	0.50	13,002.75	6,501.38
ELECTRICISTA	0.50	13,002.75	6,501.38
OBRERO GENERAL	4.00	7,139.25	28,557.00
TOTAL			97,772.78

REACTIVOS Y MATERIAL DE LABORATORIO PARA ANALISIS (USO MENSUAL)

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)
DICROMATO DE POTASIO	50.0 gr	2.57	128.30
SULFATO DE PLATA	15.0 gr	38.22	573.30
SULFATO FERROSO AMONICAL	50.0 gr	2.22	110.76
ACIDO SULFURICO	2,000.0 ml	0.17	339.20
INDICAR DE FERROINA (ORTO FENANTROLINA)	10.0 gr	27.90	279.00
HIDROXIDO DE SODIO	500.0 gr	0.49	244.37
ACIDO CLORHIDRICO	500.0 ml	0.12	58.55
BICARBONATO DE SODIO	100.0 gr	0.96	95.56
CARBONATO DE SODIO	100.0 gr	0.77	77.46
PAPEL WATHMAN	1 caja	250.00	250.00
BUFFER DE BORATOS	200.0 gr	1.24	248.00
ACIDO DE MAGNESIO	100.0 gr	0.83	82.93
SULFATO DE MAGNESIO	100.0 gr	1.49	148.58
CLORURO DE CALCIO	100.0 gr	1.02	102.02
CLORURO FERRICO	100.0 gr	1.96	195.97
CLORURO DE ALUMINIO	100.0 gr	0.57	57.00
KIT COLIFORMES	2 piezas	320.00	640.00
TOTAL			3,631.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS DE OPERACIÓN	101,403.78
---	-------------------

COSTO DE ADMINISTRACIÓN

PERSONAL DE ADMINISTRACION (INCLUYE PRESTACIONES)

PERSONAL	CANTIDAD	P.U. (\$) POR MES	IMPORTE (\$ POR MES)
JEFE DE PLANTA	0.25	22,380.62	5,595.16
AYUDANTE GENERAL	0.50	7,139.25	3,569.63
TOTAL			9,164.78

COSTOS DE OFICINA Y VARIOS (USO MENSUAL)

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)
PAPELERIA Y ARTICULOS DE OFICINA	1 LOTE	400.00	400.00
MATERIAL DE LIMPIEZA	1 LOTE	300.00	300.00
TOTAL			700.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS DE ADMINISTRACION	9,864.78
--	-----------------

CARGOS FIJOS POR ENERGÍA ELÉCTRICA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE (\$ MENSUAL)
CRIBA DE LIMPIEZA AUTOMÁTICA	KW-H	1,388.74	1,052.66
TORNILLO DESARENADOR	KW-H	2,777.47	2,105.32
BOMBAS DE AGUA RESIDUALES	KW-H	36,107.14	27,369.21
BOMBA DE RECIRCULACION DE LODOS	KW-H	31,246.56	23,684.89
SOPLADOR DE AIRE DE REACTOR BIOLÓGICO	KW-H	527,719.68	400,011.52
SOPLADORES DE AIRE PARA DIGESTORES DE LODOS	KW-H	170,120.16	128,951.08
AGITADOR DE LODOS	KW-H	3,819.02	2,894.82
MECANISMOS DE RASTRAS			-
MECANISMOS DE RASTRAS DE SEDIMENTADOR PRIMARIO	KW-H	694.37	526.33
MECANISMOS DE RASTRAS DE SEDIMENTADOR SECUNDARIO	KW-H	694.37	526.33
EQUIPO DE CLORACION QUE INCLUYE:			-
-ANALIZADOR DE CLORO RESIDUAL	KW-H	416.62	315.80
-TRAMPA DE GOTEO DE RESISTENCIA CALEFACTORA	KW-H	16.66	12.63
-DETECTOR DE GAS CLORO	KW-H	15.97	12.11
-MOTORES DE LA BOMBA DE AYUDA A CLORACION	KW-H	1,041.55	789.50
		TOTAL	588,252.20

NOTA: SE CONSIDERA UN FACTOR DE OPERACIÓN EQUIVALENTE AL 96.44%, LA BASE REAL DE OPERACIÓN QUE SE CONSIDERO FUE DE 352 DIAS AL AÑO

CARGO TOTAL MENSUAL POR ENERGÍA ELÉCTRICA	588,252.20
--	-------------------

CARGOS VARIABLES POR ENERGÍA

CONCEPTO Y TIEMPO OPERACION	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE (\$ MENSUAL)
BOMBA SUMERGIBLE DE AGUA RESIDUAL (By-Pass) 5 meses	KW-H	3,905.76	2,960.57
BOMBA DE SERVICIOS 4 meses	KW-H	176.55	133.83
BOMBA DE LLENADO DE PIPAS 5 meses	KW-H	441.47	334.63
BOMBAS CAVIDAD PROGRESIVA DE LODOS 6 meses	KW-H	5,400.00	4,093.20
MESA DE ESPESAMIENTO 6 meses	KW-H	396.00	300.17
FILTRO BANDA 6 meses	KW-H	396.00	300.17
PAQUETE DE DOSIFICACIÓN DE POLÍMERO 6 meses	KW-H	198.00	150.08
COMPRESOR DE AIRE DE FILTRO BANDA 5 meses	KW-H	443.83	336.42
BOMBA LAVADO DE BANDA 6 meses	KW-H	2,700.00	2,046.60
POLIPASTO 7 días	KW-H	24.19	18.34
		TOTAL	10,674.01

Nota: el tiempo de operación es efectivo en el lapso indicado por el periodo de un año

CARGO TOTAL MENSUAL POR ENERGÍA ELÉCTRICA	10,674.01
--	------------------

COSTOS POR PRIMAS DE SEGUROS

COSTO FIJO POR PRIMA DE SEGURO

CONCEPTO (DEFINIR TIPO DE SEGURO, ALCANCE, COMPAÑÍA ASEGURADORA, ETC.)	IMPORTE ANUAL (\$/AÑO)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
POLIZA POR DESASTRE NATURAL, INCENDIO Y VANDALISMO ALCANCE: CUBRE CUALQUIER DAÑO QUE SE OCASIONE A LA PLANTA POR EFECTOS DE DESASTRE NATURAL TALES COMO, TERREMOTOS, INHUNDACIONES, ETC, ASI COMO POR INCENDIO Y ACTOS VANDALICOS GENERADOS POR TERCEROS. COBERTURA MINIMA \$ 40,000,000.00 ASEGURADORA: SEGUROS MONTERREY	140,000.00	11,666.67
	SUBTOTAL	11,666.67

TOTAL DE COSTOS FIJOS POR PRIMA DE SEGUROS	11,666.67
---	------------------

COSTOS POR CONSERVACION

COSTO FIJO POR CONSERVACION

CONCEPTO	CANTIDAD A PONER 10 AÑOS	P.U. (\$)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
COSTO PONDERADO DE LA EDIFICACION	LOTE	10,000.00	10,000.00
COSTO PONDERADO DE LA OBRA ELECTROMECHANICA	LOTE	75,000.00	75,000.00
SUBTOTAL			85,000.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS POR CONSERVACION SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL A CUBRIR EN 10 AÑOS	708.33
--	---------------

COSTOS POR REPOSICION DE EQUIPOS

COSTOS FIJOS POR REPOSICION DE EQUIPOS

EQUIPO	CANTIDAD A PONER 10 AÑOS	P.U. (\$)	IMPORTE (\$ a 10 AÑOS)
2 ESTADORES DE LAS BOMBAS CAVIDAD PROGRESIVA	LOTE	52,000.00	104,000.00
BOMBA DE SERVICIOS	LOTE	5,000.00	5,000.00
BOMBA DE LLENADO DE PIPAS	LOTE	15,000.00	15,000.00
MESA DE ESPESAMIENTO	LOTE	210,000.00	210,000.00
FILTRO BANDA	LOTE	429,000.00	429,000.00
MEMBRANA DE DIFUSION DE AIRE (BURBUJA FINA) REACTOR BIOLOGICO	4,352.00	140.00	609,280.00
SOPORTES DE DISCOS DIFUSORES DE AIRE (BURBUJA FINA) REACT. BIOL.	434.00	285.00	123,690.00
SOPORTES DE DISCOS DIFUSORES DE AIRE (BURBUJA FINA) DIGESTOR DE LODOS	300.00	285.00	85,500.00
MEMBRANA DE DIFISION DE AIRE (BURBUJA FINA) DIGESTOR DE LODOS	3,192.00	140.00	446,880.00
SUBTOTAL			2,028,350.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS POR REPOSICION DE EQUIPO SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL	16,902.92
--	------------------

COSTOS POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

COSTOS VARIABLES POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO (USO MENSUAL)

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
POLÍMERO	560.00	40.00	22,400.00
GAS CLORO	6,000.00	5.50	33,000.00
TOTAL			55,400.00

TOTAL DE COSTOS VARIABLES POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO	55,400.00
---	------------------

COSTOS POR DISPOSICION FINAL DE LOS LODOS SUBPRODUCTO DEL PROCESO

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
PERSONAL OPERATIVO	2.00	7,139.25	14,278.50
Estimando 2 turnos			
TOTAL			14,278.50

TOTAL DE COSTOS POR DISPOSICION FINAL DE LODOS	14,278.50
---	------------------

RESUMEN

CONCEPTO	CARGOS FIJOS \$ MES	CARGOS VARIABLES \$ MES	IMPORTE TOTAL \$ MES
COSTOS DE OPERACIÓN	101,403.78	-	101,403.78
COSTOS DE ADMINISTRACION	9,864.78	-	9,864.78
COSTOS POR MANTENIMIENTO	4,934.17	1,666.67	6,600.83
COSTOS POR ENERGÍA ELECTRICA	588,252.20	10,674.01	598,926.21
COSTOS POR PRIMA DE SEGURO	11,666.67	-	11,666.67
COSTOS POR CONSERVACION	708.33	-	708.33
COSTOS POR REPOSICION DE EQUIPO	16,902.92	-	16,902.92
COSTOS POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO	-	55,400.00	55,400.00
COSTOS POR DISPOSICION FINAL DE LODOS	14,278.50	-	14,278.50
TOTAL	748,011.34	67,740.67	815,752.02

COSTO MENSUAL TOTAL= COSTO MENSUAL FIJOS + COSTOS MENSUALES VARIABLES

COSTOS FIJOS UNITARIOS MENSUAL DE AGUA TRATADA	1.25	\$/M3
COSTO VARIABLE UNITARIO DE AGUA TRATADA	0.11	\$/M3
COSTO UNITARIO MENSUAL DE AGUA TRATADA	1.37	\$/M3
VOLUMEN DE AGUA TRATADA MENSUAL (PROMEDIO)	596,160.00	M3

COSTO MENSUAL = (COSTO FIJO UNITARIO MENSUAL) + (COSTO VARIABLE UNITARIO) / (VOLUMEN DE AGUA TRATADA MENSUAL M3)

3.3 Segunda Alternativa: Aireación Extendida a Contracorriente

Este proceso al que se conoce también como oxidación total, es una modificación del proceso de lodos activados. El modelo de esta modificación es similar al completamente mezclado, con las características de tener altos tiempos de aireación extendida; una ventaja de este proceso es que el largo tiempo de retención en el tanque de aireación proporciona una mayor homogenización de agua cruda, aceptando el proceso cambios bruscos en cargas hidráulicas y orgánicas.

Una segunda ventaja fundamental de la aireación extendida comparativamente con el proceso convencional de lodos activados completamente mezclado, es disminuir la cantidad de lodo residual. Esto se consigue aumentando el tiempo de residencia; de esta forma el volumen del reactor es comparativamente mayor que el requerido en el proceso convencional; ambas ventajas hacen de este sistema uno de los mas simples de operación en el marco de los lodo activados.

Con la finalidad de continuar con la selección de la tecnología de tratamiento que permita obtener los mejores resultados desde el punto de vista técnico y económico se ha conformado un sistema de tratamiento que consiste de:

- 1.- Caja de recepción de agua residual
- 2.- Cribado
- 3.- Desarenador
- 4.- Cárcamo de bombeo
- 5.- Reactor Biológico
- 6.- Sedimentador Secundario
- 7.- Cárcamo de purga de lodos
- 8.- Espesado y Deshidratado de lodos
- 9.- Desinfección

En el anexo 2A y 2B se presenta un arreglo general para esta opción así como un diagrama de flujo de proceso que ilustran de manera más clara esta propuesta; a continuación se describe brevemente cada una de estas etapas.

NOTA: para el análisis de las dos alternativas restantes las etapas de pretratamiento y desinfección serán las mismas a las ya presentadas en la alternativa anterior, por lo que únicamente se presentan los cálculos de las etapas que difieren en el proceso.

Tratamiento secundario

El agua residual ingresa por medio de bombeo a una caja de distribución y posteriormente es repartida en la misma cantidad a cada uno de los reactores biológicos que en este caso serán modulados en dos unidades de 115.0 lts/seg. lo que permitirá tratar el agua residual por etapas de acuerdo a la cantidad de aguas residuales que se vayan generando en las colonias adyacentes a la PTAR Cabeza Olmeca.

Los reactores biológicos son de tipo de lodos activados modalidad aireación extendida a contracorriente en los cuales se removerá la materia orgánica (DBO_5) con eficiencias mayores al 90% de tal forma que se obtiene una DBO_5 de 30 mg/l o menor. Para lograr lo anterior es necesario suministrar al sistema, aire para que comience la actividad microbiana. Por lo que se considera un sistema compuesto por sopladores y difusores de aire con diámetros de 310 mm. que generan microburbujas de 2 a 4 mm de diámetro, lo que favorece las transferencias de oxígeno al agua y, de un sistema de agitadores de baja velocidad para formar el efecto de contracorriente que aumenta el tiempo de contacto de la microburbuja con el que incrementa la transferencia de oxígeno hasta valores de 6.2 lb O_2 /HP hr. Contra 3 lb O_2 /hp hr que se alcanza en un proceso convencional de lodos activados. Lo anterior por un lado, garantiza altas eficiencias de remoción de contaminantes y reduce el consumo de aire.

En este tanque se logran condiciones de mezcla de agua y lodos (microorganismos) que se conoce como licor mezclado de tal forma que lo que sale de los reactores es agua residual tratada más lodos. Como se puede observar, la tecnología que se propone “a contracorriente” es tecnológicamente mas avanzada que el proceso de aireación extendida.

Clarificador secundario

El licor es enviado a un sistema de separación (sedimentador) para separar por gravedad los lodos del licor mezclado en dos unidades de sedimentación con mecanismos de rastras del tipo central. El sobrenadante clarificado es enviado al sistema de desinfección mientras que los lodos sedimentados son enviados a recirculación y purga, por una parte 75% a recirculación a los reactores biológicos para mantener la concentración de microorganismos y la fracción de lodos nuevos son purgados del sistema, enviándolos al cárcamo de lodos para su posterior tratamiento.

Tratamiento de lodos

El proceso de tratamiento propuesto de lodos activados en su modalidad de aireación extendida a diferencia del proceso convencional se caracteriza por tener mayores tiempos de retención celular (20-40 días). Cargas orgánicas menores expresadas como la relación substrato organismo F/M de 0.04-0.10 Kg. DBO_5 /d Kg. SSLM) y mayores concentraciones de microorganismos (2000 – 5000 mg/l), tienen como consecuencia que exista un menor substrato para una mayor población de microorganismos de tal forma que los lodos formados se consumen mediante respiración endógena o comúnmente llamado canibalismo.

Lo anterior tiene como consecuencia lodos con un mayor grado de estabilización y una reducción en su producción neta y sin malos olores. Motivo por el cual no se justifica el uso de cal ni la estabilización por digestión aeróbica. De tal forma que solo se esta considerando en la etapa de tratamiento de lodos su espesamiento y deshidratación.

Los lodos purgados son enviados a un espesador de lodos para concentrarlos eliminando agua (concentración del 5%), el espesamiento es por gravedad y básicamente un proceso de sedimentación. Posteriormente los lodos son deshidratados por medio de un filtro banda a una concentración de 22% para formar las tortas de lodos, en el filtro banda se adicionara un polímero comercial para lo cual se contempla un tanque de almacenamiento de polímero, un agitador y un par de bombas dosificadoras.

Los lodos húmedos y compactos se deben enviar a un relleno sanitario por lo que se tiene que considerar un área específica para la disposición de este subproducto de tratamiento de las aguas residuales.

Memoria de Cálculo

DIMENSIONAMIENTO DE REACTORES

Aireación Extendida a Contracorriente

$$V = \frac{Q \times DBO}{SSLM \times F / M}$$

Posibles Valores

Q =	115 ltr/s	
SSLM =	3.0 Kg SSLM/m ³	(2.0 - 5.0)
F / M =	0.10 Kg DBO/ kg SSLM	(0.04 - 0.10)

INFLUENTE (mg/ltr)		EFLUENTE (mg/ltr)	
DBO	285	DBO	30
SST	210	SST	40
N total	26	N total	15
P total	11	P total	5
G y A	15	G y A	15

Dimensionamiento

Volumen requerido =	9439.2 m ³
Para un tirante =	5 m
Área =	1887.84 m ²
ancho =	30.72 m
largo =	61.45 m

Tiempo de retención hidráulico =	22.8 hrs.
Eficiencia de remoción DBO =	90 %
Eficiencia de remoción SST =	85 %
DBO a la salida del reactor =	28.5 mg/ltr
SST a la salida del reactor =	31.5 mg/ltr

Cálculo de la Demanda de Oxígeno

$$AOR = a(?DBO \times Q) + b(MLSS \times Vol \text{ del tanque}) + c(?NH_4 \times Q) - d(NH_4 \text{ entrada} - N) \times Q$$

		Posibles valores
Q =	19872 m ³ /d	
a =	0.5	(0.4 - 0.63)
DBO entrada =	0.285 kg/m ³	
DBO salida =	0.029 kg/m ³	
b =	0.10	(F/M; 0.04 - 0.10)

Corrección por Temperatura

T: 20 °C

$$SOTR = \left[AOR \left(\theta^{T-T_{proceso}} \right) \left(\frac{C_s}{(\beta \times C)} - DO \right) \right] \div \alpha$$

Cs =	11.3		
C del agua a 20 °C =	9.2		
α =	0.85	SOTR	650 kg/h
β =	0.90	AOR/SOTR	0.60
θ =	1.024		
AOR=	392.10 kg/h		
Temperatura del proceso	31.0 °C		
Altitud:	10 m		
Profundidad en el tanque	5.0 m		
Cte. de oxidacion DO=	2.0 mg/l		

Capacidad especifica de transferencia de O2 del disco difusor = 0.015 Kg O2/(m3/m lineal de sumergencia)

Tirante hidráulico = 5.00 m

Sumergencia = 4.8 m

Cantidad de aire requerido = $SOTR / (\text{Capacidad de transferencia de O2 del disco} \times \text{Sumergencia})$

9034.07 m3/hr

Flujo de aire por disco (ROEFLEX) = 1 - 10 m3 / Hr

Número de discos = 903 pzas.

Sedimentador Secundario

Q =	115 lt/s	9936 m³/día
CHS =	16 m³/m² día	(16 - 24 m³ / m² d)
SSLM =	3 Kg/m³	
Δ DBO =	256.50 mg / lt	
Δ SST =	178.50 mg / lt	

ÁREA REQUERIDA

A =	Q / CHS
A =	621 m²
Diámetro =	28.00 m
Altura recomienda =	3.4 m
Bordo libre =	0.4 m
Altura total =	3.8 m
Volumen =	2111.40 m³
TRH =	5.10 hrs.

GENERACIÓN Y PURGA DE LODOS

Lodo generado = Δ DBO x Q
 Lodo generado = 5097.17 Kg/día
 Considerando:
 Concentración = 1.00 %
 Densidad = 1.00 gr/cm³
 Peso específico = 1.03
 Volumen de lodo =

494.87	m ³ /día
20.62	m ³ /hr
5.73	lt/s

Nota: factor de 0.975 Kg SSLM / Kg DBO tomado del MOP8, Pag. 17-29 para este caso el factor tiene el valor de uno (1) como seguridad del proceso

ESPESAMIENTO DE LODOS

Q de entrada = 20.62 m³/hr
 Concentración de salida = 5.00 %
 Q de salida = 4.12 m³/hr
 Q eliminado = 16.50 m³/hr

FILTRO BANDA

Q de entrada = 4.12 m³/hr
 Concentración de salida = 20 %
 Cantidad de lodo generad = 1.031 m³/hr

RETORNO DE LODOS

Tasa de recirculación mínima = 75%
 Tasa de recirculación a flujo de diseño = 120%
 Recirculación a flujo de diseño = 138 lt / s
 Tiempo de retención celular = 22.2 días

Determinación de costo por operación y mantenimiento.

COSTO POR OPERACIÓN

PERSONAL DE OPERACIÓN (INCLUYE PRESTACIONES)

PERSONAL	CANTIDAD	P.U. (\$) POR MES	IMPORTE (\$) POR MES
JEFE DE PLANTA	0.25	22,380.62	5,595.16
JEFE DE MANTENIMIENTO ELETROMECANICO	0.50	13,002.75	6,501.38
AYUDANTE GENERAL	1.00	7,139.25	7,139.25
LABORATORISTA	0.50	8,818.50	4,409.25
OPERADOR DE TURNO	4.00	8,142.00	32,568.00
MECANICO	0.50	13,002.75	6,501.38
ELECTRICISTA	0.50	13,002.75	6,501.38
OBRERO GENERAL	4.00	7,139.25	28,557.00
SUBTOTAL			97,772.78

REACTIVOS Y MATERIAL DE LABORATORIO PARA ANALISIS (USO MENSUAL)

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)
DICROMATO DE POTASIO	50.0 gr	2.57	128.30
SULFATO DE PLATA	15.0 gr	38.22	573.30
SULFATO FERROSO AMONICAL	50.0 gr	2.22	110.76
ACIDO SULFURICO	2,000.0 ml	0.17	339.20
INDICAR DE FERROINA (ORTO FENANTROLINA)	10.0 gr	27.90	279.00
HIDROXIDO DE SODIO	500.0 gr	0.49	244.37
ACIDO CLORHIDRICO	500.0 ml	0.12	58.55
BICARBONATO DE SODIO	100.0 gr	0.96	95.56
CARBONATO DE SODIO	100.0 gr	0.77	77.46
PAPEL WATHMAN	1 caja	250.00	250.00
BUFFER DE BORATOS	200.0 gr	1.24	248.00
ACIDO DE MAGNESIO	100.0 gr	0.83	82.93
SULFATO DE MAGNESIO	100.0 gr	1.49	148.58
CLORURO DE CALCIO	100.0 gr	1.02	102.02
CLORURO FERRICO	100.0 gr	1.96	195.97
CLORURO DE ALUMINIO	100.0 gr	0.57	57.00
KIT COLIFORMES	2 piezas	320.00	640.00
		SUBTOTAL	3,631.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS DE OPERACIÓN	101,403.78
---	-------------------

COSTO DE ADMINISTRACION

PERSONAL DE ADMINISTRACION (INCLUYE PRESTACIONES)

PERSONAL	CANTIDAD	P.U. (\$) POR MES	IMPORTE (\$) POR MES
JEFE DE PLANTA	0.25	22,380.62	5,595.16
AYUDANTE GENERAL	0.50	7,139.25	3,569.63
		SUBTOTAL	9,164.78

COSTOS DE OFICINA Y VARIOS (USO MENSUAL)

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)
PAPELERIA Y ARTICULOS DE OFICINA	1 LOTE	400.00	400.00
MATERIAL DE LIMPIEZA	1 LOTE	300.00	300.00
		SUBTOTAL	700.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS DE ADMINISTRACION	9,864.78
--	-----------------

COSTO POR MANTENIMIENTO

COSTOS FIJOS POR MANTENIMIENTO

CONCEPTO	COSTO TOTAL	% ANUAL DE APLICACIÓN	IMPORTE (\$) AÑO
1 BALERO DE MOTOR DE CRIBA LIMPIEZA	800.00	10.00	80.00
1 MATTO. GRAL. DE TORNILLO DESARENADOR	2,500.00	10.00	250.00
1 KIT DE REFACCION PARA BOMBAS SUMERGIBLES DE ALIMENTACION INCLUYE: DOBLE SELLO MECANICO, JUEGO DE JUNTAS, IMPULSOR, SEGUROS	28,100.00	10.00	2,810.00
1 BOMBA DE SERVICIOS	2,200.00	10.00	220.00
1 MOTOR DE AIREACION	80,000.00	10.00	8,000.00
1 ACEITE MOTOREDUCTOR MECANISMOS RASTRAS	2,000.00	10.00	200.00
1 JGO. DE BANDA DE MESA DE ESPESAMIENTO	44,500.00	10.00	4,450.00
1 JGO. DE BANDA PARA FILTRO BANDA	131,100.00	10.00	13,110.00
1 ARRANCADOR PARA BOMBAS	1,000.00	10.00	100.00
1 MATTO. DE SOPLADOR DESARENADOR	9,000.00	10.00	900.00
1 ARRANCADOR PARA SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN DE POLÍMEROS	500.00	10.00	50.00
1 KIT DE REFACCION PARA SOPLADOR INCLUYE: BANDAS, CALIBRACION DE LOBULOS, CAMBIO DE ACEITE	45,000.00	10.00	4,500.00
1 MATTO. DE SOPLADOR REACTOR BIOLOGICO	45,000.00	10.00	4,500.00
SUBTOTAL			39,170.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS POR MANTENIMIENTO SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL	3,264.17
---	-----------------

COSTOS VARIABLE POR MANTENIMIENTO

CONCEPTO	COSTOS TOTAL	% ANUAL DE APLICACIÓN	IMPORTE (\$) AÑO
ENERGÍA ELECTRICA (ALUMBRADO INTE. Y EXT)	20,000.00	100.00	20,000.00
SUBTOTAL			20,000.00

TOTAL DE COSTOS VARIABLE POR MANTENIMIENTO SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL	1,666.67
--	-----------------

COSTOS POR ENERGÍA ELECTRICA

CONCEPTO	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA KW	POTENCIA TOTAL KW
CRIBA DE LIMPIEZA AUTOMÁTICA	1.00	2.00	2.00
TORNILLO DESARENADOR	1.00	4.00	4.00
BOMBAS SUMERGIBLES DE AGUA RESIDUAL	3.00	26.00	78.00
BOMBAS SUMERGIBLES DE AGUA RESIDUAL (BY PASS)	2.00	13.20	26.40
BOMBAS SUMERGIBLES DE RECIRCULACIÓN DE LODOS	2.00	45.00	90.00
BOMBA DE SERVICIOS	1.00	0.75	0.75
BOMBA DE PIPAS	1.00	1.50	1.50
SOPLADORES DE AIRE PARA REACTORES BIOLÓGICOS	2.00	545.00	1,090.00
AGITADORES DE BAJA VELOCIDAD	6.00	5.50	33.00
SOPLADOR PRETRATAMIENTO	2.00	2.23	4.46
MECANISMOS DE RASTRAS	2.00	0.40	0.80
BOMBA CAVIDAD PROGRESIVA DE LODOS	2.00	15.00	30.00
MESA DE ESPESAMIENTO	1.00	1.10	1.10
FILTRO BANDA	1.00	1.10	1.10
PAQUETE DE DOSIFICACIÓN DE POLÍMERO	1.00	0.37	0.37
COMPRESOR DE AIRE	1.00	1.50	1.50
BOMBA DE AYUDA PARA EL LAVADO DE BANDAS	1.00	7.50	7.50
PAQUETE DE CLORACION INCLUYE:			
-ANALIZADOR DE CLORO RESIDUAL	1.00	0.45	0.45
-POLIPASTO	1.00	2.80	2.80
-TRAMPA DE GOTEO DE RESISTENCIA CALEFACTORA	1.00	0.02	0.02
-DETECTOR DE GAS CLORO	1.00	0.02	0.02
-MOTORES DE LA BOMBA DE AYUDA A CLORACION	2.00	1.12	2.24
SUBTOTAL			1,378.02

TOTAL DE POTENCIA EN KW-H SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL CON UN COSTO DE \$0.76 KW-HR	725,292.99
--	-------------------

COSTOS POR CONSERVACION

COSTO FIJO POR CONSERVACION

CONCEPTO	CANTIDAD A PONER 10 AÑOS	P.U. (\$)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
COSTO PONDERADO DE LA EDIFICACION	LOTE	10,000.00	10,000.00
COSTO PONDERADO DE LA OBRA ELECTROMECHANICA	LOTE	75,000.00	75,000.00
SUBTOTAL			85,000.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS POR CONSERVACION SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL A CUBRIR EN 10 AÑOS	708.33
--	---------------

COSTOS POR REPOSICION DE EQUIPOS

COSTOS FIJOS POR REPOSICION DE EQUIPOS

EQUIPO	CANTIDAD A PONER 10 AÑOS	P.U. (\$)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
2 ESTADORES DE LAS BOMBAS CAVIDAD PROGRESIVA	LOTE	52,000.00	104,000.00
BOMBA DE SERVICIOS	LOTE	5,000.00	5,000.00
BOMBA DE LLENADO DE PIPAS	LOTE	15,000.00	15,000.00
MESA DE ESPESAMIENTO	LOTE	195,000.00	195,000.00
FILTRO BANDA	LOTE	330,633.00	330,633.00
MEMBRANA DE DIFUSION DE AIRE (BURBUJA FINA)	5,280.00	140.00	739,200.00
SOPORTES DE DISCOS DIFUSORES DE AIRE (BURBUJA FINA)	528.00	285.00	150,480.00
SUBTOTAL			1,539,313.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS POR REPOSICION DE EQUIPO SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL	12,827.61
--	------------------

COSTOS POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

COSTOS VARIABLES POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO (USO MENSU.)

