



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS INDUSTRIALES MÓDULO DE DESBASTE 150 lps.
DE LA CIUDAD DE LEÓN GTO.**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

ROBERTO BENITO FLORENTINO

ASESOR DE TESIS:

RAMIRO SILVA OROZCO

MORELIA MICHOACÁN, SEPTIEMBRE 2010



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme guiado cuando me sentía perdido

Gracias a mis padres y hermanos que me ayudaron a terminar mi carrera, a mi esposa e hijo que siempre me han apoyado y que son las personas por la que he luchado,

Gracias a mis amigos en especial para Ramón y María de Jesús Guape.

INDICE

CAPITULO I.-INTRODUCCIÓN.....	3
CAPITULO II.-UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	7
II.I.- ZONIFICACIÓN.....	8
II.II.-CLIMA.....	9
II.III.-DEMOGRAFÍA.....	9
II.IV.-HISTORIA DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.....	9
II.V.- UBICACIÓN.....	10
II.VI.-JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	10
II.VII.-DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA TRATADORA DE AGUAS INDUSTRIALES.....	13
II.VIII.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	16
CAPITULO III.-NORMAS DE SEGURIDAD QUE SE DEBEN TENER PRESENTE DURANTE EJECCIÓN DEL PROYECTO.....	28
CAPITULO IV.- TIPOS DE CIMENTACIÓN.....	38
IV.I.-PRELIMINARES.....	39
IV.II.-TIPOS DE CIMENTACIÓN.....	39
IV.III.-CIMENTACIÓN CON PIEDRA BRAZA.....	40
IV.III.I.-TRAZO, EXCAVACIÓN Y NIVELACIÓN.....	40
IV.III.II.- PIEDRA.....	43
IV.III.III.- MORTEROS.....	43
IV.III.IV.- PROCESO CONSTRUCTIVO.....	44
IV.IV.- CIMENTACIÓN CON ZAPATAS CORRIDAS.....	44
IV.IV.I.- TRAZO, EXCAVACIÓN Y RELLENOS.....	45
IV.IV.II. COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.....	47
IV.IV.III. COLOCACIÓN DE CIMBRA.....	48
IV.IV.IV.- COLOCACIÓN DE CONCRETO.....	49
IV.IV.V.- DESCIMBRADO.....	49
IV.V.-LOSAS DE CIMENTACIÓN.....	50
IV.V.I.- TRAZO, ESCAVACIÓN Y RELLENOS.....	51
IV.V.II.- COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.....	52

IV.V.III.- COLOCACIÓN DE BANDAS DE P.V.C.....	53
IV.V.IV.- COLOCACIÓN DE CIMBRA.....	54
IV.V.V.- COLOCACIÓN DE CONCRETO.....	54
IV.V.VI.- DESCIMBRADO.....	57
IV.VI. LOSA DE CIMENTACIÓN EN DIGESTORES.....	58
IV.VI.I TRAZO, EXACAVACIÓN Y RELLENO.....	58
IV.VI.II.- COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.....	61
IV.VI.III.- COLOCACIÓN DE BANDAS DE P.V.C.....	62
IV.VI.IV COLOCACIÓN DE CIMBRA.....	63
IV.VI.V.- COLOCACIÓN DE CONCRETO.....	64
IV.VI.VI CURADO DEL CONCRETO.....	65
IV.VI.VII DESCIMBRADO.....	66

CAPITULO V.TIPOS DE ESTRUCTURAS

UTILIZADAS Y PROCESO DE COLOCACIÓN.....	67
V.I.- MURO DE TABIQUE.....	68
V.II MUROS DE CONCRETO REFORZADO.....	71
V.III. COLUMNAS.....	75
V.IV. LOSA RIGIDA.....	77
V.V. LOSA ACERO.....	79
V.VI. TECHUMBRES.....	81

CAPITULO VI.-TIPO DE INSTALACIONES UTILIZADAS.....85

CAPITULO VII.-CONCLUSIONES.....96

BIBLIOGRAFÍA.....99

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I.-INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de este tema a desarrollar, es que el ingeniero considere los principales problemas que se presentan durante la ejecución de un proyecto y sus posibles soluciones; pero principalmente a crear una apropiada visión de lo que representa ejercer la carrera de ingeniería civil y la importancia que tiene la ejecución de este tipo de obras que nos benefician a todos.

Las plantas de tratamiento, deberían ser en nuestro país una de las principales prioridades ya que en la actualidad, según cifras de la CONAGUA, tan solo el 25 % de las aguas residuales son tratadas, es decir que de cada 4 litros solo 1 de 3 son descontaminados. Esto representa un problema social, cultural y económico ya que de forma directa o indirecta nos afecta, por lo que es importante empezar con la concientización de la magnitud del problema que representa la contaminación, pero aun más importante las soluciones que podamos aportar como ingenieros civiles y de esta manera contribuir con la conservación del medio ambiente, dejando un legado para nuestras generaciones futuras.

Se considera la ubicación del proyecto por el grado de contaminación de las industrias en este municipio y al daño ecológico que representa tanto a la flora y fauna así como a los diferentes cuerpos de agua, pero más aun los daños a la salud de las personas que se encuentra en las cercanías de los causes, donde desembocan las industrias ya que los procesos utilizados por la industria de la curtiduría contienen un alto grado de metales pesados y ácidos. Estos puede provocar estragos en la salud o incluso la muerte, ya que estos tipos de desechos, no pueden ser tratados directamente dentro de la planta de tratamiento de aguas municipales, era necesario la proyección de este tipo de obra la cual no solo genera beneficios al medio ambiente, sino también activa la economía por la inversión que representa.

Los ingenieros como principales representantes de la construcción, son los responsables de salvaguardar la seguridad y salud del personal que labora en la construcción y apoyándose en el personal con la experiencia y disponibilidad necesaria, se deberá mantener un ambiente de trabajo seguro, involucrando y concientizando a los trabajadores sobre los riesgos presentes, evitando así problemas de tipo legal que puedan afectar la ejecución del proyecto y la pérdida de vidas. Otra de las condiciones que se deben considerar, es la disposición de los diferentes materiales utilizados y desechados durante el proceso de la construcción.

Establecidos los parámetros de seguridad y condiciones de trabajo, se comenzará con la colocación de cimentaciones. El manejo de los diferentes tipos de cimentación, que se utilizaron durante la ejecución de este proyecto algunos comunes y algunos otros con sus propios problemas y soluciones establecidas en base a estudios y recomendaciones de expertos en la materia.

Los diferentes tipos de materiales que se utilizaron, son de características muy específicas por el tipo de elementos y funcionamiento que tendrán, por lo tanto, requirieron cuidados y características de colocación muy específicas, las cuales no se encuentran en algún manual de construcción; pero que sin embargo gracias al trabajo en equipo que se desarrolló, se logró de forma exitosa la solución de cada uno de los problemas que se presentaron. Esto demuestra que dentro de la ingeniería nada se encuentra definido y que el trabajo en conjunto es lo más importante para la solución de las adversidades.

Una vez concluida la obra civil se comienza con la colocación de todas las instalaciones especiales. Algunas otras se colocaron durante los trabajos de construcción o bien se dejaron las preparaciones, pero en su gran mayoría se colocaron al finalizar cada elemento. La ejecución de un buen proyecto, es lo que define el éxito o fracaso en la colocación de las instalaciones, ya que el no seguir el proyecto constantemente, puede provocar costosas modificaciones o adaptaciones que finalmente perjudican en cuanto al tiempo de ejecución y

al costo de la obra. Pero solo en condiciones especiales debemos permitir que se posponga la preparación o colocación de algunas instalaciones, por la misma indefinición del proyecto lo cual acentúa que debemos ser flexibles y debemos tener un amplio criterio para todas las condiciones que se presenten ya que el actuar de manera obstinada solo provocaría el aplazamiento de trabajos que pudiesen continuar y de esta manera entorpecer el avance de la obra, por lo tanto debemos tener cuidado con cada una de las decisiones que se tomen.



FOTOGRAFÍA No. 1. Vista panorámica de la Planta de tratamiento de aguas residuales modulo de desbaste 150 lps.

CAPITULO II

UBICACIÓN DEL PROYECTO

CAPITULO II.-UBICACIÓN DEL PROYECTO

II.I.- ZONIFICACIÓN.

La ciudad de León se elevó al rango de ciudad en el año de 1830, con el nombre oficial de León de los Aldama. La agricultura fue la principal actividad económica hasta el siglo XVIII, cuando la artesanía y la fabricación de calzado empezaron a competir con ella.

Esta ciudad está ubicada en el estado de Guanajuato, se encuentra localizada entre las regiones del Bajío Guanajuatense y los altos de Jalisco. Es conocida como la capital del calzado por sus fábricas de calzado, tenerías, artesanías de piel y talabartería.

La ciudad de León Guanajuato, cabecera municipal, está situada a los 101° 41' 00" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a los 21°07' 22" Latitud Noreste y una altitud de 1,798.00 metros sobre el nivel del mar. El área del territorio municipal comprende 1,183.20 km² equivalente al 3.87% de la superficie total del estado de Guanajuato. El municipio tiene límites con los siguientes municipios: al Norte con el municipio de San Felipe; al Este con los de Guanajuato y Silao; al Sur con los de Romita y San Francisco del Rincón y al Oeste con el de Purísima y los municipios de lagos de moreno y la unión de San Antonio del estado de Jalisco.

El municipio en su parte norte tiene estribaciones montañosas pertenecientes a la Sierra de Guanajuato, la que localmente lleva los nombres de Ibarra, Comanja y de lobos. Las elevaciones más importantes del municipio son El Gigante, con 2,884.00 metros sobre el nivel del mar y la mesa cuatralba con 2,800.00 m.s.n.m. En la ciudad, son notables el Cerro del las Hilamas, el Cerro Gordo y el Cerrito del Jerez.

II.II.-CLIMA.

El clima general en la ciudad de León es un clima templado. La temperatura promedio al año es de 19° Centígrados. La precipitación pluvial promedio al año es de 697.6 milímetros, cantidad benéfica para muchas actividades agrícolas. Los vientos que afectan a la ciudad son provenientes del oeste, por lo cual el clima es templado y estable. La temperatura que se alcanza al año puede subir hasta los 38° C y bajar hasta los 0° C, pero estos datos pueden variar por la actual inestabilidad natural que predomina.

II.III.-DEMOGRAFÍA.

De acuerdo con el conteo de población y vivienda la ciudad de León contaba con una población de 1,278,087.0 habitantes. La zona Metropolitana de León que incluyendo San Francisco del Rincón, Silao de la Victoria y Purísima del Rincón suma una población aproximada de 1,748,629.0 habitantes, situando a León como la ciudad más poblada del estado de Guanajuato y la quinta Zona Metropolitana más poblada de México.

II.IV.-HISTORIA DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.

El agua es uno de los principales elementos para la vida no solo del ser humano si no de los diferentes seres vivos que dependen de ella. Representa en la actualidad una de las mayores preocupaciones para los diferentes países. Esto debido a la constante contaminación que sufre por parte de los centros urbanos e industrias.

