



Ingeniería MedioAmbiental Aplicada

R.U.C. No. 216283-1-397747 D.V. 42

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR LODOS ACTIVADOS CON AIREACIÓN EXTENDIDA

MEMORIAS TECNICAS DEL
SISTEMA HIDRÁULICO, MECÁNICO Y AIREACION
DEL PROYECTO

ALTAMIRA GARDENS

ALEJANDRO I. SAMANIEGO M.
INGENIERO MECANICO
Licencia No. 2003-016-009

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Septiembre de 2009

I. PROYECTO DE LODOS ACTIVADOS CON AIREACION EXTENDIDA

El agua residual a tratar es la proveniente de las líneas sanitarias del Proyecto "Altamira Gardens" localizado en la Republica de Panamá, Provincia de Panamá, Distrito de Panamá, Corregimiento de Ancón. El agua residual es recolectada por una red de alcantarillado y conducida hasta la planta de tratamiento.

El proceso que IMAA, S.A. utiliza es el de Lodos Activados por Aireación Extendida. Este proceso es uno de los más utilizados a nivel mundial, ya que su proceso de instalación, arranque, mantenimiento y operación son sumamente sencillos en comparación con otros sistemas utilizados en el mercado actual.

El proceso consiste en proveerle la mayor cantidad de oxígeno posible a los microorganismo aeróbicos (se alimentan de oxígeno), para que ellos biodegraden o transformen la masa orgánica contaminante (DBO_5) en compuestos amigables para el ambiente como el H_2O y CO_2 . El beneficio de este proceso es la gran eficiencia de remoción del DBO_5 a un bajo costo operativo.

Lodos Activados comprende la masa total de microorganismos que coexisten, se alimentan y reproducen en el reactor aeróbico, diseñado con un tamaño, volumen de aereación, adecuado para cumplir con las Normas Sanitarias de Panamá COPANIT 35-2000.

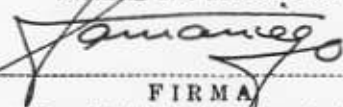
Aereación extendida se refiere al tiempo en que permanecen estos microorganismos dentro del reactor aeróbico, sin ser purgados.

ALEJANDRO I. SAMANIEGO M.
INGENIERO MECANICO
Licencia N° 2003 - 016 - 009

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

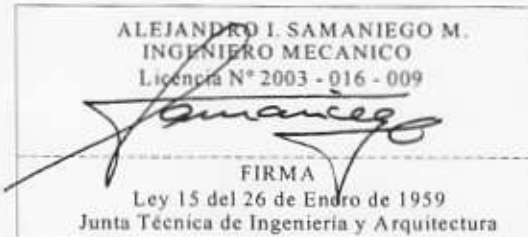
II

SECUENCIA DE OPERACIÓN

ALEJANDRO I. SAMANIEGO M.
INGENIERO MECANICO
Licencia No. 2003-016-009

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

La secuencia de operación del sistema presentado se describe a continuación, en cuatro secciones. Es importante señalar que al referirnos a un tratamiento primario o secundario no nos referimos al orden del proceso, sino a que los dispositivos secundarios tienen un tratamiento directo con los lodos tratados biológicamente y los dispositivos primarios tratan el lodo en crudo, antes del tratamiento biológico.

Descripción del Sistema de Tratamiento



Inicialmente el agua residual generada se transporta a través de la red de tuberías sanitarias hasta la planta de tratamiento. Esta red no forma parte de esta oferta.

El agua residual llega al dispositivo de ¹ **ENRREJILLADO** o criba de acero inoxidable, retiene los materiales gruesos que puedan incurrir en los desechos residuales, disminuyendo la carga contaminante no biodegradable y ayudando a una subsecuente mejor operación del sistema.

Del enrrejillado se vierte el agua al ² **REACTOR AERÓBICO**, donde se inyecta aire a presión con la impulsión del soplador, que por medio de la tubería de succión de aire y la cámara de succión del agua residual del tanque, se mezcla el agua y el aire en forma turbulenta, produciéndose burbujas muy finas y transfiriendo el oxígeno del aire a las partículas, con una distribución homogénea en el tanque o reactor aeróbico. La materia orgánica, el oxígeno y la luz son los principales alimentos de una masa de microorganismos que biodegrada la materia orgánica presente en el fluido, descomponiéndola en compuestos inocuos de H₂O y CO₂. La masa de microorganismos se le llama "lodos activados". El tiempo de retención debe ser entre 18 a 24 horas para las bacterias y microorganismos realicen su labor satisfactoriamente.

Pasamos al ³ **SEDIMENTADOR**, donde se establece un periodo de tiempo en el que el fluido va a permanecer en semi-reposo, con el fin de sedimentar o separar la mayor cantidad de sólidos presentes, para luego evacuarlos hacia el reactor aeróbico (para mantener un balance de la masa de bacterias y microorganismos útiles en operación) o hacia la cloración.

El último paso es la ⁴ **CLORACIÓN**, en la cual se inyecta cloro al fluido para inhabilitar los microorganismos y organismos que puedan estar presentes. Se prevé un tiempo de tratamiento de 30 a 45 minutos, con lo que podremos asegurar un efluente de características físico-químicas excelentes.

Los sopladores de aire y las bombas seleccionadas para operar en el sistema son elegidos para proveer el menor consumo energético posible, realizando operaciones muy sencillas de circulación de aire y lodos, respectivamente. Los sopladores operaran en periodos preestablecidos y las bombas serán de arranque intermitente.

El sistema eléctrico de controles y potencias podrá ser semi-automático o manual. Esto controlará el apagado y encendido de los blowers, bombas y válvulas, manteniendo un completo monitoreo por luces del correcto funcionamiento del sistema. Claro esta que el sistema estará protegido en todo momento para bajos, altos voltajes y fallas de fase que puedan darse.

Notas generales

1. Las instalaciones deberán contar con cerca perimetral de malla de ciclón o bloques, con alambre de puas o serpentina. Dicha cerca tendrá un acceso de puerta doble de al menos cinco metros de ancho.
2. Se debe construir un acceso de hormigón u hormigón asfáltico, según señalen las calles de la urbanización de al menos seis (6.0) metros de ancho a no menos de diez (10) metros de el o los tanques.
3. Dentro del perímetro de la cerca deberá instalarse iluminación exterior suficiente para poder trabajar en caso de mantenimiento.
4. Contará esta área con una o dos salidas de agua externa, que no disten más de 50 pies del punto más lejano de la cerca perimetral.
5. Las instalaciones contarán con un caseta de dimensiones apropiadas para un baño con ducha, inodoro, lavamanos, área de depósito de químicos, enseres de limpieza y mantenimiento.

6. Los lodos excedentes extraídos serán dispuestos en un relleno sanitario acreditado por las Autoridades Nacionales, con su respectivo recibo de entrada, dicha extracción será realizada únicamente por camiones con equipos de succión y tanques apropiados para este trabajo.
7. El vertido o efluente de las aguas residuales y los lodos excedentes extraídos deberán cumplir en su caracterización con las Normas Nacionales COPANIT 35-2000, 39-2000 y 47-2000.
8. La planta de tratamiento no estará a una distancia menor de 20.0 metros de la residencia o apartamento más cercana.

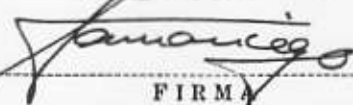
III

CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA

ALEJANDRO I. SAMANIEGO M.

INGENIERO MECANICO

Licencia No. 2003-016-009



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

◆ **Datos de entrada**

Concentración de DBO ₅	280 mg/l
Caudal promedio diario	265.7 m ³ /día (70,200 gal/día)
Caudal máximo horario	27.7 m ³ /hr (7,313 gal/hr)
Retención hidráulica	24 horas
Carga orgánica media	79.7 kg DBO/día
NTK medio	35 mg/l
Sólidos Sedimentables Totales	250 mg/l
pH afluente	6-9

Cálculo de caudales

Cantidad de residencias = 216

Densidad por residencia = 5

Caudal medio por persona = 65 gal/persona.día

ALEJANDRO I. SAMANIEGO M.
INGENIERO MECANICO
Licencia N° 2003 - 016 - 009

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Carga orgánica de diseño

$$CO = \frac{265.7 \text{ m}^3 / \text{día} \times 300 \text{ mg} / \text{l}}{1000} = 79.7 \text{ kg} / \text{día}$$

◆ **Rejilla inoxidable**

Velocidad aproximada	0.2 m/seg
Distancia entre orificios.	50.0 mm
Diámetro de orificios.	18.75 mm
Altura de agua requerida	20.0 mm
Obstrucción al 85 %	10.0 mm

◆ **Reactor aeróbico**

Para el diseño se tomó los valores de:

Relación alimento microorganismo, $F/M = 0.13$.

