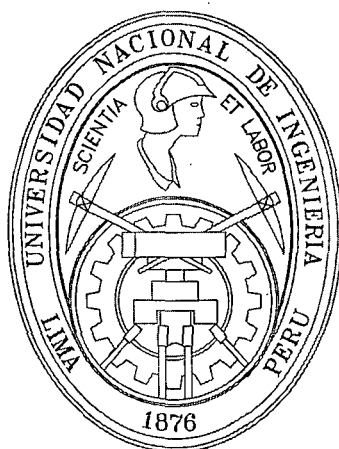


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil



**DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES
DE IQUITOS Y AREQUIPA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de :

INGENIERO CIVIL

JOSE LUIS LEON PINTO

Lima - Perú

Digitalizado por:

2007

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

INDICE

	Pag.
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	8
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO 1: GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes	14
1.2 Procesos de Tratamiento	16
1.2.1 Tratamiento Primario	18
1.2.2 Tratamiento Secundario	20
1.3 Sistemas de Tratamiento	21
1.3.1 Sistema aeróbico	21
1.3.2 Sistema anaerobico	21
1.3.3 Sistema aerobico de lodos activados de Mezcla Completa	22
1.3.4 Contaminantes de Importancia en las Aguas Residuales en Aeropuertos	23
CAPITULO 2: SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN AEROPUERTOS	
2.1 Consideraciones generales – Selección de la tecnología mas adecuada	27
2.1.1 Proceso de Tratamiento de Lodos activados	30
2.1.2 Factores que influyen en el proceso	31
2.2 Tipos de plantas de lodos activados	32
2.2.1 Mezcla Completa	32
2.2.2 Flujo de pistón	33
2.2.3 Canales de Oxidación	33
2.2.4 Contacto Estabilización	34
2.2.5 Reactores Discontinuos Secuenciales	35
2.2.6 Aireación por etapas	35
2.2.7 Aireación Prolongada	35
2.2.8 Oxigeno Puro	36

2.3	Proceso en el tratamiento de lodos activados	38
2.4	Criterio de Selección de la mejor tecnología para un proyecto – Aeropuerto internacional Jorge Chavez.	40
2.4.1	Selección de Tecnología para el Tratamiento de Aguas Residuales a Implementarse en el Aeropuerto Internacional Jorge Chavez.	40
2.4.2	Cálculos y Parámetros de Diseño	41
2.4.3	Descripción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Aeropuerto Jorge Chavez.	45
2.4.4	Planta de Pre Tratamiento “Blue Water”	50
2.4.5	Descripción del Sistema de Pre Tratamiento Blue Water Instalado	54

CAPITULO 3: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LOS PRINCIPALES AEROPUERTOS DEL PERU.

3.1	Descripción del proceso de Tratamiento de Efluentes a utilizar	56
3.1.1	Antecedentes	56
3.1.2	Proceso interno de Tratamiento – Aeración Extendida	58
3.1.3	Proceso de Tratamiento en los Aeropuertos de Iquitos y Arequipa	60
3.1.4	Consideraciones Generales Para el Diseño	62
3.1.5	Características de Efluente	63
3.1.6	Proceso de Tratamiento Proyectados	64
3.2	Aeropuerto Internacional de Iquitos “Coronel FAP Francisco Secada Vignetta”.	65
3.2.1	Datos Generales del Aeropuerto	66
3.2.2	Análisis de Población	67
3.2.3	Cálculos de Diseño – Planta de Aeración Extendida	70
3.3	Aeropuerto Internacional de Arequipa “Alfredo Rodríguez Ballón”.	86
3.3.1	Datos Generales del Aeropuerto	87
3.3.2	Análisis de Población	88
3.3.3	Cálculos de Diseño – Planta de Aeración Extendida	90
3.4	Análisis de costos unitarios y presupuestos.	102
3.4.1	Obras Civiles	102
3.4.2	Obras Mecánicas y Montaje	103
3.4.3	Operación	104

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONE	106
BIBLIOGRAFIA	110
ANEXOS	

1. Información Básica
2. Panel Fotográfico
3. Planos

LISTA DE CUADROS

CAPITULO 1

Cuadro 1.1 Tratamiento de las Aguas Residuales Según Uso en Riego.

Cuadro 1.2 Métodos de Tratamiento Primario.

Cuadro 1.3 Comparación de Etapas de Tratamiento.

Cuadro 1.4 Eficiencia de Remoción en los procesos de Tratamiento.