A lo largo de la historia cada civilización ha buscado que este vital líquido se encuentre en forma abundante para su consumo y por eso, el hombre procuraba establecerse en las cercanías de los diferentes cuerpos de agua y si bien no se encontraba cerca se buscaba la forma de conducirla hasta los centros urbanos. Los romanos construyeron acueductos que

podían trasladar el agua desde más de 90 km. Incluso instalaron filtros para obtener agua de mayor calidad; esto nos muestra la preocupación que en ese entonces ya se tenía por el manejo de agua. Hay escrito de los griegos donde recomendaban métodos de tratamiento tales como la filtración a través del carbón, exposición a los rayos solares y ebullición. Ya para el año de 1806 se pone en funcionamiento en Paris, Francia una gran planta de tratamiento, en esta planta se dejaba sedimentar el agua durante 12 horas y posteriormente se filtraba mediante la utilización de arena y carbón. En 1893 fue construida en Inglaterra la primera planta para depurar agua sanitaria y la primera planta de lodos activados fue puesta en marcha en Dinamarca en el año de 1924.

II.V.- UBICACIÓN

La obra se ubica en el Sur Oeste de la ciudad sobre la carretera León – San Francisco del Rincón, Km 2.5 entrando por la calle Monte Carmelo, Colonia Arrollo Hondo, pasando las vías del tren dentro de las siguientes coordenadas geográficas: Latitud norte 21°04'48" y Longitud Oeste 101°43' y 100°44' en las cercanías del parque industrial donde actualmente se encuentra la mayoría de las industrias de la curtiduría.

II.VI.-JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

La creciente importancia que tiene la conservación de los recursos naturales ha despertado en el hombre, la inquietud de cuidarlos y recuperarlos para que puedan ser aprovechados por los seres vivos, de aquí que uno de los recursos de vital importancia para el hombre, sea el agua.

Es completamente natural, que las industrias consideren que sus aguas residuales pueden ser eliminadas de la mejor forma, por el sistema de aguas residuales urbanas y los

responsables de los municipios, frecuentemente consideran que es su obligación aceptar los residuos que fluyen al sistema de tratamiento de la ciudad. Sin embargo, las autoridades de la ciudad, no deben aceptar ningún vertido de aguas residuales en el sistema urbano de alcantarillado, sin tener primero una información completa sobre las características de las aguas.

En la ciudad de León Guanajuato, la curtiduría es la principal actividad industrial. El curtido es el acto de convertir las pieles de los animales en cuero. Para un mejor entendimiento de lo que representa el problema de esta industria se expone a continuación a groso modo como está comprendido el proceso. La materia seca de la piel es en casi su totalidad proteína, de la que el 85% es colágeno, la piel contiene igualmente cantidades menores de lípidos, albuminas, globulina e hidratos de carbono. Los procesos preliminares preparan las proteínas de la piel de tal forma que puedan eliminarse todas las impurezas indeseables dejando el colágeno en condiciones de absorber el tanino o el cromo utilizado en el curtido.

El curado supone la deshidratación de la piel secándola con sal o aire con el fin de detener la degradación de las enzimas proteolíticas. El descarnado elimina los tejidos aerolares (grasos) de la piel por medios mecánicos, el lavado y la impregnación elimina la suciedad, las sales, la sangre, los desperdicios y las proteínas. La eliminación del pelo se realiza utilizando cal, con o sin sulfuro de sodio; el tratamiento con cal separa la piel de dos capas: una la capa de grano más valiosa; la otra capa inferior o del lado de la carne se le llama serraje. La industria prepara la piel para el curtido reduciendo el pH, la hinchazón, peptizando las fibras y eliminando los productos de degradación de las proteínas. El mercerado se realiza generalmente con las sales de amonio y una mezcla de enzimas preparadas comercialmente. El piclaje generalmente precede al curtido con cromo en las fibras de la piel. El curtido al cromo se utiliza fundamentalmente para las pieles ligeras,

mientras que el curtido con vegetales se sigue prefiriendo para la mayoría de los productos de pieles gruesas. El proceso del curtido al cromo es de menor duración y produce una piel más resistente. La decoloración se realiza con CO_3Na_2 diluido, seguido por So_4H_2 proporcionando a la piel un color más claro y más uniforme antes del teñido.

El residuo igualado de una curtiduría, incluyendo los lavados tiene un alto contenido de sólidos (de 6.00 a 8.000 p.p.m) de los que aproximadamente la mitad (3.000 p.p.m) son ClNa . Contienen alrededor de 900 p.p.m. de DBO, 1.600 p.p.m. de dureza total 120 p.p.m. de sulfuro, 1.000 p.p.m. de proteínas y de 30 a 70 p.p.m de cromo. El alto contenido de DBO, dureza, sulfuro, cromo y lodos que producen aproximadamente es de 8 litros de estos vertidos por kilogramo de piel recibida por la curtiduría.

Las grandes fluctuaciones de residuos en el proceso de las curtidurías, debido a descargas intermitentes, hacen que sean difíciles de tratar, especialmente en combinación con las aguas residuales urbanas. Por lo que se consideró indispensable la construcción de una planta que pudiera cumplir con las condiciones necesarias, para poder tratar las descargas industriales, ya que no solo las fluctuaciones en las descargas representa un problema sino la misma característica de las aguas exige materiales de construcción con especificaciones diferentes a los que tiene una planta tratadora de aguas municipales.

Considerando todo lo anterior, en el mes de Febrero del 2007 se inició con la construcción de la Planta Tratadora de aguas industriales módulo de desbaste 150 lps. La cual será construida por la empresa ECOSIS III. S.A DE C.V. y supervisada por la empresa ÉXITO. S.A DE C.V. Esta Planta de Tratamiento es una de las primeras en su tipo en el país, no solo por el tipo de agua que va a tratar, sino por la tecnología de cogeneración que se va a implementar.

II.VII.-DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA TRATADORA DE AGUAS INDUSTRIALES

El tratamiento que se utilizará, será a base de un proceso fisicoquímico el cual tendrá como objetivo principal tratar las descargas con alta carga orgánica de contaminantes, grasas y aceites, sólidos suspendidos y sales e incorporarlas al proceso de tratamiento de aguas municipales que existe actualmente.

Se realizará un tratamiento primario de 150 lps. Con la posibilidad de crecimiento de 200 lps. Con este tratamiento primario se neutralizan los efectos corrosivos provocados por la presencia de sulfuros que atacan las estructuras de concreto y metálicas, incluyendo los equipos electromecánicos.

Por otro lado, el proyecto incluye la construcción de un tratamiento secundario del efluente del tratamiento primario, el cual eliminará fundamentalmente el material orgánico y sólidos suspendidos remanentes del proceso primario fisicoquímico.

Dadas las características salinas del efluente crudo, como parte del proyecto se contempla la construcción de una planta piloto, donde deberá probarse la eficiencia real del proceso biológico secundario propuesto.

En base a los estudios realizados para determinar las opciones viables para el acondicionamiento de las aguas residuales de alta carga contaminante y que son conducidas por algunos emisores hacia la planta de tratamiento de aguas residuales, se concluyó que la mejor solución sería optar por un proceso de desbaste fisicoquímico del agua residual cruda, con el fin de eliminar fundamentalmente sólidos suspendidos, grasas y aceites, así como lograr una reducción parcial del contenido de sulfuros.

Los sólidos separados en el proceso de desbaste necesitan ser estabilizados, debido a su carácter altamente putrescible. Se determinó que la mejor opción consiste en utilizar la digestión anaerobia, en régimen de alta tasa, por su bajo costo de operación si se le compara con la estabilización con cal, además de que ésta genera un mayor volumen de lodos como resultado de la adición de reactivos químicos.

El proceso de desbaste fisicoquímico sería complementado con un proceso biológico con alcance secundario y de tipo combinado anaerobio – aerobio, con el fin de reducir el elevado contenido de material orgánico biodegradable disuelto y coloidal remanente a muy bajo costo de operación, hasta alcanzar una calidad similar a la de un agua municipal de alta carga.

Dado que la presencia de sólidos suspendidos puede limitar la eficiencia de un proceso biológico, se determinó que lo más conveniente sería ejecutar el proyecto descrito en dos etapas: la primera corresponde a lo descrito en los dos párrafos anteriores mientras que la segunda etapa cubriría lo concerniente al pulimento biológico cuyo dimensionamiento deberá ser verificado conforme con los resultados de operación de un sistema biológico a escala piloto que trabaje precisamente con el agua tratada, producto del proceso de desbaste fisicoquímico.

Se considera que la planta piloto se deberá ejecutar como parte de la primera etapa del proyecto y deberá operar cuando menos 6 meses en forma continua para obtener resultados confiables que servirán para ratificar o rectificar los parámetros de diseño de la segunda etapa.

La capacidad del módulo de desbaste será de 150 lps, previéndose un crecimiento a futuro hasta 200 lps, por lo que el proyecto integral contemplará 2 módulos de 75 lps. Y uno más a futuro para el crecimiento a 200 lps.

A continuación se muestra en tal tabla 1.0, 2.0 y 3.0 un resumen de los criterios de diseño utilizados para el desarrollo del proyecto.

Tabla 1.0- FLUJO DE DISEÑO.

Flujo de diseño	12,960.00 m ³ /d	150 l/s
Flujo mínimo	4,320.00 m ³ /d	50 l/s
Flujo máximo	12,960.00 m ³ /d	150 l/s

Tabla 2.0.- CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL CRUDA.

Parámetro	unidades	Concentración Promedio Mensual
DBO	mg/l	4297.00
DQO	mg/l	16758.00
SST	mg/l	6763.00
GyA	mg/l	2038.00
pH	unidades	6.00-8.00
T	°C	17-19
NH ₃	mg/l	1851.00
P	mg/l	42.00
S	mg/l	70

Tabla 3.0.-CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL TRATADA (EFLUENTE)

Parámetro	unidades	Concentración Promedio Mensual
DBO	mg/l	400.00
DQO	mg/l	3641.00
SST	mg/l	100.00
GyA	mg/l	30.00
pH	unidades	6.00-8.00
T	°C	19
NH ₃	mg/l	244.00
P	mg/l	8
S	mg/l	70

II.VIII.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

RECEPCIÓN Y CRIBADO DEL AGUA CRUDA.

El agua residual cruda, pasa primero a través de un canal con rejillas mecánicas y existe un canal paralelo el cual tiene un tornillo de Arquímedes como se muestra en la fotografía No. 2 y 3. El objetivo es eliminar sólidos gruesos de la corriente a tratar.



FOTOGRAFÍA No. 2. Rejillas mecánicas



FOTOGRAFÍA No. 3. Tornillo de Arquímedes.

El efluente de las rejillas gruesas se conduce por gravedad a un cárcamo de bombeo del cual se bombea el agua para elevarla a un sistema de micro cribas en las que se separan sólidos finos, los cuales se disponen por medio de contenedores. (Fotografía No. 4 Y 5)



FOTOGRAFÍA No. 4. Micro cribas vista frontal.



FOTOGRAFÍA No. 5. Micro cribas vista lateral.

El agua residual prácticamente libre de sólidos gruesos y finos pasará a gravedad a un tanque de distribución (Fotografía No. 6 y 7) y posteriormente a un tanque de homogenización.



FOTOGRAFÍA No. 6. Tanque de distribución.



FOTOGRAFÍA No. 7. Tanque de distribución vista lateral.

HOMOGENIZACIÓN Y MEZCLADO.