Carga volumétrica, $CA = 0.84 \text{ kg DBO/m}^3 \cdot \text{d}$

$$\text{Volumen útil de sistema de aireación} = \frac{280 \text{ mg/l} \times 265.7 \text{ m}^3 / \text{dia}}{0.13 \times 6,506 \text{ mg/l}} = 95.2 \text{ m}^3$$

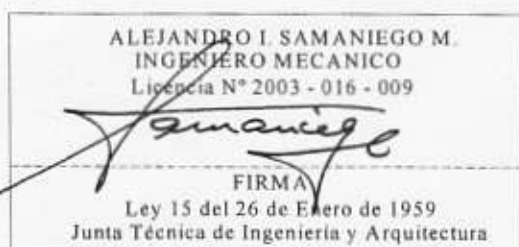
Debemos recordar que el tiempo de retención hidráulico del reactor aeróbico se basa en la carga orgánica y la tasa de retorno de los lodos activados. Por tal razón se pueden obtener mejores eficiencias del proceso, variando parámetros regulables con el mantenimiento y la aireación.

Los parámetros dimensionales han sido definidos por los requerimientos del propietario y del criterio técnico de IMAA, S.A.

Diámetro del tanque de aireación	4.00 m
Largo del tanque de aireación	7.50 m
Profundidad útil	3.65 m
Profundidad total	4.00 m

ALEJANDRO I. SAMANIEGO M.
INGENIERO MECANICO
Licencia N° 2003 - 016 - 009

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



◆ *Inyección de aire requerido – Soplador sumergible*

Humedad relativa media	95%
Altura media sobre el nivel del mar	100 msnm
Masa de aire del reactor aeróbico	202.0 kg/hr
Volumen total de aire de trabajo	97.0 SCFM
Velocidad rotativa de operación	1,400 r/min
Potencia del Soplador	(4) 2.0 HP

El tiempo de garantía del soplador de aire es de un (1) año a partir del primer arranque de este. Como apoyo para un correcto mantenimiento, el fabricante nos brinda un formato de mantenimiento, con todas las indicaciones para que el operador trabaje de una forma fácil.

Los sopladores de aire y las bombas seleccionadas para operar en el sistema son elegidos para proveer al menor consumo energético posible, realizando operaciones muy sencillas de circulación de aire y lodos, respectivamente. La operación de los sopladores y las bombas serán de arranque intermitente.

El sistema eléctrico de controles y potencias será semi-automático. Esto controlará el apagado y encendido de los sopladores, bombas y válvulas, manteniendo un completo monitoreo por luces del correcto funcionamiento del sistema. Claro esta que el sistema estará protegido en todo momento para bajos, altos voltajes y fallas de fase que puedan darse.

◆ *Sedimentador o Clarificador*

El diseño del volumen del clarificador se basa en asumir una carga volumétrica de $0.9 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hora}$ y un tiempo de retención hidráulico apropiado, previendo un caudal pico.

$$\text{Area del clarificador} = \frac{27.7 \text{ m}^3 / \text{h}}{1.1 \text{ m}^3 / \text{m}^2 - \text{hora}} = 25.2 \text{ m}^2$$

Diámetro útil	4.00 m
Largo útil	2.15 m
Profundidad útil	3.60 m
Inclinación	20°

◆ *Desglose y valor agregado*

1. *Diseño e ingeniería de la planta*

- ◆ Planos estructurales.
- ◆ Planos electromecánicos y detalles generales, de la planta de tratamiento.
- ◆ Aprobación de Ventanilla Única (MINSA e IDAAN).

2. *Asistencia Técnica Profesional*

- ◆ Manual de operación y mantenimiento de equipos.
- ◆ Manual de operación y mantenimiento de la planta.
- ◆ Entrenamiento técnico y operativo del operador de la planta.
- ◆ Puesta en marcha de la planta de tratamiento.



IV

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

ALEJANDRO I. SAMANIEGO M.
INGENIERO MECANICO
Licencia No. 2003-016-009

FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

IV.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE LA PLANTA

GENERALIDADES

En este manual se presentan los procedimientos para la buena operación de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, en la cual se han aplicado para su diseño los criterios de Lodos Activados en su modalidad de aireación extendida.

Las recomendaciones que aquí aparecen son una guía que permitirá al operador conocer los principios generales de funcionamiento de la planta; sin embargo el conocimiento y comprensión del proceso, la experiencia y el buen sentido práctico son herramientas insustituibles; por lo que el operador se convierte en un elemento clave para la determinación del momento adecuado en que se deberá realizar cada operación.

PERSONAL REQUERIDO

Para la realización de todas las tareas necesarias para la operación de la planta de tratamiento se requiere de una persona a medio tiempo. Esta persona deberá estar lo suficientemente capacitada para comprender el proceso de tratamiento y la función de cada uno de sus componentes.

Queda entendido que este operador solo realizará operaciones de mantenimiento y supervisión de fallas. Todo cambio de los tiempos y modo de operación del sistema deberá ser debidamente aprobado y ejecutado, únicamente por los ingenieros de la empresa. Los análisis físico – químicos más complejos serán realizados por un laboratorio competente.

EQUIPO NECESARIO

Para la realización de las tareas descritas en el presente manual se requiere del siguiente equipamiento:

- ◆ Un rastrillo de mango largo para recoger los sólidos de la rejilla

- ◆ Un medidor de oxígeno portátil para el control de la concentración de oxígeno en el tanque de aireación y temperatura.
- ◆ Un pH metro.
- ◆ 2 probetas de 1000 ml.
- ◆ Un escobillón de cerdas rígidas para el rascado y limpiado de las paredes.

REJILLAS

Las rejillas deberán limpiarse periódicamente por el operador, una revisión diaria de la rejilla es recomendable; sin embargo el buen criterio del operador es fundamental para decidir en que momento será necesario extraer los materiales gruesos acumulados en la rejilla.

Una vez que el operador ha extraído con un rastrillo los materiales retenidos por la rejilla, deberá dejarlos escurrir durante un tiempo prudencial en la bandeja de escurrimiento, para posteriormente, retirarlos del sitio de la planta hacia el sitio de disposición final de los mismos.

El operador no deberá permitir que el nivel de agua en el canal de las rejillas suba más allá de 50 cm. por encima del nivel mas bajo del mismo.

REACTOR AERÓBICO

En el interior de estos tanques se encuentran los difusores que insuflan aire al sistema, la masa de microorganismos activos responsables del proceso de degradación de la materia orgánica contaminante y el agua residual que llega desde los servicios sanitarios.

Es muy importante observar la coloración y la distribución de las burbujas en el reactor aeróbico. La coloración nos va a indicar si el sistema está operando correctamente, es decir, si el color es un gris o chocolate oscuro, significa que la tiempo o edad de los lodos que tenemos dentro del sistema ya es demasiado prolongada, para lo cual, en vez de recircular los lodos acumulados en el sedimentador los vamos a evacuar de la siguiente manera. Cerrar las válvulas de tuberías de las bombas que van en retorno hacia el reactor aeróbico. Continuaremos realizando esta tarea por un lapso de tiempo hasta que veamos que el agua de salida sea clara, en este momento apagamos

las bombas, que estaban en modo manual, cambiamos la perilla al modo automático, y abrimos las válvulas que van hacia el reactor aeróbico.

CONTROL DE LA CONCENTRACIÓN DE OXIGENO EN EL SISTEMA

Tal y como ya se ha descrito anteriormente, el sistema de lodos activados requiere oxígeno para su funcionamiento. Los microorganismos presentes en el tanque de aireación oxidan la materia orgánica transformando estos compuestos orgánicos en CO_2 y H_2O , para realizar estas transformaciones los microorganismos utilizan el oxígeno disuelto en el agua. En condiciones naturales, la tasa de consumo de oxígeno por parte de estos microorganismos en un momento determinado excede la tasa de transferencia del oxígeno atmosférico hacia el agua, produciéndose un déficit de oxígeno que eventualmente conlleva a una situación anaeróbica; es por esta razón que es muy importante mantener un cierto nivel de oxígeno en el tanque de aireación que garantice que en todo momento habrá oxígeno disponible para los microorganismos aerobios. El operador deberá controlar que al menos exista una concentración de 2 mg/l de O_2 en cualquier punto del tanque de aireación y en todo momento; esta medición se puede realizar por medio de un medidor de oxígeno portátil, el cual es una herramienta importante para el buen control del funcionamiento de la planta.