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
POLIMERO	560.00	40.00	22,400.00
GAS CLORO	6,000.00	5.50	33,000.00
SUBTOTAL			55,400.00

TOTAL DE COSTOS VARIABLES POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO	55,400.00
---	------------------

COSTOS POR DISPOSICION FINAL DE LOS LODOS SUBPRODUCTO DEL PROCESO

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
PERSONAL OPERATIVO	2.00	7,139.25	14,278.50
SUBTOTAL			14,278.50

TOTAL DE COSTOS POR DISPOSICION FINAL DE LODOS	14,278.50
---	------------------

RESUMEN

CONCEPTO	CARGOS FIJOS \$ MES	CARGOS VARIABLES \$ MES	IMPORTE TOTAL \$ MES
COSTOS DE OPERACIÓN	101,403.78	-	101,403.78
COSTOS DE ADMINISTRACION	9,864.78	-	9,864.78
COSTOS POR MANTENIMIENTO	3,264.17	1,666.67	4,930.83
COSTOS POR ENERGÍA ELECTRICA	360,874.83	10,638.40	371,513.23
COSTOS POR PRIMA DE SEGURO	11,666.00	-	11,666.00
COSTOS POR CONSERVACION	708.33	-	708.33
COSTOS POR REPOSICION DE EQUIPO	12,827.61	-	12,827.61
COSTOS POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO	-	55,400.00	55,400.00
COSTOS POR DISPOSICION FINAL DE LODOS	14,278.50	-	14,278.50
TOTAL	514,888.00	67,705.07	582,593.07

COSTO MENSUAL TOTAL= COSTO MENSUAL FIJOS + COSTOS MENSUALES VARIABLES

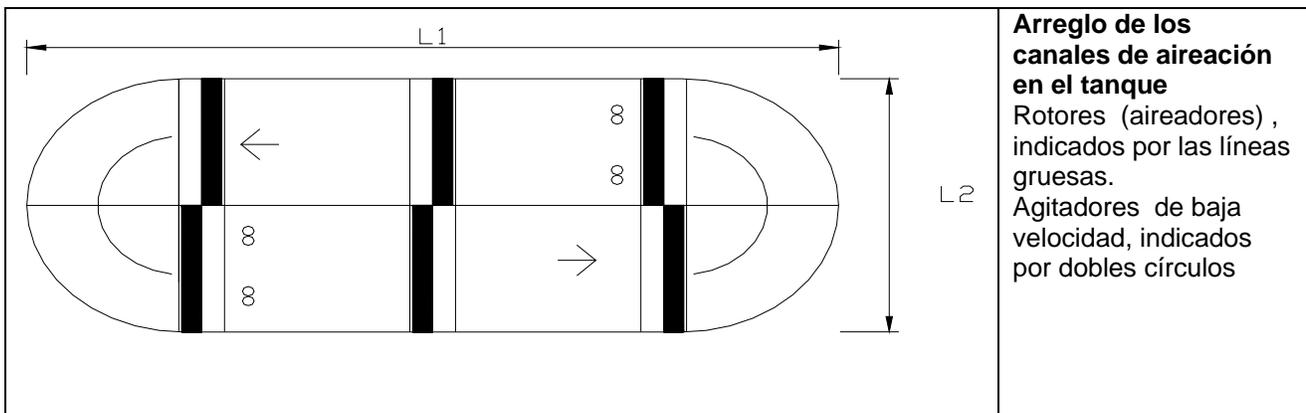
COSTOS FIJOS UNITARIOS MENSUAL DE AGUA TRATADA	0.86	\$/M3
COSTO VARIABLE UNITARIO DE AGUA TRATADA	0.11	\$/M3
COSTO UNITARIO MENSUAL DE AGUA TRATADA	0.98	\$/M3
VOLUMEN DE AGUA TRATADA MENSUAL (PROMEDIO)	596,160.00	M3

COSTO MENSUAL = (COSTO FIJO UNITARIO MENSUAL) + (COSTO VARIABLE UNITARIO) / (VOLUMEN DE AGUA TRATADA MENSUAL M3)

3.4 Tercera Alternativa: Zanja de Oxidación.

La zanja de oxidación es una modificación del proceso de lodos activados con aireación extendida y mezcla completa que se lleva a cabo en un canal continuo, la profundidad del canal de aireación varía de 4 a 8 metros de tirante hidráulico, se utilizan uno o más aireadores localizados a través del canal a fin de proveer el oxígeno necesario para el líquido y mantener el contenido del canal en mezcla y en movimiento.

Esta equipado con sistemas de aireación superficial (rotores de cepillo) y agitadores de baja velocidad en la parte inferior del tanque, la aireación se efectúa circulando el agua residual a velocidades de 0.25 a 0.35 m/seg.



El proceso de tratamiento consiste en:

- 1.- Caja de recepción de agua residual
- 2.- Cribado
- 3.- Desarenador
- 4.- Cárcamo de bombeo
- 5.- Reactor biológico
- 6.- Sedimentador Secundario
- 7.- Cárcamo de purga de lodos
- 8.- Espesado y Deshidratado de lodos
- 9.- Desinfección

En el anexo 3A y 3B se presenta un arreglo general para esta opción así como un diagrama de flujo de proceso que ilustran de manera más clara esta propuesta; a continuación se describe brevemente las etapas cada una de estas etapas.

Tratamiento secundario

El agua residual procedente del cárcamo de bombeo ingresa por medio de una caja de distribución a los reactores biológicos donde se tratara en dos (2) módulos de 115.0 lts/seg para tener flexibilidad en la operación de la planta.

Los reactores biológicos son del tipo lodos activados, y por sus dimensiones procesan grandes volúmenes de agua residual donde el espacio disponible es limitado para tener una depuración biológica completa.

El equipo de aireación superficial (rotores de cepillo) y los agitadores de baja velocidad, operando de manera conjunta producen velocidades relativamente uniformes del orden de 0.3 m/seg, formando capas o estratos hacia el fondo del tanque para una mejor aireación.

El efecto que producen los agitadores de baja velocidad localizados en la parte inferior del tanque aseguran a través del mezclado de los lodos activados y el agua residual, una mejor distribución del oxígeno.

En el reactor la distribución geométrica de los canales en el tanque favorecen las zonas anaeróbicas para la eliminación biológica del fósforo; así mismo en el tanque se tiene una zona anóxica para la desnitrificación, con el mezclado y la aireación se tendrá también una zona de nitrificación.

Sedimentador Secundario.

El licor es enviado a un sistema de sedimentación para separar por gravedad los lodos del licor mezclado, en dos unidades de sedimentación, con mecanismos de rastras del tipo columna central de 28 m de diámetro cada uno.

El sobrenadante clarificado es enviado al sistema de desinfección, mientras que los lodos sedimentados son enviados a recirculación y purga, por una parte el 75 % a recirculación a los reactores biológicos para mantener la concentración de microorganismos y la fracción de lodo nuevo son purgados del sistema al cárcamo de lodos para su posterior tratamiento.

Tratamiento de lodos

El proceso de tratamiento propuesto de aireación en la zanja de oxidación es una modificación del proceso de aireación extendida y mezcla completa, el tiempo de retención celular es de 15-30 días. La relación substrato-organismo F/M de 0.04-0.10 kg DBO₅/kg SSLM.d y de mayores concentraciones de microorganismos (3000-5000 mg/ l) esto tiene como consecuencia que exista un menor substrato para una mayor población de microorganismos de tal forma que los lodos formados se consumen mediante respiración endógena o comúnmente llamado canibalismo.

Los lodos purgados son enviados con una consistencia de 0.8 – 1.0 % a la mesa de espesamiento para concentrarlos eliminando agua logrando una concentración del 5%. Posteriormente los lodos son deshidratados por medio de un filtro banda a una concentración de 20-22 %, para formar las tortas de lodos, en el filtro banda se adicionará un polímero comercial para lo cual se tendrá un tanque, una bomba dosificadora y una te en línea para diluir el polímero a la concentración requerida. Los lodos húmedos y compactos se deben enviar a un relleno sanitario por lo que se tiene que considerar un área específica para la disposición de este subproducto de tratamiento de las aguas residuales.

Memoria de Cálculo

DIMENSIONAMIENTO DE REACTORES

Zanja de Oxidación

$$V = \frac{Q \times DBO}{SSLM \times F / M}$$

Posibles Valores

Q =	115 ltr/s	
SSLM =	5.0 Kg SSLM/m ³	(3.0 - 5.0)
F/ M =	0.09 Kg DBO/ kg SSLM	(0.04 - 0.10)

INFLUENTE (mg/l)		EFLUENTE (mg/l)	
DBO	285	DBO	30
SST	210	SST	40
N total	26	N total	15
P total	11	P total	5
G y A	15	G y A	15

Dimensionamiento

Volumen requerido =	6292.8 m ³
Para un tirante =	8 m
Área =	786.6 m ²
ancho =	19.83 m
largo =	39.66 m

Tiempo de retención hidráulico =	15.2 hrs.
Eficiencia de remoción DBO =	90 %
Eficiencia de remoción SST =	85 %
DBO a la salida del reactor =	28.5 mg/l
SST a la salida del reactor =	31.5 mg/l

Cálculo de la Demanda de Oxígeno

$$AOR = a(\Delta DBO \times Q) + b(MLSS \times Vol \text{ del tanque}) + c(\Delta NH_4 \times Q) - d(NH_4 \text{ entrada} - N) \times Q$$

		Posibles valores
Q =	19872 m ³ /d	
a =	0.5	(0.4 - 0.63)
DBO entrada =	0.285 kg/m ³	
DBO salida =	0.029 kg/m ³	
b =	0.09	(F/M; 0.04 - 0.10)
MLSS =	5.0 kg MLSS/m ³	(3.0 - 5.0)
Vol. Tanque =	12585.60 m ³	
c =	4.6	(cte. Coef de nitrificación)
NH4 entrada =	0.0208 kg/m ³	
NH4 salida =	0.00416 kg/m ³	
Δ NH4 =	0.01664 kg/m ³	
d =	2.8	(cte. Coef de denitrificación)
N total de salida =	0.015 kg/m ³	

AOR = 9410.47 Kg/día
AOR = 392.10 Kg/hr

Corrección por Temperatura

T: 20 °C

$$SOTR = \left[AOR \left(\theta^{T-T_{proceso}} \right) \left(\frac{C_s}{\beta \times C} - DO \right) \right] \div \alpha$$

Cs =	11.3		
C del agua a 20C =	9.2		
α =	0.85	SOTR	638 kg/h
β =	0.90	AOR/SOTR	0.61
θ =	1.024		
AOR=	392.10 kg/h		
Temperatura del proceso	31.0 °C		
Altitud:	10 m		
Profundidad en el tanque	8.0 m		
Cte. de oxidacion DO=	2.0 mg/l		

Transferencia del Rotor =	8.345 kg / m lineal de rotor hr
Metros requeridos de rotor =	76.47
Numero de piezas de 9 m c/u =	8.50

Sedimentador Secundario

Q =	115 lt/s	9936 m ³ /día
CHS =	16 m ³ /m ² día	(16 - 24 m ³ / m ² d)
SSLM =	5.0 Kg/m ³	
Δ DBO =	256.50 mg / lt	
Δ SST =	178.50 mg / lt	

ÁREA REQUERIDA

A requerida=	621 m ²
Diámetro por tanque =	28.00 m
Altura recomienda =	3.4 m
Bordo libre =	0.4 m
Altura total =	3.8 m
Volumen =	2111.40 m ³
TRH =	5.10 hrs.

GENERACIÓN Y PURGA DE LODOS

Lodo generado = Δ DBO x Q	
Lodo generado =	5097.17 Kg/día
Considerando:	
Concentración =	1.00%
Densidad =	1000.00 Kg/m ³
Peso específico=	1.03
Volumen de lodo =	494.87 m ³ /día
	20.62 m ³ /hr
	5.73 lt/s

Nota: factor de 0.975 Kg SSLM / Kg DBO tomado del MOP8, Pag. 17-29 para este caso el factor tiene el valor de uno (1) como seguridad del proceso

ESPESAMIENTO DE LODOS

Q de entrada =	20.62 m ³ /hr
Concentración de salida =	5.00 %
Q de salida =	4.12 m ³ /hr
Q eliminado =	16.50 m ³ /hr

FILTRO BANDA

Q de entrada =	4.12 m ³ /hr
Concentración de salida =	20 %
Cantidad de lodo generado =	1.031 m ³ /hr

RETORNO DE LODOS

Tasa de recirculación mínima =	75%
Tasa de recirculación máxima =	150%
Tasa de recirculación a flujo de diseño =	75%
Recirculación a flujo de diseño =	86.25 lt / s
Tiempo de retención celular =	24.7 días

Determinación de costo por operación y mantenimiento.

COSTO POR OPERACIÓN

PERSONAL DE OPERACIÓN (INCLUYE PRESTACIONES)

PERSONAL	CANTIDAD	P.U. (\$) POR MES	IMPORTE (\$) POR MES
JEFE DE PLANTA	0.25	22,380.62	5,595.16
JEFE DE MANTENIMIENTO ELETROMECANICO	0.50	13,002.75	6,501.38
AYUDANTE GENERAL	1.00	7,139.25	7,139.25
LABORATORISTA	0.50	8,818.50	4,409.25
OPERADOR DE TURNO	4.00	8,142.00	32,568.00
MECANICO	0.50	13,002.75	6,501.38
ELECTRICISTA	0.50	13,002.75	6,501.38
OBRERO GENERAL	4.00	7,139.25	28,557.00
SUBTOTAL			97,772.78

REACTIVOS Y MATERIAL DE LABORATORIO PARA ANALISIS (USO MENSUAL)

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)
DICROMATO DE POTASIO	50.0 gr	2.57	128.30
SULFATO DE PLATA	15.0 gr	38.22	573.30
SULFATO FERROSO AMONICAL	50.0 gr	2.22	110.76
ACIDO SULFURICO	2,000.0 ml	0.17	339.20
INDICAR DE FERROINA (ORTO FENANTROLINA)	10.0 gr	27.90	279.00
HIDROXIDO DE SODIO	500.0 gr	0.49	244.37
ACIDO CLORHIDRICO	500.0 ml	0.12	58.55
BICARBONATO DE SODIO	100.0 gr	0.96	95.56
CARBONATO DE SODIO	100.0 gr	0.77	77.46
PAPEL WATHMAN	1 caja	250.00	250.00
BUFFER DE BORATOS	200.0 gr	1.24	248.00
ACIDO DE MAGNESIO	100.0 gr	0.83	82.93
SULFATO DE MAGNESIO	100.0 gr	1.49	148.58
CLORURO DE CALCIO	100.0 gr	1.02	102.02
CLORURO FERRICO	100.0 gr	1.96	195.97
CLORURO DE ALUMINIO	100.0 gr	0.57	57.00
KIT COLIFORMES	2 piezas	320.00	640.00
TOTAL			3,631.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS DE OPERACION	32,188.00
---	------------------

COSTO DE ADMINISTRACION

PERSONAL DE ADMINISTRACION (INCLUYE PRESTACIONES)

PERSONAL	CANTIDAD	P.U. (\$) POR MES	IMPORTE (\$) POR MES
JEFE DE PLANTA	0.25	22,380.62	5,595.16
AYUDANTE GENERAL	0.50	7,139.25	3,569.63
TOTAL			9,164.78

COSTOS DE OFICINA Y VARIOS (USO MENSUAL)

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)
PAPELERIA Y ARTICULOS DE OFICINA	1 LOTE	400.00	400.00
MATERIAL DE LIMPIEZA	1 LOTE	300.00	300.00
TOTAL			700.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS DE ADMINISTRACION	9,864.78
--	-----------------

COSTO POR MANTENIMIENTO

COSTOS FIJOS POR MANTENIMIENTO

CONCEPTO	COSTO TOTAL	% ANUAL DE APLICACIÓN	IMPORTE (\$) AÑO
1 BALERO DE MOTOR DE CRIBA LIMPIEZA	800.00	10.00	80.00
1 MATTO. GRAL. DE TORNILLO DESARENADOR	2,500.00	10.00	250.00
1 KIT DE REFACCION PARA BOMBAS SUMERGIBLES DE ALIMENTACION INCLUYE: DOBLE SELLO MECANICO, JUEGO DE JUNTAS, IMPULSOR, SEGUROS	28,100.00	10.00	2,810.00
1 BOMBA DE SERVICIOS	2,200.00	10.00	220.00
1 MOTOR DE AIREACION	80,000.00	10.00	8,000.00
1 ACEITE MOTOREDUCTOR MECANISMOS RASTRAS	2,000.00	10.00	200.00
1 JGO. DE BANDA DE MESA DE ESPESAMIENTO	44,500.00	10.00	4,450.00
1 JGO. DE BANDA PARA FILTRO BANDA	131,100.00	10.00	13,110.00
1 ARRANCADOR PARA BOMBAS	1,000.00	10.00	100.00
1 MATTO. DE SOPLADOR DESARENADOR	9,000.00	10.00	900.00
TOTAL			30,120.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS POR MANTENIMIENTO SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL	2,510.00
---	-----------------

COSTOS VARIABLE POR MANTENIMIENTO

CONCEPTO	COSTOS TOTAL	% ANUAL DE APLICACIÓN	IMPORTE (\$) AÑO
ENERGÍA ELECTRICA (ALUMBRADO INTE. Y EXT)	20,000.00	100.00	20,000.00
TOTAL			20,000.00

TOTAL DE COSTOS VARIABLE POR MANTENIMIENTO SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL	1,666.67
--	-----------------

COSTOS POR ENERGÍA ELECTRICA

CONCEPTO	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA KW	POTENCIA TOTAL KW
CRIBA DE LIMPIEZA AUTOMÁTICA	1.00	2.00	2.00
TORNILLO DESARENADOR	1.00	4.00	4.00
BOMBAS SUMERGIBLES DE AGUA RESIDUAL	3.00	26.00	78.00
BOMBAS SUMERGIBLES DE AGUA RESIDUAL (BY PASS)	2.00	13.20	26.40
BOMBAS SUMERGIBLES DE RECIRCULACIÓN DE LODOS	2.00	45.00	90.00
BOMBA DE SERVICIOS	1.00	0.75	0.75
BOMBA DE PIPAS	1.00	1.50	1.50
MOTOR DE ROTORES	10.00	55.00	550.00
AGITADORES DE BAJA VELOCIDAD	6.00	5.50	33.00
SOPLADOR PRETRATAMIENTO	2.00	2.23	4.46
MECANISMOS DE RASTRAS	2.00	0.40	0.80
BOMBA CAVIDAD PROGRESIVA DE LODOS	2.00	15.00	30.00
MESA DE ESPESAMIENTO	1.00	1.10	1.10
FILTRO BANDA	1.00	1.10	1.10
PAQUETE DE DOSIFICACIÓN DE POLÍMERO	1.00	0.37	0.37
COMPRESOR DE AIRE	1.00	1.50	1.50
BOMBA DE AYUDA PARA EL LAVADO DE BANDAS	1.00	7.50	7.50
PAQUETE DE CLORACION INCLUYE: -ANALIZADOR DE CLORO RESIDUAL	1.00	0.45	0.45
-POLIPASTO	1.00	2.80	2.80
-TRAMPA DE GOTE DE RESISTENCIA CALEFACTORA	1.00	0.02	0.02
-DETECTOR DE GAS CLORO	1.00	0.02	0.02
-MOTORES DE LA BOMBA DE AYUDA A CLORACION	2.00	1.12	2.24
TOTAL			838.02

TOTAL DE POTENCIA EN KW-H SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL CON UN COSTO DE \$0.76 KW-HR	441,074.28
--	-------------------

COSTOS POR CONSERVACION

COSTO FIJO POR CONSERVACION

CONCEPTO	CANTIDAD A PONER 10 AÑOS	P.U. (\$)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
COSTO PONDERADO DE LA EDIFICACION	LOTE	10,000.00	10,000.00
COSTO PONDERADO DE LA OBRA ELECTROMECHANICA	LOTE	75,000.00	75,000.00
SUBTOTAL			85,000.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS POR CONSERVACION SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL A CUBRIR EN 10 AÑOS	708.33
--	---------------

COSTOS POR REPOSICION DE EQUIPOS

COSTOS FIJOS POR REPOSICION DE EQUIPOS

EQUIPO	CANTIDAD A PONER 10 AÑOS	P.U. (\$)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
2 ESTADORES DE LAS BOMBAS CAVIDAD PROGRESIVA	LOTE	52,000.00	104,000.00
BOMBA DE SERVICIOS	LOTE	5,000.00	5,000.00
BOMBA DE LLENADO DE PIPAS	LOTE	15,000.00	15,000.00
MESA DE ESPESAMIENTO	LOTE	195,000.00	195,000.00
FILTRO BANDA	LOTE	330,633.00	330,633.00
SUBTOTAL			649,633.00

TOTAL DE COSTOS FIJOS POR REPOSICION DE EQUIPO SOBRE UNA BASE DE PAGO MENSUAL	5,413.61
--	-----------------

COSTOS POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

COSTOS VARIABLES POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO (USO MENSU.

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
POLÍMERO	560.00	40.00	22,400.00
GAS CLORO	6,000.00	5.50	33,000.00
TOTAL			55,400.00

TOTAL DE COSTOS VARIABLES POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO	55,400.00
---	------------------

COSTOS POR DISPOSICION FINAL DE LOS LODOS SUBPRODUCTO DEL PROCESO

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U. (\$)	IMPORTE MENSUAL (\$ MES)
PERSONAL OPERATIVO	2.00	7,139.25	14,278.50
TOTAL			14,278.50

TOTAL DE COSTOS POR DISPOSICION FINAL DE LODOS	14,278.50
---	------------------

RESUMEN

CONCEPTO	CARGOS FIJOS \$ MES	CARGOS VARIABLES \$ MES	IMPORTE TOTAL \$ MES
COSTOS DE OPERACIÓN	32,188.00	-	32,188.00
COSTOS DE ADMINISTRACION	9,864.78	-	9,864.78
COSTOS POR MANTENIMIENTO	2,510.00	1,666.67	4,176.67
COSTOS POR ENERGÍA ELECTRICA	421,405.29	10,620.59	432,025.88
COSTOS POR PRIMA DE SEGURO	11,666.00	-	11,666.00
COSTOS POR CONSERVACION	708.33	-	708.33
COSTOS POR REPOSICION DE EQUIPO	5,413.61	-	5,413.61
COSTOS POR REACTIVOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO	-	55,400.00	55,400.00
COSTOS POR DISPOSICION FINAL DE LODOS	14,278.50	-	14,278.50
TOTAL	498,034.51	67,687.26	565,721.77

COSTO MENSUAL TOTAL= COSTO MENSUAL FIJOS + COSTOS MENSUALES VARIABLES

COSTOS FIJOS UNITARIOS MENSUAL DE AGUA TRATADA	0.84	\$/M3
COSTO VARIABLE UNITARIO DE AGUA TRATADA	0.11	\$/M3
COSTO UNITARIO MENSUAL DE AGUA TRATADA	0.95	\$/M3
VOLUMEN DE AGUA TRATADA MENSUAL (PROMEDIO)	596,160.00	M3

COSTO MENSUAL = (COSTO FIJO UNITARIO MENSUAL) + (COSTO VARIABLE UNITARIO) / (VOLUMEN DE AGUA TRATADA MENSUAL M3)

3.5 Conclusión parcial.

El desarrollo de este capítulo tiene la finalidad de proponer y seleccionar la tecnología de tratamiento que permita obtener los mejores resultados desde los puntos de vista técnico y económico, que resuelvan íntegramente los problemas que plantea el manejo y la disposición de las aguas residuales así como de los lodos generados durante el proceso.