El tanque de igualación y homogenización que se muestra en la fotografía No 8.0 y 9.0 se encargará de amortiguar picos de concentración y flujo para facilitar y hacer más estable el proceso. El tiempo de retención de este tanque será de 8 horas.

El diseño del tanque de igualación y homogenización tendrá la geometría típica de una zanja de oxidación, para aprovechar las ventajas del flujo pistón y la mezcla completa en algunas zonas para favorecer el stripping de sulfuros.

Para garantizar el mezclado del agua, en el tanque se instalarán agitadores mecánicos sumergibles con impulsor tipo banana, el cual evitará asimismo la deposición y acumulación de sólidos finos en el fondo.

Dado que el contenido de sulfuros en el agua cruda es elevado, es necesario realizar una eliminación parcial de los sulfuros mediante una aireación, la cual independientemente de que podrá efectuar un cierto grado de oxidación de sulfuros y material orgánico, tendrá fundamentalmente un efecto de stripping de los sulfuros.

De esta manera el proyecto considera la instalación de un sistema de aireación en el tanque de homogenización utilizando sopladores y difusores de burbuja media.

Vale la pena señalar que el efecto de esta aireación en la remoción de DBO, no se refleja en el balance de masa porque se está utilizando un criterio conservador en el dimensionamiento de las unidades. No obstante, es un hecho que esta aireación abatirá en cierto grado el contenido de DBO presente en el agua cruda.



FOTOGRAFÍA No. 8. Tanque de homogenización.



FOTOGRAFÍA No. 9. Tanque de homogenización, panorámica.

DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE Y FLOCULANTE

Con objeto de mejorar la separación de los sólidos suspendidos, el proyecto contemplará el suministro de un sistema de dosificación de cloruro férrico como coagulante así como un polímero orgánico como floculante en el tanque mezclador (Fotografía No. 10.0 Y 11.0) que se ubicara después del tanque de homogeneización.



FOTOGRAFÍA No. 10. Tanque mezclador.



FOTOGRAFÍA No.11. Tanque mezclador, vista panorámica.

SEDIMENTACIÓN Y ESPESAMIENTO.

La eliminación de material suspendido y cierta parte del coloidal se llevará a cabo por sedimentación a gravedad, en un sedimentador primario el cual se muestra en la fotografía 12.0 y 13.0 que operará bajo el principio de un co-espesador.

Este co-espesador tendrá la doble función de clarificar el agua proveniente del tanque de homogeneización, así como el espesamiento de los lodos primarios depositados en el fondo. Se construirán tres unidades con capacidad unitaria de 50 l/s.

El lodo primario será extraído del fondo por medio de bombas de tipo pistón, ya que se espera una concentración de lodos espesos.

El lodo primario espeso se enviará a los digestores anaerobios para su estabilización y más adelante ser desaguados en una batería de filtros banda

Después del tratamiento primario, la concentración promedio del agua cruda medida como DBO, aún será elevada, por lo que si se desean los menores costos posibles de operación, es imprescindible una fase inicial de tratamiento biológico, orientada a reducir la mayor parte del contenido orgánico del agua residual. Esta fase inicial se efectuará por vía aerobia, en un reactor aerobio de primera fase (Fotografía No. 14).



FOTOGRAFÍA No. 12. Co-espesador.



FOTOGRAFÍA No. 13. Co-espesador. Mampara

REACTOR AEROBIO PRIMERA FASE

Se trata de un sistema conocido como proceso de lodos activados en su variante completamente mezclada. Esta selección responde al requerimiento de una alta eficiencia en la eliminación de material orgánico contaminante el cual se muestra en la fotografía No 14.

En este sistema, una vez alcanzado cierto grado de tratamiento se presenta la separación de la masa microbiana floculenta (lodo) por simple asentamiento (proceso conocido como clarificación o sedimentación). La mayor parte de los lodos separados se regresan a la etapa de aireación con objeto de mantener la concentración celular constante en dicha etapa del proceso.

Debido al elevado contenido de nitrógeno amoniacal en el agua cruda se considera inútil una etapa de nitrificación, por lo que el reactor aerobio estará orientado exclusivamente a la remoción de materia orgánica.

El régimen hidráulico en el reactor será el de mezcla completa, con el propósito fundamental de otorgar mayor estabilidad a la operación, tomando en cuenta la dilución provocada por la mezcla.

En el fondo del tanque de aireación, se instalarán una red de difusores de aire, alimentados por sopladores, los cuales tienen al mismo tiempo, la doble función de transferir el oxígeno a los microorganismos y de mantener completamente mezclado el contenido del reactor. Es conveniente señalar que el tipo de aireación seleccionado evita la generación de aerosoles, lo que permite tener una operación más limpia en la fase aerobia del tratamiento.

Con el fin de mantener constante la concentración de biomasa dentro del tanque de aireación, los lodos asentados en un sedimentador secundario, serán retornados a dicho tanque. Para esta operación, los lodos serán recolectados continuamente en el fondo del sedimentador, por una tolva, de la que serán tomados por una bomba centrífuga horizontal y

una parte de ellos serán retornados al tanque de aireación, mientras que la otra será enviada a la purga de lodos aerobios que se encuentra en el co-espesador.



FOTOGRAFÍA No. 14. Reactor aerobio primera fase.

El agua resultado de este proceso, pasará de nuevo por un proceso de aireación en tanques aerobios de segunda fase, que se muestran en la fotografía No. 15 con características de funcionamiento similares a las del reactor aerobio primera fase, pero con dimensiones diferentes.



FOTOGRAFÍA No.15. Reactor aerobio segunda fase.

El influente del reactor aerobio segunda fase, entrará a los sedimentadores secundarios (Fotografía No. 16.), el agua clarificada será evacuado por vertedores en la parte superior del sedimentador, siendo esta agua el efluente final del tratamiento biológico.



FOTOGRAFÍA No. 16. Sedimentador secundario.

El agua clarificada se incorporará en el tanque de contacto con cloro existente para adicionarse a la línea de agua tratada de la P. T.A.R. (Planta Tratadora de Aguas Residuales) existente mediante un cárcamo de bombeo (Fotografía No. 17) es decir, en este proyecto no se tiene el alcance de desinfección del agua.



FOTOGRAFÍA No. 17. Cárcamo de bombeo de agua tratada.

MANEJO DE LODOS DE PURGA.

Los lodos biológicos de purga del proceso biológico, se bombearán hacia un digestor anaerobio de lodos. El lodo de purga del reactor aerobio será espesado antes de su digestión en el propio co-espesador.

DIGESTOR ANAEROBIO DE LODOS.

Además de los lodos generados en el tratamiento primario se tendrá la aportación del lodo de purga del proceso secundario

La digestión de lodos se llevará en dos digestores de lodos de tipo anaerobio, ambos construidos de concreto armado (Fotografía No. 18).

El digestor de lodos contará con las facilidades auxiliares necesarias para la compresión y generación de vapor en calderas. Asimismo, se considera necesaria la instalación de un gasholder y fundamentalmente un equipo de lavado del biogás, ya que debido a la elevada concentración de sulfatos en el agua cruda, la generación de sulfuros y H_2S será considerable, por lo que habrá que eliminarlos antes del rehusó del biogás.



FOTOGRAFÍA 18.0. Digestores anaerobios de lodos.

DESAGUADO DE LODOS DIGERIDOS.

Los lodos estabilizados en el digestor se enviarán a desaguado en una batería de filtros tipo banda (Fotografía No. 19), al final se obtendrá una masa de lodo con un contenido de humedad de un 75%(Fotografía No.20). Dado que la generación de lodo disminuirá sensiblemente con el digestor.

Para mejorar la drenabilidad del lodo digerido se contará con un equipo automático de dosificación de polímero líquido, el cual se instalará adyacente al área donde se encuentra instalado el filtro.



FOTOGRAFÍA No.19. Filtros banda



FOTOGRAFÍA No. 20. Lodo para disposición.

MANEJO DE BIOGÁS.

El biogás generado en el digestor tendrá la posibilidad de ser enviado hacia un quemador atmosférico para su incineración (Fotografía No. 21).

No obstante el volumen es apreciable, así que será suficiente para mantener la temperatura en el digestor anaerobio en condiciones óptimas. Sin embargo, dado el elevado

contenido de H_2S en el biogás, será necesario lavarlo; para ello se utilizará un sistema de lavado de biogás.



FOTOGRAFÍA No. 21. Quemador de biogás

No obstante se pretende la cogeneración para el uso dentro de la misma planta.



FOTOGRAFÍA No. 22. Tanque de almacenamiento de biogás que será utilizado en la cogeneración.

CAPITULO III

**NORMAS DE SEGURIDAD QUE SE DEBEN TENER
PRESENTES DURANTE LA EJECUCIÓN DEL
PROYECTO**

CAPITULO III.- NORMAS DE SEGURIDAD QUE SE DEBEN TENER PRESENTE DURANTE EJECCIÓN DEL PROYECTO.

Dentro del ámbito de la construcción se presentan condiciones de riesgos en forma constante, situación que con un adecuado plan de trabajo y siguiendo las normas de seguridad necesarias se puede disminuir en gran número la posibilidad de que el personal que se encuentra involucrado en el proyecto sufra algún tipo de lesión.

Es por eso que para mantener las condiciones óptimas de un ambiente de trabajo, a continuación se mencionan algunas normas y pasos a seguir con lo que se lograría, en gran medida la reducción de lesiones y problemas del ámbito legal.

- Se designará al personal necesario para preservar y establecer las condiciones de seguridad e higiene. El personal designado debe estar ampliamente capacitado.
- Se establecerán planes de trabajo en los cuales se deberá identificar los peligros existentes en el lugar de trabajo y evaluar los riesgos asociados a ellos. Esta evaluación se presentarán de forma semanal en las reuniones de trabajo establecidas, tanto con el cliente, la constructora y la empresa encargada de la supervisión.
- Se colocará un cercado perimetral para evitar que personal ajeno a la construcción ingrese, asimismo se designará personal para el control del acceso.



FOTOGRAFÍA No. 23. Caseta de vigilancia para el control de acceso.



FOTOGRAFÍA No. 24. Cercado perimetral y personal de vigilancia.

- Se tendrá que identificar a todo el personal que labore dentro de la obra mediante el uso de gafetes y se establecerá un código de color en los cascos para distinguir a las diferentes cuadrillas de trabajo. (herrereros, ferrallista, carpinteros, electricistas, albañiles, ingenieros, supervisores y visitantes o proveedores).
- Debe impartirse capacitación a todos los niveles: desde la dirección, supervisión y obreros.
- Se colocarán señalizaciones para identificar los riesgos en las diferentes áreas de trabajo, así como los accesos y salidas de emergencia.



FOTOGRAFÍA No. 25. Señales indicativas de equipo de seguridad requerido.



FOTOGRAFÍA No. 26. Señales indicativas establecidas en lugares de riesgo.

Bajo estos criterios se establecerá la forma de conducir la seguridad e higiene dentro de la construcción y a continuación se identifican los principales riesgos y medidas de seguridad que el personal que labora dentro de la obra debe conocer.