La medición de oxígeno deberá ser realizada todos los días.

CONTROL DE LODOS EN EL SISTEMA

Control por medio de la concentración de SSV

El sistema ha sido diseñado para mantener una concentración de lodos en el tanque de aireación entre 2,500 mg/l y 3,000 mg/l expresados como Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV). Sin embargo es durante el período de arranque y estabilización de la planta que el operador determinará cual es la concentración mas adecuada que permite obtener la mejor calidad de efluente posible.

El éxito de una planta de tratamiento de lodos activados depende en gran medida del control de la masa de microorganismos en el sistema, o sea del control de la cantidad de lodo (SSV) presente en la planta. En condiciones de operación normal se ha estimado que alrededor de dos tercios de toda la materia orgánica entrante con el agua residual ya sea en forma coloidal o disuelta, es transformada en nuevos microorganismos; además de que grandes cantidades de los desechos entrantes al sistema son inertes o de difícil degradación. El resultado es que una buena parte de la contaminación removida por los lodos activados permanecen en el floculo y se acumulan en el mismo.

Debido a esta acumulación de sólidos y al crecimiento de nuevos microorganismos, es que eventualmente el tanque de sedimentación se llenaría de lodos, si una parte de los mismos no fueran removidos del sistema. Incrementar la tasa de recirculación de lodos desde el Sedimentador hacia el tanque de aireación no resuelve el problema pues el lodo bombeado retornará nuevamente al Sedimentador. De tal manera que cualquier decisión importante sobre el control de la planta siempre estará asociada a mantener una cantidad de lodo adecuado en el sistema.

Una de las formas de controlar la cantidad de lodo en el sistema es tomando una muestra del tanque de aireación y determinar la concentración de SSV cuando se ha conseguido obtener muy buenos resultados; por ejemplo si el operador encuentra que a una concentración de 2,500 mg/l de SSV la planta opera adecuadamente entonces no realiza ninguna acción, si la concentración de lodos en el tanque de aireación es mayor que 2,500 mg/l, entonces el operador decidirá sacar mas lodo del sistema hasta alcanzar la concentración de 2,500 mg/l; si la concentración es menor, entonces el operador reducirá la cantidad de lodo que eliminará del sistema reduciendo el flujo de la bomba de eliminación de lodos. El operador deberá controlar la concentración de lodos en el tanque de aireación al menos una vez por semana.

Control de la Concentración de Lodos por medio del Índice Volumétrico

Este método requiere acumular una cierta experiencia y conocimiento sobre el funcionamiento de la planta en particular, pero una vez que se obtienen los datos necesarios, el procedimiento se vuelve sumamente simple y de fácil manejo para el operador.

El Índice Volumétrico de Lodos (IVL) se define como la relación existente entre el volumen de lodo que sedimenta durante 30 minutos en una probeta de 1000 ml y la concentración de lodos expresada en g/l. Un IVL entre 40 y 150 es un indicador de que el lodo posee buenas cualidades de sedimentación; un IVL mayor de 200 indica una pobre calidad de sedimentación del lodo lo cual podría incidir negativamente en la obtención de un efluente de buena calidad. Como en el IVL la concentración del lodo (mg/l SST) se encuentra relacionada con la sedimentabilidad del lodo (ml/l) el operador puede construir un gráfico o un cuadro en el cual relacione la concentración de lodo con la sedimentabilidad del mismo, de tal manera que para cada valor en ml/l se corresponderá un valor promedio en mg/l. Este cuadro permitirá al operador conocer aproximadamente la concentración de lodo en el tanque de aireación solamente con realizar la prueba de sedimentación durante 30 minutos utilizando una probeta de 1000 ml.

$$IVL = \frac{\text{ml de lodo sedimentado} \times 1,000}{\text{mg/l SST}}$$

Otro criterio importante que el operador deberá tener en cuenta es la acumulación de lodo que se pueda observar a simple vista en el tanque de decantación, si esta acumulación de lodos es tal que está provocando arrastre del lodo fuera del sistema, el operador deberá valorar la necesidad de extraer lodo del mismo, hasta un nivel tal que no afecte la concentración optima dentro del tanque de aireación.

El operador deberá regular el flujo de recirculación hasta tal punto que permita obtener la concentración deseada de lodos en el tanque de aireación. En esta operación se deberá procurar recircular entre el 50% y el 100% del caudal, en dependencia de la concentración de sólidos presente en el decantador y el tanque de aireación.

El operador podrá realizar la operación de recirculación de lodos de manera constante o intermitente dependiendo de los valores de las concentraciones antes señaladas.

CONTROLES ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS

Todo el sistema eléctrico está protegido por un relay de balance de fase, el cual protege a los equipos por fluctuaciones de corriente.

El Soplador de Aire está protegido por un contactor y una térmica, que lo protegen del posible recalentamiento de las líneas. Iguales dispositivos protegen a cada bomba hidráulica, para prevenir recalentamiento por obstrucción.

Cada bomba y soplador tiene en el panel una luz indicadora de encendido, apagado y falla. El propósito es que el operador tenga una completa guía de la operación de cada equipo, con sólo ver las luces del control. Las luces tienen los siguientes valores:

Rojo (R): falla del equipo por sobrecarga o atascamiento.

Verde (V): si es el soplador está en operación normal, si son las bombas significa que el nivel de agua está bajo y que está apagada.

Azul (A2): es sólo para las bombas, significa que el nivel de agua está alto y que están actualmente operando.

Se instaló para el soplador y para las bombas del sedimentador, un relay temporizador que designa las horas de encendido y apagado, es decir, los periodos de operación. Estos periodos se determinan a razón de las medidas de oxígeno disuelto que se obtengan por la medición del operador, en el caso del soplador; para las bombas serán por las medidas de concentración de lodos del método del índice volumétrico. El operador no debe programar estos tiempos, sólo debe hacer un reporte, una gráfica y nuestros Ingenieros harán las recomendaciones y el respectivo ajuste.

POSIBLES PROBLEMAS, SUS CAUSAS Y SOLUCIONES

El operador deberá observar si se presentan cambios en la apariencia física del sistema y deberá tomar notas de esos aspectos. Mucho se puede aprender acerca del funcionamiento de la planta

con solo una simple observación de algunas características tales como: tipo, color, o extensión de la espuma sobre la superficie del tanque de aireación, o por ejemplo observando la ausencia o presencia de espuma en el tanque de sedimentación así como el posible incremento de flóculos que suben desde el fondo. Con una buena observación y con experiencia adquirida el operador podrá determinar que es lo que está ocurriendo en el sistema de tratamiento.

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
1 Color negro del agua en el tanque de aireación	Falta de oxigeno	Ampliar la capacidad de oxigenación del sistema.
2 Acumulación de espuma fina de color blanquecina	Edad de lodo muy baja.	Reducir la tasa de purgar de lodos.
3 Acumulación de espuma grasosa y densa	Edad del lodo muy alta.	Incrementar la tasa de purga de lodos.
4 Fenómeno de "Bulking"	Condiciones sépticas, defloculación, pinpoint, bacterias filamentosas, causas varias	Revisar cada una de las variables del sistema.
5 Arrastre de sólidos fuera del sedimentador	Nivel de lodo demasiado alto en el Sedimentador	Incrementar la tasa de purga de lodos.
6 Generación de gas en el sedimentador	Edad del lodo demasiada prolongada, condiciones anaerobias en el Sedimentador	Incrementar la tasa de purga de lodos
7 Formación de grumos de color gris y de apariencia grasosa	Mal funcionamiento de la trampa de grasa, condiciones anaerobias en el decantador	Limpieza de la trampa de grasa, incremento de la tasa de recirculación o eliminación de lodos.
8 Demasiada turbulencia en un sector del tanque	Colmatación o disfunción de algún difusor	Revisar y cambiar los difusores que se encuentren en mal estado

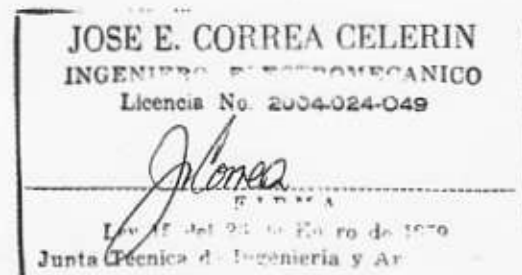
MEMORIA TÉCNICA
DISEÑO DE SISTEMA ELÉCTRICO

PROYECTO:
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
RESIDENCIAL ALTAMIRA GARDENS

DESARROLLADO POR:
INGENIERÍA MEDIO AMBIENTAL APLICADA, S.A.