Del análisis técnico y de costos anteriormente expuestos se presenta a continuación un cuadro donde se resumen los parámetros comparativos más importantes de las tres alternativas propuestas.

RESUMEN COMPARATIVO

ALTERNATIVA	DEMANDA DE OXÍGENO kg/hr	PRODUCCIÓN DE LODOS m3 / día	TRH hrs.	TRC día	ÁREA PROYECTADA m2	POTENCIA INSTALADA kw	TECNOLOGÍA EMPLEADA	COSTO/M3 DE AGUA TRATADA \$
Flujo Pistón Convencional	849.51	650.28	8.0	1.10	26,963	1,507.0	Discos Difusores 1181 pzas.	1.37
Aireación Extendida a Contracorriente	650.0	494.87	22.8	22.2	19,251	1,378.0	Discos Difusores 903 pzas.	0.98
Zanja de Oxidación	638.0	494.87	15.2	24.7	17,692	838.0	Rotores de aireación 10 pzas.	0.95

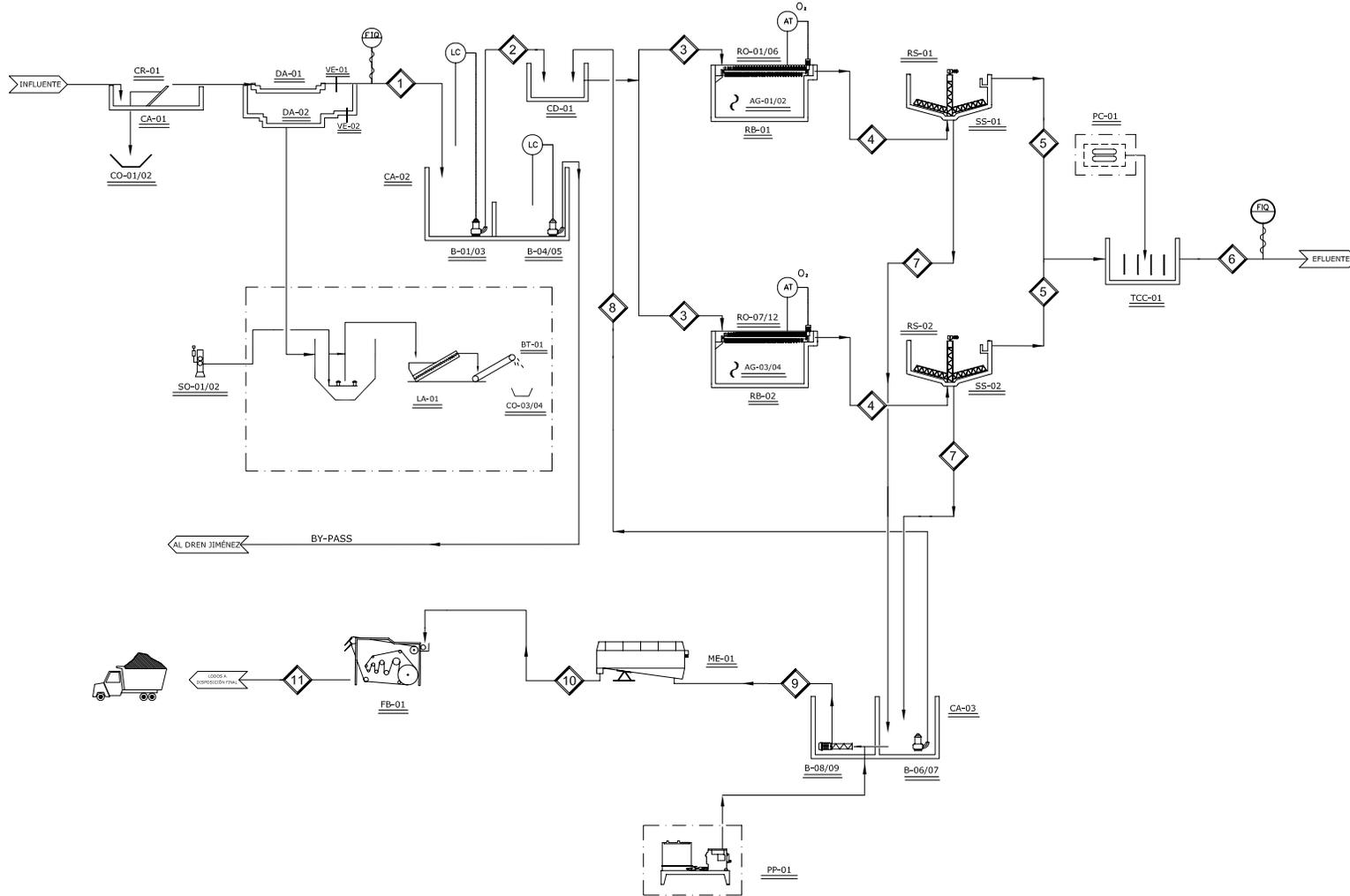
En la tabla anterior se aprecia que la alternativa de Flujo Pistón Convencional es la más desfavorable ya que representa el mayor costo por metro cúbico de agua tratada, debido a la alta demanda de oxígeno y a la gran producción de lodo, lo que se traduce en una potencia instalada mayor. En cuanto a los parámetros técnicos como son tiempos de retención celular e hidráulico el proceso cumple con lo establecido en la literatura correspondiente; al ser proyectada la alternativa en el sembrado de estructuras esta opción es la que requiere más área en metros cuadrados, así como de más estructuras en cuanto al número de tanques.

Las alternativas restantes son muy similares en cuanto a demanda de oxígeno y producción de lodos, los tiempos de retención hidráulicos y celulares están dentro de los parámetros de diseño establecidos, pero para la opción de aireación extendida el tiempo de retención celular se encuentra apenas por encima del mínimo requerido; lo que representa una ligera desventaja respecto a la calidad del lodo en cuanto a su maduración.

La característica que hace la diferencia entre estas dos alternativas es la tecnología empleada para satisfacer los requerimientos de oxígeno, la demanda de potencia de los rotores es mucho menor a la de los sopladores lo que la convierte en la alternativa menos demandante de energía y por lo tanto la más viable económicamente; además de la facilidad para el mantenimiento del número de piezas involucrado en el sistema.

Por lo ya expuesto se elige la alternativa de Zanja de Oxidación como el proceso para el diseño de la Planta de Tratamiento Cabeza Olmeca.

ANEXO 3A ZANJA DE OXIDACIÓN



LISTA DE EQUIPO	
TAG.	DESCRIPCION
CA-01	CANAL DE LLEGADA
CR-01	REJILLA AUTOMATICA DE CRIBADO GRUESO
CO-01/02	CONTENEDOR DE SÓLIDOS GRUESOS
DA-01	CANAL DESARENADOR
DA-02	SISTEMA DE DESARENADO AUTOMÁTICO
VE-01/02	VERTEDOR SUTRO
CA-02	CARGAMO DE BOMBEO DE AGUA RESIDUAL Y EXCEDENCIAS
SO-01/02	SOPLADOR DE AIRE DEL SISTEMA DE DESARENADO
B-01/03	BOMBAS DE AGUA RESIDUAL
CO-03/04	CONTENEDOR DE ARENAS
BT-01	BANEA TRANSPORTADORA DE SÓLIDOS
B-04/05	BOMBAS DE AGUA RESIDUAL EXCEDENTE
LA-01	LAVADOR DE ARENAS
CA-01	CAJA DE DISTRIBUCION DE AGUA RESIDUAL Y Lodosos ACTIVADOS
RO-01/06	ROTORES DE AERACION
AG-01/02	AGITADORES DE BAJA VELOCIDAD
RB-01	REACTOR BIOLÓGICO
RS-01	MECANISMO DE RASTRAS
SS-01	SEDIMENTADOR SECUNDARIO
PC-D1	PAQUETE DOSIFICADOR DE CLORO
TCC-D1	TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
B-06/07	BOMBAS DE RECIRCULACION DE Lodosos
CA-03	CARGAMO DE RECIRCULACION Y FURGUA DE Lodosos
B-08/09	BOMBAS DE CAVIDAD PROGRESIVA PARA Lodosos
PP-01	PAQUETE DE DOSIFICACION DE POLIMERO
ME-01	MESA DE ESPESAMIENTO
FB-01	FILTRO PREENA DE BANEA

SIMBOLOGIA	
◊	CORRIENTE
—	AGUA RESIDUAL
—	Lodosos
- - -	PAQUETE

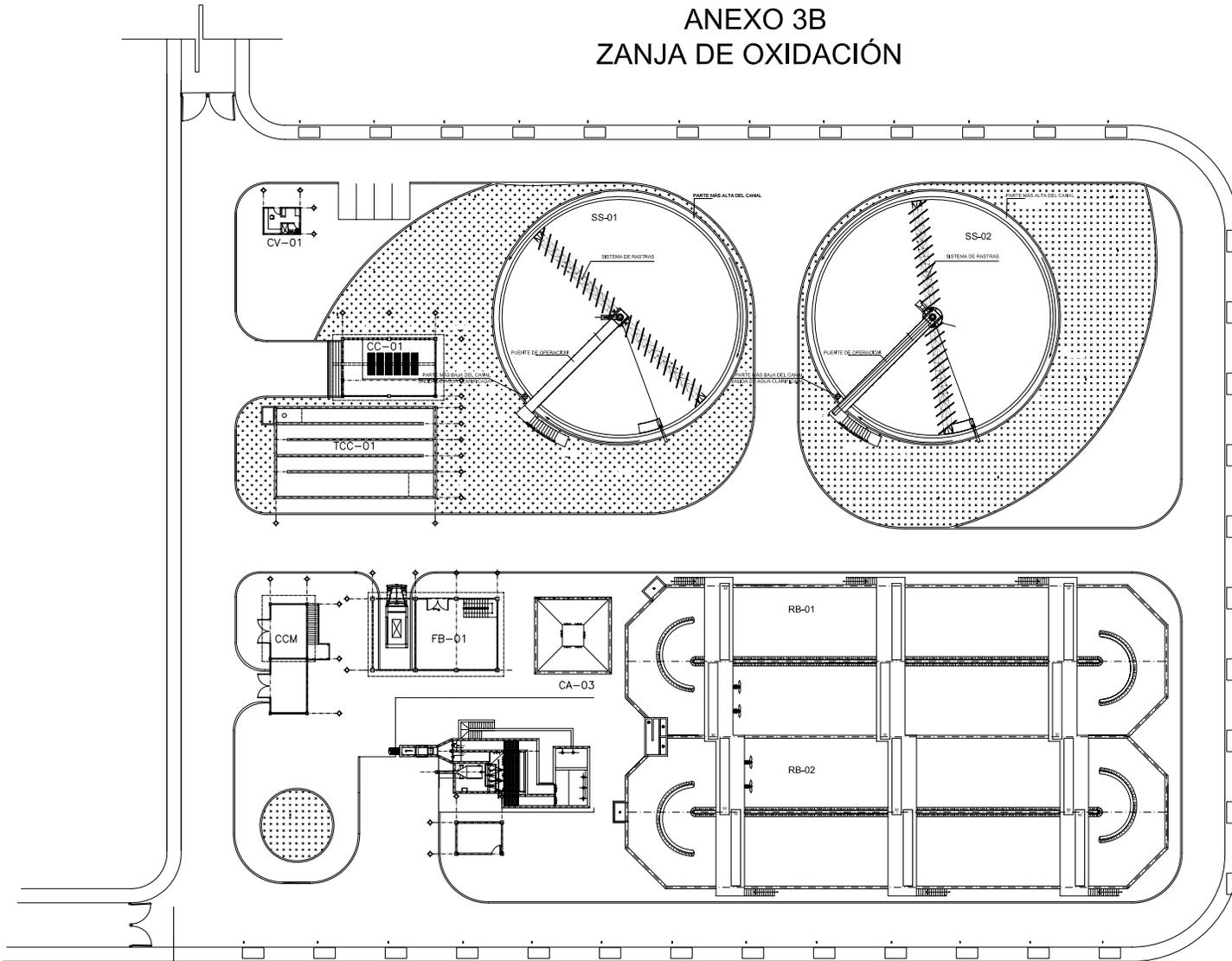
REVISIONES					
NO.	FECHA	SUSCRIBIDA	AUTOR	REVISOR	APROBADO

FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CARRERA OLAMCA, MUNICIPIO ROSA DEL SUR, VER.	
CAPACIDAD DE DISEÑO 250 LPS	
TÍTULO: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	N° DE PLAN: P-001
INGENIERO GENERAL: _____	INGENIERO DE PROYECTO Y COORDINADOR: _____
CONTROL DE PROYECTO: _____	
CONSULTOR: SIV ESCOLA	HOJA: 1 DE 1
ESCALA:	FECHA: 2009

CORRIENTE	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
SERVICIO	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA A REACTOR BIOLÓGICO	AGUA A SEDIMENTADOR SECUNDARIO	AGUA TRATADA A CLORACION	AGUA TRATADA A COLECTOR JIMENEZ	Lodosos DE SEDIMENTADOR SECUNDARIO	RECURCULACION DE Lodosos	Lodosos A ESPESAMIENTO	Lodosos A FILTRO BANEA	Lodosos A DEPOSICION FINAL
FLUJO LPS	500.00	230.00	201.25	201.25	115.00	230.00	88.25	172.5	5.73	1.14	
LIBRO m³/d	265	265	265	30	30	30	30	30	30	30	
EST. m³/d	210	210	210	40	40	40	40	40	40	40	
PI TOTAL m³/d	26	26	26	15	15	15	15	15	15	15	
P TOTAL m³/d	11	11	10	5	5	5	5	5	5	5	
CONCENTRACION							1%	1%	1%	5%	20%

ANEXO 3B ZANJA DE OXIDACIÓN



CROQUIS DE LOCALIZACION

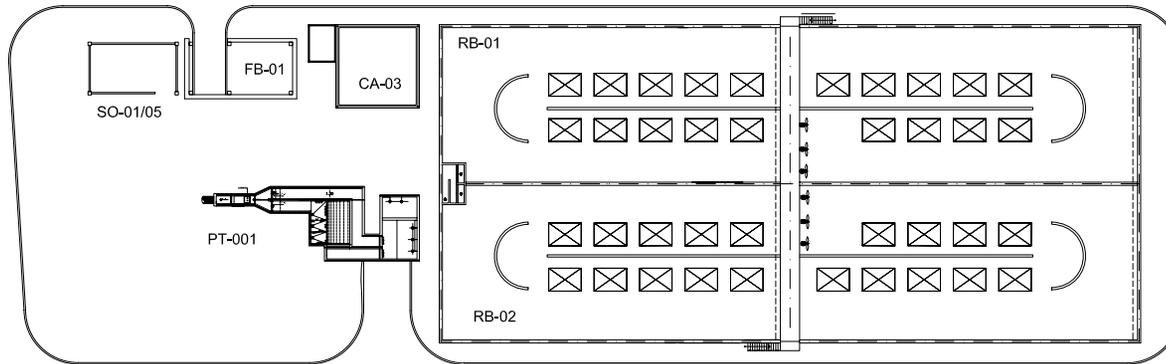
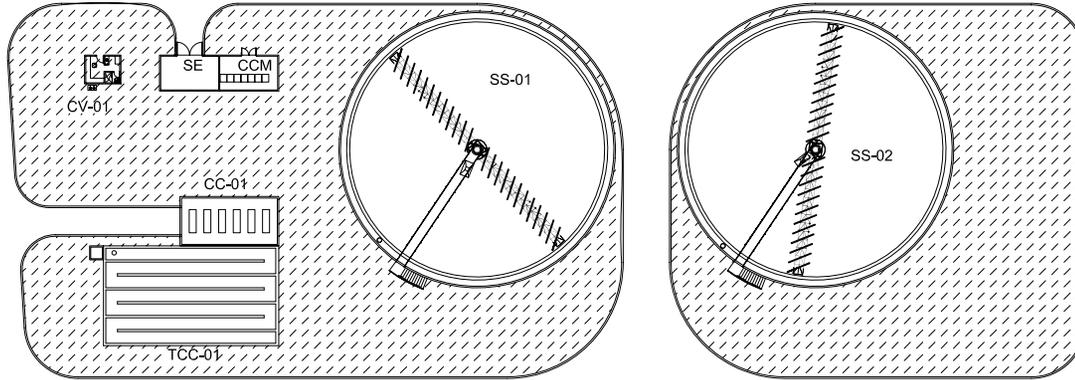
NOTAS:
 ÁREA PROYECTADA: 17,692.0 M2

REVISIONES	DIAG.	EXEQUENTRAL	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					

FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CABEZA OLMECA, MUNICIPIO BOCA DEL RIO, VER.	
CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS	
TITULO: ARREGLO GENERAL	No. DE PLANO: AG-001
DIRECTOR GENERAL	DIRECTOR DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION
DIRECTOR DE PROYECTOS	DIRECTOR DE PROYECTOS DE AGUA
DIRECTOR DE PROYECTOS DE AGUA	DIRECTOR DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO
ESCALA: 1:750	HOJA: 1 DE 1
FECHA: 2005	

ANEXO 2B
AIREACIÓN EXTENDIDA A CONTRACORRIENTE



CANAL JIMÉNEZ

LLEGADA COLECTOR DIAZ MIRON-CABEZA OLMECA



CROQUIS DE LOCALIZACION

SIMBOLOGÍA

- CA-01/02/03 CARCAMO DE BOMBEO
- PT-001 PRETRATAMIENTO
- RB-01/02 REACTOR BIOLÓGICO
- CD-01 CAJA DE DISTRIBUCIÓN
- FB-01 FILTRO BANDA
- SS-01/02 SEDIMENTADOR SECUNDARIO
- TCC-01 TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
- CC-01 CASETA DE CLORACIÓN
- CCM-01 CUARTO DE CONTROL DE MOTORES
- SE-01 SUBESTACIÓN
- CV-01 CASETA DE VIGILANCIA
- SO-01/05 SOPLADORES

REVISIONES	ORIG. FECHA	ESCRIBIDA FECHA	ELABORADO FECHA	APROBADO FECHA
REVISION GENERAL				
REVISION No. 01				
REVISION No. 02				
REVISION No. 03				
REVISION No. 04				
REVISION No. 05				
APROBADO PARA CONSTRUCCION				

FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CABEZA OLMECA, MUNICIPIO BOCA DEL RIO, VER.
CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS

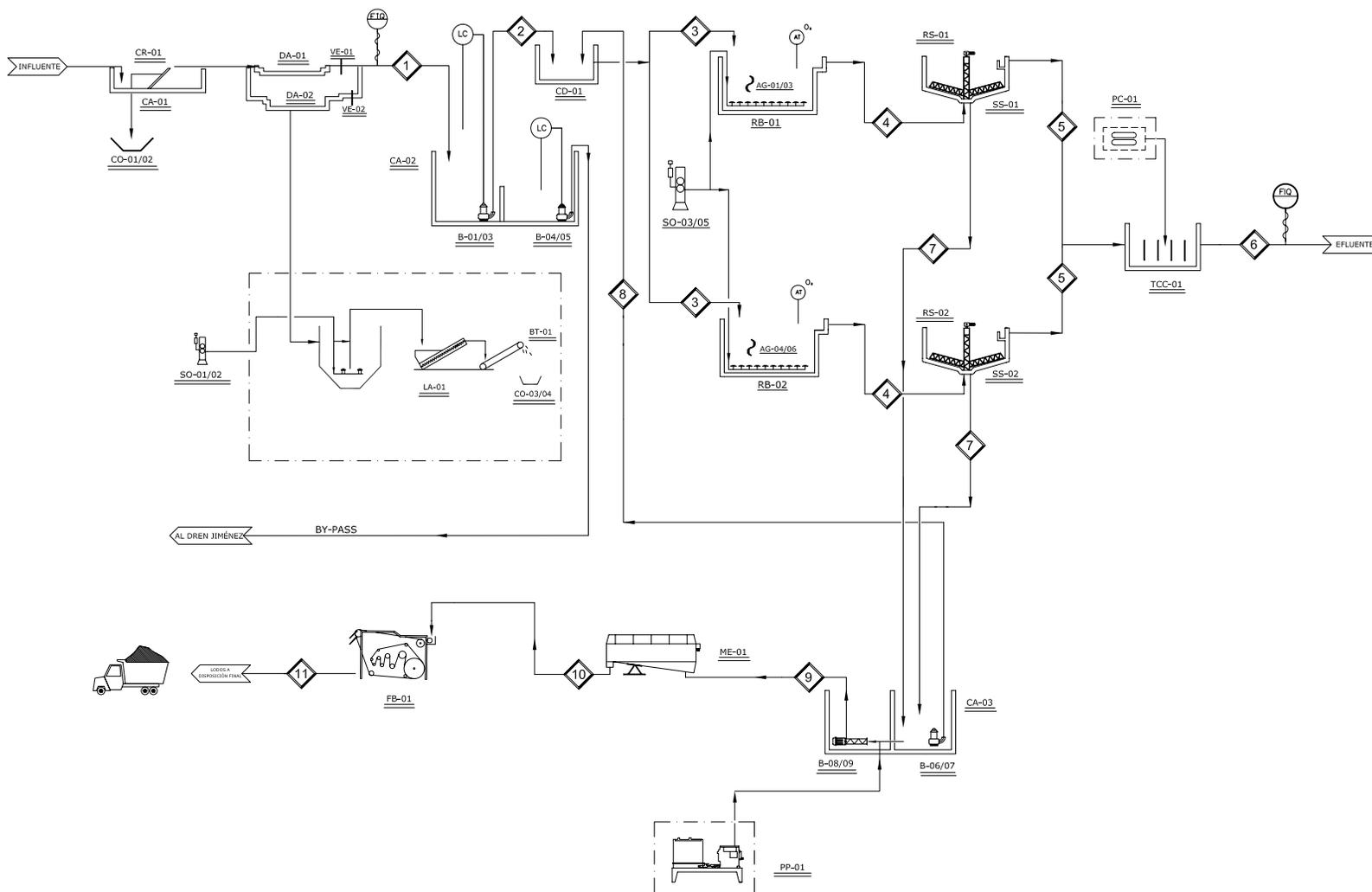
TITULO: ARREGLO GENERAL No. DE PLANO: AG-001

DIRECTOR GENERAL: _____ DIRECTOR DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION: _____

BOLETERO DE PROYECTO: _____ BOLETERO DE PROYECTO DE OBRAS: _____ BOLETERO DE OBRAS Y CONSTRUCCION: _____

ESCALA: 1:750 FOLIO: 1 DE 1 FECHA: 2005

ANEXO 2A
AIREACIÓN EXTENDIDA A CONTRA CORRIENTE



LISTA DE EQUIPO

TAG.	DESCRIPCIÓN
CA-11	CANAL DE LLEGADA
CR-01	REJILLA AUTOMÁTICA DE CRIBADO GRUESO
CO-11/02	CONTENEDOR DE SÓLIDOS GRUESOS
DA-01	CANAL DESARENADOR
DA-02	SISTEMA DE DESARENADO AUTOMÁTICO
VE-01/02	VERTEDOR SUTRO
CA-02	CARGAMO DE BOMBEO DE AGUA RESIDUAL Y EXCEDENCIAS
SO-01/02	SOPLADOR DE AIRE DEL SISTEMA DE DESARENADO
B-01/03	BOMBAS DE AGUA RESIDUAL
CO-03/04	CONTENEDOR DE ARENAS
BT-01	BANDA TRANSPORTADORA DE SÓLIDOS
BA-05	BOMBAS DE AGUA RESIDUAL EXCEDENTE
LA-01	LAVADOR DE ARENAS
PC-01	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA RESIDUAL Y LODOS ACTIVADOS
RS-01/02	ROTORES DE AIREACIÓN
AG-01/03	AGITADORES DE BAJA VELOCIDAD
SO-03/05	SOPLADORES DEL SISTEMA DE REACTORES BIOLÓGICOS
RB-01/02	REACTOR BIOLÓGICO
RS-01/02	MECANISMO DE RASTRAS
SS-01/02	SEDIMENTADOR SECUNDARIO
PC-01	PAQUETE DOSIFICADOR DE CLORO
TCC-01	TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
B-06/07	BOMBAS DE RECIRCULACIÓN DE LODOS
CA-03	CARGAMO DE RECIRCULACIÓN Y PURGA DE LODOS
B-08/09	BOMBAS DE CAVIDAD PROGRESIVA PARA LODOS
PP-01	PAQUETE DE DOSIFICACIÓN DE POLÍMERO
ME-01	MESA DE ESPESAMIENTO
FB-01	FILTRO PRESA DE BANDA

SIMBOLOGÍA



REVISIONES	CON.	FECHA	FORMACIÓN	AUTORIZADO	REVISADO	APROBADO
REVISIÓN N.º 01						
REVISIÓN N.º 02						
REVISIÓN N.º 03						
REVISIÓN N.º 04						
REVISIÓN N.º 05						

FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CAÑEJA CALACA, MUNICIPIO BOCA DEL RIO, VER.

CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS

TÍTULO: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

N.º DE PLANO: P-001

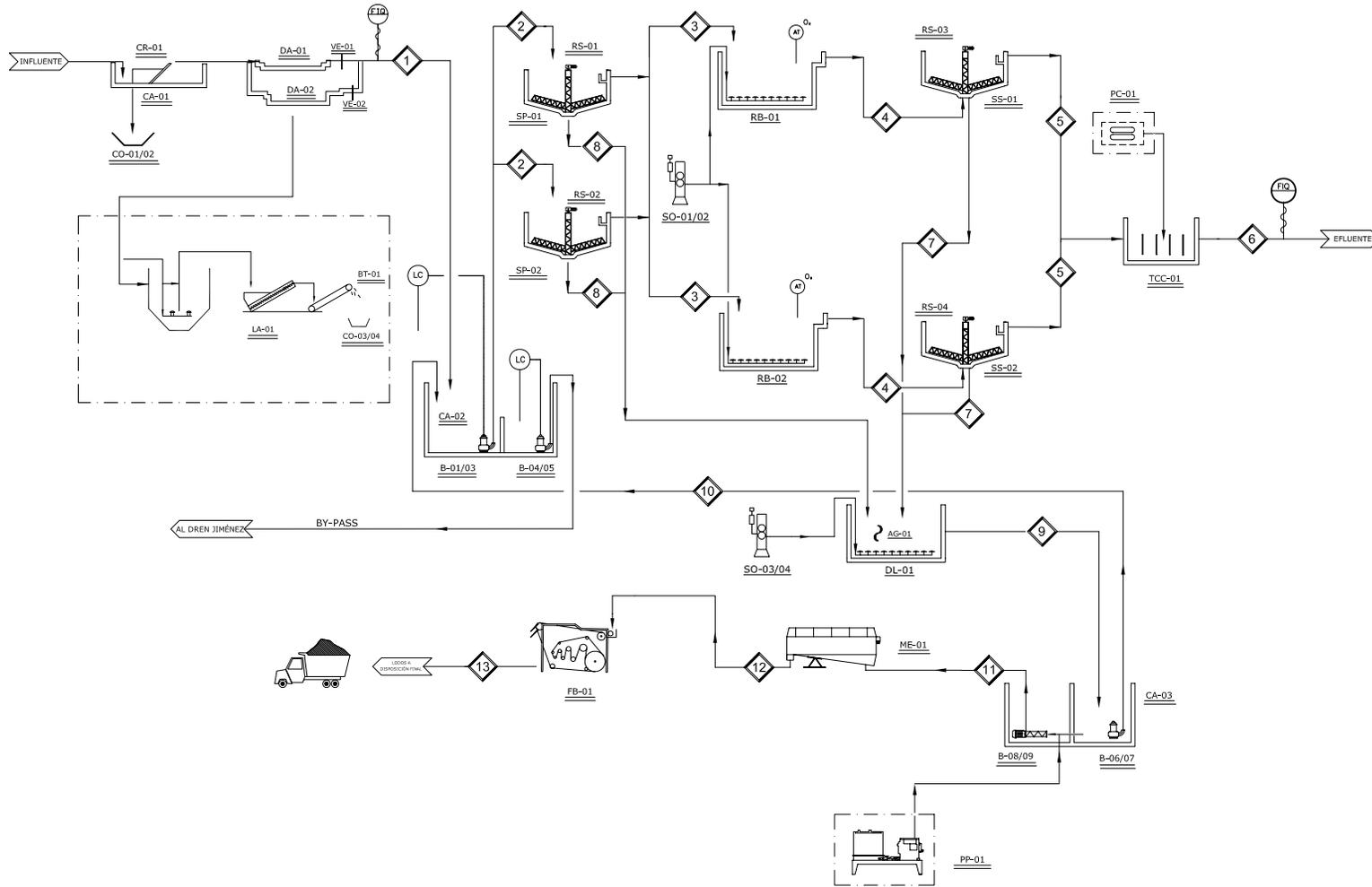
PROYECTISTA: _____ DIRECTOR DE PROYECTO Y CARGADOR: _____

REVISOR DE PROYECTO: _____ REVISOR DE PROYECTO EN CAD: _____ REVISOR DE PROYECTO AUTOMÁTICO: _____

ESCALA: ESC. 1: 500 ESCALA: ESC. 1 DE 1 ESCALA: ESCALA: 2005

CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SERVICIO	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA A REACTOR BIOLÓGICO	AGUA A SEDIMENTADOR SECUNDARIO	AGUA TRATADA A CLORACIÓN	AGUA TRATADA A RP*	LODOS DE SEDIMENTADOR SECUNDARIO	RECIRCULACIÓN DE LODOS	LODOS A ESPESAMIENTO	LODOS A FILTRO BANDA	LODOS A DEPOSICIÓN FINAL
FLUJO LPS	230.00	230.00	201.25	201.25	115.00	230.00	88.25	172.5	5.73	1.14	
DBO mg/l	285	285	285	30	30	30					
SST mg/l	210	210	40	40	40	40					
P TOTAL mg/l	26	26	15	15	15	15					
P TOTAL mg/l	11	11	10	5	5	5					
CONCENTRACION							1%	1%	1%	5%	20%

ANEXO 1A FLUJO PISTÓN CONVENCIONAL



CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SERVICIO	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL A SEDIMENTADOR PRIMARIO	AGUA A REACTOR BIOLÓGICO	AGUA A SEDIMENTADOR SECUNDARIO	AGUA TRATADA A COLECTOR JIMENEZ	RECIRCULACIÓN Y PURGA DE LODOS	LODOS DE SEDIMENTADOR PRIMARIO	LODOS A ESPESAMIENTO	RECIRCULACIÓN DE LODOS	LODOS A ESPESAMIENTO BANDA	LODOS A ESPESAMIENTO FINAL	LODOS A ESPESAMIENTO FINAL	
DEBÍTOS (L/S)	300	285	285	115	230	115	174.53	172.5	7.53	2.53			
DEBÍTOS (L/S)	285	285	30	30	45								
DEBÍTOS (L/S)	15	15	15	15	15								
DEBÍTOS (L/S)	28	28	15	15	15								
DEBÍTOS (L/S)	15	15	5	5	5								
CONCENTRACION					1%	1%	1%		1%	2%		20%	

LISTA DE EQUIPO	
TAG.	DESCRIPCIÓN
CA-01	CANAL DE LLEGADA
CR-01	REJILLA AUTOMÁTICA DE CRIBADO GRUESO
CO-01/02	CONTENEDOR DE SOLIDOS GRUESOS
DA-01	CANAL DESARENADOR
DA-02	SISTEMA DE DESARENADO AUTOMÁTICO
VE-01/02	VERTEDOR SUTRO
CA-03	CARGAMO DE BOMBEO DE AGUA RESIDUAL Y EXCEDENCIAS
SO-01/02	SOPLADORES PARA REACTORES BIOLÓGICOS
B-01/03	BOMBAS DE AGUA RESIDUAL
CO-03/04	CONTENEDOR DE ARENAS
BT-01	BANEA TRANSPORTADORA DE SOLIDOS
B-04/05	BOMBAS DE AGUA RESIDUAL EXCEDENTE
LA-01	LAVADOR DE ARENAS
CA-01	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA RESIDUAL Y LODOS ACTIVADOS
AG-01	AGITADOR DE BARRA VELOCIDAD
RB-01/02	REACTOR BIOLÓGICO
RS-01/04	MECANISMO DE RASTRAS
SS-01/02	SEDIMENTADORES SECUNDARIO
PC-01	PAQUETE DOSIFICADOR DE CLORO
TCC-01	TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
B-06/07	BOMBAS DE RECIRCULACIÓN DE LODOS
CA-03	CARGAMO DE RECIRCULACIÓN Y PURGA DE LODOS
BO-09	BOMBAS DE CALIDAD PROGRESIVA PARA LODOS
PP-01	PAQUETE DE DOSIFICACIÓN DE POLIMERO
ME-01	MESA DE ESPESAMIENTO
FB-01	FILTRO PRENSA DE BANDA
CA-01	CAJAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA RESIDUAL Y LODOS ACTIVADOS
SO-03/04	SOPLADOR PARA DIGESTIÓN DE LODOS
SP-01/02	SEDIMENTADOR PRIMARIO

SIMBOLOGÍA	
	CORRIENTE
	AGUA RESIDUAL
	LODOS
	PAQUETE

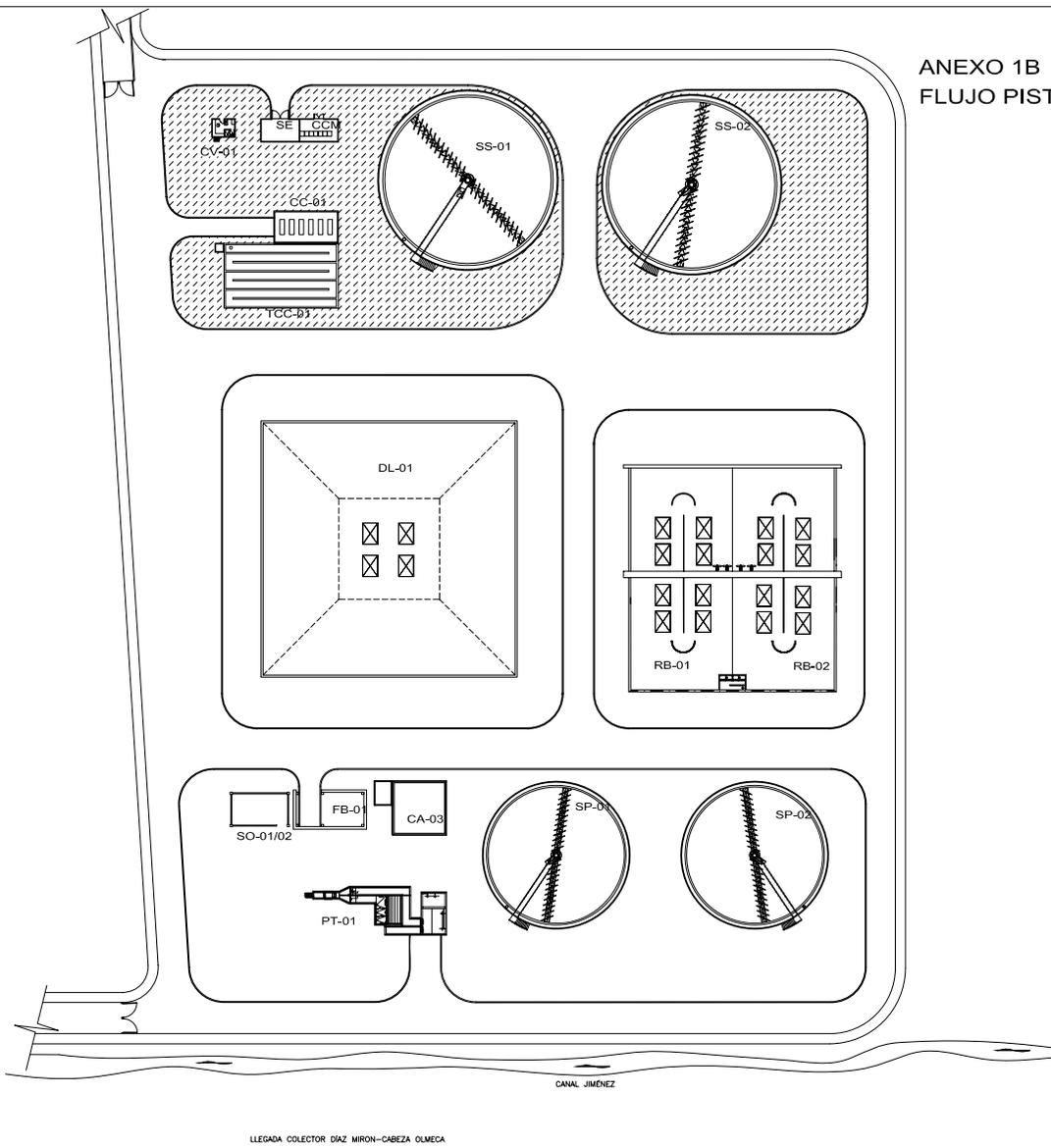
REVISIONES					
NO.	FECHA	ELABORADO	REVISADO	APROBADO	APROBADO

FECHA		MODIFICACIONES	

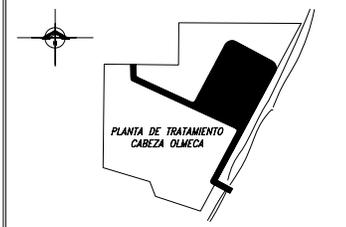
PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CABAÑA OLIVERA, MUNICIPIO ROSA DEL SUR, VEC.	
CAPACIDAD DE DISEÑO 250 LPS	
TÍTULO	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO
	P-001
	DIRECTOR DE PROYECTO Y GERENTE GENERAL
	DIRECTOR DE PROYECTO Y GERENTE GENERAL

CONVENIO DE PROYECTO		
CONVENIO DE PROYECTO	CONVENIO DE PROYECTO DE PLAN	CONVENIO DE PROYECTO DE OBRAS

ESCALA:	EDIC.:	FECHA:	PROYECTO:



ANEXO 1B
FLUJO PISTON CONVENCIONAL



CROQUIS DE LOCALIZACION

- SIMBOLOGÍA**
- PT-001 PRETRATAMIENTO
 - RB-01/02 REACTOR BIOLÓGICO
 - FB-01 FILTRO BANDA
 - SS-01/02 SEDIMENTADOR SECUNDARIO
 - TCC-01 TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
 - CC-01 CASETA DE CLORACION
 - CCM-01 CUARTO DE CONTROL DE MOTORES
 - SE-01 SUBESTACION
 - CV-01 CASETA DE VIGILANCIA
 - SO-01/02 SOPLADORES
 - DL-01 DIGESTOR DE LODOS
 - SP-01/02 SEDIMENTADOR PRIMARIO

NOTAS:
ÁREA PROYECTADA : 26,963.00 M2

REVISIONES	DEL	CONSTRUIDA	EJECUCION	AFIANZADO	APROBADO
	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
REVISION AL 01					
REVISION AL 02					
REVISION AL 03					
REVISION AL 04					
REVISION AL 05					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					

FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CABEZA OLMECA, MUNICIPIO BOCA DEL REO, YUC.

CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS
TÍTULO: ARREGLO GENERAL AG-001

DIRECTOR GENERAL DIRECTOR DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION

ESCUELA DE INGENIEROS INGENIERIA DE PROYECTOS DE AGUAS INGENIERIA DE TRATAMIENTO DE AGUAS

FECHA: 17/00 HOJA: 1 DE 1 ESCALA: 2000

LLEGADA COLECTOR DIAZ MIRON-CABEZA OLMECA

CANAL JIMÉNEZ

4. DIMENSIONAMIENTO DE LAS UNIDADES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

Una vez determinado el proceso de tratamiento lo siguiente es desarrollar a detalle cada una de las etapas que lo conforman, basados en información proporcionada por los principales fabricantes de equipo.

4.1 Diagramas de Tuberías e Instrumentación y Diseño Hidráulico.

Los diagramas de tubería e instrumentación (DTI) muestra las condiciones de operación, flujos, indicando tanto el equipo crítico, como el de menor importancia de una manera más realista ; incluye dimensiones, así como las especificaciones de todas las tuberías, todas las válvulas y los instrumentos requeridos. En esencia todos los aspectos mecánicos de la planta en cuanto a equipo de proceso y sus interconexiones son representados; es decir se generan tanto para el proceso como para los servicios auxiliares requeridos.

Para el proyecto que nos ocupa se comenzó por desarrollar un Diagrama de Flujo de Proceso donde se reflejan los componentes más importantes de la planta, posteriormente se elaboraron los DTI's conforme a cada una de las etapas de tratamiento; y finalmente se plantea arreglo hidráulico que permita el buen funcionamiento del sistema a partir de las estructuras y equipos seleccionados.

Nota: DTI's , perfil hidráulico y memoria de cálculo hidráulico incluidos al final de este capítulo.

4.2 Pretratamiento

El caudal a tratar llega al canal de llegada (CA-01) para admitir el flujo hacia la rejilla automática de cribado grueso (CR-01), en la cual se van a retener los sólidos mayores que pueden venir asociados al agua municipal como papeles, plásticos etc., y son retenidos por medio de las barras que conforman la rejilla que cuenta con un claro entre barras de 15 mm. con una inclinación de 90° con respecto a la horizontal. El ancho de la rejilla es de 1.00 m.

La rejilla se extiende hasta la parte superior del canal. En la parte superior se encuentra el mecanismo de limpieza automática, el cual consiste en un peine el cual se opera por medio de un cable, este cable es accionado por un motorreductor y un sensor; el proceso de limpieza de la rejilla inicia cuando es accionado el peine de limpieza y sigue su ruta hasta la parte inferior del equipo, una vez que llega hasta el fondo del tanque, cambia la rotación del motorreductor y en seguida se levanta el peine entrecruzando los dientes contra las barras de la rejilla, de esta forma se van retirando los sólidos retenidos y simultáneamente todo el material es llevado consigo para ser descargado finalmente en la parte superior del equipo donde es recibido por un contenedor (CO – 01 / 02) y estar listos para su disposición final.

Una vez que el agua ya quedó libre de la mayor cantidad de sólidos mayores, es conducida por un canal el cual cuenta con una compuerta con actuador eléctrico para su operación y permite el acceso a la siguiente etapa.

Después de la rejilla (CR-01) la siguiente etapa es el desarenado, se propone utilizar un equipo de desarenado por medio de cámaras aireadas por discos difusores y bombas para extracción de arenas tipo "Air lift" (DA-02).

El sistema de desarenado esta diseñado de tal manera que el fondo se encuentra dividido en tres secciones o cámaras, cada sección consiste en un tanque de concreto reforzado con el fondo en forma de pirámide truncada invertida, en cada sección están dispuestos un conjunto de difusores de burbuja gruesa colocados a cierta profundidad; para retirar las arenas acumuladas están instaladas en cada sección una bomba de levantamiento con aire tipo "AIR LIFT" , cada bomba funciona por medio de un suministro de aire de los sopladores (SO-01/02) inyectando en el fondo del tubo para generar un vacío y por este efecto succiona la arena contenida en el fondo de cada sección, la operación de cada bomba es por intervalos.

La descarga de las bombas de arena es hacia un lavador de arenas (LA-01) que por medio de un centrifugado permite la separación de arena y agua, devolviendo el exceso de agua al canal y las arenas son elevadas hacia la parte más alta del equipo donde son depositadas en un contenedor (CO-03/04) para su eliminación.

Se ha demostrado que un sistema de remoción de arenas que elimine arena desde diámetros de 0.2 mm y mayores, protegerá en forma efectiva a los equipos de bombeo principalmente y los equipos mecánicos posteriores de un desgaste prematuro, así mismo evitará la acumulación de arenas en los otros tanques que complementan las etapas de tratamiento

En el caso de grasas y aceites la cantidad que se tiene no justifica el emplear un sistema de desengrasado.

El canal desarenador DA-01 esta previsto como alternativa en la situación que el equipo de desarenado automático este en servicio de mantenimiento. Este canal esta hecho de concreto, es de tipo horizontal y su principal función es reducir la velocidad del agua a un promedio de 0.3 metros por segundo, con esta velocidad se permite la sedimentación de la arena que pueda llegar a contener. Las dimensiones del desarenador de concreto son: una profundidad de 1.65, ancho 1.30 m, un tirante máximo de 1.25 metros y una longitud de 17.5 metros, este canal esta diseñado para evitar que las arenas no puedan interferir con los procesos posteriores.

El agua libre de arenas , es conducida través de un canal donde al final se instalará un vertedor tipo Sutro (VE – 01 o VE – 02) para controlar la velocidad del flujo; el cual es medido por el transmisor de flujo (FT - 101) y el indicador totalizador de flujo (FIQ - 101) situados en esta parte del canal.

Una vez medido el caudal de agua, es conducida al cárcamo de bombeo (CA – 02), en donde se encuentran localizadas las bombas de tipo sumergible (B – 01 / 03) que alimentarán la siguiente fase del proceso.

La capacidad de las bombas es de 194 lps. cada una y están dispuestas 2 (dos) en operación y 1 (una) en espera, su funcionamiento estará regulado por un control de niveles en el tanque (LT - 101), el cual contará con los siguientes controles:

Interruptor por bajo nivel de agua (LSL – 101) en el cárcamo de bombeo con alarma por bajo nivel (LAL – 101) en el PLC localizado en el Cuarto de Control. Esta señal parará las bombas que estén en funcionamiento

Interruptor por alto nivel (LSH – 101) en el cárcamo de bombeo con luz indicadora de alarma por alto nivel (LAH – 101) en el PLC . Esta señal arrancará una o las dos bombas para alimentar el sistema posterior.

Interruptor por muy alto nivel (LSHH – 101) en el cárcamo de bombeo con luz indicadora de alarma por muy alto nivel (LAHH – 101) en el PLC. Esta señal arrancará la tercera bomba que alimentará a la caja de distribución de agua y lodos (CD-01). En el caso que se presente esta condición, el excedente pasara a verter hacia el compartimiento donde se encuentran las bombas de agua residual de excedentes, el cual cuenta con un sistema de medición de nivel (LE-102 / LT-102) que envía una señal al PLC permitiendo la operación de una o las dos bombas tipo sumergibles, con capacidad de 104 Lps cada una (B-04 / B-05). descargando a un registro municipal.

Cada bomba cuenta con botoneras de arranque y paro en el cuarto de control configurados en el PLC (PB-105A / PB-105B) así como botones de paro por emergencia (PB-105) localizado en campo.

4.3 Tratamiento Biológico

El agua proveniente del cárcamo de bombeo de agua residual (CA-02) y de lodos activados proveniente de (CA-03), se mezclan en la caja de distribución (CD – 01) y se distribuyen a los tanques de aireación para cada uno de los reactores biológicos (RB – 01/ 02).

El agua entrando al reactor biológico se aireada por medio de los rotores de (RO-01 / 10) y el volumen de agua es sometido a un movimiento en el interior por medio de mezcladores sumergibles de baja velocidad (AG-01/06) para lograr una uniformidad en la distribución del aire, y brindar mayor tiempo de transferencia al agua a tratar.

Dentro del reactor biológico, la F/M es de .09 Kg. DBO por Kg. de sólidos suspendidos en el licor mezclado (SSLM) que se utilizan en cargar al reactor biológico y también se mantiene una concentración de SSLM de 5000.

El proceso da una oxidación óptima, por consiguiente, la transferencia de oxígeno al reactor biológico representa la mayor y única demanda de potencia del sistema. En este diseño, con la agitación del líquido en forma horizontal y uniforme existe mayor transferencia de oxígeno por unidad de volumen de aire suministrado, aumentando el tiempo de contacto con los rotores.

Los Rotores son operados a través de botones de arranque y paro en el PLC localizado en Cuarto de Control y un botón de paro por emergencia en campo, así mismo, los seis agitadores sumergibles son operados por medio de botones de arranque y paro en el PLC y un botón de paro por emergencia en campo.

En la entrada y en la descarga de cada uno de los reactores biológicos, se localiza un elemento de medición de oxígeno disuelto (AE – 201 al 212) y un transmisor (AT – 201 al 212) que envía la información de este parámetro al Control Lógico Programable (PLC), para que tome la decisión de acuerdo a la siguiente secuencia de operación:

- Todos los tanques de aireación deberán suspender la operación de rotores de acuerdo al programa preestablecido por espacio de una hora en promedio, en forma secuencial de tal manera que no se queden sin suministro de aire al mismo tiempo. La razón de este paro es con el objeto de crear en el tanque una región anóxica que nos ayudará a mejorar la cepa biológica y reducir parte del nitrógeno que entra al sistema.
- Cuando la condición anterior se realice, el PLC deberá arrancar primero los rotores y agitadores en el tanque correspondiente conforme la dirección del agua para ir resuspendiendo y evitar zonas muertas.
- Como se mencionó previamente, una vez que ha transcurrido el tiempo para la desnitrificación, el programador preestablecido en el PLC permitirá encender el rotor correspondiente.
- El medidor de oxígeno disuelto se ajustará para tener una medición entre 1 a 2 ppm en la superficie del tanque. En el momento que este valor sobrepase las 2 ppm, el control enviará señal para que apague los rotores sólo al punto en donde se restablezca la condición de operación. En el caso de que el oxígeno disuelto medido baje de 1 ppm, se arrancarán los motores de los rotores hasta lograr el objetivo. Este proceso deberá implementarse para lograr una mejor operación y un buen desarrollo del proceso en sí.
- Si no existiera el control como se estableció, en el momento en que el oxígeno disuelto sobrepase 3, 4 o hasta 6 ppm, se puede tener problemas de sedimentación de los lodos, ya que en lugar de sedimentar podría flotar causando problemas de control de lodos.

4.4 Manejo de Lodos y Desinfección

El agua saliendo del sistema de aireación se colecta de cada tanque por gravedad por medio de tubería, que alimenta por la parte central e inferior a cada uno de los sedimentadores secundarios (SS – 01 / 02) la columna central que sirve de soporte, es por donde sube el agua y llega a un pozo de distribución en la parte superior, de donde, debido a las condiciones de diseño del equipo, baja a una velocidad adecuada hacia el fondo del tanque y posteriormente sube hacia la parte externa en donde es colectada por medio de un canal perimetral. Ese movimiento permite a las partículas suspendidas asociadas al agua, reducir su velocidad en su camino al fondo del tanque y por su mismo peso caer al fondo. Estas partículas comienzan el proceso de sedimentación creando

un “colchón” de lodos en el fondo del tanque que tiene forma cónica, con una pendiente 1:12 que permite llevar los lodos sedimentados hacia el centro del tanque, hacia una fosa de lodos en donde se van acumulando durante cierto periodo de tiempo, para ser descargados a un cárcamo de recirculación de lodos (CA – 03) y posteriormente serán recirculados en parte hacia la caja de distribución de agua y lodos (CD-01) y los excedentes serán dirigidos al las mesas de espesamiento (ME-01/02).

Para colectar el colchón de lodos , el equipo cuenta con un mecanismo de rastras (RS – 01 / 02), formado por una jaula de acero galvanizado, dos brazos de rastras que parten del centro de la jaula hacia los dos extremos del tanque y las rastras distribuidas a lo largo de los brazos, que barren el fondo del tanque .

El mecanismo permite que las rastras se muevan a una velocidad perimetral de aproximadamente de .024 rpm. El motor cuenta con una botonera para arranque y paro en el PLC, (PB – 217A/217B, PB – 218A/218B) y un botón de paro de por emergencia en campo para cada uno de los sistemas de rastra, (PB-217 y PB-218).

En el caso que la rastra sufra algún problema de atascamiento por algún objeto que impida su movimiento libre, el equipo cuenta internamente con un interruptor por alto torque (SS –201 / 202), que al llegar al valor de corte, automáticamente parará el motor, enviando una señal a de alarma al PLC anunciando dicha situación (SAH – 201/202). Este instrumento de sobrecarga se encuentra integrado a la unidad motriz, y cuenta normalmente con dos interruptores independientes SPDT – Simple Polo Doble Tiro – de tal manera que el circuito de alarma se energice cuando la carga en el mecanismo se aproxima a la sobre carga, abriendo el circuito del motor cuando ocurra esta. Los interruptores eléctricos se encuentran dentro de una caja del tipo NEMA 4X, La alarma sonará cuando el torque llegue a un valor de 16,000 libras – ft y parará el motor de manera automática cuando se llegue a 24,000 libras – ft de torque. El PLC recibirá la señal de la alarma correspondiente y el operador tendrá que verificar las causas del paro y proceder a su corrección inmediata para volver a poner el sistema en funcionamiento.