- El personal que labore dentro de la obra debe contar con el equipo de protección personal y que tiene por objeto proteger al trabajador de un daño específico, consecuencia de una actividad laboral. Los equipos de protección se clasifican según la parte del cuerpo a proteger.
- Casco: este elemento protege contra choques, golpes, caídas, proyección de objetos, descargas eléctricas y quemaduras. Se recomienda un uso de no más de 2 años, el peso debe ser menor de 450 grs.
- Lentes: previene del impacto de partículas solidas volátiles, salpicadura de líquidos, radiaciones, no deben ser de cristal.
- Protección oídos: Previene la sordera temporal o permanente producida por ruidos de maquinaria u otros elementos.

- Calzado: el calzado debe ser de un material resistente y con casco de acero en el caso del personal que labore en subestaciones las características del calzado deben ser con suela dieléctrica y casco del mismo material.
- Guantes: se debe proporcionar guantes, este artículo se proporcionará a todo el personal en general.
- Protección de las vías respiratorias: se recomendará el uso de mascarillas, mascararas para gas o aparatos para respiración dependiendo de los riesgos de los trabajos realizados y que deberán ser claramente identificados.
- Prendas de señalización: se recomienda el uso de este artículo donde el tránsito vehicular o de maquinaria pesada es constante o existe movimiento de materiales mediante el uso de grúas.



FOTOGRAFÍA No. 27. Personal laborando con equipo de seguridad



FOTOGRAFÍA No. 28. Personal laborando con equipo especial para sacar radiografías.

Cuando se trabaje cerca de líneas de alta tensión, se tendrá que mantener una distancia mínima de 6.0 m., para evitar formar un arco y ser víctima de un accidente, o en el dado caso que sea necesario se coordinará con la C.F.E. para pedir libranzas de energía y poder trabajar sin ningún riesgo.

- Uso de andamios y plataformas: los andamios deben permitirnos movernos con comodidad y tener a la mano los útiles, herramientas y materiales para el trabajo. Su ancho debe ser de 60 cm y con un espesor de 4 cm si es madera; contaran con barandales y con un rodapié que evite la caída de materiales o herramienta. Los accesos a los andamios, sean escaleras o rampas, deben ser seguros. Las escaleras deberán estar aseguradas para que no se doblen o se muevan de costado.



FOTOGRAFÍA No. 29. Andamio exterior con barandales



FOTOGRAFÍA No. 30. Andamio interior con barandales.

- El personal que labore a más de 3.0 m. de altura, deberá utilizar cuerdas de vida y arnés, la cuerda de vida no excederá los 1.5 m.
- Se vigilará que el uso de la maquinaria dentro de la obra sea el adecuado, evitar transporte de personal en el cucharón o en un costado de las casetas del operador de la Retroexcavadora.
- Se deberá controlar la velocidad de los vehículos que circulen dentro de la obra los cuales no deberán superar los 10 Km/h.

- Cuando se trabaje a grandes alturas se deberá considerar las condiciones ambientales ya que el trabajar con vientos muy fuertes podría causar la caída de algún trabajador, al igual que cuando exista alguna tormenta eléctrica se deberá suspender las labores por el riesgo de sufrir una descarga eléctrica.
- Se prohibirá el consumo de alcohol, tabaco o sustancias enervantes dentro o en los perímetros de la obra.
- Cuando se realice algún movimiento de materiales o equipo mediante el uso de maquinaria se debe revisar que las eslingas se encuentren en buenas condiciones.
- Los sólidos domésticos serán depositados en contenedores (Fotografía No. 28) con tapa ubicados estratégicamente en las áreas de generación de desechos (Fotografía No. 28). Su disposición final deberá realizarse en donde la autoridad local lo determine de forma periódica y adecuada, a efecto de evitar tanto su dispersión como la proliferación de fauna nociva.



FOTOGRAFÍA No. 31. Los contenedores pueden ser de materiales sobrantes o de desperdicio evitando gastos y economizando.

- Los sólidos como empaques de cartón, madera, desperdicio de PVC, sobrantes de soldadura y metales susceptibles de reutilización, serán canalizados hacia campañas dedicadas al reciclaje de estos materiales.
- Los residuos de los materiales que se utilicen para el montaje, la instalación pruebas de equipo tales como botes, residuos de pintura, estopas y papeles impregnados con aceite, pintura, grasas, solventes y aceites gastados, provenientes de la lubricación del equipo y la maquinaria, deberán ser considerados como residuos peligrosos. Por lo que serán colectados y almacenados (Fotografía No. 32) con forme a lo dispuesto en el reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección del ambiente en materia del residuos peligrosos y ser enviados posteriormente para su reciclaje incineración y confinamiento a lugares avalados por esta secretaría.



FOTOGRAFÍA No. 32. Almacén de residuos peligrosos. Deberá estar rotulado, contará con extinguidor y estará bien ventilado para evitar la acumulación de gases peligrosos.

- Instalar letrinas portátiles en cantidad suficiente para todo el personal, en proporción de 1 letrina por cada 25 trabajadores, vigilando que la empresa contratista, realice un mantenimiento periódico y una disposición adecuada a los residuos generados.



FOTOGRAFÍA No. 33. Letrinas portátiles: se dispondrán en lugares de fácil acceso y se colocaran agua potable para el aseo.

- Considerar y diseñar las obras de drenaje que sean necesarias para conservar los patrones del área y para evitar el acumulamiento del agua pluvial que pudiera contaminarse con los residuos de la maquinaria y equipo en uso.
- Obtener y abastecer en caso de requerir agua cruda para el desarrollo del proyecto, mediante el servicio de carros pipa y el agua potable para el uso de los trabajadores en las compañías potabilizadoras de agua del lugar.
- El material trasladado a la obra como tubos, postes de señalamiento, agregados, etc. se colocara de tal manera que no obstruya la circulación vial y el movimiento peatonal.
- Llevar a cabo la reparación o mantenimiento periódico y adecuado del equipo y maquinaria en talleres especializados para tal fin. En caso de que esta actividad por alguna emergencia se realice en el predio, se deberá efectuar en un área impermeabilizada, que presente características que permitan la recolección de grasas, lubricantes de desecho, solventes, pinturas, etc. así como los envases que contengan

este tipo de residuos, los cuales se almacenarán en tambos debidamente etiquetados y se entregarán para su manejo y disposición final a empresas autorizadas.

- Las instalaciones eléctricas provisionales utilizadas durante la obra, deben estar protegidas y debidamente señalizadas y se colocarán a una altura considerable para que no obstaculice el paso de peatones o camiones.
- Se colocarán extintores de fuego en toda la obra principalmente en los almacenes y oficinas.
- Se colocará un botiquín de primeros auxilios.

Estas son algunas consideraciones de seguridad básicas que pueden mantener un lugar de trabajo seguro. Sin embargo tenemos que tomar en cuenta que dentro del área de trabajo se debe respetar el medio ambiente lo cual también ayuda en gran medida a mantener un ambiente de trabajo con calidad.

CAPITULO IV

TIPOS DE CIMENTACIÓN

CAPITULO IV.- TIPOS DE CIMENTACIÓN

IV.I.-PRELIMINARES.

Antes de comenzar con la construcción, se deberá revisar los vértices y colindancias. Se realizará un estudio de mecánica de suelos para conocer las características físicas del terreno y de esta manera poder determinar la profundidad de desplante y el tipo de cimentación, mejoramiento y proceso constructivo. De acuerdo a dichos estudios se determinó que los elementos que funcionarán como tanques, se desplantarán a 2.5 m. de profundidad y los edificios de servicio y laboratorio a 0.80 m. y 0.60 m. a excepción de los tanques digestores que se desplantarán a 6.5 m. de profundidad.

Antes de iniciar con los trabajos se debe realizar la limpieza del terreno para retirar la maleza, pero respetando la vegetación existente y si por cuestiones del proyecto se tiene que derribar algún árbol, se deberá realizar bajo las condiciones que dictamine la manifestación de impacto ambiental.

IV.II.-TIPOS DE CIMENTACIÓN.

En este proyecto, por la variedad de elementos existentes, se utilizaron diferentes tipos de cimentaciones, los cuales van desde mampostería de piedra braza, zapatas corridas y losas de cimentación.

A continuación se describe el proceso de construcción de cada uno de los tipos de cimentación antes mencionadas.

IV.III.-CIMENTACIÓN CON PIEDRA BRAZA.

Mampostería de piedra braza, este tipo de cimentación se utilizó en el edificio que funcionará como oficina (Fotografía No.34).



FOTOGRAFÍA No. 34. Oficina de administración de la planta del modulo de 150 lps.

IV.III.I.-TRAZO, EXCAVACIÓN Y NIVELACIÓN.

El proceso constructivo de la cimentación a base de mampostería de piedra braza, comienza realizando la limpieza del área de trabajo, la cual debe estar libre de material vegetal. Posteriormente se procede al retiro de la tierra vegetal que es de una capa de 20 cm. de espesor, la cual puede ser retirada mediante el uso de maquinaria o de forma manual con el uso de herramientas, esto dependerá de la disponibilidad de la maquinaria y de las características del terreno.

Como paso siguiente se debe realizar el trazo de las excavaciones, el cual será revisado por la supervisión antes de comenzar con las excavaciones, esta revisión se entregará por oficio y con una hoja de revisión y liberación dicha hoja, contendrá en su

formato los datos básicos del proyecto, lo cual servirá como referencia para alguna revisión futura (IMAGEN No1). Es de suma importancia que por toda actividad realizada, se asiente una nota de bitácora en la que se describa la actividad; las condiciones bajo las que se realizó, las observaciones y recomendaciones para dicha actividad, de esta manera se dejará antecedentes que puedan ser utilizados en alguna auditoria futura.

Una vez realizado el trazo y la liberación del mismo, se procederá con la excavación, la cual podrá realizarse, mediante el uso de maquinaria o de forma manual con la ayuda de herramientas, dependiendo de las características del terreno y de la disponibilidad de la maquinaria y mano de obra. En el área de la excavación se colocaran los señalamientos necesarios o cintas de seguridad en la cual se indique la actividad que se está desarrollando y de esta manera evitar accidentes.

IMAGEN No 1. Formato para la liberación de trazo y nivelación.

Concluidos los trabajos de excavación, se debe volver a rectificar los trazos de las cimentaciones y los niveles de desplante, ya que por el movimiento de materia producto de la excavación, los puntos o estacas que sirven de referencia pudieran haber sido movidos o golpeados de forma accidental. Rectificado el trazo, se comienza con la colocación de la cimentación, es importante mencionar que se deberá contar con planos del proyecto no solo en la oficina sino también en campo, de ser posible, que el maestro de obra los tenga a la mano, para cualquier duda que pueda surgir sobre la estructura, o bien alguna preparación o instalación que tenga que realizarse.

IV.III.II.- PIEDRAS

La piedra que se utilice, no deberá ser menor de 30 cm. y la junta no será mayor de 5 cm. ni menor de 2 cm. Las piedras deben estar limpias y sin rajaduras.

La resistencia mínima a compresión de la piedra en dirección normal a los planos de formación será de 150 kg/cm^2 . La resistencia mínima a compresión en dirección paralela a los planos de formación será de 100 kg/cm^2 . Que la absorción máxima sea del 4 % y la resistencia al intemperismo, sea del 10%. Se evitará en lo posible, el empleo de piedras de forma redondeada, canto rodados y lajeadas.

IV.III.III.- MORTEROS

Los morteros que se empleen en la mampostería, deberán tener una resistencia mínima a la compresión de 40 kg/cm^2 . El proporcionamiento de los morteros será elaborado por el laboratorio y este mismo se encarga del muestreo para mantener un control de calidad, de los materiales utilizados.