Cuadro 1.5 Cuadro de contaminantes mas importantes

CAPITULO 2

Cuadro 2.1 Calidad de las Aguas Según su Uso

Cuadro 2.2 Comparación de Métodos de Tratamiento.

Cuadro 2.3 Ventajas y Limitaciones de los Tratamientos de Lodos Activados

Cuadro 2.4 Descripción de Edificaciones Aportantes al Colector Aeropuerto
Jorge Chávez

Cuadro 2.5 Calculo de la Demanda Diaria de Agua Según RNC.

Cuadro 2.6 Consumo Mensual de Agua Potable de Usuario con Micromedición

Cuadro 2.7 Demandas de Agua Potable y Caudales de Desagüe al año 2008.

Cuadro 2.8 Aportantes de Desagüe al Emisor – 2008.

Cuadro 2.9 Resumen de Caudales al año 2008.

Cuadro 2.10 Comparación de Parámetros de Afluente.

Cuadro 2.11 Registro de Descargas en Planta de Pre tratamiento “Blue Water”

CAPITULO 3

Cuadro 3.1 Descripción de Edificaciones Aportantes al Colector – Aeropuerto
de Iquitos

Cuadro 3.2 Pasajeros Transportados Desde y Hacia Iquitos – En Compañías
Aéreas Regulares

Cuadro 3.3 Demandas De Agua Potable y Caudales De Desagüe Aeropuerto
Internacional De Iquitos

Cuadro 3.4 Demandas De Agua Potable y Caudales De Desagüe Aeropuerto
Internacional De Iquitos

Cuadro 3.5 Dotación según RNC S.200

Cuadro 3.6 Resumen de Caudal por Edificaciones Aportantes al Colector

Cuadro 3.7 Resumen de Cálculo de Caudal a Tratar

- Cuadro 3.8 Requerimientos de la concesión
- Cuadro 3.9 Resumen de Caudal del Afluente
- Cuadro 3.10 Tiempo de Retención por Volumen de Caudal
- Cuadro 3.11 Dimensiones de Componentes de la Planta de Iquitos
- Cuadro 3.12 Descripción de Edificaciones Aportantes al Colector en el
Aeropuerto de Arequipa
- Cuadro 3.13 Pasajeros Transportados Desde y Hacia Arequipa
- Cuadro 3.14 Resumen de Cálculo de Población Volátil
- Cuadro 3.15 Demandas de Agua Potable y Caudales de Desagüe
- Cuadro 3.16 Resumen de Cálculo de Caudal por Edificaciones Existentes
- Cuadro 3.17 Resumen de Cálculo de Caudal Total
- Cuadro 3.18 Resumen de Caudal del Afluente
- Cuadro 3.19 Dimensiones de Componentes de la Planta
- Cuadro 3.20 Cálculos de Hectáreas de Riego

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1

Figura 1.1 Proceso General de Tratamiento.

Figura 1.2 Proceso de Tratamiento en un Aeropuerto.

CAPITULO 2

Figura 2.1 Esquema de Planta de Tratamiento del Aeropuerto Jorge Chavez

Figura 2.2 Esquema de Planta de Tratamiento J Chavez - Planta.

Figura 2.3 Esquema de Planta de Tratamiento Blue Water 3D

Figura 2.4 Esquema de Planta de Tratamiento Blue Water

CAPITULO 3

Figura 3.1 Esquema general de Planta de Tratamiento

Figura 3.2 Esquema vista longitudinal de PT Iquitos

Figura 3.3 Esquema vista longitudinal de PT Arequipa

Figura 3.4 Áreas de regadío

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

- **Y** : Coeficiente de producción: libras de bacterias producidas por libras de DBO removido.
- **MLVSS**: Sólidos volátiles suspendidos en la mezcla de licor, parámetro que mejor representa los sólidos suspendidos en el licor de mezcla por aeración extendida y solo se usa para este método de tratamiento.
- **f** : Fracción de MLVSS que es biodegradable.
- **K_d** : Coeficiente de respiración de las bacterias endógenas. Fracción de MLVSS destruido por día como resultado de la respiración endógena.
- **Q** : Caudal a tratar por la planta de tratamiento.
- **r** : Ratio de recirculación (%)
- **C_s** : Concentración de sólidos en el clarificador
- **C_t** : Concertación de lodos en la cámara de aeración
- **S** : Pendiente del canal
- **n** : Coeficiente de fricción.
- **R**: Radio hidráulico
- **CEPIS**: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente.
- **OPS**: Organización Panamericana de la Salud
- **OMS**: Organización Mundial de la Salud
- **CONAM**: Acto de Reciclar, vale decir reutilizar el material desechado para ponerlo en valor.
- **DBO**: Demanda Biológica de Oxígeno
- **DQO**: Demanda Química de Oxígeno
- **PH**: Medida del estado de acidez o basicidad de una disolución, mediante un número definido como el logaritmo decimal de la inversa de la concentración de iones H⁺.
- **TSS**: Total de sólidos en suspensión, parámetro importante en las aguas residuales.
- **RNC**: Reglamento Nacional de Construcciones
- **N** : Nitrógeno residual presente en las aguas residuales luego de su tratamiento
- **P**: Fósforo presente en las aguas residuales