DISEÑADO POR:
ING. JOSÉ CORREA CELERÍN

2008



Contenido

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
II. CARGA ELÉCTRICA Y FACTOR DE DEMANDA	2
III. SELECCIÓN DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL	3
IV. SELECCIÓN DE ALIMENTADORES	3
V. PROTECCIÓN DE LOS MOTORES	3
VI. PROTECCIÓN DE LOS MOTORES	4
VII. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO	4
VIII. CÁLCULO DE CAIDA DE VOLTAJE	6
IX. CÁLCULO DE PÉRDIDA DE ENERGÍA	8
ANEXOS	10

MEMORIA TÉCNICA PARA DISEÑO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

PROYECTO: Planta de Tratamiento de Agua Residencial Altamira Gardens

UBICACIÓN: Ancón, Panamá

DISEÑADOR: Ing. José Correa Celerín

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales para el complejo Residencial Altamira Gardens.

El sistema eléctrico requerido es en 120/240 V, 3 Hilos, y su finalidad será suplir la demanda de sopladores, bombas, e iluminación general del recinto.

La carga será suplida a través de una acometida secundaria aérea, que en su camino al interruptor principal se conducirá a través de 1 tuberías de 2"

II. CARGA ELÉCTRICA Y FACTOR DE DEMANDA

A continuación se presenta el resumen de carga de proyectos, en el cual también se presentan las generales del proyecto en concepto de nivel de tensión, carga instalada, la demanda suplida y consecuentemente el factor de demanda.

Adicional se incluye las características de los conductores y las protecciones requeridas.

RESUMEN DE CARGA		
SISTEMA DE VOLTAJE	120/240	
CARGA		
CARGA INSTALADA (VA)	25000 VA	
FACTOR DE DEMANDA	1	
CARGA DEMANDADA (VA)	25000 VA	
AMPERIOS DE LA LÍNEA	105 A	
TABLERO		
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	150 A	
INTERRUPTOR PRINCIPAL	150 A	
ACOMETIDA-SUBTERRÁNEA		
FASES	1	1/0 AWG
NEUTRAL	1	1/0 AWG
TUBERÍA	1	2"

JOSE E. CORREA CELERIN
INGENIERO ELECTROMECANICO
Licencia No. 2004-024-049

FIRMA
Ley 16 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

III. SELECCIÓN DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL

Con base en el artículo 220-10 (b) del NEC 99.

La selección de la protección por sobrecorriente en la protección principal y la protección de los tableros de distribución, se multiplicó la carga en amperios por 1.25, de acuerdo

$$I.T. = 1.25 * \text{AMPERIOS DEMANDADOS}$$

Donde,

I.T.: Corriente Total con provisión futura.

AMPERAJE: Amperios de línea del resumen de carga

Donde,

$$I.T. = 1.25 * 105A$$

$$I.T. = 131A$$

Por tanto, los interruptores principales deben tener una capacidad mínima de 115 amperios respectivamente y de acuerdo al artículo 240-6 del NEC 99 el interruptor seleccionado fue de: 150A / 2 Polos.

IV. SELECCIÓN DE ALIMENTADORES

Para la selección de los alimentadores de entrada de servicio y alimentadores de tableros de distribución se multiplicó el amperaje por 1.25,

De la TABLA 310.16 del NEC 99 seleccionamos los alimentadores correspondientes a cada tablero de distribución, teniendo en cuenta la caída de voltaje.

Para los conductores de los equipos especiales que no sean motores se seleccionaron los alimentadores con las corrientes de placa de los mismos.

Para los equipos con motores, se seleccionaron los alimentadores considerando la corriente de operación continua típica demanda por motores de igual capacidad y operación (Cuadro 430.248 Nec 99) luego se multiplicó el amperaje por un factor de 125

V. PROTECCIÓN DE LOS MOTORES

Para cada motor se selecciono una protección contra sobrecarga tal que no sobrepasara el 140% de la corriente a plena carga del motor de acuerdo a lo indicado en la sección 430-32 del NEC 99.

El cuadro de carga para el tablero principal se presenta a continuación

TABLERO No.		TCCM		FABRICANTE		GENERAL ELECTRIC		No. DE CATALOGO		No. DE CIRCUITOS	
VOLTAJE DE SERVICIO		120 / 240		TIPO		AUTOMATICO		MONTAJE		DIMENSION	
				CAPACIDAD DE BARRA		120		EMBITUDO			
Potencia						VATIOS		CIRC		BARRAS	
Amper. Phase						A		B			
20	1	1					2000	7	2	2000	Sopleador 1
20	1	1					2000	3	4	2000	
20	1						1250	5	8	2000	Sopleador 2
							1250	7	9	2000	
							1250	9	10	2000	Sopleador 3
							1250	11	12	2000	
								13	14	2000	Sopleador 4
								15	MB	3000	
TOTALES		2	0				4500	4500		8000	8000
							9000			16000	

BARRA A

BARRA B

TOTAL

12500 VA

12500 VA

25000 VA

INTERRUPTOR PRINCIPAL

AMPERIOS EN LINEA

DEMANDA

150 A

105.0-A

1.00 F 25.00 VVA

TAMAÑO DEL ALIMENTADOR

FUENTE

TUBERIA DE ENTRADA

3 LG # 1/0 THWN +

1 #5 Dss

240-V

2"

TOTAL DE SALIDAS DE CARGA

TOTAL INT. 1 VIA

TOTAL INT. 3 VIA

TOTAL INT. 4 VIA

Al momento de seleccionar los interruptores y tableros de distribución, estos deben tener una capacidad interruptiva suficiente, tal que puedan soportar las corrientes de cortocircuito. Los cálculos de corrientes de cortocircuito en los puntos de análisis tienen como objetivo proveer la información de capacidad interruptiva mínima del interruptor o tablero de distribución estudiado.

Para el cálculo de corrientes de cortocircuito utilizaremos el método de punto a punto de BUSSMAN. Las fórmulas utilizadas por el método BUSSMAN son las siguientes:

a. Para corriente de corto circuito del lado secundario del transformador

$$I_{FLA} = (KVA * 1000) / (1.73 * V_{LL})$$

$$M = 100 / \%Z_{TR}$$

$$I_{SCtr} = M * I_{FLA}$$

Donde,

I_{FLA} : Corriente a plena carga del transformador

KVA: Capacidad del transformador en KVA

V_{LN} : Voltaje monofásico línea - neutro de la fuente

V_{LL} : Voltaje monofásico o trifásico línea - línea de la fuente

M: Multiplicador

$\%Z_{TR}$: Porcentaje de impedancia del transformador

I_{sc} : Corriente de cortocircuito del transformador del lado secundario

b. Para corrientes de corto circuito en líneas, interruptores y tableros.

$$F_M = (2 * L * I_{SCb}) / (C * V_{LN})$$

$$F_M = (2 * L * I_{SCb}) / (C * V_{LL})$$

$$F_T = (1.73 * L * I_{SCb}) / (C * V_{LL})$$

$$M = 1 / (1 + F)$$

$$I_{SCa} = M * I_{SCb}$$

Donde,

F_M: Factor monofásicoF_T: Factor trifásico

L: Longitud del conductor

I_{SCa}: Corriente de cortocircuito en el punto de fallaI_{SCb}: Corriente de cortocircuito en el punto anterior a la falla

C: Constante del fabricante de acuerdo al calibre del conductor, anexo A

V_{LN}: Voltaje monofásico línea - neutro de la fuenteV_{LL}: Voltaje trifásico línea - línea de la fuente

M: Multiplicador

A continuación se presentan los resultados de los cálculos de corrientes de cortocircuito para cada punto analizado mediante la utilización de las fórmulas anteriormente descritas.