IV.III.IV.- PROCESO CONSTRUCTIVO.

La mampostería se desplantará sobre una plantilla de mortero o concreto que permita tener una superficie plana. En las primeras hiladas se colocarán las piedras de mayor dimensión, los vacíos se rellenarán con piedras chicas y morteros.

Una vez terminado la colocación de la cimentación, se procederá con el relleno de la sobre excavación, esta puede realizarse con el material producto de la excavación o bien, con material de banco, la compactación de este relleno será al 90%.



FOTOGRAFÍA No. 35. Cimentación de piedra braza.

IV.IV.- CIMENTACIÓN CON ZAPATAS CORRIDAS.

Este tipo de cimentación se utilizó en diferentes edificios como son el laboratorio, la caseta de almacenamiento de productos químicos, caseta de filtros banda, caseta de calderas, caseta de micro cribas y centro de control de motores.



FOTOGRAFÍA No. 36. Caseta de químicos.



FOTOGRAFÍA No. 37. Laboratorio.



FOTOGRAFÍA No. 38. Centro de control de motores.



FOTOGRAFÍA No. 39. Caseta intercambiador de calor.

IV.IV.I.- TRAZO, EXCAVACIÓN Y RELLENOS.

El proceso constructivo de las zapatas corridas comienza con la limpieza del área de trabajo. Como paso siguiente se deberá realizar el trazo de las excavaciones, el cual deberá ser revisado por la supervisión antes de comenzar con las excavaciones; esta revisión se deberá entregar por oficio y con un formato que contenga los datos básicos del proyecto lo cual servirá como referencia para alguna revisión futura (IMAGEN No1).En este proyecto, por

las características del terreno natural se requirió el mejoramiento con material de banco y en algunos casos el mejoramiento químico con cal.

Una vez liberado el trazo se comienza con la excavación y se realizará bajo las condiciones que se mencionan en la sección IV.III. El personal del laboratorio debe estar presente durante la excavación, el cual confirmará que el terreno cuente con las características físicas para el desplante, o si será necesario realizar algún mejoramiento con material de banco o de forma química, mediante la adición de cemento o cal, esta indicación solo podrá ser emitida por el laboratorio.

Si el laboratorio considera necesario, realizar algún mejoramiento con material de banco, éste dictaminará sus características, y en el caso de que no se cumplan, el laboratorio determinará el proporcionamiento para mejorar el material, mediante la adición de agregados pétreos. Si el mejoramiento del terreno natural se realiza de forma química es responsabilidad del laboratorio, el proporcionar cual será la cantidad de cemento o cal que se adicionará por metro cuadrado. En cualquiera de los dos casos se debe revisar la compactación del terreno ya mejorado con la ayuda del laboratorio, el cual deberá entregar no solo los resultados de las compactaciones sino también un acta de liberación de desplate, en el cual se manifieste que el terreno cumple de forma satisfactoria para la distribución de las cargas a las que estará sometido.



FOTOGRAFÍA No. 40. Excavación del terreno natural.



FOTOGRAFÍA No. 41. Mejoramiento del terreno natural.

IV.IV.II. COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.

Terminados los trabajos de excavación, se realiza la verificación de los trazos y niveles de desplantes como se menciona en la sección IV.III.I. Se comienza con la colocación de acero de refuerzo en rodapié y trabes de liga, el acero se colocará sobre una plantilla de concreto de 100 kg/cm^2 y un espesor de 5 cm, con la finalidad de que el acero no tenga contacto con la superficie del terreno mejorado. Durante la colocación del acero, se debe revisar su alineación, el armado y la limpieza, es decir que este libre de oxido, aceites o polvo. La supervisión deberá entregar un acta de liberación del acero para poder continuar con la colocación de cimbra.



FOTOGRAFÍA No. 42. Colocación del acero en rodapié.



FOTOGRAFÍA No. 43. Colocación de traveses de liga.

IV.IV.III. COLOCACIÓN DE CIMBRA.

Una vez terminada la colocación de acero, se procederá con la colocación de cimbra. Es importante mencionar que la cimbra debe estar curada de forma adecuada y debe estar impregnada con desmóldate, si la cimbra es de madera solo podrá dársele 3 usos; se verificará la colocación de la cimbra, se plomeará y se revisará que cumpla con los recubrimientos que el proyecto solicite. Antes de la colocación del concreto se inspeccionará el área donde se va a colocar, el cual debe estar libre de basura, clavos, restos de cimbra, alambre y polvo.



FOTOGRAFÍA No. 44. Colocación de concreto.



FOTOGRAFÍA No. 45. Cimentación terminada.

IV.IV.IV.- COLOCACIÓN DE CONCRETO.

Durante la colocación de concreto se cuidarán los siguientes aspectos: que el concreto cumpla con la resistencia especificada en el proyecto, que el revenimiento sea de acuerdo a proyecto, si el concreto es elaborado en obra, el laboratorio emitirá el proporcionamiento del concreto a utilizar. Se muestreará el concreto para verificar la resistencia del mismo. Es importante que el concreto sea vibrado correctamente para lograr un acomodo uniforme, y que sea colocado en forma continua para evitar la generación de juntas frías. Si por alguna razón es necesaria la colocación de concreto fraguado con concreto nuevo, se procederá con la utilización de aditivos para que se adhieran.

IV.IV.V.- DESCIMBRADO

Terminada la colocación de concreto se debe esperar a que el concreto adquiera la resistencia para sostener su propio peso, alcanzada la resistencia se podrá descimbrar y se procederá con el curado, este procedimiento se puede realizar mediante la colocación de una membrana o mediante la adición de agua.

IV.V.-LOSAS DE CIMENTACIÓN.

Este tipo de cimentación, fue utilizada en los tanques de homogenización, tanque de medición de PH, tanque de mezcla, co-espesadores, cárcamo de lodos, reactores aerobios primera y segunda fase, sedimentador secundario, tanque de almacenamiento de lodos y cárcamos de bombeo.



FOTOGRAFÍA No. 46. Tanque de medición de PH.



FOTOGRAFÍA No. 47. Cárcamo de bombeo.



FOTOGRAFÍA No. 48. Cárcamo de lixiviados.



FOTOGRAFÍA No. 49. Tanque de almacenamiento de lodos.

El proceso constructivo de estas losas de cimentación, se realizó bajo condiciones de cuidado muy específicas para que cumpliera adecuadamente con el funcionamiento y que

tolerara las condiciones tan agresivas a las que estarán sometidos. El concreto utilizado fue un concreto con cemento puzolanico que es mucho más impermeable que el concreto portland normal y tendrá una resistencia de 300 kg/cm^2 .

IV.V.I.- TRAZO, ESCAVACIÓN Y RELLENOS

Se inician los trabajos de la cimentación con el trazo de las estructuras, para posteriormente continuar con las excavaciones. Una vez terminada la excavación se comienza el relleno con material de banco para el mejoramiento del terreno; el relleno se deberá realizar en capas de 25 a 30 cm. de espesor, esta recomendación se da porque la fuerza de acción del vibro compactador pierde su efectividad mas allá de este rango de profundidad. Cada capa colocada será revisada por el laboratorio encargo del control de calidad y según especificaciones del proyecto, los rellenos se compactaran al 95%.



FOTOGRAFÍA No. 50. Excavación y acarreo de material, hacia los lugares designados para su depósito.

La liberación de los rellenos se expedirá, cuando se halla revisado y liberado el nivel de desplante, revisados los niveles se procederá a la verificación de los trazos de desplante de la cimentación, se continua el proceso con la colocación de la plantilla de concreto de 100

Kg/cm² con un espesor de 5 cm; para proteger al acero de refuerzo del contacto con el relleno y evitar la oxidación por la humedad.



FOTOGRAFÍA No. 51. Revisión de la compactación.



FOTOGRAFÍA No. 52. Trabajos de compactación.

IV.V.II.- COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.

Se comienza con la colocación del acero de refuerzo, el cual deberá ser muestreado para verificar su calidad, la recomendación es que por cada lote (10 ton.) se realice una prueba a la tensión y si se cree necesario, se realizará una prueba de análisis químico al acero. El acero ya colocado, se inspeccionará para verificar que se encuentre correctamente alineado, que todas las varillas se encuentren amarradas y que corresponda con el diseño estructural, también se verificará que los traslapes del acero correspondan con los indicados en el proyecto y de una forma más superficial se revisará que el acero se encuentre libre de óxidos, aceites y materiales extraños, que pudiesen influir en la capacidad estructural del elemento.



FOTOGRAFÍA No. 53. Colocación de acero de refuerzo en losas de cimentación.

IV.V.III.- COLOCACIÓN DE BANDAS DE P.V.C.

Por las dimensiones de los tanques, el concreto se colocará en secciones, y en las junta de construcción se colocarán bandas de P.V.C. las cuales ya colocadas se les realizarán pruebas destructivas en las uniones, se verificará que las uniones se realicen de forma correcta de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, también se revisará que la banda, se encuentre alineada de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

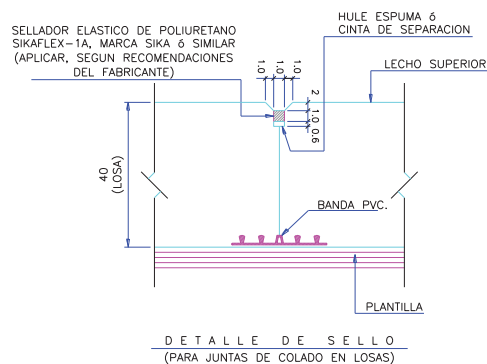
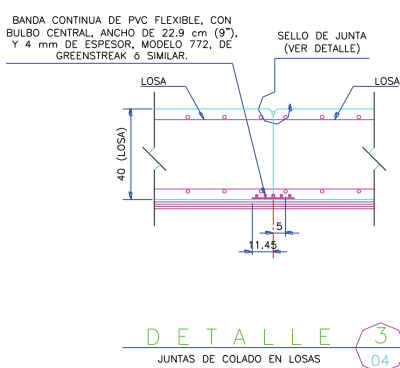


IMAGEN No.2. Detalles de la colocación de las bandas de P.V.C en las juntas de construcción.

IV.V.IV.- COLOCACIÓN DE CIMBRA.

Terminada la colocación del acero de refuerzo y las bandas de P.V.C. se comenzará con la colocación de la cimbra, la cual deberá estar bien curada y perfectamente impregnada con desmóldante y en el caso de ser de madera, solo se le podrá dar 3 usos, ya que después de estos empieza a deformarse por el mismo uso. Se verificará que la cimbra este bien alineada, plomeada y que esté debidamente asegurada para evitar la deformación por el peso del concreto.



FOTOGRAFÍA No. 54. Colocación y revisión de la cimbra antes de la colocación de concreto.

IV.V.V.- COLOCACIÓN DE CONCRETO.

Cuando se termine con la colocación y revisión de la cimbra, se podrá comenzar con la colocación de concreto; a continuación se indica cuales son los cuidados que se deben de tener con el manejo del concreto antes, durante y después de la colocación.