- **F/M:** Relación de alimento – microorganismos presente en la mezcla, se usa para determinar la edad del lodo activo.
- **AJJC:** Aeropuerto Internacional Jorge Chávez
- **LAP:** Lima Airport Partners, Consorcio conformado por Frankfurt y Alterra extranjeras y Cosapi SA, ganadora de la concesión del aeropuerto Jorge Chávez por 30 años.
- **CORPAC:** Corporación Peruana de Aeropuertos.
- **PMA:** Programa de manejo ambiental. Generalmente realizado para cada proyecto en particular. Muestra las medidas a tomar para mejorar, mantener o mejorar las condiciones ambientales en que se encuentran antes del proyecto.
- **FAP:** Fuerza Aérea del Perú
- **DGAC:** Dirección General de Aviación Civil
- **PROINVERSION:** Agencia de Promoción de la inversión privada

INTRODUCCION

La preocupación por la conservación del medio ambiente es un tema actual, que se torna urgente no solo por la necesidad de detener la degradación del sistema medio ambiental, sino también buscar la remediación del daño que se ha causado con la falta de responsabilidad, planeamiento y control en el manejo de residuos contaminantes.

En el caso de los residuos generados en un aeropuerto, no solo debemos tratar los efluentes líquidos sino que se debería establecer un completo manejo sanitario ambiental, que incluya el reciclaje de residuos líquidos y sólidos con controles periódicos de funcionamiento de procesos.

El principal objetivo de este trabajo es utilizar la experiencia desarrollada en aeropuertos Internacionales de Latinoamérica y de manera particular el aeropuerto Jorge Chávez como modelo de desarrollo de planes de tratamiento ambiental por manejo de efluentes en los principales aeropuertos del país, poniendo como objeto de estudio los aeropuertos de Iquitos y Arequipa. Los aeropuertos del Perú han entrado en una etapa de remodelación total de sus instalaciones, el estado peruano siguiendo la misma directiva y los motivos por los cuales se puso en concesión el aeropuerto Jorge Chávez, pone en concesión los principales aeropuertos del Perú, entre los que se incluyen los aeropuertos de estudio .

La importancia del tratamiento de las aguas residuales es un tema central en los proyectos de desarrollo realizados en la actualidad, en el Perú se viene avanzando en esta práctica, SEDAPAL incluye en la remodelación de sus redes de desagüe y en sus nuevos proyectos, un tratamiento a las aguas que minimamente incluyen rejillas como parte de un tratamiento primario. Los requerimientos de la concesión de los aeropuertos, en su primer paquete que incluye el aeropuerto de Iquitos nos habla de un plan de manejo ambiental en el que se menciona el tratamiento que se debe dar a las aguas residuales.

Las Normas peruanas nos exigen un tratamiento de las aguas antes de llegar a un cuerpo receptor, los nuevos proyectos deben cumplir esta norma e

incluso pueden aprovechar las aguas tratadas para alguna necesidad propia del aeropuerto como puede ser regadío.

La propuesta de ubicación y el diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales de los aeropuertos estudiados, se basan de manera general en criterios de espacio, topografía, así como las normas en cuanto a distancias mínimas por olores molestos. También se tomaron en cuenta los criterios seguidos en el aeropuerto Jorge Chávez, donde en el año 2004 se construye una planta de tratamiento utilizando el método de lodos activados y adecuando un sistema de discos rotativos biológicos para darle mayor efectividad al tratamiento. El proyecto del aeropuerto Jorge Chávez viene como parte del conjunto de proyectos propuestos por la concesión ganadora Lima Airport Partners cuyo paquete incluye todo un sistema de medidas ambientales denominado PAMA.

El mas importante parámetro de diseño para una planta de tratamiento de aguas residuales es el caudal a tratar, estos caudales los hallamos utilizando la norma técnica S.200 del Reglamento Nacional de Construcciones, utilizando las áreas ocupadas por las edificaciones como referencia de uso de agua. Seguidamente calculamos la proyección de vuelos para los próximos años, de esta manera calculamos la población flotante que utiliza las instalaciones de los respectivos aeropuertos.