PROYECTO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
CALCULO DE CORTO CIRCUITO

EDIFICIO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

PUNTO ESTUDIO	PUNTO FUENTE	CONEXIÓN ELÉCTRICA			VOLTAJE	ISC FUENTE AMP	CAPACIDAD INTERRUPTIVA REQUERIDA			
		CALIBRE CONDUCTOR AWG	# FASE	DISTANCIA EN PIES			CONSTANTE DEL CONDUCTOR	CÁLCULO DE T	CÁLCULO DE M	ISC PUNTO AMP
Tx	-		BUS		240 V	=				2083 A
IP	TX	1/0	1	82.021 pies	240 V	2083 A	7662	0.1601	0.8620	1796 A
TCCM	IP	1/0	1	3 pies	240 V	1796 A	7662	0.0050	0.9950	1787 A

*Se consideró escenario crítico un servicio a través de un transformador exclusivo con 25KVA de capacidad y una impedancia de 5%.

VIII. CÁLCULO DE CAIDA DE VOLTAJE

El cálculo de caída de voltaje nos ayudará a seleccionar con mayor efectividad los conductores de alimentación de cada interruptor y de los tableros de distribución.

El *Reglamento de Instalaciones Eléctricas* (RIE) de Panamá en su Artículo 215.2(b) permite una caída de voltaje máxima del 3% en alimentadores o del 3% en circuitos ramales, siempre que la suma de las dos no exceda del 5%.

a. Caída de Voltaje en Voltios

La caída de voltaje en voltios está dada por la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}VD_M &= (2 * R/N * I * L) / 1000 \\VD_T &= (1.73 * R/N * I * L) / 1000\end{aligned}$$

Donde,

VD_M: Caída de Voltaje monofásica

VD_T: Caída de Voltaje trifásica

R: Resistencia del conductor seleccionado en OHM por cada 1000 pies de longitud (TABLA 8, CAP. 9, NEC 99)

I: Es el 80% del amperaje entregado por el secundario del transformador o del resumen de carga

L: Longitud del conductor en pies

N: Número de conductores por fase

b. Caída de Voltaje en Porcentaje

La caída de voltaje en PORCENTAJE está dada por la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}\%VD &= (VD_M / V_{LN}) * 100 \\ \%VD &= (VD_T / V_{LL}) * 100\end{aligned}$$

donde,

%VD: Caída de Voltaje en porcentaje

V_{LN}: Voltaje monofásico línea - neutro de la fuente

V_{LL}: Voltaje monofásico o trifásico línea - línea de la fuente

En la siguiente tabla se presentan los resultados de caída de voltaje desde el transformador a los tableros de distribución de circuitos ramales utilizando las fórmulas anteriormente descritas para caída de voltaje.

PROYECTO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

EDIFICIO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

PUNTO ESTUDIO	PUNTO FUENTE	CONEXIÓN ELÉCTRICA			CARGA			CAÍDA DE VOLTAJE			
		CALIBRE CONDUCTOR AWG	# FASE	RESISTENCIA CONDUCTOR	DISTANCIA EN PIES	AMPERIOS	PROTECCIÓN	VOLTAJE BASE	CAÍDA	CAÍDA ACUMULADA	%CAÍDA TOTAL
Tx	-							240 V	0.00 V	0.00 V	0.0%
IP	TX	1/0	1	0.13 ohms/ft	52.021 pies	105 A	60 A	240 V	1.12 V	1.12 V	0.8%
TCCM	IP	1/0	1	0.13 ohms/ft	3 pies	105 A	60 A	240 V	0.04 V	1.16 V	0.8%

IIX. CÁLCULO DE PÉRDIDA DE ENERGÍA

El cálculo de pérdida de energía en el secundario del servicio eléctrico se efectúa con el fin de que la Empresa Eléctrica pueda controlar las pérdidas antes de la medición del consumo eléctrico.

Efectuaremos el cálculo de pérdida de energía desde el inicio del secundario del transformador hasta los medidores.

Sin embargo este cálculo sólo es obligatorio desde el punto de entrega del servicio eléctrico a los medidores, tal que la pérdida de energía sobre la Demanda Máxima de cada uno de los circuitos no sea mayor que del 2% de la potencia total a plena carga, así como lo establece el artículo 13.16 del MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELECTRICA, Normas y Condiciones para la Solicitud y Suministro del Servicio Eléctrico VOL. 1 y Revisión 1997.

a. Potencia a Plena Carga

Esta es la potencia a plena carga entregada por el secundario del transformador considerando el factor de demanda, la cual está dada por la siguiente fórmula:

$$P_{FLA} = (1.73 * V_{LL} * I_{FLA} * PF) / 1000$$

donde,

P_{FLA} : Potencia a plena carga en KW entregada por el transformador

V_{LN} : Voltaje monofásico línea - neutro de la fuente

V_{LL} : Voltaje trifásico línea - línea de la fuente

I_{FLA} : Amperios de línea a plena carga del transformador

PF: Factor de Potencia igual a 0.90 atrasado como mínimo permitido.

b. Pérdida de energía en KW

La pérdida de energía en KW está dada por la siguiente fórmula:

$$P_E = (I^2 * R/N * L) / 1 \times 10^6 \text{ (monofásico)}$$

$$P_E = (3 * I^2 * R/N * L) / 1 \times 10^6 \text{ (trifásico)}$$

donde,

P_E : Pérdida de energía en KW

I : Es el amperaje de línea demandado y entregado por el secundario del Transformador, o del resumen de carga.

R : Resistencia del conductor en OHM por cada 1000 pies de longitud (TABLA No. 8, CAP. 9, NEC 99)

N : Número de conductores por fase

L : Longitud del cable en pies

c. Pérdida de Energía en Porcentaje

La pérdida de energía en porcentaje está dada por la siguiente fórmula:

$$\% P = (P_E / P_{FLA}) * 100$$

donde,

$\% P$: Pérdida de energía en porcentaje el punto de entrega del servicio eléctrico a los medidores, como lo exige la empresa distribuidora eléctrica.

En la siguiente tabla se presentan los resultados del cálculo de pérdida de energía desde el punto de entrega del servicio eléctrico hasta los tableros.

PROYECTO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
CÁLCULO DE PÉRDIDA DE POTENCIA

EDIFICIO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

PUNTO ESTUDIO	PUNTO FUENTE	CONEXIÓN ELÉCTRICA		RESISTENCIA CONDUCTOR	DISTANCIA EN PIES	CARGA		PÉRDIDA DE POTENCIA			
		CALIBRE CONDUCTOR AWG	# FASE			AMPERIOS	PROTECCIÓN	VOLTAJE BASE	KW ENTREGADOS	KW PERDIDOS	%PÉRDIDA (KW)
Tx	-							240 V			
IP	TX	1/0	1	0.13 ohms/ft	82.021 pies	105 A	60 A	240 V	22.68 kW	0.24 kW	1%
TCCM	IP	1/0	1	0.13 ohms/ft	3 pies	105 A	60 A	240 V	22.68 kW	0.01 kW	0%

*Se consideró como escenario más crítico una carga con factor de potencia de 0.9.

Pérdida Total	
Potencia Entregada	22.68 kW
Potencia Perdida	0.24 kW
%Pérdida	1.1%