- Se recomienda que se proporcione un programa de colados a la concretera de toda la semana o bien si no se puede, por lo menos del día siguiente, esto para prevenir a la concretera sobre la cantidad de producto a utilizar y también evitar retrasos en la obra

por la falta de equipo por parte de la concretera. En el programa de colado, se especificará el volumen, la resistencia, revenimiento, el horario y el elemento a colar. Se recomienda programar la colocación de concreto por la mañana o después del medio día, se propone de esta manera, ya que es cuando hay una menor cantidad de tránsito vehicular.

- Se revisará que los accesos tanto a la obra como a los elementos a colar, estén bien habilitados, ya que los camiones revolvedora y las bombas para el concreto son equipos, que debido al peso que manejan, deben contar con un buen acceso y de esta manera evitar accidentes.
- El concreto no se colocará si la temperatura ambiente es menor de 5 °C o mayor de 30 °C, también es de considerar el viento como un factor, ya que este elemento podría causar la pérdida de humedad muy rápida y provocar agrietamientos.
- A la llegada del concreto a la obra se revisará el revenimiento así como la temperatura del mismo, no se colocará concreto con más de una hora y media ya que se puede considerar que es un concreto que ya está fraguando. Si se aplican aditivos se dejarán a consideración del fabricante y será responsabilidad de quien reciba el concreto.
- Se sacará una muestra de concreto, por cada 30 m³, el muestreo deberá realizarse directamente del camión revolvedora.
- El concreto, no se verterá desde una altura mayor de 1 m. para evitar la segregación por caída, no se permitirá que el concreto escurra por más de 1.5 m. Se evitará en lo posible el traspaleo del material para evitar la segregación.

- Si la sección donde se colocará el concreto tiene una altura mayor de 0.50 m. el concreto se verterá en capas para evitar la segregación.
- El agua utilizada para humedecer el área donde se colocará el concreto, deberá estar libre de impurezas de ser posible usar agua potable.
- Si se coloca concreto viejo (fraguado) con nuevo, se utilizaran epoxicós que permitan la unión entre ambos.
- Se contará con número necesario de vibradores, los cuales se deben revisar antes de la colocación del concreto. El personal encargado del vibrado será capacitado para que durante esta actividad no segregue el concreto o no lo vibre de forma adecuada.

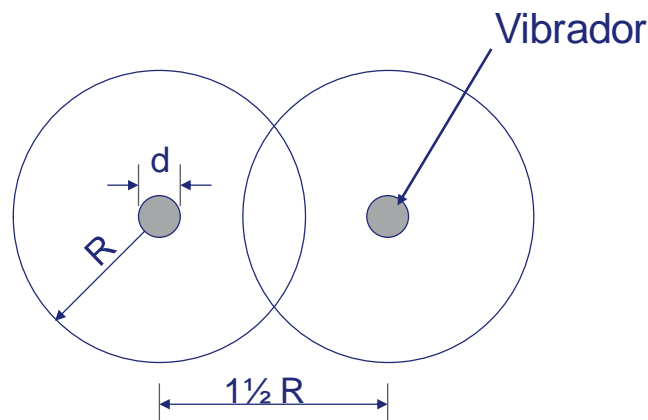


IMAGEN No.3. Forma en la que se debe utilizar el vibrador.

- Durante la colocación del concreto se deberá verificar la alineación y plomeo de la cimbra, ya que por efecto de la caída del concreto esta pudiera aver sufrido algún movimiento.

- Terminada la colocación de concreto en losas se procederá con la aplicación de una membrana de curado y para un mejor funcionamiento, se propone la colocación de un plástico sobre las losas, este deberá ser blanco o transparente, no se permite el uso del color negro.



FOTOGRAFÍA No. 55. Colocación y acomodo del concreto en losas de cimentación.

Con estas pasos se obtendrán mejores resultados en la colocación de concreto, pero se tiene que recordar que lo principal, dentro de la ejecución de algún trabajo es la coordinación y esta solo dependerá del personal encargado de la obra.

IV.V.VI.- DESCIMBRADO.

El proceso de descimbrado se realizará cuando el concreto alcance la resistencia suficiente como para sostener su propio peso, este tiempo puede variar dependiendo de las condiciones climatológicas.

IV.VI. LOSA DE CIMENTACIÓN EN DIGESTORES.

- Vale la pena hacer mención de este tipo de cimentación por separado, aunque el proceso constructivo de la cimentación es similar al mencionado en la sección IV.V, este elemento por sus estructura, dimensión y funcionamiento tuvo algunos proceso diferentes de construcción que van desde el mejoramiento del terreno natural hasta el tipo de curado.



FOTOGRAFÍA No. 56. Tanque digestor anaerobios No.1.



FOTOGRAFÍA No. 57. Tanque digestor anaerobios No.2.

IV.VI.I TRAZO, EXCAVACIÓN Y RELLENO.

Este proceso es similar y bajo las mismas condiciones que se mencionan en las secciones IV.III.I, IV.IV.I y IV.V.I. El nivel de desplante para el mejoramiento se realizará por recomendaciones del laboratorio a una profundidad de 6.5 m. en este nivel se encuentra un estrato de grava con arena. Terminados los trabajos de excavación se coloca una malla electro soldada y sobre esta una capa de mortero, para mantener estables los taludes de la excavación, con este trabajo se pretende evitar que el material se intemperise y evitar el derrumbamiento de los taludes, con lo cual se previenen posibles accidentes.

Durante las excavaciones se encontró el nivel freático, por lo que el proceso de desplante se realizó mediante el uso de un pedraplen.



FOTOGRAFÍA No.58. Proceso de excavación y retiro de material.



FOTOGRAFÍA No. 59. Nivel freático encontrado.



FOTOGRAFÍA No 60. Colocación de malla electro soldada y mortero en taludes.

La colocación del pedraplen se realizó después de achicar el agua durante 24 h. para abatir el nivel freático y de esta manera poder trabajar con el relleno, por recomendación del

laboratorio se coloca este pedraplen con una altura de 1.5m. La colocación de este material se realizo en capas de 30 cm. y se le dio el acomodo con la ayuda de una excavadora, posteriormente para verificar el acomodo del material, se realizó una prueba de placa.



FOTOGRAFÍA No. 61. Trabajos de colocación y acomodo de pedraplen.



FOTOGRAFÍA No. 62. Realización de la prueba de placa.

Terminada la colocación del pedraplen, se comenzó con los rellenos con material de banco, se realizaron bajo los mismos criterios de las secciones IV.III.I, IV.IV.I y IV.V.I antes mencionadas.



FOTOGRAFÍA No. 63. Trabajos de relleno con material de banco.



FOTOGRAFÍA No. 64. Verificación de las compactaciones mediante un densímetro nuclear.

IV.VI.II.- COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO

Se realizó bajo las mismas condiciones que se mencionan en las secciones IV.IV.II y IV.V.II



FOTOGRAFÍA No. 65. Colocación del acero estructural en la losa de cimentación.



FOTOGRAFÍA No. 66. Colocación, limpieza y revisión del acero estructural en la losa de cimentación.

IV.VI.III.- COLOCACIÓN DE BANDAS DE P.V.C.

Se realizo conforme a lo indicado en la sección IV.V.III



FOTOGRAFÍA No. 67. Colocación de bandas de P.V.C.

IV.VI.IV COLOCACIÓN DE CIMBRA.

Los trabajos de colocación de cimbra se realizaron bajo los mismos criterios de la sección IV.V.IV.



FOTOGRAFÍA No. 68. Colocación de cimbra en losa de cimentación.



FOTOGRAFÍA No. 69. Colocación de cimbra en fuste de cimentación.

IV.VI.V.- COLOCACIÓN DE CONCRETO.

La colocación de concreto en este elemento se realizó siguiendo las recomendaciones especificadas en las secciones IV.IV.III y IV.V.III. El concreto utilizado en este elemento fue un concreto con cemento puzolanico y humo de sílice, la resistencia de este concreto de acuerdo al proyecto será de 450kg /cm^2 . Por el volumen de concreto que se manejaría, se propuso el suministro del concreto de dos plantas concreteras ya que los tiempos de producción y las distancias que tenían que recorrer las unidad era muy extenso, lo cual podría provocar la generación de juntas frías y con el abastecimiento de dos plantas se soluciono este problema. En el proceso de colocación del concreto, se observo que la bomba de concreto, por las diferentes maniobras que tenía que realizar, tardaba mucho tiempo en la descarga, por lo que también se propuso el uso de dos bombas más y de esta manera acelerar el proceso.

La preocupación mostrada por los tiempos de colocación se manifiesta porque este tipo de concreto con cemento puzolanico al tener una resistencia de proyecto de 450 kg/m^2 y estar mejorado con humo de sílice, genera mucho más calor que un concreto normal.



FOTOGRAFÍA No. 70. Proceso de colocación del concreto.



IV.VI.VI CURADO DEL CONCRETO.

El curado del concreto también fue una de las preocupaciones que se tuvo, en su colocación, en este caso se descartó la aplicación de una membrana ya que se considero que por el espesor del concreto en la losa de cimentación, este método sería ineficaz, se pensó en la utilización del vapor, pero al realizar un balance en los costos, se descarto este método. Finalmente se decidió por la utilización de costal de yute, el cual sería colocado y humedecido

sobre la losa, pues se comprobó que esté materia guardaba la humedad, por mucho más tiempo, lo cual permitirá al concreto un fraguado de mejor calidad.



FOTOGRAFÍA No. 71. Colocación de costales de yute para el curado del concreto.

IV.VI.VII DESCIMBRADO.

El descimbrado, se realiza bajo los mismos lineamientos de la sección IV.V.VI. Toda cimbra que ha sido utilizada y que se le vaya a dar otro uso se deberá limpiar perfectamente.



FOTOGRAFÍA No. 72. Sección de concreto descimbrada y compactación del relleno de la sobre excavación

CAPITULO V
TIPOS DE ESTRUCTURAS UTILIZADAS Y PROCESO DE
COLOCACIÓN

CAPITULO V.-TIPOS DE ESTRUCTURAS UTILIZADAS Y PROCESO DE COLOCACIÓN

La estructura, es un elemento que tiene la función de soportar y transmitir de manera concentrada o uniformemente distribuida, las cargas vivas y muertas hacia la subestructura.

Dentro de la ejecución del proyecto las principales estructuras utilizadas fueron los muros de tabique, muros de concreto, columnas, losas rígidas, losa acero y techumbres. Cada uno de estos elementos debe cumplir con las especificaciones que marca el proyecto. Estos elementos además de cumplir con su función estructural, son los que generalmente se encuentran más a la vista y por lo tanto se debe tener un especial cuidado, no solo en el aspecto estructura sino también en cuanto a su estética.

V.I.- MURO DE TABIQUE.

Los elementos construidos con este material fueron los edificios de servicio, oficina, laboratorio, edificio de químicos, edificio de calderas y compresores de gas.

El tabique utilizado en esta obra será de barro rojo recocido con dimensiones de 7 x 14 x 28 cm, y deberá cumplir con las especificaciones que marca el proyecto. El tabique esta reforzado con castillos y trabes de concreto armado.

Para la correcta colocación del tabique, se deben considerar los siguientes aspectos que se mencionan a continuación.

- Los tabiques se deben apilar o acomodar en un área que no interfiera con el paso vehicular o peatonal.
- Se humedecerán los tabiques con agua para asegurar la adherencia del mortero.