La tesis se divide en tres capítulos, en el capítulo uno que se titula "*Generalidades*", se empieza una evaluación de manera general de los usos que se hicieron de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en Latinoamérica en épocas pasadas, luego se pasa a las experiencia del uso de plantas de tratamiento exclusivamente en los aeropuertos Latinoamericanos, donde se observa que los aeropuertos se ven obligados a usar sistemas de tratamiento por estar en proyectos de remodelación y de crecimiento y deben amoldarse a los estándares y exigencias actuales.

Se describe los procesos de tratamiento que se resumen en tres procesos, primario, secundario, y terciario. Luego se hace una evaluación de los sistemas de tratamiento que se engloban en sistemas aeróbicos y anaeróbicos, empezando a descartar los menos adecuados de acuerdo a las características generales en las que se encuentran los aeropuertos. Se analiza cada proceso

que debe llevarse a cabo de manera resumida y con variaciones en sus posibilidades lo cual también sirve para descartar las opciones menos viables y las verdaderamente necesarias.

Son parte también de este capítulo las comparaciones de efectividad en remoción de bacterias y grado de tratamiento que nos permite descartar algunos métodos y quedarnos con el mejor adecuado, pero se deberá seguir evaluando las variables de este método en el siguiente capítulo.

El segundo capítulo titulado “*Selección de la tecnología para el tratamiento de aguas residuales en aeropuertos*”; consideramos las características observadas en los aeropuertos principalmente en Latinoamérica, consideraciones de espacio, tamaño de aeropuerto, uso que se darán a las aguas tratadas, esto como características generales en cada aeropuerto, se realiza una comparación de los principales métodos de tratamiento y se analiza como se comportaría cada método de acuerdo a las características de los aeropuertos en Latinoamérica. Se muestra luego las variantes del método de tratamiento escogido con lo cual se puede elegir el método y la variante a usar, teniendo en cuenta que por la diversidad de factores que pueden presentar los aeropuertos, la elección no es rígida.

Se muestra también la selección de la tecnología a usarse en el aeropuerto Jorge Chávez para elegir la planta de tratamiento que se construyó en el año 2004, se muestran los criterios y como una nota adicional se muestra el proceso de selección de la planta de pre tratamiento para el Blue Water que es la única planta con tales características y uso construida en el Perú.

El capítulo tres titulado “*Diseño de plantas de tratamiento para los aeropuertos de Iquitos y Arequipa*” se toman las conclusiones de los capítulos anteriores para aplicar al diseño de las plantas de tratamiento para cada aeropuerto, se explica el método a usar de manera interna a nivel bacteriológico, de manera que el método escogido quede sustentado también por sus características biológicas, mostrando los beneficios a obtener al tomar en cuenta factores que hacen diferentes a los aeropuertos escogidos, como podrían ser el clima y el tamaño del aeropuerto.

En el proceso de tratamiento se hace la depuración de los elementos que componen una planta y se realiza en esquema general de las plantas proyectadas.

El aeropuerto de Iquitos se diseña considerando su clima y su situación actual, para su diseño se hallaran los volúmenes de cada componente de acuerdo a los parámetros y a los requerimientos del efluente. Se hace un análisis de la población que usa las instalaciones del aeropuerto y se utilizan las estadísticas de los últimos años obtenidos de Corpac, para formar una escala de crecimiento y probabilidad, se considera también los datos de concesión obtenidos de Proinversion para estimar la proyección futura y principalmente las áreas aportantes al colector de desagües acuerdo a la NTP S.200.

Adicionalmente se realiza el cálculo estructural de los componentes de la planta y los costos básicos de construcción.

Se procede análogamente para el aeropuerto de Arequipa.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

En la década de 1950⁸, Latinoamérica trató de imitar la tecnología de los países desarrollados, se construyeron plantas de tratamiento primario (sedimentación) y secundario (tratamiento con filtros o lodos activados). La mayoría de ellas operó por periodos limitados, pues no se obtenían los resultados esperados. En algunos casos, las plantas de tratamiento demandaron altos costos de mantenimiento motivo por el cual fueron abandonadas, ya que los países latinoamericanos no repararon en la importancia de su utilización. Su mantenimiento demandaba altos costos y los países latinoamericanos no reparaban en la importancia de su aplicación, las plantas fueron abandonadas y su práctica fue poco frecuente.