ANEXOS**Factor C para conductores utilizados en el método BUSSMAN**

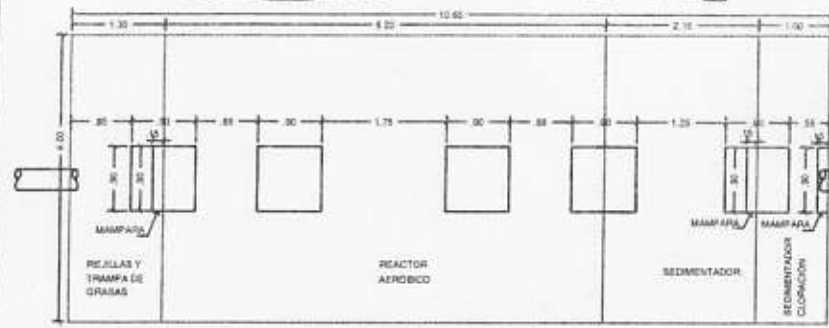
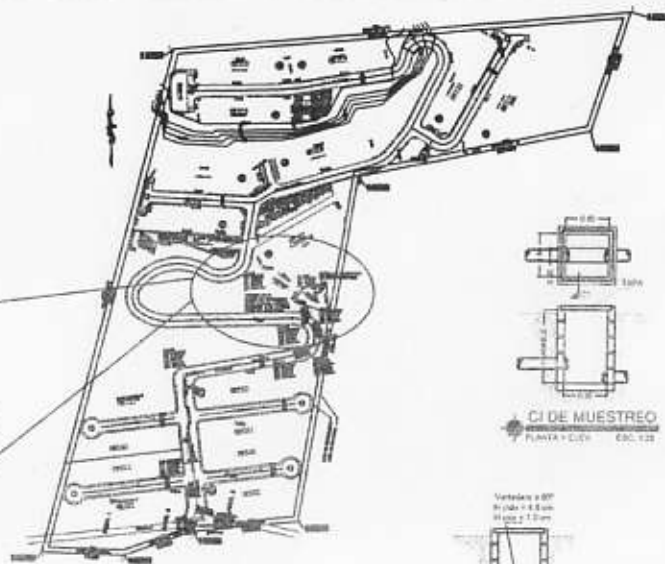
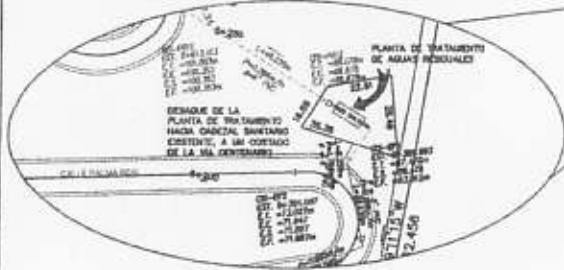
Copper									
AWG or kcmil	Three Single Conductors or Cable			Three-Phase Cable or Cable			Three-Phase Cable or Cable		
	Steel			Steel			Steel		
	600V	50V	150V	600V	50V	150V	600V	50V	150V
14	389	-	-	389	-	-	389	-	-
12	617	-	-	617	-	-	617	-	-
10	981	-	-	981	-	-	981	-	-
8	1557	1551	-	1559	1555	-	1560	1556	-
6	2425	2406	2389	2430	2416	2407	2431	2426	2421
4	3806	3761	3696	3806	3769	3753	3810	3773	3756
3	4774	4674	4577	4811	4745	4679	4820	4736	4663
2	6907	6736	6574	6944	6766	6605	6980	6793	6631
1	7263	7029	6759	7493	7307	7109	7454	7265	7067
1/0	9025	8544	7973	9317	8834	8260	9210	8706	8193
2/0	10755	10062	9390	11124	10378	9709	11145	10350	9681
3/0	12844	11804	11022	13303	12348	11580	13050	12013	11245
4/0	15002	13606	12543	15573	14351	13347	15382	14013	12913
250	16483	14925	13644	16954	15721	14666	16311	14961	13852
300	18177	16293	14769	18668	17275	16099	18117	16662	15459
350	19754	17585	15676	20237	18726	17472	19648	18014	16716
400	20666	18225	16366	21297	19566	18231	20753	19072	17716
500	22185	19172	17452	23026	21277	20000	22480	20649	19216
600	23905	20507	18902	24933	23294	21997	24512	22587	21116
750	24137	21367	19889	25725	24453	23008	25151	23234	21735
1,000	25279	22539	21023	27141	26003	24287	26604	24669	23159

Note: These values are equal to one over the impedance per foot and based upon resistance and reactance values found in IEEE Std 241-1990 (Gray Book), IEEE Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings & IEEE Std 242-1986 (Buff Book), IEEE Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems. Where resistance and

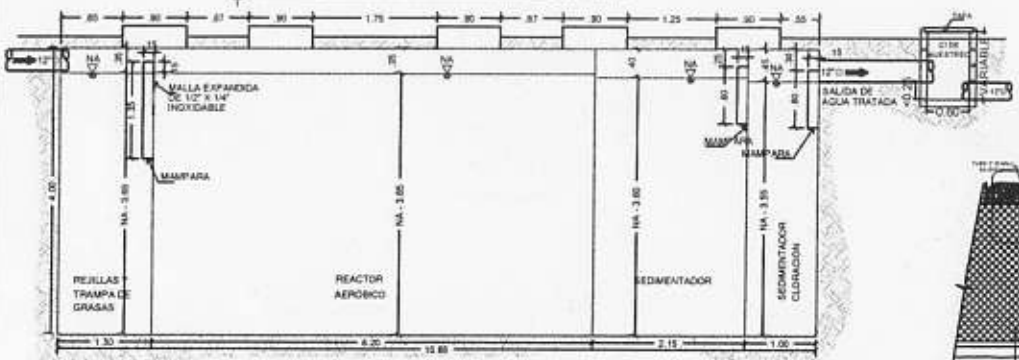
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Altamira Gardens, Ancón, Prov. Panamá

Descripción del Contenido:

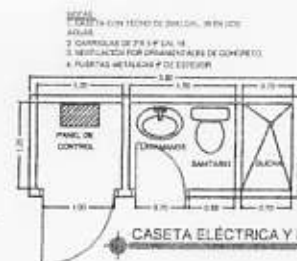
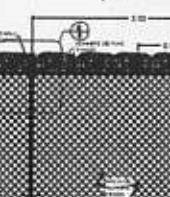
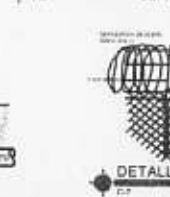
- A - 1 ... Hoja 1-3 ... Localización Regional,
Planta Arquitectónica
- H - 1 ... Hoja 2-3 ... Detalles y Diseño Hidráulico
- EL - 1 ... Hoja 3-3 ... Detalles y Diseño Eléctrico



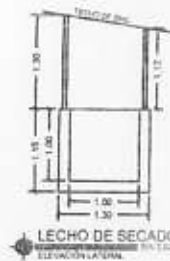
PLANTA ARQUITECTÓNICA GENERAL
E.S.C. 1:30-1/3



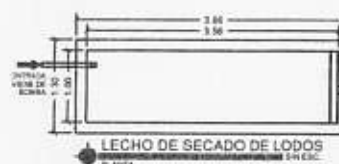
SECCIÓN ARQUITECTÓNICA LONGITUDINAL
E.S.C. 1:40



CASETA ELÉCTRICA Y BAÑO
E.S.C. 1:25



LECHO DE SECADO
ELEVACIÓN LATERAL



LECHO DE SECADO DE LODOS
PLANTA



LECHO DE SECADO DE LODOS
ELEVACIÓN FRONTAL



**ALEJANDRO
SAMANIEGO**
INGENIERO MECÁNICO

"ALTAMIRA GARDENS"

Plan original depositado en el Archivo de la U.T.P. y en el Archivo de la U.T.P. y en el Archivo de la U.T.P.

Elaborado por: **ALCÓN, PÉREZ DE PARRAS**

Aprobado por el Autor:

Aprobado por: **MTDA**

Elaborado por:

Diseñado por:

Elaborado por: **Ag. José Carlos Cordero**

Elaborado por: **Ag. Roberto Samaniego**

Elaborado por: **Ag. Alejandro Samaniego**

Elaborado por: **Ag. Alejandro Samaniego**

Elaborado por: **Ag. Alejandro Samaniego**

Elaborado por: **Ag. Alejandro Samaniego**

Elaborado por: **Ag. Alejandro Samaniego**

Elaborado por: **Ag. Alejandro Samaniego**

Elaborado por: **Ag. Alejandro Samaniego**

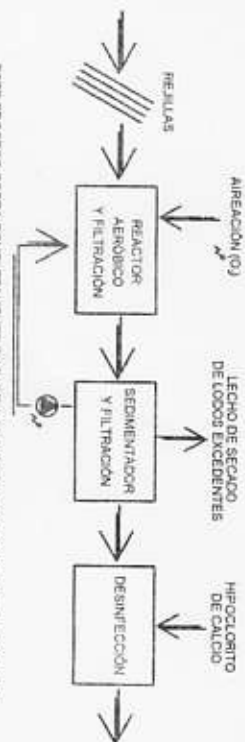
Elaborado por: **Ag. Alejandro Samaniego**

Elaborado por: **Ag. Alejandro Samaniego**

DATOS DE DISEÑO

Carga de DBO orgánica media	280 MG/L
Carga de DBO orgánica máxima	79.7 KG/D
Sólidos sedim. totales	250 MG/L
NIT	35 MG/L
Caudal afluente medio	265.7 M ³ /D
Caudal afluente máximo	27.7 M ³ /H
Reactor aeróbico	
Concentración de Sustrato	D.O. MG/L
Afluente Calculada	18.3 HR
Tiempo de retención H ₂ O	20.0
Tiempo de retención celular	20.0
Caudal de recuperación	480 M ³ /D