El agua clarificada se colecta en la parte superior del sedimentador por medio de un canal perimetral y se envía al tanque de contacto de cloro (TCC – 01) a través de una tubería a gravedad.

El lodo proveniente de los sedimentadotes secundarios (SS-01/02) a través de tubería a gravedad llega al cárcamo de recirculación de lodos CA-03.

Dentro de este cárcamo, las bombas de recirculación (B-06/07) bombearán parte de ese lodo a la caja de distribución (CD-01) para ser incorporado al proceso biológico.

Para control de operación de las bombas (B-06 / 07), el cárcamo cuenta con un interruptor de bajo nivel (LSL – 301) que enviará la señal para el paro de la bomba en operación cuando se llegue a esa condición.

Las bombas cuentan con botones de arranque y paro en el PLC y botón de paro por emergencia locales y un sistema de nivel, localizado en el cárcamo de recirculación de lodos (CA – 03) consistente en un indicador transmisor (LE/LT – 301) y un indicador de nivel (LI- 301) en el PLC que recibe la señalización de la condición actual de este cárcamo, también se cuenta con un interruptor por bajo nivel (LSL – 301) que están en interlock con el otro instrumento para controlar el funcionamiento de las bombas (B-06/07) y (B-08/09)

Por el diseño del proceso, los lodos se enviaran a las mesas de espesamiento ME-01/02 con una concentración de sólidos estimada en 1% , saliendo al 5 %, el envío de los lodos se realiza con las bombas de desplazamiento positivo B-08/09. Se inyectará polímero en línea en un mezclador estático el equipo que suministrará el polímero será el PP-01.De las mesas de espesamiento se enviaran los lodos con las bombas de desplazamiento positivo al filtro banda (FB-01) para realizar el proceso de deshidratado mediante el prensado entre bandas de tela que permite comprimir el lodo y eliminar el exceso de agua, para esto se requiere acondicionar el lodo previamente mediante un reactivo químico que permita la separación de los sólidos suspendidos en el agua. Para esta parte del proceso, esta considerado el equipo de preparación de polímero PP-02 que tiene la función de disolver el polímero en emulsión concentrado tal cual lo suministran el proveedor a la concentración del 0.1% para que pueda llevarse a efecto la floculación de sólidos contenidos en el lodo. La preparación de polímero se lleva a efecto en el interior de la máquina, para lograr la concentración adecuada, es importante el suministro de agua de servicios a una presión de 5 bares como mínimo.

El polímero una vez ya preparado en el equipo PP-02, es conducido hacia el mezclador estático donde el polímero preparado se mezcla con el lodo y se forma la floculación requerida.

La torta ya desaguada cae a un contenedor para posteriormente ser enviado a su disposición final y el agua recuperada o extraída, se lleva por un dren hacia el cárcamo de bombeo de la planta (CA-02).

DESINFECCIÓN

El agua clarificada proveniente de los sedimentadores secundarios, llega por gravedad al tanque de contacto con cloro (TCC – 01), en donde se mezcla con una corriente de cloro proveniente del sistema de producción de cloro gas que se distribuye en la entrada del tanque por medio de un difusor localizado en el fondo del tanque en la entrada del agua. Como su nombre lo indica, el tanque de contacto tiene el tiempo necesario y suficiente para el contacto mínimo requerido entre el cloro y el agua para producir el efecto desinfectante requerido, y este tiempo va de un mínimo de 20 min. a un máximo de 30 min. Durante el paso del agua mezclada con cloro a través del tanque, el cloro va destruyendo los microorganismos patógenos contenidos en el agua.

El cloro proviene de tanques de cloro gas (TC – 01/ 04) de capacidad de 908 Kg., de donde es extraído por medio de una válvula reguladora conectada en la descarga de los tanques de cloro gas para dosificar en promedio de 8 ppm de cloro gas el cual es enviado a través de un cabezal principal hacia el eyector (SE – 01) que tiene capacidad de aplicar 10 Kg./ Hr de cloro gas.

El agua que se requiere para disolver el cloro gas es suministrada por las bombas de ayuda de cloración (B-10/11), cada bomba es operada desde el PLC mediante los dispositivos (PB – 401A/B / 402A/B), localizado en el Cuarto de Control y cuentan con un botón local para cada bomba (PB-401 / 402), localizados en campo.

En la tubería de descarga de cada bomba se cuenta con un manómetro indicador de presión (PI – 402/ 403) y de ahí el agua es enviada con la presión y el flujo necesario hacia el eyector SE-01.

Existen otras bombas que utilizan el agua desinfectada, una de ellas es para agua de servicios (B – 12) que esta asignada para servicios internos de la planta, la otra bomba en la zona corresponde a la que entrega el agua tratada a pipas (B – 13) .

La mayor cantidad de agua tratada sale por un canal colector de efluente hacia un sistema de medición de flujo que cuenta con un elemento de flujo (FE – 401), un transmisor de flujo (FT – 401) y una indicación – totalización de flujo en el PLC localizado en el Cuarto de Control (FIQ – 401) para medir el agua que se lleva al dren.

Nota: Los arreglos de cada una de las etapas de tratamiento están incluidos al final de este capítulo

CA-01

CANAL DE LLEGADA
LARGO: 5.00 M
ANCHO: 1.00 M
ALTURA: 5.00 M
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: CONCRETO

CR-01

REJILLA DE CRIBADO
TIPO DE LIMPIEZA: AUTOMÁTICA
CLARO LIBRE ENTRE BARRAS: 15 MM
ANCHO: 1.00 M
ALTURA: 7.00 M
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: ACERO INOX
POTENCIA: 0.55 KW

DA-01

CANAL DESARENADOR
TIPO HORIZONTAL
VEL: 0.3 M/SEG
ANCHO: 1.30 M
PROFUNDIDAD: 1.65 M
TIBANTE: 1.25 M
LARGUO: 1.80 M
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: CONCRETO

CA-02

CÁRCAMO DE BOMBEO
CAPACIDAD: 1.21 M3
LARGO: 9.00 M
ANCHO: 4.50 M
TIBANTE: 3.00 M
MAT. DE CONSTRUCCIÓN: CONCRETO

B-04/05

BOMBAS DE AGUA RESIDUAL
EXCIDENTE
TIPO SUMERGIBLE
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: AC, AL CARBÓN
FLUJO: 160 LPS
PRESIÓN DE DESCARGA: 10 M CDT
POTENCIA: 22 KW

LA-01

LAVADOR DE ARENAS
CAPACIDAD: 735 LBS
POTENCIA: 4 KW HP

CD-01

CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
RESIDUAL Y DE Lodos
ACRIADOS
LARGO: 5.0 M
ANCHO: 2.8 M
ALTURA: 1.80 M
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: CONCRETO

SO-01/02

SOPLADOR DE AIRE DEL SISTEMA
DE DESARENADO
CAPACIDAD: 16 HP/PT
PRESIÓN DE DESCARGA: 6.5 PSI
POTENCIA: 3.0 H.P.

CO-01/04

CONTENIDOR DE SÓLIDOS GRUESOS Y ARENAS
CAPACIDAD: 2.50 m³
LARGO: 2.40 m
ANCHO: 2.25 m
ALTURA: 0.50 m
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: PIRY LÁMINA
DE CAL 14 Y 12

DA-02

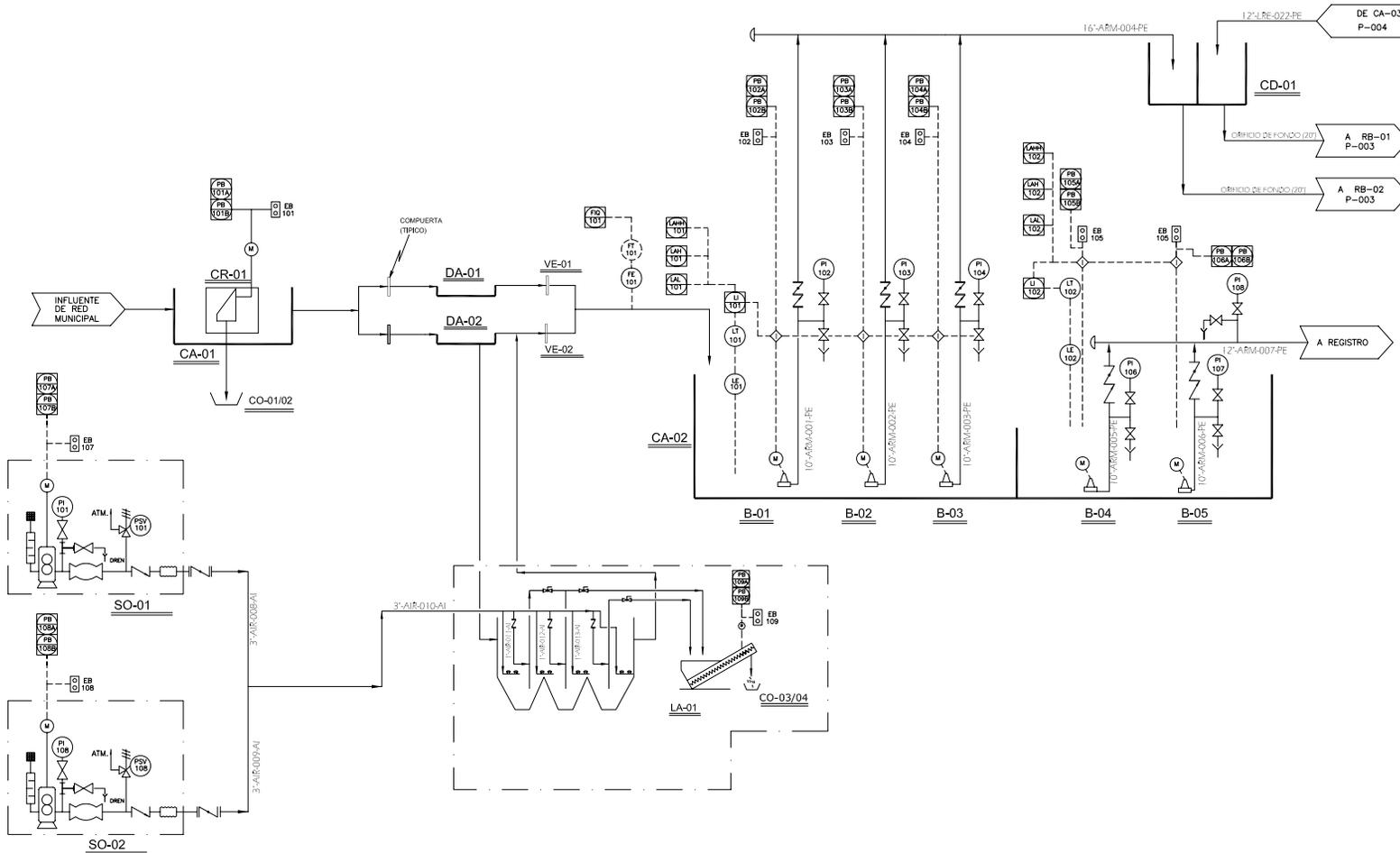
SISTEMA DE DESARENADO AUTOMÁTICO
DIMENSIONES DEL TANQUE
MARCAS
LARGO: 6.0 M
ANCHO: 5.0 M
TIBANTE HIDRÁULICO: 3.88 M
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: CONCRETO

VE-01/02

VERTICEDOR DE FLUJO
TIPO: SUIZO
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: AC, AL CARBÓN
CAPACIDAD POR VERTICEDOR: 749 LPS
TIBANTE MÁXIMO: 1.25 M

B-01/03

BOMBAS DE AGUA RESIDUAL
TIPO: SUIZO
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: AC, AL CARBÓN
FLUJO: 194 LPS
PRESIÓN DE DESCARGA: 20 M CDT
POTENCIA: 52 KW



REVISIONES	ORG. FECHA	ESTRUCTURAL FECHA	ELECTRICO FECHA	MEDICINA FECHA	APROB. FECHA
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					

FECHA	MODIFICACIONES

SISTEMA DE AGUA Y SANEAMIENTO METROPOLITANO
VERACRUZ-BOCA DEL RIO-NEGUILLAN
PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES,
CABEZA OLMECA, VERACRUZ, VER.
CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS

TITULO: **DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION PRETRATAMIENTO Y CARCAMO DE BOMBEO** Nº DE PLANO: **P-002**

INGENIERO GENERAL: _____ INGENIERO DE PROYECTO Y CONTROL: _____

INGENIERO DE PROYECTO: _____ INGENIERO DE PROYECTO: _____ INGENIERO DE PROYECTO: _____

ESCALA: SIN ESCALA HOJA: 1 DE 1 FECHA: 2005

RB-01/02

REACTOR BIOLÓGICO
TIPO: Lodos Activados
AIREACIÓN ESTRATIFICADA
CAPACIDAD: 12891,4 M³
F/M = 0.09 Kg DBO₅/kg SSM
TRINTE HIDRÁULICO: 4.30 M
ANCHO: 38.25 M
LARGO: 76.50 M
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: CONCRETO

RO-01/10

ROTORES DE AIREACIÓN
DIÁMETRO: 1.20 M
LARGO: 9.00 M
POTENCIA: 55 KW

SS-01/02

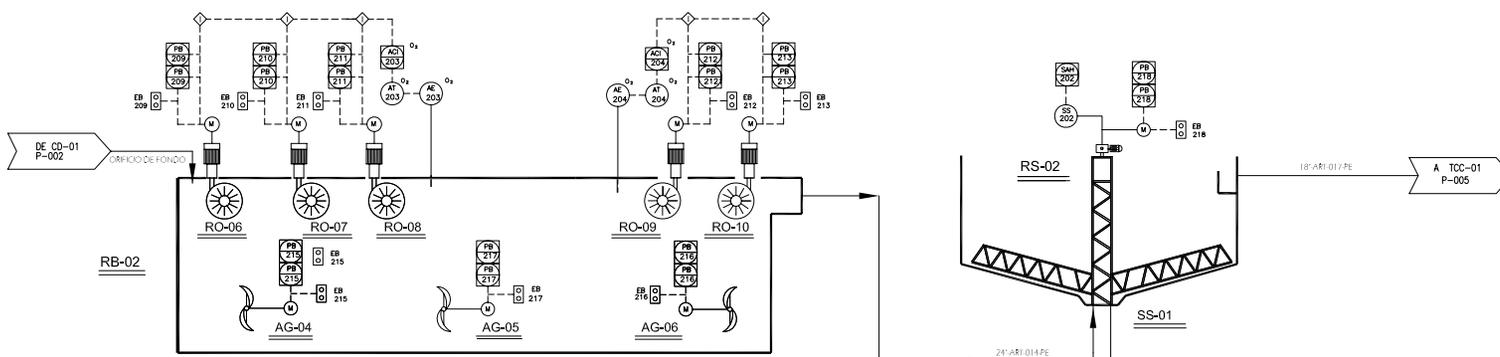
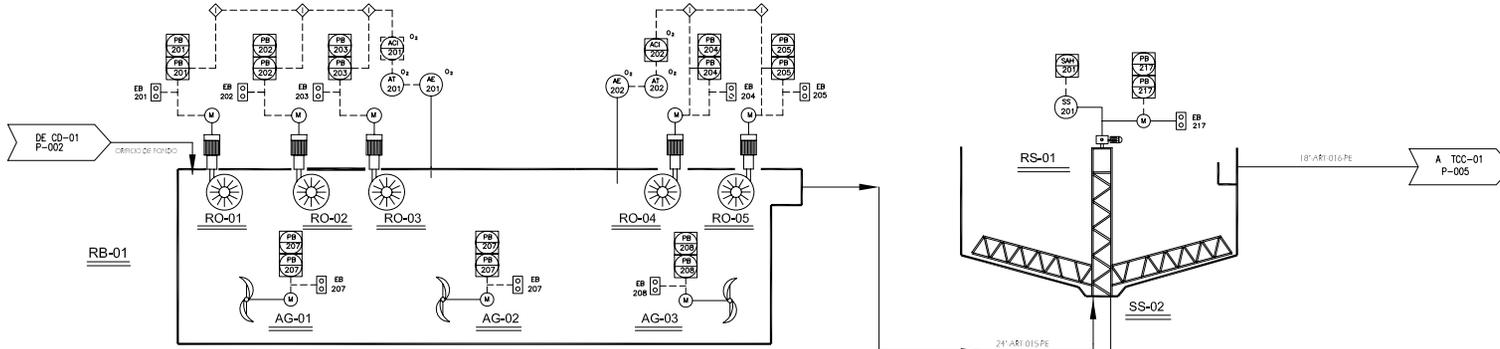
SEDIMENTADOR SECUNDARIO
C.H.S.: 16 M³/M² DÍA
TIEMPO RET. HIDRÁULICA: 5.1 HRS
DIÁMETRO: 28.00 M
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: CONCRETO

RS-01/02

MECANISMO DE PASTIRAS DE
SEDIMENTADOR SECUNDARIO
TIPO: COLUMNA CENTRAL
MAT. DE CONSTRUCCIÓN: ACERO AL CARBÓN
POTENCIA: 0.5 HP.

AG-01/06

AGITADORES DE BAJA VELOCIDAD
POTENCIA: 5.50 HP.
MAT. DE CONSTRUCCIÓN: ACERO AL CARBÓN



REVISIONES	IMP. FECHA	ESTRUCTURAL FECHA	ELECTRICO FECHA	MEDICAMENTO FECHA	APROB. FECHA
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					

FECHA	MODIFICACIONES

SISTEMA DE AGUA Y SANEAMIENTO METROPOLITANO
VERACRUZ - BUCA DEL RÍO - MICHELÍN
PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES,
CARRETA OLMECA, VERACRUZ, VER.
CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS

TÍTULO: **DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
TRATAMIENTO SECUNDARIO** Nº DE PLANO: **P-003**

DISEÑO GENERAL _____
DISEÑO DE DETALLES Y CONSTRUCCION

DISEÑO DE PROYECTO _____
DISEÑO DE PROYECTO DE OBRAS _____
DISEÑO DE OBRAS Y CONSTRUCCION

ESCALA: **SNY ESCALA** HOJA: **1 DE 1** FECHA: **2005**

CA-03

CÁRREGO DE RECIRCULACIÓN DE Lodos
 CAPACIDAD: 150 M³
 LARGO: 5.0 M
 ANCHO: 5.0 M
 ALTURA: 6.10 M
 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: CONCRETO

B-06/07

BOMBAS DE RECIRCULACIÓN DE Lodos
 TIPO: SUMERGIBLE
 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN: ACERO AL CARBÓN
 FLUJO: 172.5 LPS
 PRESIÓN DE DESCARGA: 8.50 M CDT
 POTENCIA: 22 KW

ME-01/02

MESA DE ESPESAMIENTO
 CAPACIDAD: 35 M³/HR
 ANCHO DE BANDA: 2.0 M
 LONGITUD DE FILTRACIÓN: 3.00 M
 POTENCIA: 1.1 KW

B-08/09

BOMBAS DE CAJADO PROGRESIVA PARA Lodos
 CAPACIDAD MÁXIMA: 225 M³/HR
 PRESIÓN DE DESCARGA: 12.0 M
 MAT. DE CONSTRUCCIÓN: ACERO AL CARBÓN
 POTENCIA: 55 KW

FB-01

FILTRO PRESA DE BOMBA
 CAPACIDAD: 17 M³/HR
 ANCHO DE BANDA: 3.0 M
 POTENCIA: 1.1 KW

PP-01

PAQUETE DE DOSIFICACIÓN DE POLÍMERO
 CAPACIDAD: 0 - 17 L/HR
 VOLUMEN DE TANQUE DE PREPARACIÓN: 150 LIT
 POTENCIA: 0.37 KW
 CAPACIDAD DE DILUSIÓN: 240 - 2400 L/HR

PP-02

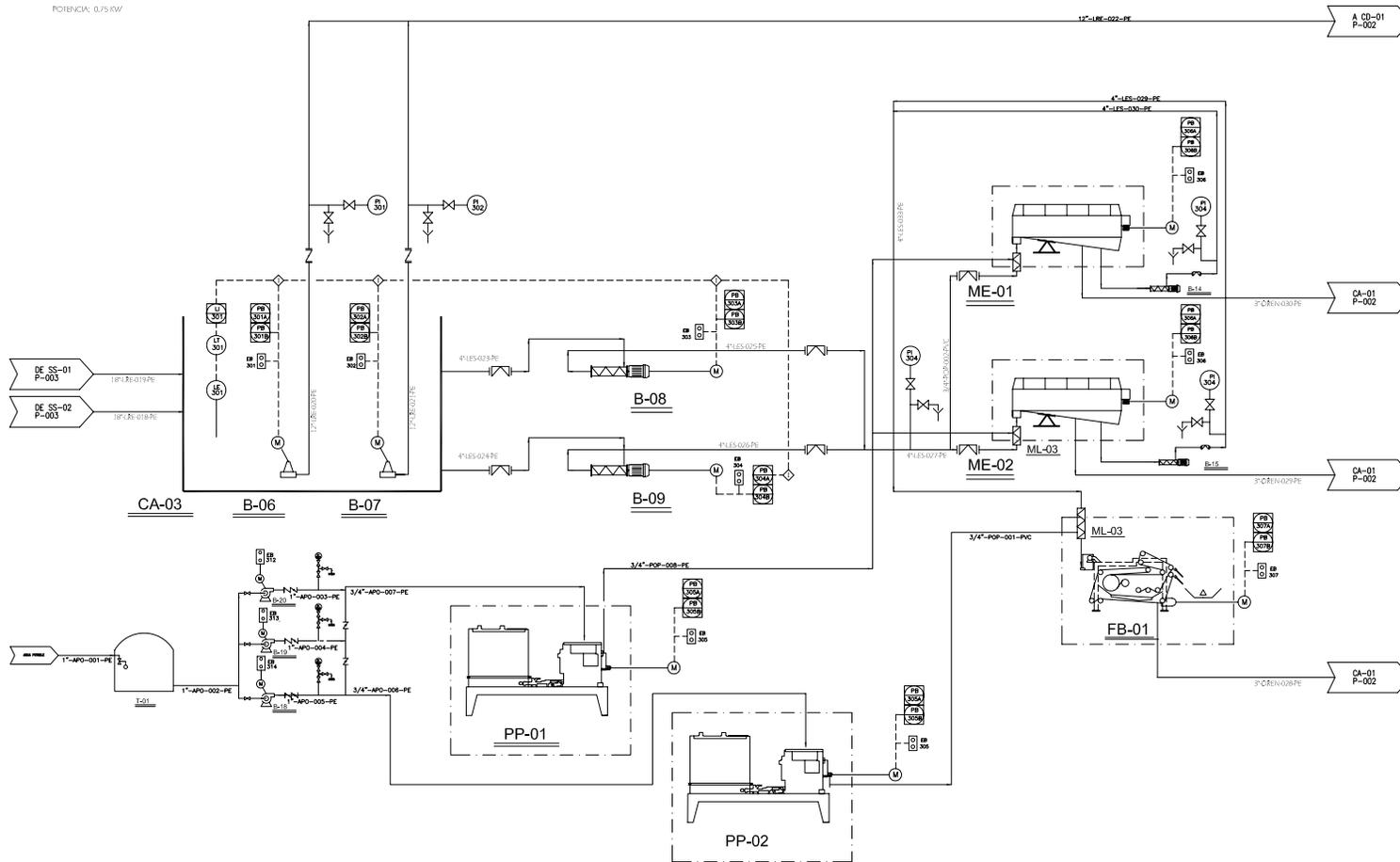
PAQUETE DE DOSIFICACIÓN DE POLÍMERO
 CAPACIDAD: 0 - 76 L/HR
 VOLUMEN DE TANQUE DE PREPARACIÓN: 150 LIT
 POTENCIA: 0.37 KW
 CAPACIDAD DE DILUSIÓN: 80 - 875 L/HR

T-01

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE
 MATERIAL: POLIETILENO DE ALTA RESISTENCIA
 CAPACIDAD: 195 M³

B-18/19/20

BOMBAS DE AGUA POTABLE
 PARA POLÍMERO
 CAPACIDAD: 2.2 M³/HR
 PRESIÓN DE DESCARGA: 5.0 KG/CM²
 POTENCIA: 0.75 KW



REVISIONES	ORG. FECHA	ESTRUCTURAL FECHA	ELECTRICO FECHA	MEDIDAS FECHA	APROB. FECHA
REVISIÓN GENERAL					
REVISIÓN No. 01					
REVISIÓN No. 02					
REVISIÓN No. 03					
REVISIÓN No. 04					
REVISIÓN No. 05					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					

FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OLMECA, VERACRUZ, VER.
 CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS

TITULO: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
 MANEJO Y DISPOSICION DE Lodos

Nº DE PLANO
P-004

INGENIERO GENERAL: _____ INGENIERO DE PROYECTO Y CONTROL: _____

INGENIERO DE PROYECTO: _____ INGENIERO DE PROYECTO DE OBRAS: _____ INGENIERO DE OBRAS Y SUPERVISOR: _____

ESCALA: SIN ESCALA HOJA: 1 DE 1 FECHA: 2005

TCC-01

TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
 CAPACIDAD: 412.5 M³
 LARGO: 22.00 M
 ANCHO: 7.50 M
 ALTURA: 3.00 M
 MATERIAL: CONCRETO
 TIEMPO RETENCION: 30 MIN

SE - 01

SISTEMA EYECTOR
 CAPACIDAD: 10 KG/HR
 ESCALA DEL ROTOMETRO: 10 KG/HR
 MATERIAL: ABS Y PLASTICO ESTRUCTURAL

TC - 01/04

CONTENEDOR DE CLORO
 PRESION DE DISEÑO: 21.00 KG/CM²
 CAPACIDAD: 908 KG
 DIAMETRO EXTERIOR: 765 MM
 LONGITUD: 2.08 MM
 MATERIAL: ACERO AL CARBON