Pese a las malas experiencias del pasado, a finales de dicha década los países Latinoamericanos comienzan a usar lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales, las cuales obtienen mas éxito que sus predecesoras, lo que reactiva el interés por el cuidado del medio ambiente, llevando a la búsqueda de soluciones mas eficientes y económicas. Es así que se copian modelos europeos y normativas para dar un nuevo impulso a la recuperación del ambiente, ampliamente descuidado por generaciones anteriores. Los aeropuertos en Latinoamérica compartieron esta tendencia, pues al encontrarse en procesos de renovación u ampliación tenían que amoldarse a las tendencias del cuidado medioambiental normado para cualquier nuevo proyecto y ya ampliamente practicado en países desarrollados. Las razones por las que se debe plantear una planta de tratamiento en los aeropuertos se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Todas las aguas residuales provenientes de aeropuertos con un mínimo de habitantes, deben ser tratadas antes de verse a un colector, río o al mar, o demostrar mediante estudios que no ocasionan daño medio ambiental.

- En los aeropuertos se almacenan, se manejan y se consumen considerables cantidades de sustancias peligrosas para el agua. Por ejemplo: Combustibles, los aceites, detergentes y disolventes químicos. Su tratamiento y deposición deben estar regidas bajo las normas de manejo de las aguas residuales.
- Los aeropuertos en remodelación generalmente no están dentro de un *sistema integrado de tratamiento*⁸ de aguas. Por esa razón se deben construir plantas para el tratamiento y la reutilización de sus aguas residuales dentro de sus áreas.
- Los mas importantes aeropuertos de Latinoamérica tuvieron una etapa de remodelación en la ultima década. Entre ellos podemos hacer mención de *El Dorado* de Colombia, *Maiquetía* Venezuela, el aeropuerto de Quito, *El Sauce Viejo* en Argentina y *Arturo Merino* en Chile. Todos cuentan con un plan ambiental que incluyen por lo menos la primera etapa de tratamiento de aguas residuales.

Ejemplo: En el aeropuerto *Arturo Merino Benites* (Santiago de Chile) se construyó una planta de tratamiento de aguas residuales del tipo lodos activados de aireación extendida (1996). Fue destinada para los residuos de unas 30.000 personas con proyección a diez años, con un caudal de 8.500,0 m³/día en su primera etapa. Después del proceso de tamizado mediante sistema de rejillas, las aguas son sometidas a una degradación bacteriana con lodos en recirculación. Sus aguas son utilizadas para regadío.

- De los aeropuertos mencionados, todos utilizan sistema de tratamiento por lodos activados, a excepción de El Dorado en Colombia, la tendencia en aeropuertos por el método de lodos activados se da por ser un sistema que requiere un área aceptable, y por que no genera olores en los alrededores. De esta manera puede ubicarse cerca de terminal de pasajeros, los hangares de estacionamiento de aviones o de los estacionamientos alrededor del aeropuerto.
- En el caso del aeropuerto Chileno se optó por el sistema de lodos activados, desechando dos importantes sistemas de tratamiento, como son: Lagunas de oxidación y filtros de percolación. El primero no era aceptable por la necesidad de áreas libres considerables y por que el agua de las lagunas atraerían a aves, lo que podría ocasionar problemas a los aviones. Los

filtros de percolación se desecharon por producir olores desagradables y por la baja calidad de su efluente. Estas dos características serán de importancia para la decisión del sistema a elegir para los aeropuertos de Iquitos y Arequipa.

Los procesos de tratamiento mas adecuados, los sistemas mas efectivos para el caso de aeropuertos, se analizan en los siguientes items.

1.2 PROCESOS DE TRATAMIENTO

El proceso general de tratamiento lo podemos observar en el *Dibujo 1.1* y se divide de la siguiente manera.

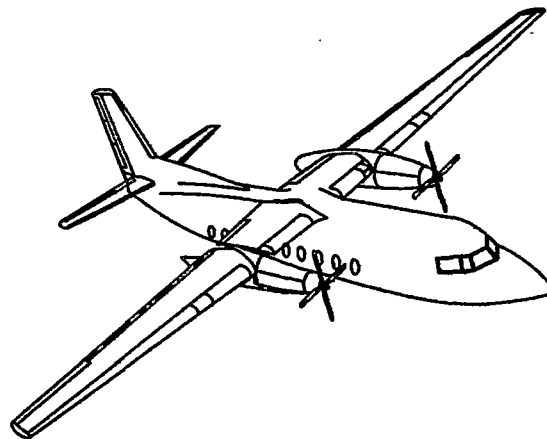
- Tratamiento Primario (acondicionamiento)
- Tratamiento Secundario (Eliminación de la contaminación a niveles aceptables)
- Tratamiento Terciario (reutilización del agua para consumo)

Cada etapa tiene un proceso interno y también diversos métodos y variaciones.