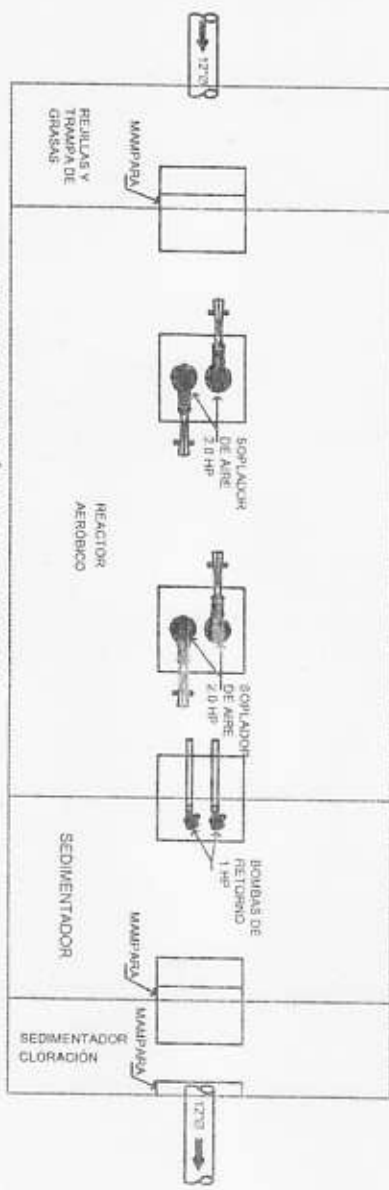
Definición	30 MIN.
Tiempo de retención H ₂ O	H ₂ O
Tiempo de secado de todos	3 HRS
Definición	
Blower (2)	1400 rpm
Velocidad	97.0 SCFM
Volumen de aire	(4) 2.0 HP
Potencia aproximada	
Bomba	105.0 M ³ /H
Caudal	5.0 H
Carga hidráulica total	(2) 1.0 HP
Potencia Aproximada	



ESTE PROCESO OPERA COMPLETAMENTE EN BASE A CORRIENTES EN CASO DE INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS LAS FUNCIONES QUE SE DARIAN SERÁN EL CERRADO Y SEDIMENTACIÓN. EN CASO DE OBTENCIÓN DE LAS TUBERÍAS LA RECCIÓN SUPERIOR DE LAS DIVISIONES DEL TUBO SE ABERRARÁ, CON LO CUAL SE EVITAN DESBORRAMIENTOS. EN CASO DE INTERRUPCIÓN ELÉCTRICA, EL SISTEMA MANTENDRÁ LOS NIVELES APROXIMADOS DE OXIDACIÓN UN PERIODO ENTRE 24 A 72 HORAS MÁXIMO, LUEGO PASARÁ A LA ANOMIA.

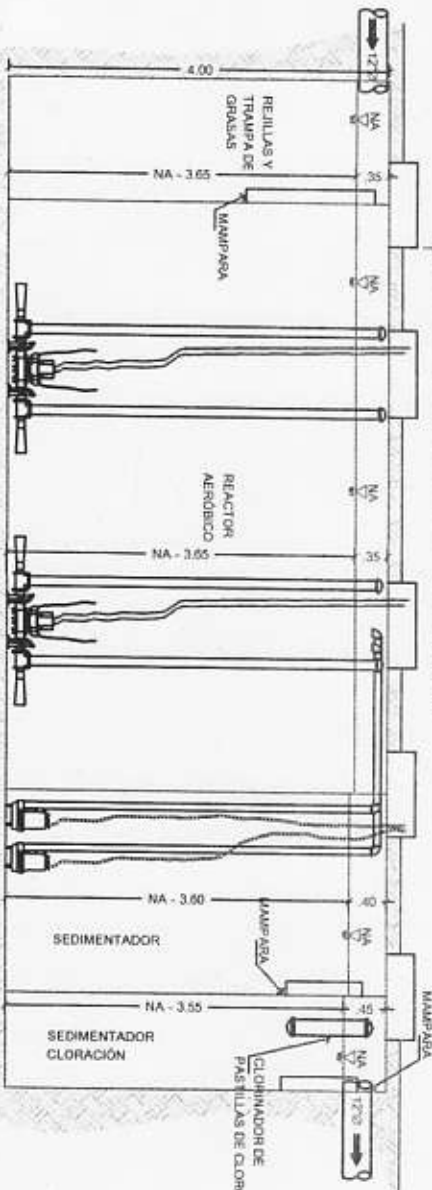
PLANTA HIDRÁULICA GENERAL

ESC. 1:40



SECCIÓN HIDRÁULICA LONGITUDINAL

ESC. 1:40



NOTAS

1. Las instalaciones deben contar con cerca perimetral de malla de cables o bloques, con alambres de pua o espinosa. Debe contar con un sistema de puerta doble de al menos cinco metros de ancho.
2. Se debe construir un acceso de emergencia a la zona de trabajo, según establece las reglas de la urbanización de al menos seis (6) metros de ancho a un sector de diez (10) metros de alto los vengas.
3. Dentro del perímetro de la cerca deberá instalarse iluminación exterior suficiente para poder trabajar en caso de mantenimiento.
4. Construir una zona con una o dos salidas de agua exterior que no diste más de 30 pies del punto más bajo de la cerca perimetral.
5. Las instalaciones cuentan con un caso de drenaje.
6. Los todos excedentes extraídos serán depositados en un terreno apropiado para su uso como tierra, también, también, área de depósito de quiniola, casaca de limpieza y mantenimiento.
7. El vertido o efluente de las aguas residuales y las sales excedentes extraídos deberán cumplir en su construcción con las Normas Nacionales COPANT 25-3060, 39-2080 y 47-2060.
8. La planta de tratamiento no entra a una distancia menor de 200 metros de la residencia o asentamiento más cercano.



MAARASA

ALEJANDRO
SAMANIEGO
INGENIERO MECÁNICO

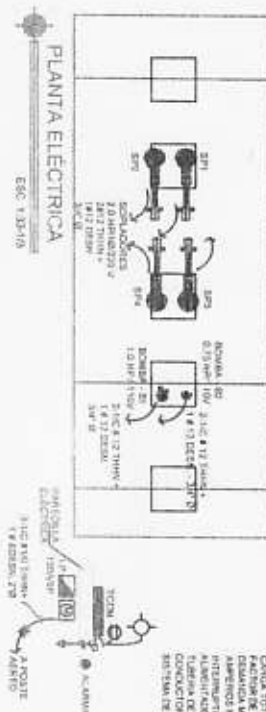
"ALTAMIRA GARCÉS"

Revisado	por: []
Aprobado por: []	
Aprobado por: []	

Revisado	por: []
Aprobado por: []	
Aprobado por: []	

Control de Hojas

Hoja N° 2 de 3



PLANTA ELECTRICA

PARA ENTENDER el significado de la investigación en el área de la psicología, la ciencia que estudia el comportamiento humano, es necesario comprender los fundamentos de la metodología de la investigación. Este capítulo tiene como objetivo proporcionar una visión general de los conceptos básicos de la metodología de la investigación, así como de los tipos de investigación y de los métodos de recolección de datos.

OBJETIVOS

- 1. Comprender el significado de la investigación en el área de la psicología.
- 2. Identificar los tipos de investigación y los métodos de recolección de datos.
- 3. Comprender el proceso de la investigación y los pasos para diseñar un estudio.

CONTENIDOS

- 1.1. Definición de investigación.
- 1.2. Tipos de investigación.
- 1.3. Métodos de recolección de datos.
- 1.4. El proceso de la investigación.

DESARROLLO

La investigación en el área de la psicología es un proceso que implica la recolección de datos y el análisis de los mismos para comprender el comportamiento humano. Este proceso puede ser de tipo cuantitativo o cualitativo, dependiendo del tipo de datos que se recolecten y del tipo de análisis que se realice.

Los tipos de investigación más comunes en el área de la psicología son:

- 1. Investigación cuantitativa: se trata de un tipo de investigación que utiliza métodos estadísticos para analizar datos numéricos.
- 2. Investigación cualitativa: se trata de un tipo de investigación que utiliza métodos de análisis de contenido para analizar datos textuales.
- 3. Investigación mixta: se trata de un tipo de investigación que combina métodos cuantitativos y cualitativos.