B-10/11

BOMBAS DE AYUDA A CLORACION
 TIPO: CENTRIFUGA HORIZONTAL
 MATERIAL: FIERRO FUNDIDO
 CAPACIDAD: 12 GPM
 POTENCIA: 1.5 HP

B-12

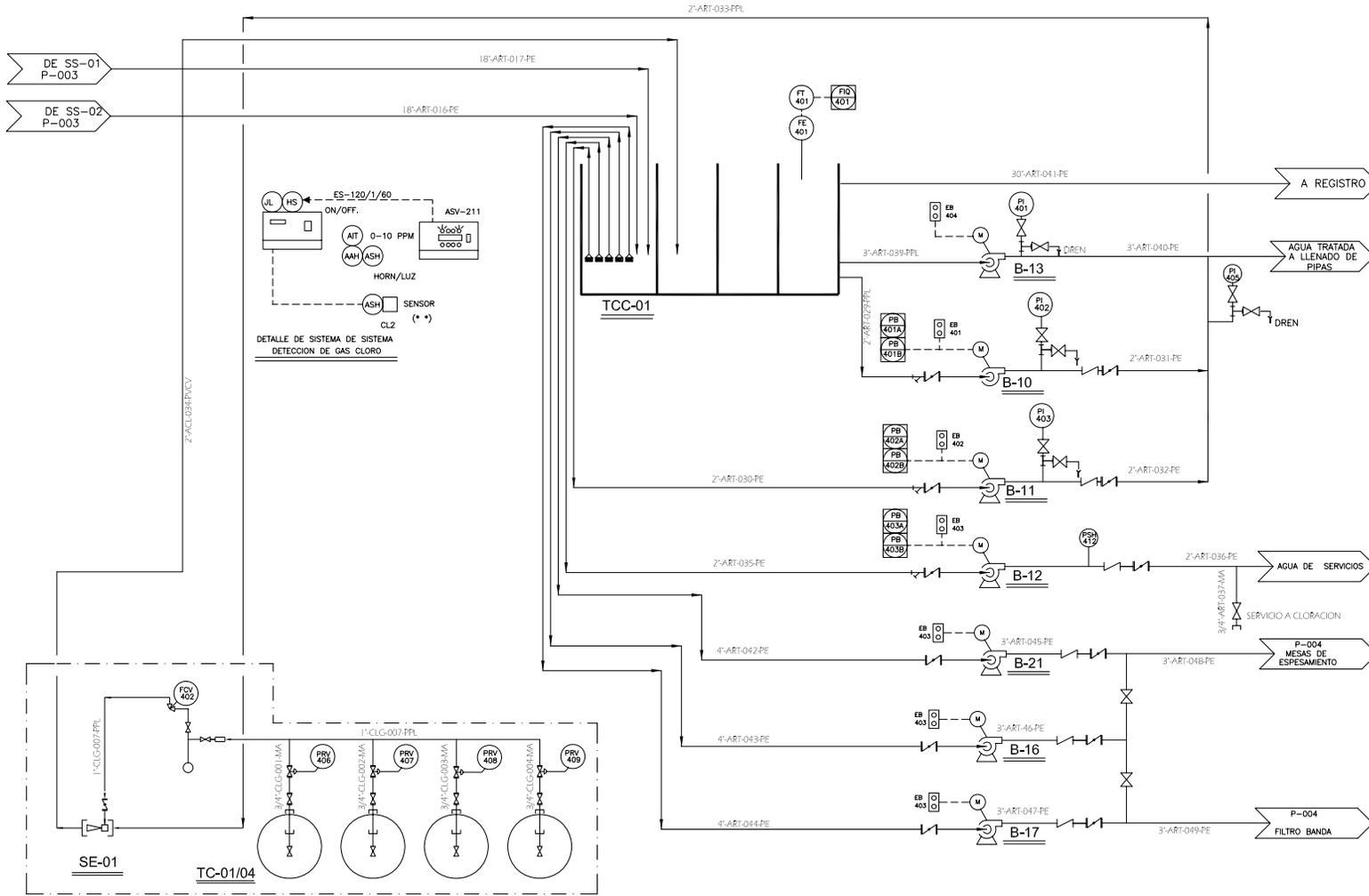
BOMBAS DE AYUDA A SERVICIOS
 TIPO: CENTRIFUGA HORIZONTAL
 MATERIAL: FIERRO FUNDIDO
 CAPACIDAD: 20.00 LPS
 POTENCIA: 3.00 HP
 PRESION DE DESCARGA: 2.0 KG/CM²

B-13

BOMBAS PARA LLENADO DE PIPAS
 TIPO: CENTRIFUGA HORIZONTAL
 MATERIAL: FIERRO FUNDIDO
 CAPACIDAD: 17 LPS
 POTENCIA: 3.00 HP
 PRESION DE DESCARGA: 6.0 MTS.

B-16/17 Y 21

BOMBAS DE LAVADO DE TELAS DE MESAS
 DE ESPESAMIENTO Y FILTRO BANDA
 MATERIAL: FIERRO FUNDIDO
 CAPACIDAD: 6 M³/HR
 POTENCIA: 5.5 KW
 PRESION DE DESCARGA: 7.0 KG/CM²



DETALLE DE SISTEMA DE SISTEMA
 DETECCION DE GAS CLORO

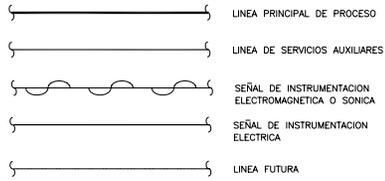
ES-120/1/80
 ON/OFF.
 0-10 PPM
 ASH
 HORN/LUZ
 ASH SENSOR
 CL2 (**)

REVISIONES	UNA FECHA	CONSERVACION FECHA	ALTIMO FECHA	REVISADO FECHA	APROBADO FECHA
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					

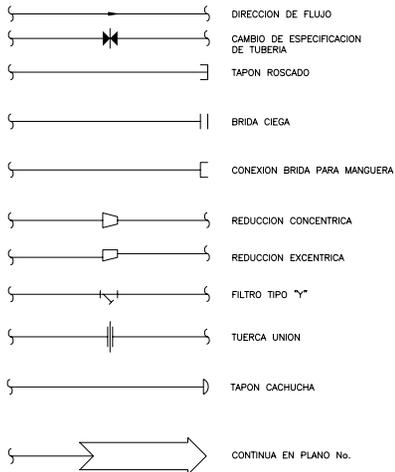
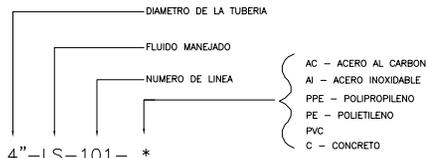
FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CARRERA CLASICA, VERONICO, YCA CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS	
TITULO: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE DESINFECCION	No. DE PLANOS: P-005
DIRECTOR GENERAL:	DIRECTOR DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION:

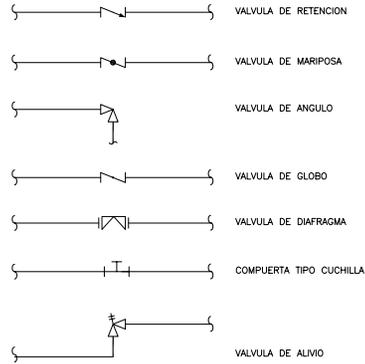
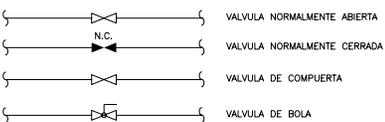
S I M B O L O G I A



CODIFICACION DE TUBERIAS



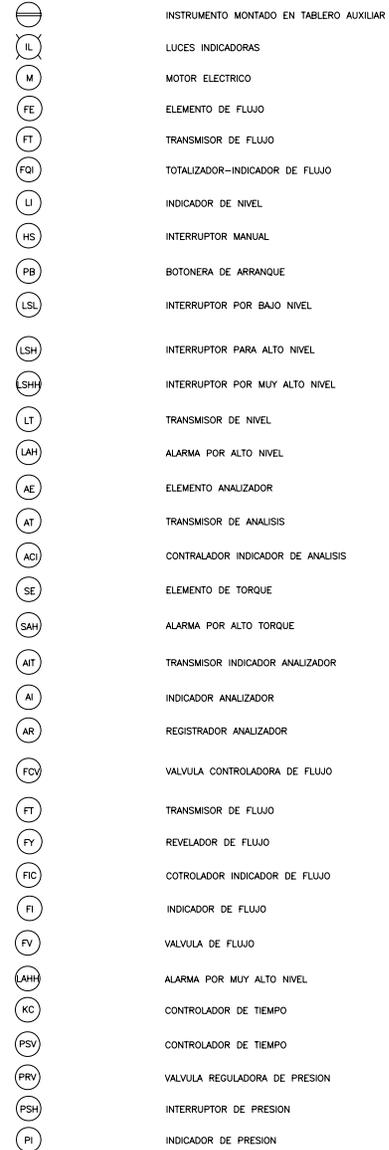
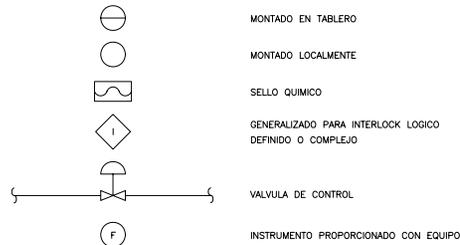
V A L V U L A S



IDENTIFICACION DE FLUIDOS

AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES	ARM
AGUAS RESIDUALES TRATADAS	ART
LODOS RECIRCULADOS	LRE
NATAS DE SEDIMENTADOR	NAT
AIRE PARA DIFUSORES	AIR
LODOS ESTABILIZADOS	LES
LODOS Y POLIMERO	LPO
AGUA DE SOBRENADANTES	SOB
AGUA CLORADA	ACL
AGUA POTABLE	APO
CLORO GAS	CLG
AIRE DE INSTRUMENTOS	AI
DRENAJES	DREN
CLORURO FERRICO	CLF

SIMBOLOS GENERALES DE INSTRUMENTACION



REVISIONES	ORIG. FECHA	ESTRUCTURAL FECHA	ELECTRICO FECHA	MECANICO FECHA	APROBADO FECHA
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					

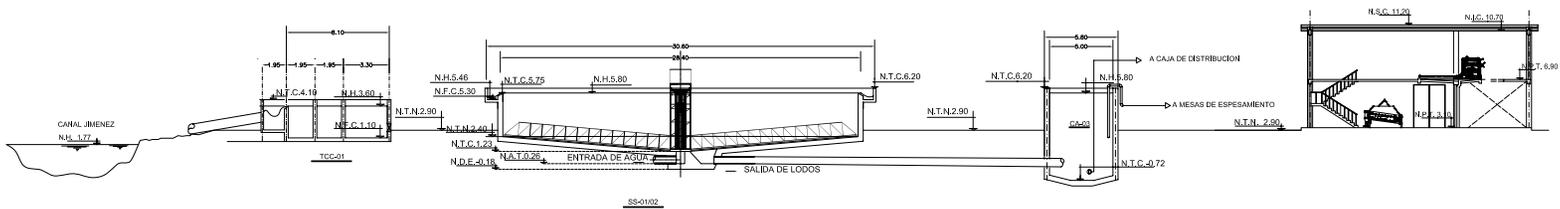
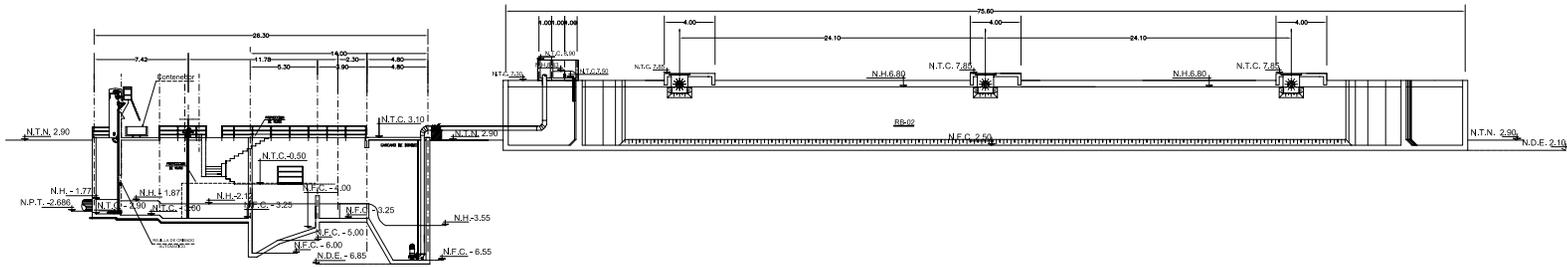
FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OLMECA VER.	NO. DE PLANO
CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS	P-006

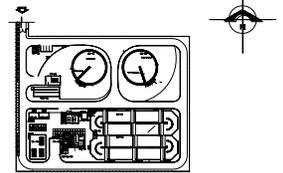
TITULAR: SIMBOLOGIA GENERAL	DIRECTOR GENERAL	DIRECTOR DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION
-----------------------------	------------------	--------------------------------------

UNIDAD DE PROYECTO	UNIDAD DE PROYECTO DE ASESORIA	UNIDAD DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO
--------------------	--------------------------------	---------------------------------------

ESCALA: SIN ESCALA	HOJA: 1 DE 1	FECHA: 2005
--------------------	--------------	-------------



PERFIL HIDRÁULICO

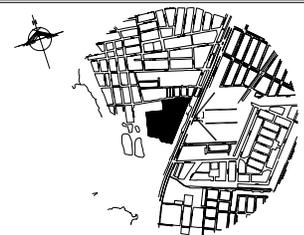
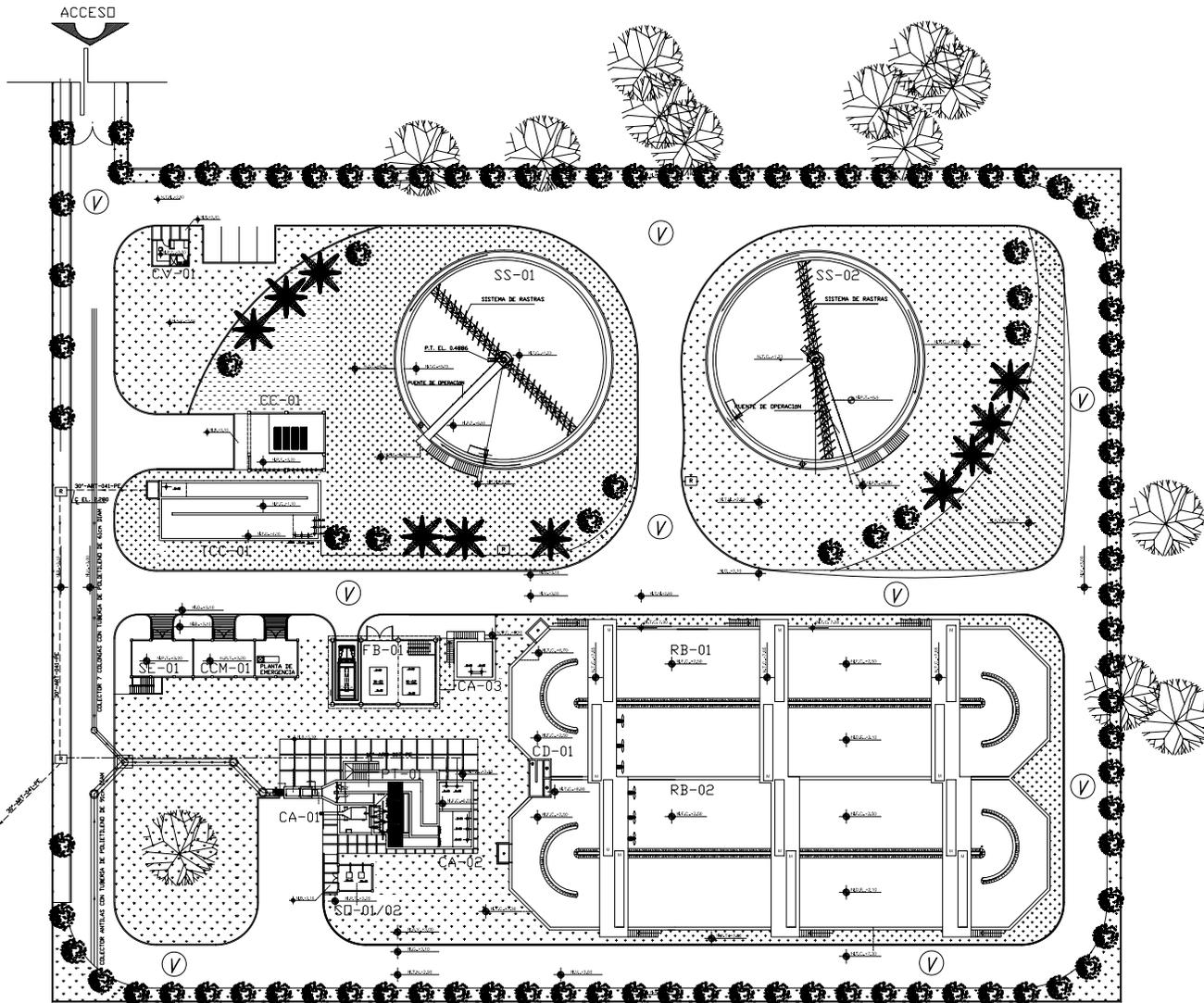


CROQUIS DE LOCALIZACION

SIMBOLOGÍA

- N.T.C. NIVEL TOPE DE CONCRETO
- N.D.E. NIVEL DESPLANTE DE ESTRUCTURA
- N.A.T. NIVEL DE ARRASTRE DE TUBO
- N.T.N. NIVEL TERRENO NATURAL
- N.P.T. NIVEL PISO TERMINADO
- N.H. NIVEL HIDRÁULICO

REVISIONES	CAL. FECHA	ESTRUCTURAL FECHA	ELECTRICO FECHA	MECANICO FECHA	APROB. FECHA
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					
FECHA	MODIFICACIONES				
PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OLMECA, VER.		CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS			
TITULO: PERFIL HIDRAULICO		Nº DE PLANO		P-007	
DIRECTOR GENERAL		DIRECTOR DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION			
DIRECCION DE PROYECTOS		DIRECCION DE TRABAJO DE OBRAS		DIRECCION DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO	
ESCALA: SIN ESCALA	HOJA: 1 DE 1	FECHA: 2005			



CROQUIS DE LOCALIZACION

SIMBOLOGIA

- N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
- N.B. NIVEL DE BANQUETA
- N.T.N. NIVEL DE TERRENO NATURA
- N.S.C. NIVEL SUPERIOR DE CUMBRERA
- N.S.L. NIVEL SUPERIOR DE LOSA
- N.V. NIVEL DE VIALIDAD
- N.A.V. NIVEL DE AREA VERDE
- N.G. NIVEL DE GUARNICION
- N.F.C. NIVEL FONDO DE CANAL
- N.D.E. NIVEL DESPLANTE DE ESTRUCTURA

- ▲ LINEA DE CORTE
- CA-01/02 CARCAMO DE BOMBEO DE PROCESO Y BY-PASS
- PT-01 PRETRATAMIENTO
- RB-01/02 REACTOR BIOLÓGICO
- CD-01 CAJA DE DISTRIBUCIÓN
- FB-01 EDIFICIO FILTRO BANDA, MESAS DE ESPESAMIENTO
- SS-01/02 SEDIMENTADOR SECUNDARIO
- TCC-01 TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
- CC-01 CASETA DE CLORACION
- CCM-01 CUARTO DE CONTROL DE MOTORES
- SE-01 SUBESTACION
- CV-01 CASETA DE VIGILANCIA
- SO-01/02 CASETA DE SOPLADORES DE PRETRATAMIENTO
- CA-03 CARCAMO DE RECIRCULACION DE LODOS

- Ⓟ VIALIDAD
- AREA VERDE
- ⊙ BARRERA ECOLOGICA
- Ⓡ REGISTRO
- BY-PASS
- EFLUENTE
- COLECTORES SANITARIOS (INFLUENTE)

REVISIONES					
REVISION	FECHA	CON. FECHA	ESTRUCTURAL FECHA	ELECTRICO FECHA	MECANICO FECHA
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					

FECHA	MODIFICACIONES

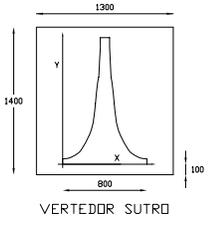
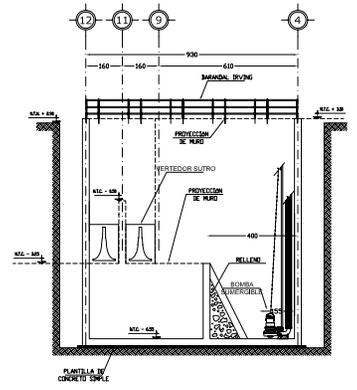
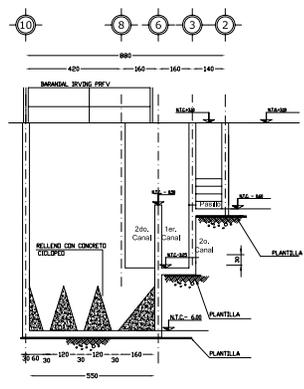
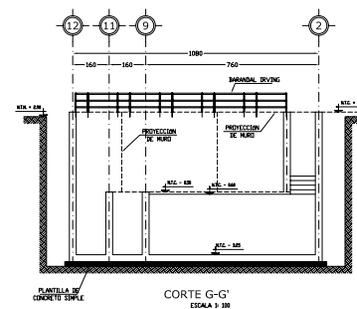
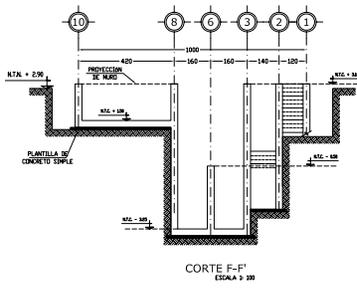
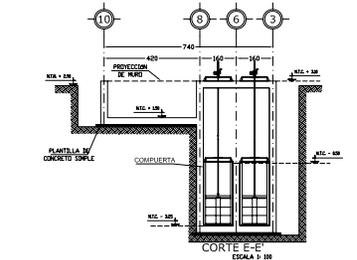
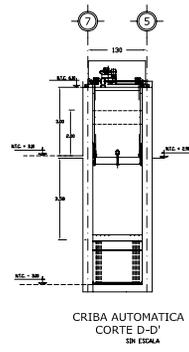
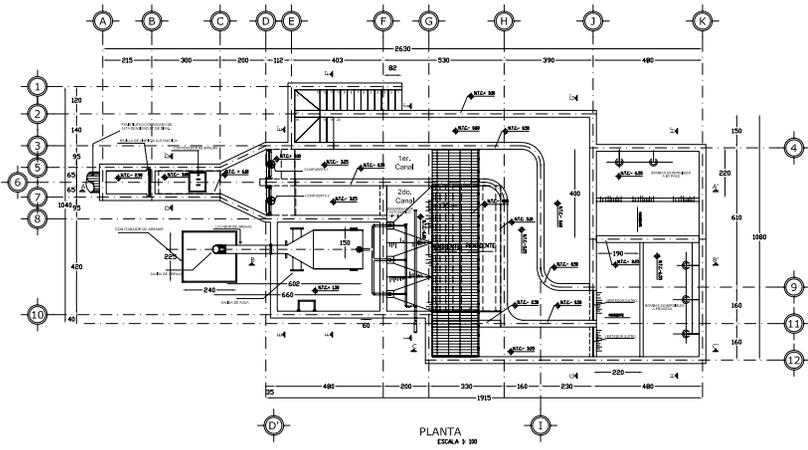
PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OLMECA, VER.
CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS

TITULO: ARREGLO GENERAL, PLANTA DE CONJUNTO N.º DE PLANO: AG-001

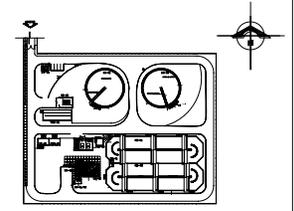
DIRECTOR GENERAL: _____ DIRECTOR DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION: _____

REVISOR DE PROYECTO: _____ INGENIERO EN PROYECTO DE AGUAS: _____ DIRECTOR DE OPERACIONES GENERALES: _____

ESCALA: 1:300 FECHA: 2005



CUADRO CONSTRUCTIVO DE VERTEDOR		
COORDENADAS		
Y	X1	X2
0.000	0.000	0.000
0.200	0.000	0.200
0.400	0.000	0.400
0.600	0.000	0.600
0.800	0.000	0.800
1.000	0.000	1.000
1.200	0.000	1.200
1.400	0.000	1.400
1.600	0.000	1.600
1.800	0.000	1.800
2.000	0.000	2.000
2.200	0.000	2.200
2.400	0.000	2.400
2.600	0.000	2.600
2.800	0.000	2.800
3.000	0.000	3.000
3.200	0.000	3.200
3.400	0.000	3.400
3.600	0.000	3.600
3.800	0.000	3.800
4.000	0.000	4.000
4.200	0.000	4.200
4.400	0.000	4.400
4.600	0.000	4.600
4.800	0.000	4.800
5.000	0.000	5.000
5.200	0.000	5.200
5.400	0.000	5.400
5.600	0.000	5.600
5.800	0.000	5.800
6.000	0.000	6.000
6.200	0.000	6.200
6.400	0.000	6.400
6.600	0.000	6.600
6.800	0.000	6.800
7.000	0.000	7.000
7.200	0.000	7.200
7.400	0.000	7.400
7.600	0.000	7.600
7.800	0.000	7.800
8.000	0.000	8.000
8.200	0.000	8.200
8.400	0.000	8.400
8.600	0.000	8.600
8.800	0.000	8.800
9.000	0.000	9.000
9.200	0.000	9.200
9.400	0.000	9.400
9.600	0.000	9.600
9.800	0.000	9.800
10.000	0.000	10.000



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS GENERALES:

- 1.- ACOTACIONES EN CENTIMETROS.
- 2.- NIVELES EN METROS.