De acuerdo al uso que se dará al agua después de su tratamiento se puede prescindir del tratamiento posterior (secundario, terciario). Si según el requerimiento las aguas no serán usadas y solo se verterán a un desagüe o a un río (sin fauna de peces), entonces se puede evaluar hacer solo el tratamiento primario. Si las aguas serán utilizada para regadío como en el caso del aeropuerto Jorge Chávez, basándonos en las normas, será necesario realizar también un tratamiento secundario que involucra un tratamiento a nivel biológico.

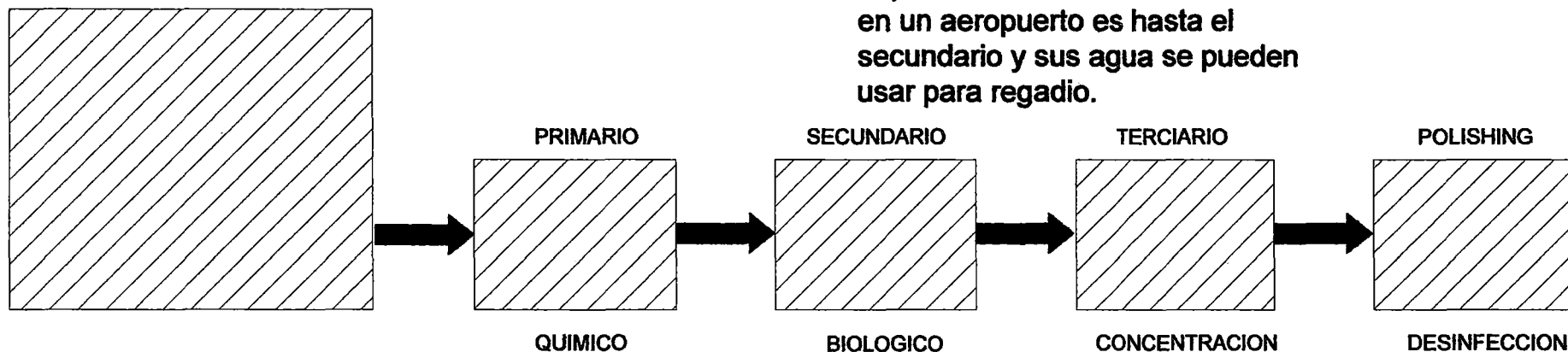
Para el caso de un aeropuerto, son grandes las áreas que se encuentran entre la plataforma de aterrizaje de entrada y la de salida. Las islas generadas suelen ser acondicionadas de áreas verdes. Entonces la primera opción para el aprovechamiento de las aguas podría ser el regadío como sucede en el caso del aeropuerto Jorge Chávez, donde el plan de concesión contempla el proyecto Paisajista.

Pero, cabe indicar que las normas no son claras en cuanto a la utilización de las aguas tratadas, debido a lo novedoso que aun resulta el tema ambiental en nuestro país. La reciente aprobación de la ley general de aguas no indica un



AEROPUERTO GENERADOR DE AGUAS RESIDUALES

El proceso de tratamiento normal en un aeropuerto es hasta el secundario y sus agua se pueden usar para regadío.



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA			
CIVIL	GENERALIDADES		PLANTA
PLANTA	PROCESO GENERAL DE TRATAMIENTO		1.1
FECHA	FECHA	FECHA	
S/E	NOVIEMBRE 2000	JLEON	

valor mínimo para los parámetros presentes en el agua residual, sólo se recomienda usar normas internacionales.

La ley general de aguas en uso actual es escasa en datos y los valores mínimos con respecto al DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) no representan la realidad, la CONAM publicará en los próximos meses una nueva Ley.

El reglamento de la Ley General de Aguas en su Título VIII presenta ciertas normas para el uso de aguas residuales con fines de riego. En este caso, si se dispondrían las aguas para regadío, obligarían a hacer un tratamiento mas profundo a las aguas, pues implica forrajes para alimentación de animales y riego de hortalizas que son alimentos para consumo humano. Existen antecedentes de uso de aguas residuales sin tratamiento previo para regadío de hortalizas y verduras con resultados negativos para la salud de las personas. El *cuadro 1.1* indica los tratamientos necesarios para cada tipo de cultivo según su utilización y las limitaciones o ventajas en el riego.