- Se utilizará mortero con el proporcionamiento de la mezcla que el laboratorio haya proporcionado.
- Se cuidará el nivel y la verticalidad de los muros mediante el uso de plomos.



FOFOTOGRAFÍA No. 73. Colocación de tabiques en muros.

- Cuando la colocación de los tabiques en los muros se haya terminado y esta sea superior al metro se dará un tiempo mínimo de 12 horas a la estructura para que adquiera su resistencia, o en su defecto las estructuras se anclaran o se apuntalaran, de tal manera que la fuerza del viento, no provoque su caída.
- La cimbra utilizada para castillos y dalas en muros será de madera por ser el material más común y fácil de conseguir.
- La cimbra se revisará para verificar que se encuentre perfectamente alineada y reforzada para evitar que baje la resistencia del concreto por la pérdida lechada.

- La cimbra se tendrá que curar con diesel o aceite con la finalidad de facilitar el descimbrado y que la cimbra no absorba agua y se fisure.
- Los concretos se vibrarán para lograr el acomodo del concreto y expulsión de burbujas de aire.
- La cimbra se podrá retirar una vez que el concreto haya fraguado, lo cual dependerá de las condiciones climatológicas.
- Terminados los trabajos de colocación de tabique y concreto en trabes y castillos, se recomienda realizar trabajos de limpieza de los escombros producidos.



FOTOGRAFÍA No. 74. Muros terminados.

Con estos pasos se garantiza que los muros de tabique reforzado con castillos y trabes de concreto tenga un acabado de primera y que cumpla perfectamente para la distribución de cargas.

V.II MUROS DE CONCRETO REFORZADO.

Los muros de concreto fueron utilizados en todos los tanques y cárcamos de bombeo.

El concreto utilizado en los muros es un concreto puzolanico de $350\text{kg}/\text{cm}^2$ y $450\text{kg}/\text{cm}^2$, en el muro de los digestores con un agregado 3/4. Para la perfecta colocación del concreto en los muros de estos tanques, el procedimiento de construcción se realizo de la siguiente manera.

- Colocación de acero de refuerzo: Durante la colocación se revisará la alineación del acero, que el armado corresponda con el proyecto, se deberá revisar la limpieza de las varillas que estas no estén oxidadas o que se encuentren contaminadas con algún material extraño el cual pudiera evitar la perfecta adherencia entre el concreto y el acero.



FOTOGRAFÍA No. 75. Acero de fuerzo en muros.

- Colocación de banda de P.V.C.: durante la colocación de la banda de P.V.C.se cuidará que la banda esté perfectamente alineada, que la bandas se encuentre libre de residuos de concreto de algún colado anterior. Se revisará también que las uniones de las bandas estén como lo marca el proyecto, a estas uniones se les realizarán pruebas destructivas para verificar su resistencia. Se recomienda que en la banda horizontal, dentro del bulbo se coloque una varilla para poder alinearla.



FOTOGRAFÍA No. 76. Colocación de banda de P.V.C.

- La cimbra se alineará como lo marca el proyecto la verificación de la cimbra la realizará un topógrafo mediante la ayuda de la estación total, se revisará la verticalidad del muro con la ayuda de una plomada, se cuidarán los espesores de los recubrimientos de acero.



FOTOGRAFÍA No. 77. Cimbra en muros

- La cimbra utilizada se curará con diesel y solo podrá dársele tres usos ya que después de estos se comienza a deformar y a astillarse, lo que nos producirá un acabado aparente de mala calidad y debemos considerar que el proyecto manifiesta que todos

los muros de concreto serán de acabado aparente, es recomendable cumplir con esta recomendación.



FOTOGRAFÍA No. 78. Colocación de banda P.V.C.

- Terminados los trabajos de colocación de cimbra, se comienza con la colocación de concreto. La colocación de concreto en este elemento se realizó siguiendo las recomendaciones especificadas en las secciones IV.IV.III y IV.V.III. El proceso de colocación en los muros de los digestores fue diferente, debido al movimiento o maniobras que tenía que realizar la bomba de concreto, se sugirió la utilización de 3 bombas ya que, por la preparación de las varillas verticales el movimiento de la tubería dentro del muro se tornaba muy lento.



FOTOGRAFÍA No.79. Colocación de concreto.

- Curado de concreto: el curado del concreto en los tanques se realizo mediante la aplicación de una membrana y en el digestor se utilizó el costal de yute mojado con agua como se menciona en la sección IV.VI.VI. Concluidos los trabajos de la colación de concreto fresco, se recomienda lavar la cimbra con la finalidad de no limpiarla después mediante golpes, lo que disminuye el tiempo de uso de una cimbra ya sea de madera o de acero.



FOTOGRAFÍA No. 80. Muro terminado.

- Retirada la cimbra en las juntas de construcción se aplicará sicaflex con la finalidad de sellar las juntas, en los orificios que se dejan por los espárragos se resanarán con graut.

V.III. COLUMNAS.

Las columnas se utilizaron en las micro cribas. Estas tienen una sección de 30 cm. x 30 cm. se utilizo concreto de 300 kg/cm^2 y un armado de 8 varillas de $\frac{1}{2}$ " pulgada y estribos de $\frac{1}{8}$ " a cada 20 cm. las columnas descargaban sobre una cimentación de zapata corrida. Durante el proceso de construcción de las columnas, se debe cuidar que las varillas se coloquen con forme al proyecto.



FOTOGRAFÍA No. 81. Armado de columnas.

Durante la colocación de la cimbra se cuidará que esta se encuentre bien fija y se le colocarán contraventeos para evitar que la columna se venza por efecto del viento o por el mismo peso de la estructura, la cimbra debe estar perfectamente curada con diesel, se cuidarán los recubrimientos de acero.



FOTOGRAFÍA No. 82. Colocación de cimbra.

Terminada la colocación de cimbra se procede con la colocación de concreto, esta se realizara con forme a lo estipulado en la sección IV.IV.III y IV.V.III. El terminado de estas columnas será aparente por lo que es importante que el concreto se acomode perfectamente y que se le expulse el aire mediante el uso de vibradores.



FOTOGRAFÍA No. 83. Colocación y vibrado de concreto.

El descimbrado se realiza cuidando no despostillar alguna de las arista de la columna, el curado de las columna se realizará mediante el uso de membranas y humedeciendo con agua.



FOTOGRAFÍA No. 84. Columnas terminadas.

V.IV. LOSA RIGIDA.

Los elementos que utilizaron este sistema fueron los edificios de servicios, laboratorio, caseta de vigilancia y caseta de químicos.

El proceso constructivo, de este tipo de losa comienza con la colocación de cimbra, esta deberá estar bien reforzada, es decir que los puntales que soportarán la losa se encuentren en buen estado y que distribuyan el peso uniformemente. Se acostumbra que durante el apuntalamiento de la cimbra se colocan calzas en la base del puntal con la finalidad de que alcance el nivel requerido, estas calzas se fijarán a los puntales mediante el uso de clavos, bajo ninguna circunstancia se utilizarán calzas de tabique o algún otro material que se pudiera quebrar por la presión que ejercerá el concreto sobre la losa. La cimbra se curará con diesel, aceite o cualquier tipo de desmóldate que facilite el descimbrado.



FOTOGRAFÍA No. 85. Colocación de acero de refuerzo.

Durante la colocación del acero de refuerzo, se recomienda revisar que el armado y los traslapes correspondan con lo que marca el proyecto, las dimensiones de las varillas serán de acuerdo a lo indicado en los planos, también que todas la varillas estén sujetas debidamente con el alambre.

Antes de la colocación del concreto, se revisará que todas las instalaciones tanto eléctricas e hidrosanitarias, se encuentren instaladas y debidamente probas cuando sea necesario.

También es importante revisar que el área se encuentre limpia de basura o cualquier elemento extraño que pueda provocar una falla estructural o que influya en el terminado final de la losa. La colocación del concreto se realizará como se indica en la sección, .IV.III y IV.V.III. El curado del concreto se realizará mediante la aplicación de una membrana.



FOTOGRAFÍA No. 86. Edificio terminado.

V.V. LOSA ACERO.

La losa acero es un perfil acanalado en lámina de acero galvanizado con un troquelado especial que asegura la unión mecánica de acero y el concreto.

Este tipo de losa se utilizará en la caseta de caldera y compresores de gas, este sistema consiste en armaduras de acero colocadas sobre columnas, las cuales estas sujetas con tornillos de alta resistencia sobre dados de concreto. El proceso de construcción inicia con la colocación de las columnas sobre los dados, los cuales tienen tornillos anclados, estos tornillos deberán estar alineados perfectamente, ya que serán los que reciban la base de la columna, la cual tendrá orificios que se realizarán mediante la ayuda de un torno o plasma, pero bajo ninguna circunstancia se permitirá que estos orificios se realicen con oxicorte, ya que el calor afecta la estructura química del acero lo que debilitaría esta parte de la estructura.



FOTOGRAFÍA No. 87. Columnas de acero.

Se continua con la colocación de las armaduras la cuales se montan sobre las columnas.



FOTOGRAFÍA No. 88. Armaduras.

Sobre las armaduras se coloca la lámina la cual va sujeta a las armaduras mediante el uso de tornillos que sujetarán la armadura y la lámina.



FOTOGRAFÍA No. 89. Lámina montada sobre armaduras.

En las estructuras de acero se recomienda realizar pruebas en las soldaduras, estas pueden ser de líquidos penetrantes o mediante radiografías. En toda estructura de acero por las condiciones tan agresivas del ambiente se aplicó una mano de pintura base para evitar la oxidación.

Sobre la lámina se coloca malla electro-soldada, cuando el concreto se vierta sobre la lámina se cuidará que esta no se encuentre caliente por efecto del sol ya que esto podría provocar que el concreto empiece a reaccionar por el calor y cuando fragüe, pueda presentar fisuras por la pérdida de humedad efecto del calor. El curado del concreto se realizará mediante el uso de una membrana.

V.VI. TECHUMBRES.

Las techumbres se colocaron sobre la caseta de filtros prensa. El proceso constructivo comienza con la colocación de columnas de acero, las cuales se anclarán mediante el uso de tornillos a la cimentación, los cuales se alinearán para que las bases de las columnas encajen perfectamente; la base tendrá orificios que se realizarán mediante la ayuda de un torno o plasma, pero bajo ninguna circunstancia se permitirá que estos orificios se realicen con

oxicorte, ya que el calor afecta la estructura química del acero, lo que debilitaría esta parte de la estructura.



FOTOGRAFÍA No. 90. Aplicación de pintura

Sobre la bases de las columnas se coloca un mortero auto-nivelante, posteriormente sobre las columnas se colocan armaduras de acero.



FOTOGRAFÍA No. 91. Colocación de armaduras.

Sobre las armaduras se colocan perfiles acanalados tipo c.



FOTOGRAFÍA No. 92. Colocación de los perfiles.

La lámina se sujetará a los perfiles mediante tornillos.



FOTOGRAFÍA No. 93. Colocación de láminas.

Terminada la colocación de la lámina, se comienza con la colocación del faldón, se revisará que el faldón se encuentre perfectamente sujeto a la estructura y que se realice la colocación de los esquineros.



FOTOGRAFÍA No. 94. Colocación de faldón.

Finalmente se colocan las canaletas y bajadas de captación de aguas pluviales las cuales se conectarán a los servicios de drenaje de la misma planta.