SIMBOLOGIA

- N.T.C. NIVEL TOPE DE CONCRETO
- N.H. NIVEL HERRALLADO
- N.T.N. NIVEL TERRENO NATURAL

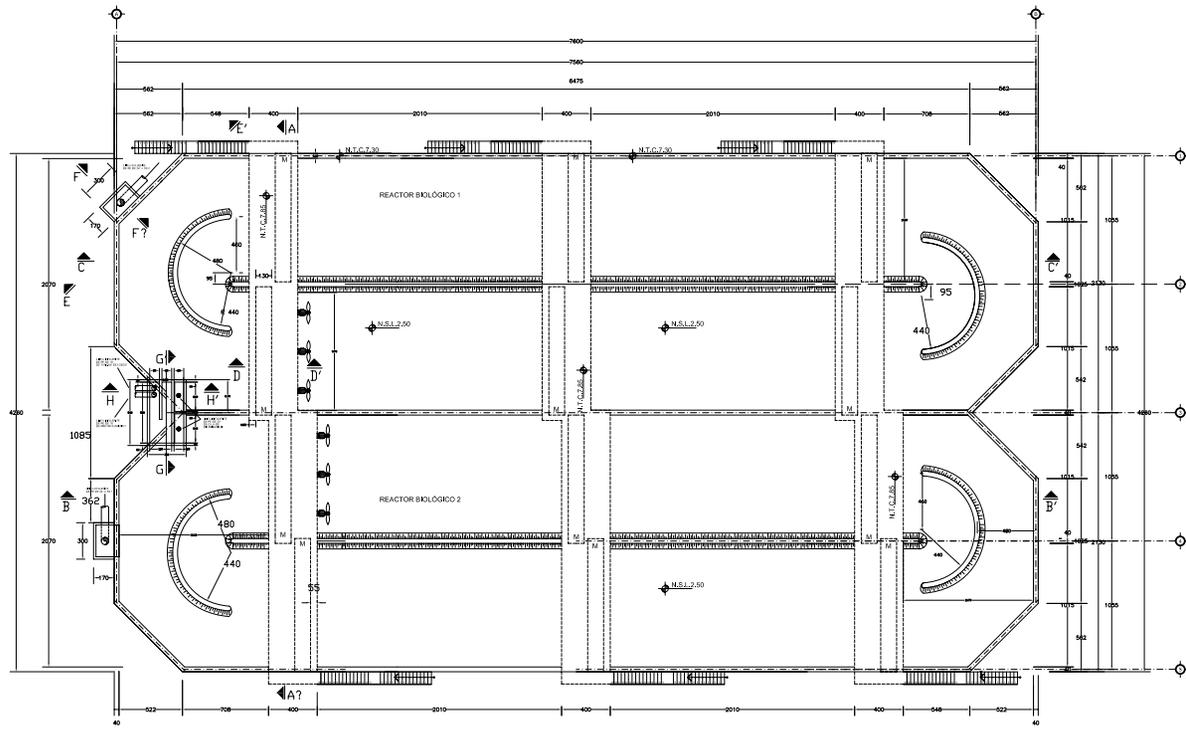
REVISIONES	CON. FECHA	ESTRUCTURAL FECHA	ELECTRICO FECHA	MECANICO FECHA	APROB. FECHA
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					

FECHA	MODIFICACIONES

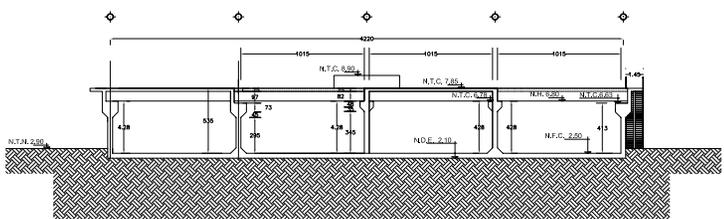
PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OLMECA, VER.	NO. DE PLANO: AG-002
CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS	2/2

TITULO: ARREGLO FUNCIONAL DE PRETRATAMIENTO	DIRECCION DE PROYECTO Y CONSTRUCCION
DIRECCION GENERAL	DIRECCION DE PROYECTO Y CONSTRUCCION

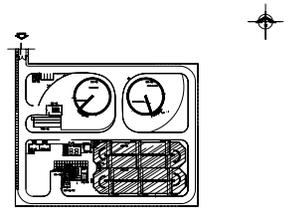
DIRECCION DE PROYECTO	DIRECCION DE PROYECTO DE 2000	DIRECCION DE PROYECTO TRABAJOS
ESCALA: INDICADA	HOJA: 2 DE 2	FECHA: 2002



PLANTA
ESCALA 1:200



CORTE A-A'
ESCALA 1:200



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS GENERALES:

- 1.- ACOTACIONES EN CENTÍMETROS.
- 2.- NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- 3.- LA CORRECTA COLOCACION Y OPERACION DE LOS ROTORES Y AGITADORES, ESTARA A CARGO DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA DEL PROYECTO Y ESTARA DADA POR LA EMPRESA QUE SUMINISTRE EL EQUIPO.

SIMBOLOGÍA

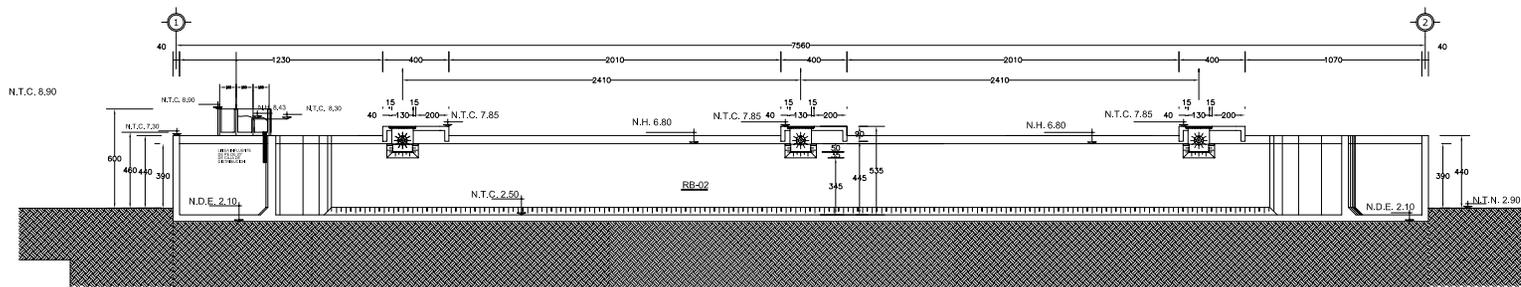
- N.T.C NIVEL TOPE DE CONCRETO
- N.H. NIVEL HIDRÁULICO
- N.S.L. NIVEL SUPERIOR DE LOSA
- N.D.E. NIVEL DESPLANTE DE ESTRUCTURA
- M MOTOR

REVISIONES	CON. FECH.	ESTRUCTURAL FECH.	ELECTRICO FECH.	MECANICO FECH.	APROB. FECH.
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					

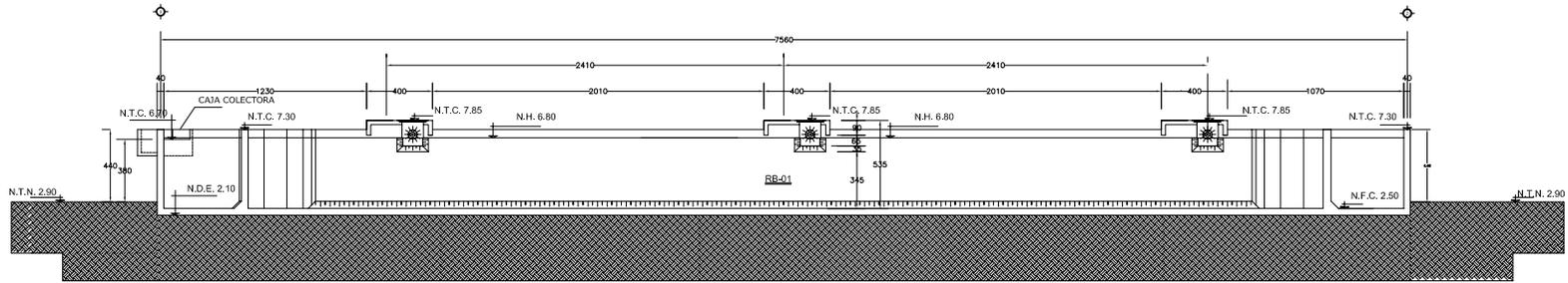
FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OLMECA, VER. CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS		No. DE PLANO AG-003 1/3
TITULO: ARREGLO FUNCIONAL DE REACTORES BIOLÓGICOS		DIRECTOR GENERAL DIRECTOR DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION

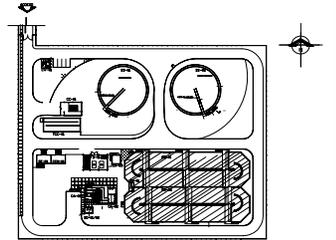
DIRECTOR GENERAL DIRECTOR DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION	DIRECTOR DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION
ESCALA: 1 : 200	FECHA: 1 DE 1



CORTE B-B'
ESCALA 1:150



CORTE C - C''
ESCALA 1:150



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS GENERALES:

- 1.- ACOTACIONES EN CENTIMETROS.
- 2.- NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.

SIMBOLOGÍA

- N.T.C NIVEL TOPE DE CONCRETO
- N.H. NIVEL HIDRÁULICO
- N.S.L. NIVEL SUPERIOR DE LOSA
- N.D.E. NIVEL DESPLANTE DE ESTRUCTURA
- M MOTOR

REVISIONES	CON. FECH.	DISTRIBUCION FECH.	ELABORADO FECH.	APROBADO FECH.	APROBADO FECH.
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					

FECHA	MODIFICACIONES

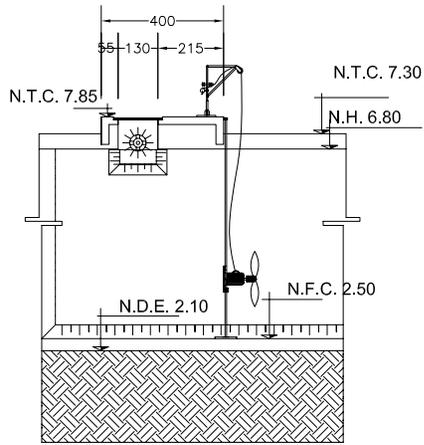
PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OLMECA, VER.
CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS

TITULO: ARREGLO FUNCIONAL DE REACTORES BIOLÓGICOS
Nº DE PLANO: AC-003
2/3

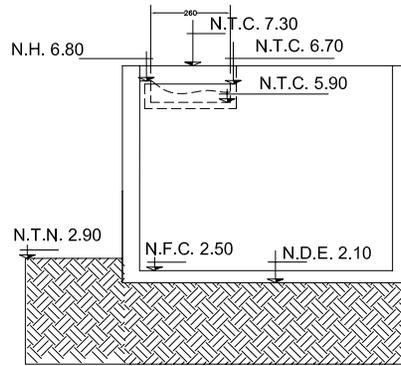
DIRECTOR GENERAL: _____ DIRECTOR DE PROYECTO Y CONSTRUCCION: _____

ENCARGADO DE PROYECTO: _____ SERJE DE PROYECTO DE PAIS: _____ DIRECTOR DE OBRAS Y MANTENIMIENTO: _____

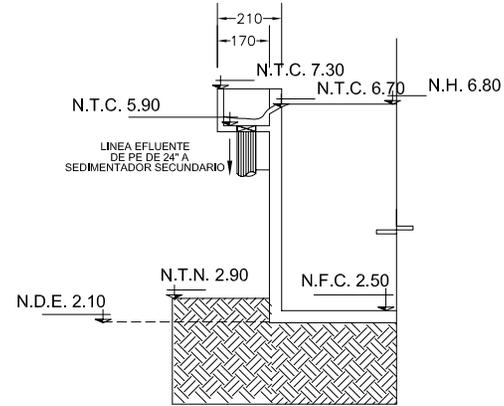
ESCALA: INDICADA FECHA: 1 DE 1 FECHA: 2005



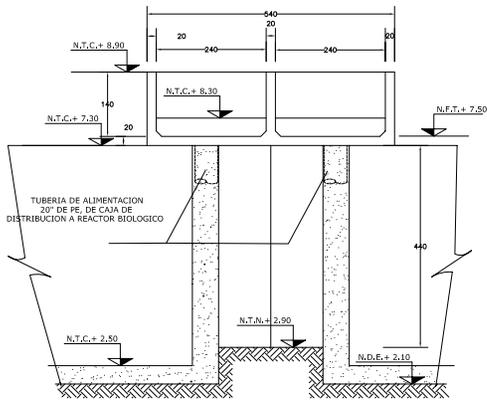
CORTE D - D'



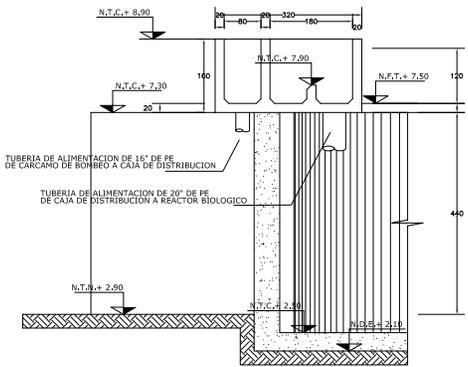
CORTE E - E'



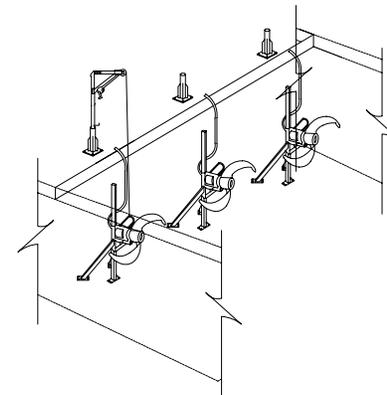
CORTE F - F'



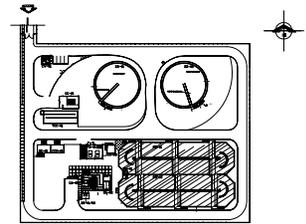
CORTE G-G'



CORTE H-H'



ISOMETRICO DE AGITADORES



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS GENERALES:

- 1.- ACOTACIONES EN CENTIMETROS.
- 2.- NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- 3.- LA CORRECTA COLOCACION Y OPERACION DE LOS ROTORES Y AGITADORES, ESTARA A CARGO DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA DEL PROYECTO Y ESTARA DADA POR LA EMPRESA QUE SUMINISTRE EL EQUIPO.

SIMBOLOGIA

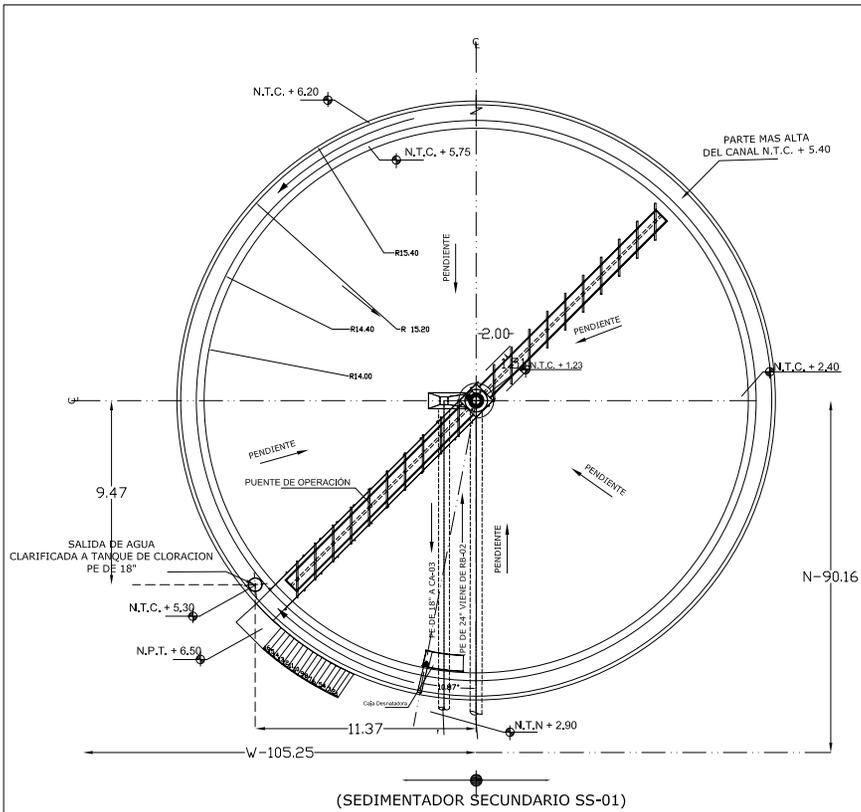
- N.T.C NIVEL TOPE DE CONCRETO
- N.H. NIVEL HIDRÁULICO
- N.S.L. NIVEL SUPERIOR DE LOSA
- N.D.E. NIVEL DESPLANTE DE ESTRUCTURA
- M MOTOR
- N.T.N. NIVEL TERRENO NATURAL

REVISIONES	CON. FECHA	ESTRUCTURAL FECHA	ELECTRICO FECHA	MECANICO FECHA	APROB. FECHA
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					

FECHA	MODIFICACIONES

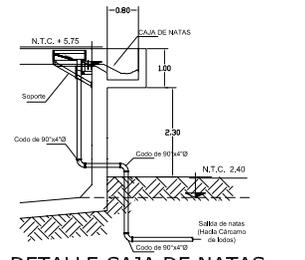
PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OMEGA, VER. CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS		No. DE PLANO AC-003 3/3
TITULO: ARRREGLO FUNCIONAL DE REACTORES BIOLÓGICOS		No. DE PLANO AC-003 3/3
DIRECTOR GENERAL		DIRECTOR DE PROYECTO Y CONSTRUCCION

UNIDAD DE PROYECTO SIN ESCALA	UNIDAD DE PROYECTO DE ASES No. 1 DE 1	UNIDAD DE PROYECTO DE ASES FECHA: 2005
----------------------------------	--	---

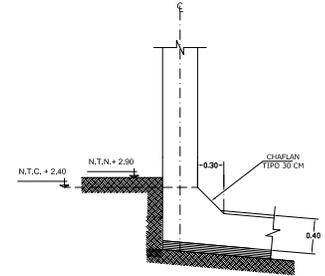


(SEDIMENTADOR SECUNDARIO SS-01)

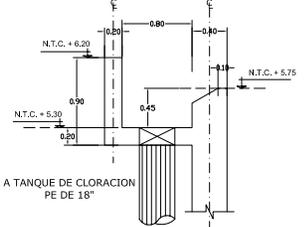
PLANTA
ESCALA 1:125



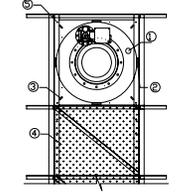
DETALLE CAJA DE NATAS
SIN ESC.



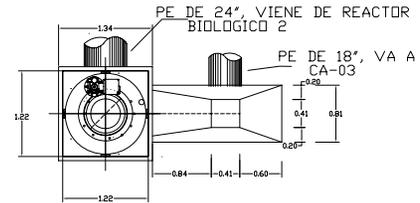
MURO TIPO
SIN ESC.



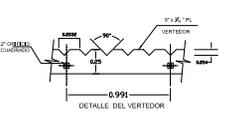
DETALLE DE VERTEDEDOR
SIN ESC.



VISTA EN PLANTA DEL MECANISMO CENTRAL DE PROPULSION



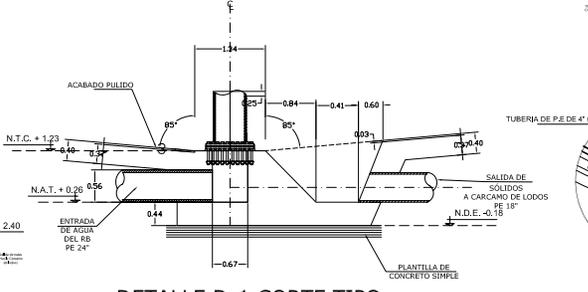
DETALLE DE CAJA DE LODOS
SIN ESC.



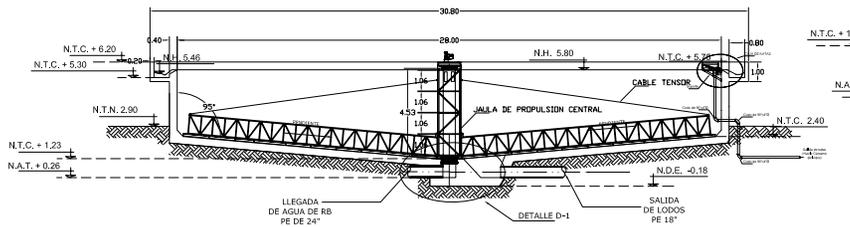
DETALLE DEL VERTEDEDOR



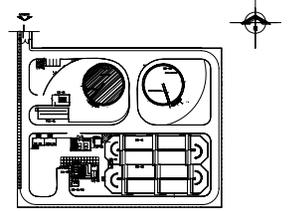
DETALLE DE LA LIBRACION DE LA MAMPARA DE NATAS SIN ESCALA



DETALLE D-1 CORTE TIPO
SIN ESC.



CORTE TRANSVERSAL TIPO
ESCALA 1:125



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS GENERALES:

- 1.- ACOTACIONES EN METROS.
- 2.- NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- 3.- LA CORRECTA COLOCACION Y OPERACION DE LOS EQUIPOS, ESTARA A CARGO DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA DEL PROYECTO Y ESTARA DADA POR LA EMPRESA QUE SUMINISTRE EL EQUIPO.

SIMBOLOGIA

- N.T.C. NIVEL TOPE DE CONCRETO
- N.D.E. NIVEL DESPLANTE DE ESTRUCTURA
- N.A.T. NIVEL DE ARRASTRE DE TUBO
- N.T.N. NIVEL TERRENO NATURAL
- N.P.T. NIVEL PISO TERMINADO
- N.H. NIVEL HIDRAULICO

REVISIONES	CIVIL	ESTRUCTURAL	ELECTRICO	MEDIDAS	APROBADO
REVISION AL 01					
REVISION AL 02					
REVISION AL 03					
REVISION AL 04					
REVISION AL 05					

FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OLMECA, VER.

CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS

TITULO: SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01

Nº DE PLANO: AG-004

FECHA: 1/2

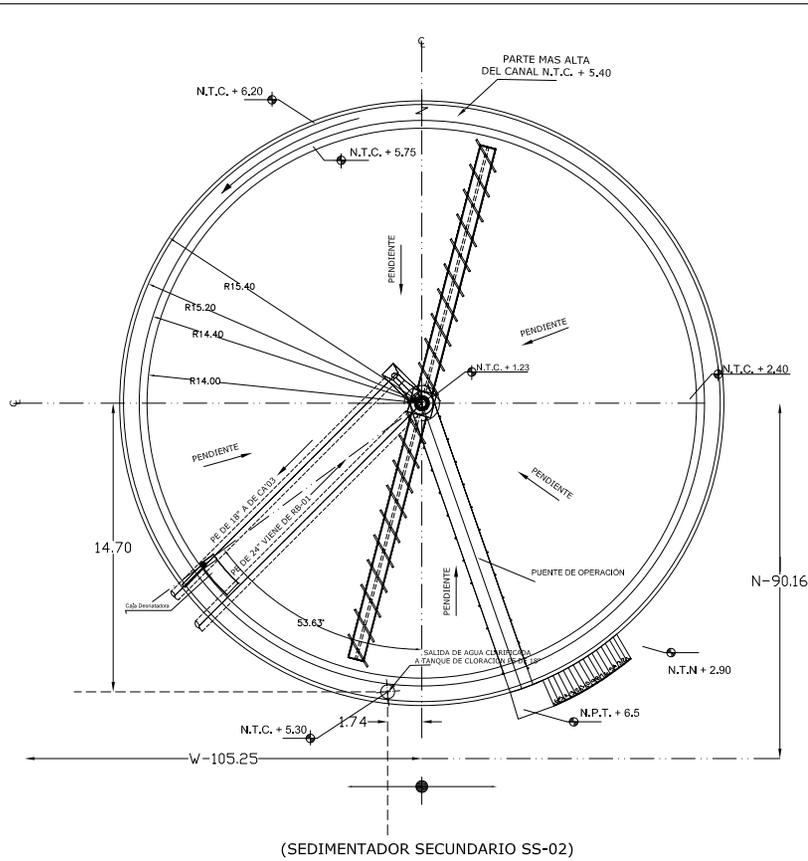
DIRECTOR GENERAL: _____ DIRECTOR DE PROYECTO Y CONSTRUCCION: _____

ENCARGADO DE MATERIAS: _____ ENCARGADO DE PROYECTO DE OBRAS: _____ ENCARGADO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO: _____

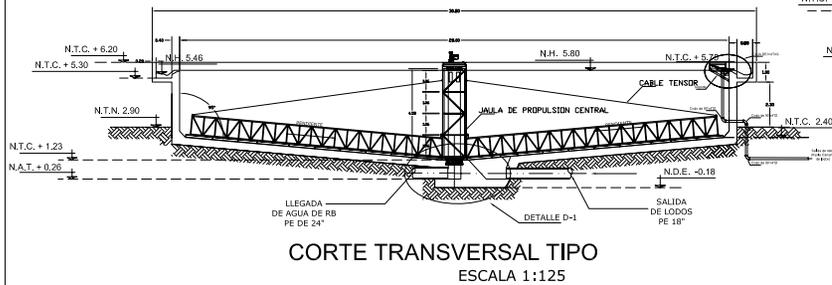
ESCALA: SIN ESCALA

HOJA: 1 DE 2

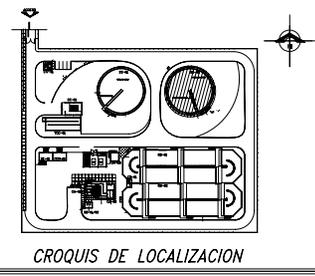
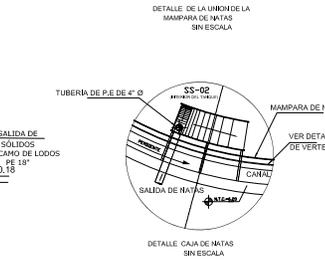
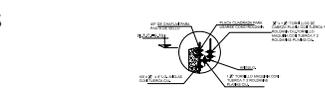
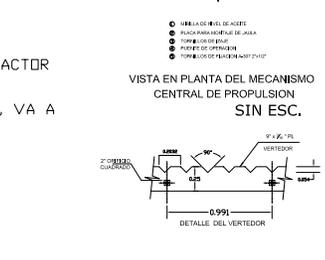
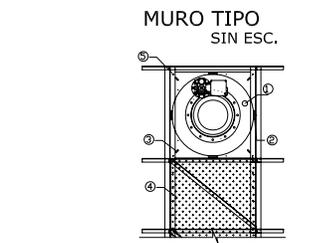
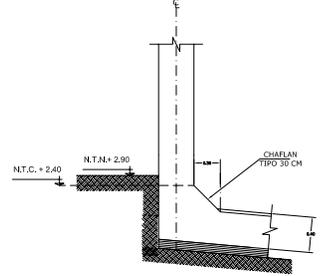
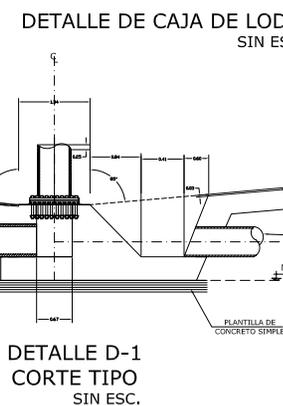
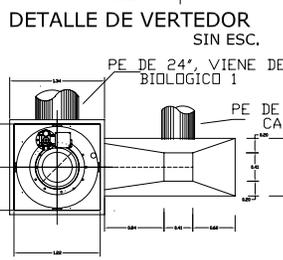
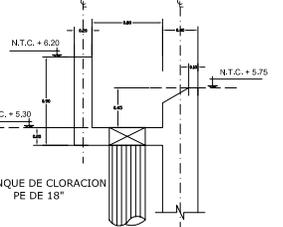
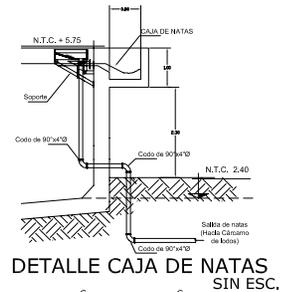
FECHA: 2005



PLANTA
ESCALA 1:125



CORTE TRANSVERSAL TIPO
ESCALA 1:125



NOTAS GENERALES:

- 1.- ACOTACIONES EN METROS.
- 2.- NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- 3.- LA CORRECTA COLOCACION Y OPERACION DE LOS EQUIPOS, ESTARA A CARGO DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA DEL PROYECTO Y ESTARA DADA POR LA EMPRESA QUE SUMINISTRE EL EQUIPO.