Cuadro 1.1

Tratamiento de las aguas residuales según uso en riego

Nº	Cultivos	Tratamiento adecuado
1	Vegetales de tallo corto y rastreros que se consumen cocidos	Prohibido su riego con aguas servidas con o sin tratamiento debido a los organismos patógenos.
2	Vegetales utilizados en la alimentación humana con cocción previa	Efluente primario o secundario.
3	Vegetales utilizados en la alimentación humana y que son sometidos a procesos de industrialización(esterilización)	Tratamiento primario y que el tiempo transcurrido entre el ultimo riego y la cosecha sea mayor o igual a 20 días (para el riego por gravedad)
4	Cultivos industriales: algodón, maíz, caña de azúcar y frutales no rastreros	Tratamiento primario y que el tiempo transcurrido entre el riego y la cosecha sea mayor o igual que 20 días o uso de aguas residuales sin tratar para el riego superficial.
5	Forrajes para ganado: alfalfa generalmente chala.	Tratamiento secundario y que el ganado lechero no tenga acceso a los campos.

Fuente: Ley General de Aguas

1.2.1 Tratamiento Primario

Se utiliza fundamentalmente para acondicionar el agua a fin de poder aplicar después algún método de tratamiento para disminuir o eliminar la contaminación orgánica o inorgánica. De igual modo, con el propósito de retirar sólidos perniciosos para el equipo de bombeo y equipo secundario.

Los métodos más comunes de tratamiento primario son:

- cribado
- homogeneización
- neutralización
- sedimentación
- separación de grasas y aceites (flotación)
- coagulación.

a.- El cribado: Es el más sencillo. Puede consistir básicamente en la instalación de rejillas separadas según el tamaño de los sólidos que se quieren retener, o bien ser cribas de tipo automático con retiro de sólidos mecánicos. Su función principal es eliminar los sólidos gruesos presentes en el agua (plásticos, basura, palos, hojas, etcétera). Cuando la criba es de tamaño adecuado puede incluso sustituir con ventajas a los sedimentadores primarios. Por su Utilidad para cualquier tipo de tratamiento posterior, por su economía y su instalación sencilla un aeropuerto no debe prescindir de este proceso.

b.- La homogeneización: Se utiliza para equilibrar los caudales de agua que, por lo general, no son continuos o bien no son siempre similares.

También para equilibrar o igualar la cantidad de contaminación en el agua. Ello permite que no se tengan picos de carga orgánica o de caudal (sobre todo en los procesos de tratamiento biológico), con lo que el control del proceso se ve altamente beneficiado.

c.- La neutralización: Es un paso fundamental para los procesos biológicos secundarios, ya que las bacterias que efectuarán el trabajo de biodegradación no subsisten en ambientes cuyo pH es menor que seis o

mayor que nueve, es decir, si el agua es muy ácida o alcalina, en algunos casos tendremos que usar un producto neutralizante para conservarla dentro de los límites señalados. Además de que todas las instalaciones podrán construirse con materiales menos resistentes a la corrosión, que por lo regular incluye un costo agregado, ya sea por recubrimiento o por tener que emplear algún material especial. La neutralización se realiza en tanques con tiempos de retención hidráulica del orden de los cinco minutos, equipados con agitador-mezclador y un dosificador de ácido o álcali, que son controlados por un medidor del potencial hidrógeno.

d.- La sedimentación: Es uno de los métodos más antiguos de tratamiento. Es un proceso natural que utiliza la fuerza de la gravedad para llevar a cabo la separación sólido-líquido, Con ello permite disminuir los sólidos sedimentables y la demanda biológica de oxígeno (DBO). La sedimentación además ayuda a que los procesos secundarios sean más eficientes y económicos. En general, es un tanque de geometría cilíndrica con fondo cónico; el agua ingresa por la parte superior; los sólidos sedimentables van a dar al fondo cónico, de donde son extraídos por gravedad o bombeo, y el líquido sobrenadante se extrae por la parte superior mediante una canaleta colectora y un vertedero. Se suelen alcanzar reducciones de la DBO de hasta 30%. La DBO es un parámetro que indica la cantidad de oxígeno que consume la colonia orgánica en una determinada cantidad de tiempo.

e.- La flotación: Se utiliza para separar sobrenadantes en el agua (materia flotante); el caso más común es el de las grasas y aceites insolubles que se encuentran en casi todo tipo de aguas residuales. El equipo consiste en un tanque de geometría rectangular o cilíndrica equipado con un brazo desnatador mecánico y una línea de alimentación de aire disuelto en forma de microburbujas, que es el elemento clave para la eficiente separación de las fases sólido flotante líquido; logrando altos niveles de reducción de sólidos suspendidos.