CAPITULO VI

TIPO DE INSTALACIONES UTILIZADAS.

CAPITULO VI.-TIPO DE INSTALACIONES UTILIZADAS.

En este proyecto las principales instalaciones utilizadas para el funcionamiento y mantenimiento están constituidos por instalaciones eléctricas e instalaciones de fontanería, a base de P.E.A.D. (Polietileno de alta densidad.) y acero al carbón.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Este tipo de instalación se utilizó para la alimentación eléctrica de las bombas, así como para la alimentación del alumbrado de la planta de tratamiento.

A continuación se mencionan los principales aspectos a cuidar durante la instalación eléctrica.

- Primero se debe revisar el proyecto, para conocer todos los aspectos de diseño con la finalidad de facilitar y corregir cualquier situación que se pudiera presentar por alguna modificación en el proceso de tratamiento y por lo consiguiente en la obra civil.
- La canalización se realizó con tubería conduit flexible de P.V.C. durante el tendido de la tubería se cuidará que esta no tengan cambios de dirección innecesarios. La finalidad de que se encuentre lo más recta posible es para evitar el roce del cable con la tubería y provocar que el cable pierda su recubrimiento lo que provocaría fallas en la línea.



FOTOGRAFÍA No. 95. Colocación de tubería.

- Toda canalización que pase por una vialidad se colocará a una profundidad de 0.90 metros y se encofrará con concreto de 150 Kg/ cm^2 .
- Las canalizaciones que pasen por banquetas se instalarán a una profundidad de 0.40 metros.



FOTOGRAFÍA No. 96. Colocación de encofrado.

- En las canalizaciones se cuidará que la tubería esté bien sujeta a las bases para evitar que la tubería se mueva cuando se coloque el encofrado.



FOTOGRAFÍA No.96. Colocación de tubería en dos camas en soportes de varilla.

- Los encofrados se pintarán para indicar que en ellos se encuentra una línea eléctrica.
- Las canalizaciones tendrán una pendiente del centro de la línea hacia los registros para que si en un dado caso existieran filtraciones estas escurran hacia los registros.
- Se cuidará que los registros de luz se encuentren perfectamente sellados para evitar la filtración de agua.
- Los cables se dejarán con la longitud suficiente para facilitar las conexiones.
- La colocación de la cinta de aislar se realizará cuidando cubrir perfectamente el cable para evitar fugas de energía.
- Terminada la canalización eléctrica se realizarán pruebas de Meger para verificar que las líneas estén bien instaladas.

INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE P.E.A.D. (Polietileno de alta densidad.)

Este tipo de material se utilizó para la conducción del agua, a través de los procesos físico químico y biológico, a continuación se menciona procedimiento para el montaje e instalación de la tubería de P.E.A.D.

- Como primer paso se debe realizar una inspección del material recibido con la finalidad de encontrar defectos de fábrica o defectos que se produjeron durante el transporte.
- La excavación de la zanja, deberá realizarse de acuerdo al diámetro y alineación de la tubería, así como al nivel del elemento que se vaya a conectar. El ancho de la excavación debe permitir una adecuada compactación alrededor de la tubería.



FOTOGRAFÍA No. 97. Tubería colocada en excavación.

- Las tuberías que pasen por vialidades se colocarán a una profundidad de 0.90 metros como mínimo del centro de línea de la vialidad y se encofrarán. Se deberán pintar los encofrados para indicar que contienen una línea de agua.

- Las conexiones de las tuberías se realizarán mediante termo-fusión y se efectuarán de acuerdo a las especificaciones del fabricante.



FOTOGRAFÍA No. 98. Tubería unida por termo-fusión.

- Se tapanán las tuberías con tapones provisionales para evitar la introducción de animales.
- La separación entre tuberías paralelas deberá ser tal que permita ejecutar trabajos de mantenimiento.
- Las tuberías deberán cortarse en las longitudes estrictamente necesarias para evitar deformaciones.
- Los tubos se emplearán siempre por tramos enteros y solamente se permitirá uniones en aquellos casos, en que la longitud de tubería necesaria rebase la dimensión comercial.
- Los tramos rectos de tubería entre conexiones, deberán quedar alineados sean horizontales o verticales.

- Las preparaciones en los elementos de concreto (tanques o cárcamos), se harán dejando huecos cuadrados o rectangulares.



FOTOGRAFÍA No. 99. Preparación de paso de tubería.

- Las válvulas se colocarán en lugares accesibles que permitan el fácil acceso y reparación.
- Las válvulas no deben instalarse con el vástago hacia abajo.
- Se realizarán pruebas de hidrostáticas para verificar la hermeticidad de la tubería, se aplicará una carga de 1.5 la carga de servicio. En un periodo no menor de 3 horas y no mayor de 5 horas.
- Se cuidará que se coloquen los atraques en los lugares donde indica el proyecto.
- Dentro de los planos del proyecto, éste debe contar con las dimensiones de la tubería, el tipo de material, así como niveles de operación e isométricos.

TUBERÍAS DE ACERO AL CARBÓN.

Este tipo de material se colocó en los cárcamos para la operación de las bombas y a continuación se mencionan los principales aspectos a cuidar durante la instalación de este tipo de material.

- Se debe inspeccionar que el material no tenga defectos de fabricación o bien, que pudiera haber sufrido algún accidente que pusiera en riesgo su resistencia, y que comprometa su la calidad.
- La excavación de las zanjas se realizará de acuerdo al diámetro y alineación de la tubería así como al nivel del elemento que se vaya a conectar.
- Las tuberías que pasen por vialidades se colocarán a una profundidad de 0.90 metros como mínimo del centro de línea de la vialidad y se encofrarán. Se deberán pintar los encofrados para indicar que contiene una línea de agua.
- Se colocará una cama de arena de 5 cm. de espesor para asentar la tubería.



FOTOGRAFÍA No. 100. Tubería colocada sobre cama de arena.

- Se tapanán las tuberías con tapones provisionales para evitar la introducción de animales.
- La separación entre tuberías paralelas deberá ser tal que permita ejecutar trabajos de mantenimiento.
- Los tubos se emplearán siempre por tramos enteros y solamente se permitirá uniones en aquellos casos en que la longitud de tubería necesaria rebase la dimensión comercial.
- Los tramos rectos de tubería entre conexiones deberán quedar alineados sean horizontales o verticales.
- A la tubería se le aplicará un recubrimiento de alquitrán de huya
- Para la aplicación de el recubrimiento se sanblasterá hasta conseguir un color gris acero en la tubería.
- Al recubrimiento se le realizarán pruebas de adherencia y espesor del recubrimiento.



FOTOGRAFÍA No. 101. Tubería con recubrimiento.



FOTOGRAFÍA No. 102. Prueba de espesor de recubrimiento.

- Se cuidará que durante el transporte de la tubería, esta se realice con un equipo que no desprenda el recubrimiento.
- Los tramos de tubería se unirán mediante soldadura, en la cual se cuidará que la tubería se encuentre biselada el bisel se podrá realizar en obra mediante el uso de oxicorte.



FOTOGRAFÍA No. 103. Aplicación de soldadura.

- Se evitará la colocación de soldadura en presencia de viento, o se habilitará una caseta o capuchón en el cual no existan corrientes de viento.
- Los soldadores encargados de la unión de las tuberías deberán ser certificados.
- A las soldaduras se les sacará radiografías para verificar la calidad de la soldadura.



FOTOGRAFÍA No. 104. Obtención de radiografías.

- Se realizarán pruebas hidrostáticas para verificar la hermeticidad de la tubería, se aplicara una carga de 1.5 veces la carga de servicio, en un periodo no menor de 3 horas y no mayor de 5 horas.



FOTOGRAFÍA No. 105. Tubería instalada

- Se cuidará que se coloquen los atraques en los lugares donde indica el proyecto.
- Dentro de los planos del proyecto éste debe contar con las dimensiones de la tubería, el tipo de material, así como niveles de operación. El proyecto también deberá contar con isométricos.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

CAPITULO VII.-CONCLUSIONES.

En la actualidad, la construcción es la maquinaria que mueve toda economía, y la construcción de una planta de tratamiento de este tipo, no solo activa la economía, sino también ayuda con la generación de un mejor mañana.

La construcción de las plantas de tratamiento, en nuestro país, hasta hace unos años, no se le daba la debida importancia, pero con el paso del tiempo, la sociedad comenzó a tomar conciencia del problema de contaminación, que se genera por el vertido de aguas municipales e industriales sin tratar, a los diferentes cuerpos de agua. Esto provocó que la sociedad comenzara a exigir al gobierno, la solución de dicho problema, lo cual marcó la pauta para que se iniciara con la creación e importación de diversa tecnología que cubriera la necesidad del tratamiento de agua en los diversos sectores económicos.

La generación de un proyecto de saneamiento, debe cumplir con las expectativas de funcionalidad, bajos costos de construcción y operación, lo que a su vez ha iniciado con una nueva generación de plantas de tratamiento, en las cuales no solo se prende aprovechar el agua tratada para industria, sino también, los materiales producidos por el mismo proceso, como son los lodos, que pueden ser utilizados en la agricultura o bien, la utilización del gas metano, que se genera en los procesos de degradación del lodo, para producir electricidad, la cual se utilizará para el funcionamiento de la planta de tratamiento. Con este tipo de acciones contribuimos a la conservación del medio ambiente.

En el país esta tecnología apenas comienza con sus primeros pasos, pues generalmente la mayor parte de este tipo de tecnología, es importada y por lo consiguiente se elevan los costos de cualquier proyecto. Pero esto no debería limitar la construcción de

plantas de tratamiento, ya que las acciones que tomemos en el presente marcarán el futuro de nuestro país.

Es por eso que el presente trabajo fue desarrollado con la finalidad de que aquella persona que lo lea, conozca la forma en que se desarrolla un proyecto de este tipo, cuales son los beneficios a mediano, corto y largo plazo, la forma de cuidar la seguridad y ambiente de trabajo de todas las personas que directa o indirectamente contribuyen con el desarrollo de este tipo de proyectos y si bien, está más orientado al proceso de construcción, es con la finalidad de aportar las experiencias de los problemas que se presentaron y la forma en que se resolvieron. Ya que como bien sabemos, algunos aspectos de la construcción los podemos encontrar en cualquier manual, pero hay situaciones, de las que no se tienen precedentes y se tiene que recurrir al análisis y solución del problema directamente durante la ejecución del proyecto y la forma en que se puede conseguir esto, es mediante el trabajo de equipo de los ingenieros que se encargan de la ejecución y control de proyecto.

El Ingeniero Civil, se debe involucrar en todas las etapas del proyecto, desde su diseño hasta la ejecución y término del proyecto, ya que su función no solo debe ser la de construir, sino también el de servir como enlace entre los diferentes especialistas, podemos decir que somos la piedra angular en la estructura de la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

Agua Residuales Industriales Teorías Aplicación y Tratamiento.

H. BLUMEN

NEMEROW

Manual de Tratamiento de Aguas Negras Departamento de Sanidad del Estado de N.Y

Manual de Diseño Para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Alimenticias.

Lesly Da Cámara, Mario Hernandez y Luiselena paz

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.

Tecnología y Usos de las Aguas Residuales en México

DR. Antonio Escalas Cañellas