- SIMBOLOGÍA
- N.T.C. NIVEL TOPE DE CONCRETO
 - N.D.E. NIVEL DESPLANTE DE ESTRUCTURA
 - N.A.T. NIVEL DE ARRASTRE DE TUBO
 - N.T.N. NIVEL TERRENO NATURAL
 - N.P.T. NIVEL PISO TERMINADO
 - N.H. NIVEL HIDRAULICO

REVISIONES	CON. FECHA	ESTRUCTURAL FECHA	ELECTRICO FECHA	MECANICO FECHA	APROB. FECHA
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					
REVISION No. 06					

FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OLMECA, VER.

CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS

TITULO: SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02

NO. DE PLANO: AG-004

2/2

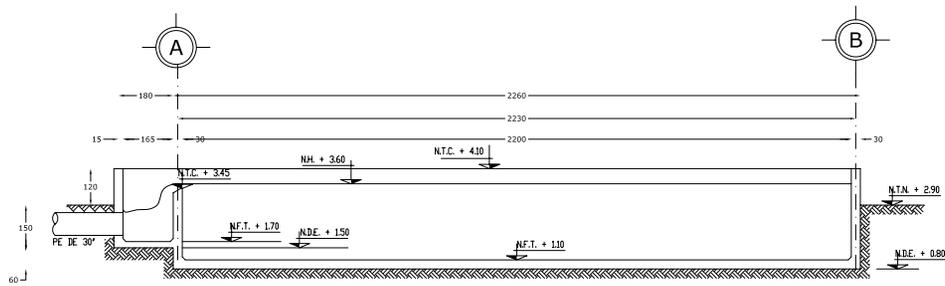
DIRECTOR GENERAL: _____ DIRECTOR DE PROYECTO Y CONSTRUCCION: _____

INGENIERO DE PROYECTO: _____ INGENIERO DE TRAZADO DE OBRAS: _____ INGENIERO DE OPERACIONES INDUSTRIALES: _____

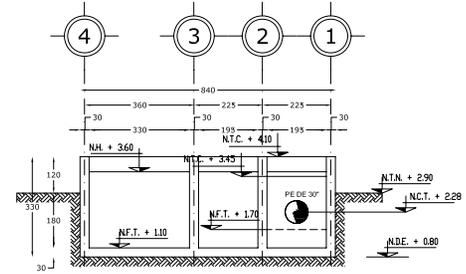
ESCALA: INDICADA

FECHA: 2 DE 2

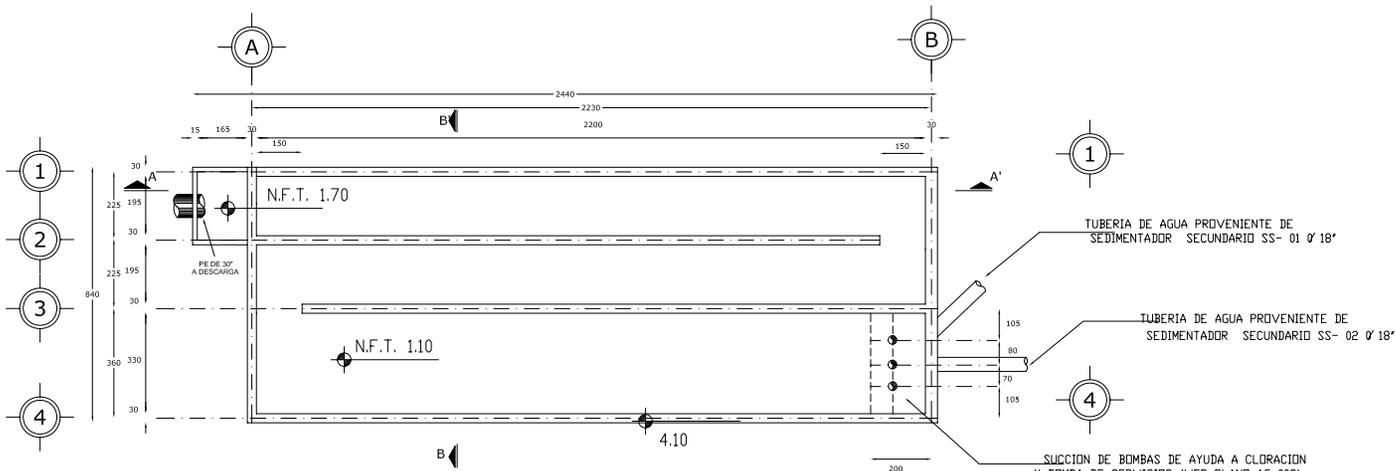
FECHA: 2005



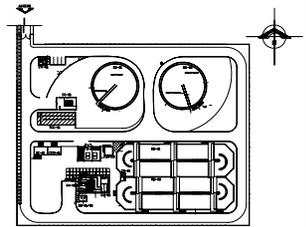
CORTE A-A'
ESCALA 1:75



CORTE B-B'
ESCALA 1:75



PLANTA DE TANQUE
DE CONTACTO DE
CLORO
ESCALA 1:75



CROQUIS DE LOCALIZACION

SIMBOLOGÍA

- N.T.C. NIVEL TOPE DE CONCRETO
- N.H. NIVEL HIDRÁULICO
- N.S.L. NIVEL SUPERIOR DE LOSA
- N.D.E. NIVEL DESPLANTE DE ESTRUCTURA
- N.F.T. NIVEL FONDO DE TANQUE
- N.T.N. NIVEL TERRENO NATURAL
- N.T.N. NIVEL CENTRO DE TUBO

NOTAS GENERALES:

- 1.- ACOTACIONES EN CENTIMETROS.
- 2.- NIVELES EN METROS.

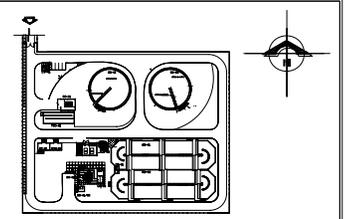
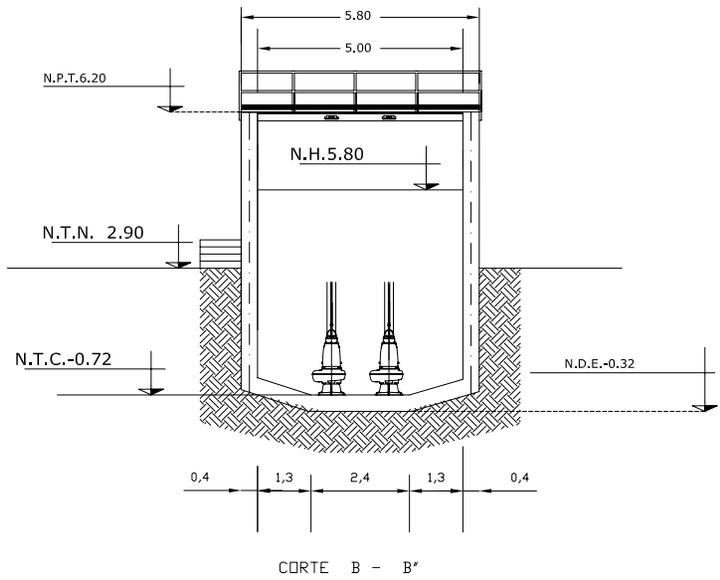
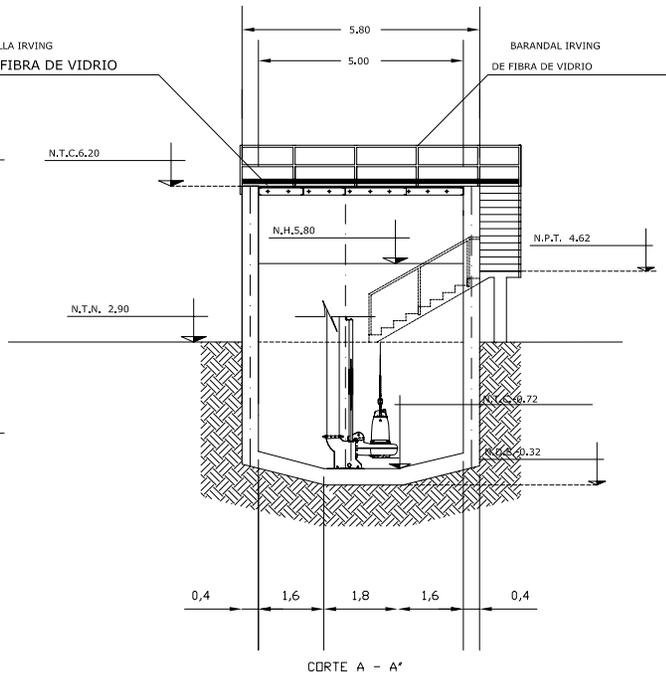
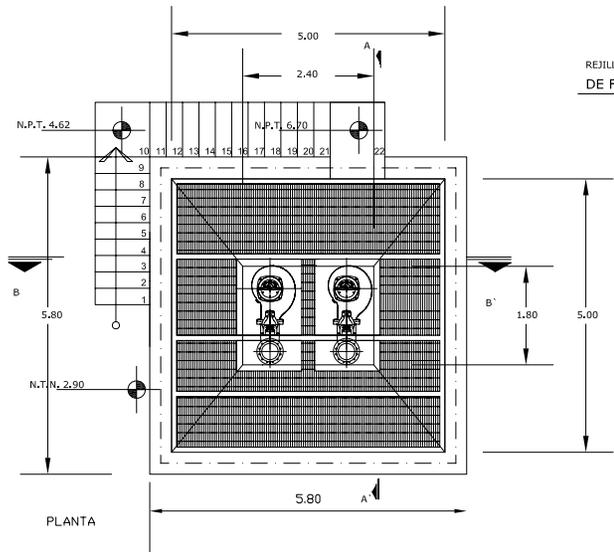
REVISIONES	QUIEN FECHA	ESTRUCTURAL FECHA	ELECTRICO FECHA	MECANICO FECHA	APROBADO FECHA
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					

FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OMECA, VER.		N° DE PLANO AG-005
CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS		
TITULO: ARRGLIO FUNCIONAL DE TANQUE DE CONTACTO DE CLORO		

DIRECTOR GENERAL	DIRECTOR DE PROYECTO Y COORDINACION
------------------	-------------------------------------

UNIDAD DE PROYECTO	DIVISION DE PROYECTO DE OBRAS	UNIDAD DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO
ESCALA: 1:75	FECHA: 1 DE 1	FECHA: 2005



CROQUIS DE LOCALIZACION

SIMBOLOGÍA

- N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
- N.T.N. NIVEL DE TERRENO NATURAL
- N.T.C. NIVEL TOPE DE CONCRETO
- N.D.E. NIVEL DESPLANTE DE ESTRUCTURA

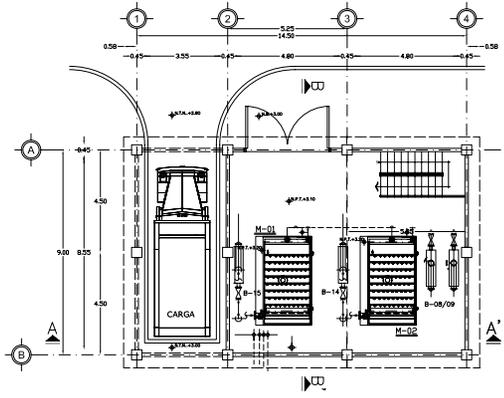
- A LINEA DE CORTE
- LINEA DE PROYECCIÓN

- NOTAS GENERALES:
- 1.- ACOTACIONES EN METROS
 - 2.- NIVELES EN METROS.

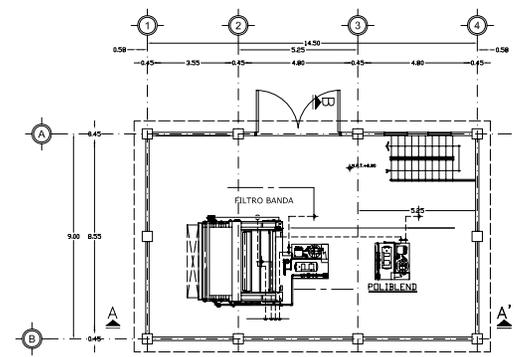
REVISIONES	CANT.	ESTRUCTURAL	ELECTRICO	MECANICO	APROBADO
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					
ARMANDO PARA CONSTRUCCION					

FECHA	MODIFICACIONES

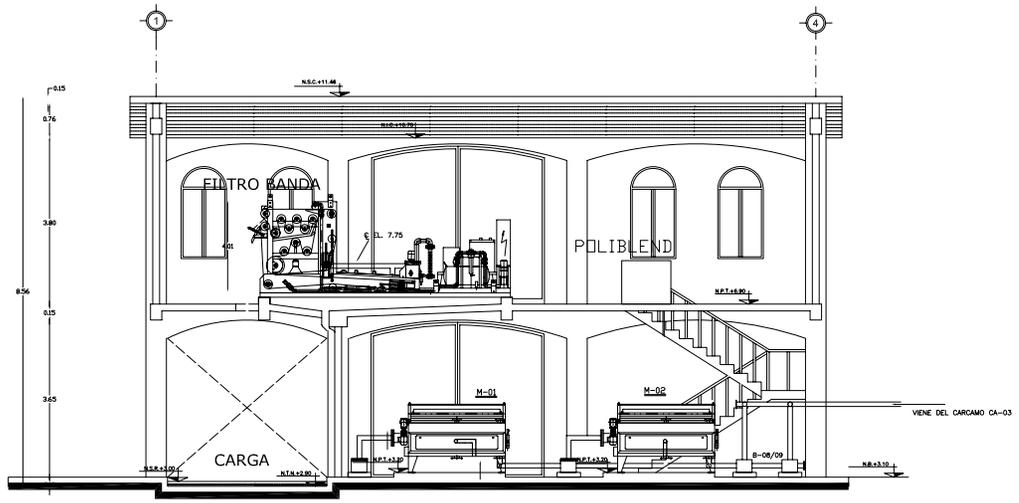
PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CARREZA OLMECA, VER.	
CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS	
TITULO:	ARREGLO FUNCIONAL DE CARCAMO DE Lodos
NO. DE PLANO:	AG-007
PROYECTO GENERAL:	DISEÑO DE FUNDACION Y CONSTRUCCION
DISEÑO DE FUNDACION:	DISEÑO DE FUNDACION Y CONSTRUCCION
REVISADO:	REVISADO:
ELABORADO:	ELABORADO:
ESCALA:	1 DE 1
FECHA:	2005



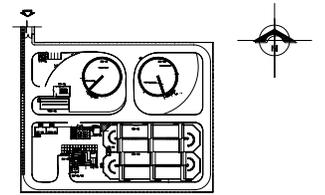
PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



CORTE A-A'
ARREGLO DE TUBERIAS EN PLANTA BAJA



CROQUIS DE LOCALIZACION

- NOTAS:
- * TODAS LAS ACOTACIONES Y ELEVACIONES ESTAN EN METROS.
 - * EL ARREGLO FINAL DEL FILTRO BANDA Y MESAS DE ESPESAMIENTO, ESTARA DADO POR EL FABRICANTE DEL MISMO Y SERA RESPONSABILIDAD DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA LA CORRECTA INSTALACION Y OPERACION DEL MISMO.
 - * LA CONEXION DEL POLIBLEND A LAS BOMBAS 08, 09 SE REALIZARA CON MANGUERA TRAMADA DE 3/4".
 - * LA LONGITUD Y DIAMETRO DE LAS TUBERIAS DEBERAN SER CONFIRMADOS CON EL FABRICANTE DE LOS EQUIPOS.

REVISIONES	QUIE	CONSTRUYO	REVISOR	APROBADO	FECHA
REVISION GENERAL					
REVISION No. 01					
REVISION No. 02					
REVISION No. 03					
REVISION No. 04					
REVISION No. 05					
APROBADO PARA CONSTRUCCION					

FECHA	MODIFICACIONES

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABEZA OLINCA, VER.		NO. DE PLANO AG-008
CAPACIDAD DE DISEÑO 230 LPS		
TITULO: ARREGLO FUNCIONAL DEL FILTRO BANDA Y MESAS DE ESPESAMIENTO		
DISEÑO GENERAL		DIRECCION DE PROYECTO Y CONSTRUCCION
DISEÑO DE PROYECTO		DISEÑO DE PROYECTO DE ANO
ESCALA: INDICADA	HOJA: 1 DE 1	FECHA: 2005

5. PROCURA

Las actividades de procura pueden definirse como todas aquellas que se dedican a la adquisición de equipo y materiales, pero antes de pasar a esta etapa se tiene que proporcionar la información correspondiente a cada uno de los equipos seleccionados, esta información puede estar contenida en hojas de datos, planos, croquis, o especificaciones.

5.1 Criterios de selección.

La selección de equipos como de instrumentos deberá hacerse bajo los siguientes criterios:

- Costo
- Planos de taller (en el caso de ser necesarios)
- Manuales de montaje o instalación
- Disponibilidad de refacciones
- Servicios de mantenimiento disponible
- Tiempos de entrega
- Garantías ofrecidas

5.2 Instrumentos

Los manómetros, medidores e indicadores de nivel, totalizadores de flujo, medidores de oxígeno y el Control Lógico Programable (PLC), conforman la estructura de instrumentación.

El objeto de la instrumentación es operar la planta con la menor cantidad posible de recursos humanos, además de asegurar el cuidado y buen funcionamiento tanto del proceso como de los equipos ; un inconveniente de la instrumentación es que en cuanto mayor sea el número de variables a controlar, mayor es la posibilidad de que se presenten errores, por lo que se ha considerado emplear botoneras de emergencia de paro y arranque en la mayoría de los equipos y así el proceso de operación tenga flexibilidad.

Transmisores

INSTRUMENTO	TAG	TIPO	SERVICIO	MONTAJE	SEÑAL	ALIMENTACIÓN
Transmisor totalizador de Flujo	FT-101/401 FIQ-101/401	Ultrasónico	Medición del influente y efluente	Canal y Tablero de control	0/4.....20 mA	90-130 V,
Transmisor e Indicador de Nivel	LT-101/102/301/302 LI-101/102/301/302	Ultrasónico	Medición de Nivel en los cárcamos CA-02 y CA-03	En cárcamo y Tablero de control	0/4.....20 mA	90-130 V,
Transmisor e indicador de Oxígeno Disuelto	AT-201/202/203/204 ACI-201/202/203/204	Membrana de medición continua	Detección de O2 en los reactores biológicos	En reactores y Tablero de control	0/4.....20 mA	127 V C.A.

Manómetros: la carátula será de 4 ½” de diámetro, con fondo blanco y números negros, bisel en acero inoxidable 304, caja fenólica, y la presión mínima de trabajo será de 2 kg/cm², la presión de operación de 3.5 kg/cm² y la presión máxima de operación de 5.0 kg/cm².

PLC: el control lógico programable contara con 12 entradas y 12 salidas digitales, 12 entradas y 12 salidas análogas , pantalla de alta resolución de 19”, montaje dentro del tablero de control, configuración de acuerdo a la filosofía de operación.

Tablero de Control: auto soportable, gabinete con consola y puertas abatibles en la parte posterior, de 1600 mm de ancho x 800 mm de fondo x 2200 mm de alto, copete de 530 mm x 1600 mm de placa frontal en acero galvanizado.

5.3 Equipos

Para los equipos la evaluación técnica ya se elaboro durante el proceso de la evaluación técnica y dimensionamiento, ahora corresponderá seleccionar el mejor proveedor que ofrezca todos los criterios de selección antes mencionados, para ello se proporcionan las especificaciones más importantes de cada equipo.

EQUIPO	TAG	MATERIAL	CAPACIDAD	POTENCIA
Rejilla de cribado automático	CR-01	Acero Inoxidable 304	230 -500 l/s	0.55 Kw
Sistema de Desarenado automático	DA-02	Acero Inoxidable 304	230 -500 l/s	2.00 Kw
Soplador para desarenado	S0- 01/02	Acero al Carbón	46 m ³ /hr	3.0 H.P.
Bombas sumergibles para agua residual	B-01/03	Acero al Carbón	194 l/s	52.0 Kw.
Lavador de arenas	LA-01	Acero Inoxidable 306 L	722 lbs	4.0 Kw
Bombas sumergibles para excedencias de agua residual	B-04/05	Acero al Carbón	160 l/s	22 .0 Kw
Rotores de aireación	RO-01/10	Fierro Fundido y Neopreno	8- 34 kg/m	55.0 Kw
Mecanismo de Rastras	RS-01/02	Acero al Carbón	16,000 lbs/ft	0.5 H.P.
Agitadores de baja velocidad	AG-01/06	Acero al Carbón	42 rpm	5.5 H.P.
Bombas sumergibles para recirculación de lodos	B-06/07	Acero al Carbón	172.5 l/s	22.0 Kw
Bombas de cavidad progresiva para alimentación a mesa	B-08/09	Acero al Carbón	22.5 m ³ /hr	5.5 Kw
Mesa de espesamiento	ME-01/02	Acero Inoxidable 306 L	35 m ³ /hr	1.1 Kw
Filtro Banda	FB-01	Acero Inoxidable 306 L	17 m ³ /hr	1.1 Kw
Paquete de dosificación de polímero	PP-01/02	Acero Inoxidable 304	0-76 lt/hr	0.37 Kw
Bomba centrífuga horizontal para agua potable	B-18/20	Acero al Carbón	2.2 m ³ /hr	0.75 Kw
Sistema Eyector de Gas Cloro	SE-01	Plástico estructural	10 kg/hr	50 Watts
Bomba centrífuga de ayuda a cloración	B-10/11	Fierro Fundido	12 gpm	1.5 H.P.
Bomba centrífuga horizontal para servicios	B-12	Fierro Fundido	20 l/s	3.0 H.P.
Bomba centrífuga horizontal para llenado de pipas	B-13	Fierro Fundido	17 lps	3.0 H.P.
Bomba centrífuga horizontal para lavado de bandas	B-16/17	Fierro Fundido	6 m ³ /hr	5.5 Kw

CONCLUSIONES.

La ingeniería básica de un proyecto nos permite saber elaborar un producto o servicio; este documento es el punto de partida para que en las subsecuentes etapas como son la elaboración de un proyecto ejecutivo y construcción del mismo el grupo multidisciplinario que intervenga en la terminación del proyecto ya tenga bien definido el objetivo del proyecto, las características del proceso, los equipos que intervendrán, la ubicación de cada una de las estructuras, formas, dimensiones, etc.

Como parte de la ingeniería básica se encuentra los estudios de Mecánica de Suelos, Topografía, Resistividades Eléctricas, e Impacto Ambiental; los cuales no se incluyen dentro de este trabajo por que los resultados obtenidos de ellos serán empleados en la etapa de proyecto ejecutivo.

El documento más importante dentro de la ingeniería básica son las bases de diseño, que establecen alcances de proyecto, capacidades, resultados a obtener; que en todo momento el cliente, en este caso el SAS debe de tener conocimiento de los métodos empleados y las fuentes de información para la obtención de este documento, dar su aprobación a dichos procedimientos para que los resultados obtenidos no tengan ningún cuestionamiento de ahora en adelante en las siguientes etapas de la ingeniería básica.

Una buena ingeniería básica nos garantiza el éxito de un proyecto, así como una visión más amplia de las problemáticas que se pueden presentar en el proceso seleccionado, esto debido a la comparación de ventajas y desventajas entre cada alternativa analizada; además de anticipar las dificultades del proceso constructivo, disponibilidad de materiales, mano de obra y tiempos de ejecución .

La importancia de la procura se presenta desde el análisis de alternativas en el capítulo tres, donde si se hubiera tenido una buena procura, el análisis hubiera llegado a un nivel más completo, donde tendríamos la posibilidad de analizar los costos de equipamiento de cada alternativa y ponderar una de la característica más importante del proyecto.

De la gran gama de alternativas de tratamiento es necesario delimitar cual de todas ellas es la que se requiere, que cumpla con la normatividad, equipamiento, instrumentación y con una operación y mantenimiento sostenible; todo esto se logro con el desarrollo de la ingeniería básica y se tiene la seguridad de que el proceso seleccionado es el óptimo para este caso en particular.

BIBLIOGRAFÍA

1. Wastewater Engineering Treatment and Reuse
Metcalf & Eddy
McGraw Hill. 2003
2. Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones
Crites / Tchobanoglous
McGraw Hill. 2004
3. Hidráulica de Canales
Humberto Gardea Villegas
UNAM, Facultad de Ingeniería. 1995
4. Manual de Aforos
Arturo Kennedy Pérez / Fernando Fragoza Díaz
IMTA , México. 2000
5. Design of Municipal Wastewater Treatment Plants
WEF Manual of Practice No.8
Vol. I, II y III
Water Environment Federation and American Society of Civil Engineers
New York. 1994
6. Ley Federal de Derechos en Materia de Agua
Comisión Nacional del Agua
México. 2003
7. Manual del Ingeniero Civil
Tomo IV
Frederick S. Merritt
McGraw Hill. 1992
8. Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales
Adalberto Loyola
IMTA, México. 2002
9. Agua, Medio Ambiente y Desarrollo en el siglo XXI
Patricia Ávila.
IMTA , México. 2004
10. Catálogo de Productos Passavant - Roediger
Mechanical Equipment
Alemania. 2004