Los métodos de recolección de datos más comunes en el área de la psicología son:

- 1. Encuestas: se trata de un método de recolección de datos que consiste en administrar un cuestionario a un grupo de personas.
- 2. Entrevistas: se trata de un método de recolección de datos que consiste en realizar una conversación con una persona.
- 3. Observación: se trata de un método de recolección de datos que consiste en observar el comportamiento de una persona.
- 4. Experimentos: se trata de un método de recolección de datos que consiste en manipular una variable independiente y medir su efecto sobre una variable dependiente.

El proceso de la investigación en el área de la psicología se puede dividir en tres etapas principales:

1. Diseño del estudio: se trata de la etapa en la que se define el problema de investigación, se selecciona el tipo de investigación y los métodos de recolección de datos, y se diseña el protocolo de investigación.
2. Recolección de datos: se trata de la etapa en la que se recolectan los datos de acuerdo con el protocolo de investigación.
3. Análisis de datos: se trata de la etapa en la que se analizan los datos recolectados para comprender el comportamiento humano.

[illegible][illegible]

SIMBOLÓGIA ELECTRICA

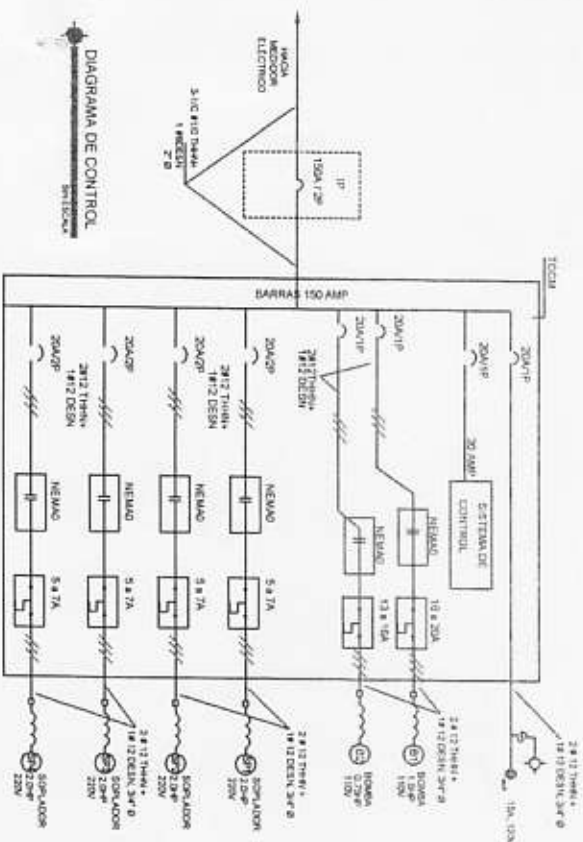


DIAGRAMA DE CONTROL

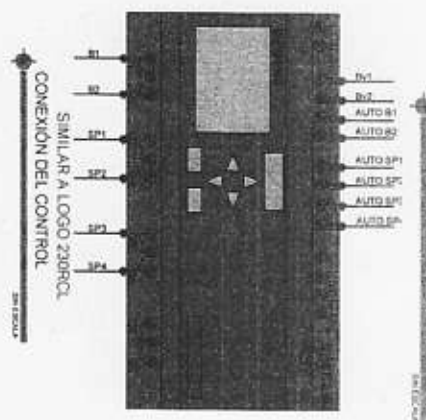
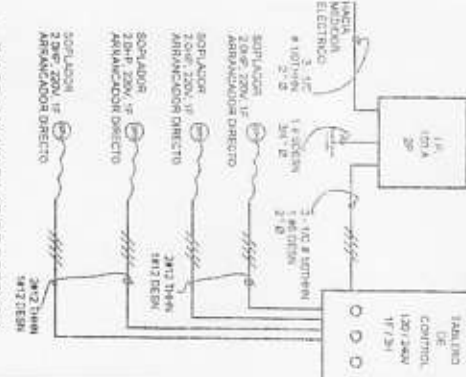


DIAGRAMA UNIFILAR DE POTENCIA



75

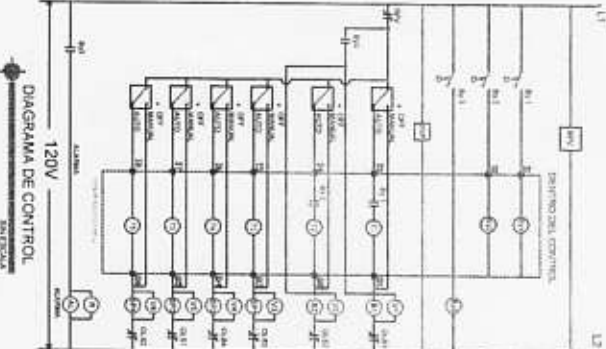


DIAGRAMA DE CONTROL

NOTAS ELECTRICAS GENERALES

NOTAS ELECTRICAS GENERALES

ON	CONTROL DE FUMI NOXON BODY 15 AMP
①	TRUCK 15 AMP TOTAL 15 275 VAC 15 AMP MOTOR
②	COMPACTORES
5	TERMINAL AUTO TRAIL
RV	TRAILER OF 7000 LBS VOL. 14.5 IN. 340V
③	ROOMS 150V 15 275V 200 AMP ROOM
④	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑤	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑥	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑦	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑧	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑨	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑩	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑪	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑫	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑬	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑭	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑮	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑯	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑰	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑱	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑲	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
⑳	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉑	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉒	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉓	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉔	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉕	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉖	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉗	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉘	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉙	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉚	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉛	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉜	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉝	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉞	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㉟	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊱	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊲	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊳	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊴	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊵	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊶	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊷	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊸	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊹	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊺	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊻	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊼	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊽	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊾	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
㊿	USE 14.5 IN. 340V 200 AMP ROOM
0	REMAINING ROOMS
①	REMAINING ROOMS
②	REMAINING ROOMS
③	REMAINING ROOMS
④	REMAINING ROOMS
⑤	REMAINING ROOMS
⑥	REMAINING ROOMS
⑦	REMAINING ROOMS
⑧	REMAINING ROOMS
⑨	REMAINING ROOMS
⑩	REMAINING ROOMS
⑪	REMAINING ROOMS
⑫	REMAINING ROOMS
⑬	REMAINING ROOMS
⑭	REMAINING ROOMS
⑮	REMAINING ROOMS
⑯	REMAINING ROOMS
⑰	REMAINING ROOMS
⑱	REMAINING ROOMS
⑲	REMAINING ROOMS
⑳	REMAINING ROOMS
㉑	REMAINING ROOMS
㉒	REMAINING ROOMS
㉓	REMAINING ROOMS
㉔	REMAINING ROOMS
㉕	REMAINING ROOMS
㉖	REMAINING ROOMS
㉗	REMAINING ROOMS
㉘	REMAINING ROOMS
㉙	REMAINING ROOMS
㉚	REMAINING ROOMS
㉛	REMAINING ROOMS
㉜	REMAINING ROOMS
㉝	REMAINING ROOMS
㉞	REMAINING ROOMS
㉟	REMAINING ROOMS
㊱	REMAINING ROOMS
㊲	REMAINING ROOMS
㊳	REMAINING ROOMS
㊴	REMAINING ROOMS
㊵	REMAINING ROOMS
㊶	REMAINING ROOMS
㊷	REMAINING ROOMS
㊸	REMAINING ROOMS
㊹	REMAINING ROOMS
㊺	REMAINING ROOMS
㊻	REMAINING ROOMS
㊼	REMAINING ROOMS
㊽	REMAINING ROOMS
㊾	REMAINING ROOMS
㊿	REMAINING ROOMS
0	REMAINING ROOMS
①	REMAINING ROOMS
②	REMAINING ROOMS
③	REMAINING ROOMS
④	REMAINING ROOMS
⑤	REMAINING ROOMS
⑥	REMAINING ROOMS
⑦	REMAINING ROOMS
⑧	REMAINING ROOMS
⑨	REMAINING ROOMS
⑩	REMAINING ROOMS
⑪	REMAINING ROOMS
⑫	REMAINING ROOMS
⑬	REMAINING ROOMS
⑭	REMAINING ROOMS
⑮	REMAINING ROOMS
⑯	REMAINING ROOMS
⑰	REMAINING ROOMS
⑱	REMAINING ROOMS
⑲	REMAINING ROOMS
⑳	REMAINING ROOMS
㉑	REMAINING ROOMS
㉒	REMAINING ROOMS
㉓	

SIMBOLOGÍA DE CONTROL