f.- La coagulación: Ayuda a la sedimentación y a la flotación mediante el agregado de productos químicos como el sulfato de aluminio, la cal (CaOH) y los polímeros. Con ellos se logra aglomerar los sólidos suspendidos en el agua dándoles más peso, lo que favorece su sedimentación o flotación,

según sea el caso. Para esta operación basta un equipo dosificador del coagulante y un elemento mezclador en un tanque de dos a tres minutos de tiempo de retención hidráulica. A pesar de lo costoso del proceso, es muy eficiente para separar sólidos suspendidos y disminuir la DBO y la demanda química de oxígeno (DQO), muy usual en aguas industriales.

Cuadro 1.2

Métodos de Tratamiento Primario

Métodos	Características
Cribado	Elimina materias flotantes mayores a 5mm
Homogenización	Caudales y concentraciones mas homogéneas.
Neutralización	Neutraliza metales pesados y restablece el PH hasta hacerlo apto para el tratamiento biológico.
Sedimentación	Proceso natural, disminución de DBO hasta el 30%
Flotación	Separación de sobrenadantes del agua residual, grasas y aceites.
Coagulación	Aglomera los sólidos dándoles mas peso, lo cual permite su sedimentación.

Fuente: Elaboración propia

1.2.2 Tratamiento Secundario

El tratamiento secundario tiene por objetivo eliminar la materia orgánica disuelta en las aguas residuales. Para ello se emplean millones de organismos microscópicos cuyo trabajo es comerse(degradar) la materia orgánica para luego transformarla en más microorganismos y en sustancias mas sencillas tales como Bióxido de carbono, metano, nitrógeno amoniacal, nitratos y agua.

El tratamiento secundario más común – que incluye a los aeropuertos - para el tratamiento de aguas residuales es el de lodos activados. Las aguas residuales que provienen del tratamiento primario pasan a un tanque de aireación en donde se hace burbujear aire o en algunos casos oxígeno, desde el fondo del tanque para favorecer el rápido crecimiento de las bacterias y otros microorganismos.

Básicamente el tratamiento Secundario se sub divide en dos grande sistemas.

- aeróbicos

Cuadro 1.3

Comparación de Etapas de Tratamiento

Tipo de Tratamiento	Descripción	Métodos	Uso
Primario	Tratamiento básico que se da a las aguas residuales, generalmente antes de aplicar otro método de tratamiento. Con el propósito de eliminar la contaminación, retirar sólidos perniciosos que dañen los equipos de bombeo. Esta etapa es considerada como la mínima a aplicar en los nuevos proyectos de remodelación de aeropuertos.	Sedimentación, neutralización, cribado, homogenización, flotación, coagulación	Ningún uso en particular, etapa previa a un tratamiento superior. Según ley obligatorio en proyectos nuevos.
Secundario	Consiste en la descomposición en microorganismos de la materia orgánica purificando el líquido. Si el agua se utiliza para riego de las áreas verdes de un aeropuerto, se debe hacer como mínimo este tratamiento.	Aeróbico: que contempla la inyección de oxígeno. Anaeróbico:	Riego de áreas verdes y según sea el caso, reutilización para servicios, baños etc.
Terciario	Limpieza avanzada de aguas residuales que va más allá del secundario o el estado biológico, eliminando nutrientes como el fósforo, nitrógeno y la mayoría de la DBO y sólidos suspendidos. De poco uso en aeropuertos, altos costos para purificar el agua.	Filtro de carbón activo, intercambio iónico, ozonización, electrodiálisis	Riego de hortalizas y plantas de consumo humano.

Fuente : *Elaboración propia*

- anaeróbicos

1.2.3 Tratamiento Terciario

Los tratamientos terciarios consideran operaciones más costosas y sofisticadas; como filtración por carbón activado, desmineralización por osmosis inversa o resinas, coagulación-sedimentación-filtración y métodos electroquímicos. Éstos se recomiendan cuando el costo del agua es muy alto y conviene su reciclado al 100%.

Hay procesos que permiten eliminar más de un 99% de los sólidos en suspensión y reducir la DBO₅ en similar medida.

El tratamiento terciario, o de tercera fase, suele emplearse para eliminar el fósforo. Podría incluir pasos adicionales para mejorar la calidad del afluente eliminando los contaminantes recalcitrantes.

1.3 SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Los sistemas de tratamiento mencionados en el proceso de tratamiento secundario se explican brevemente (*Ver Diagrama adjunto*).

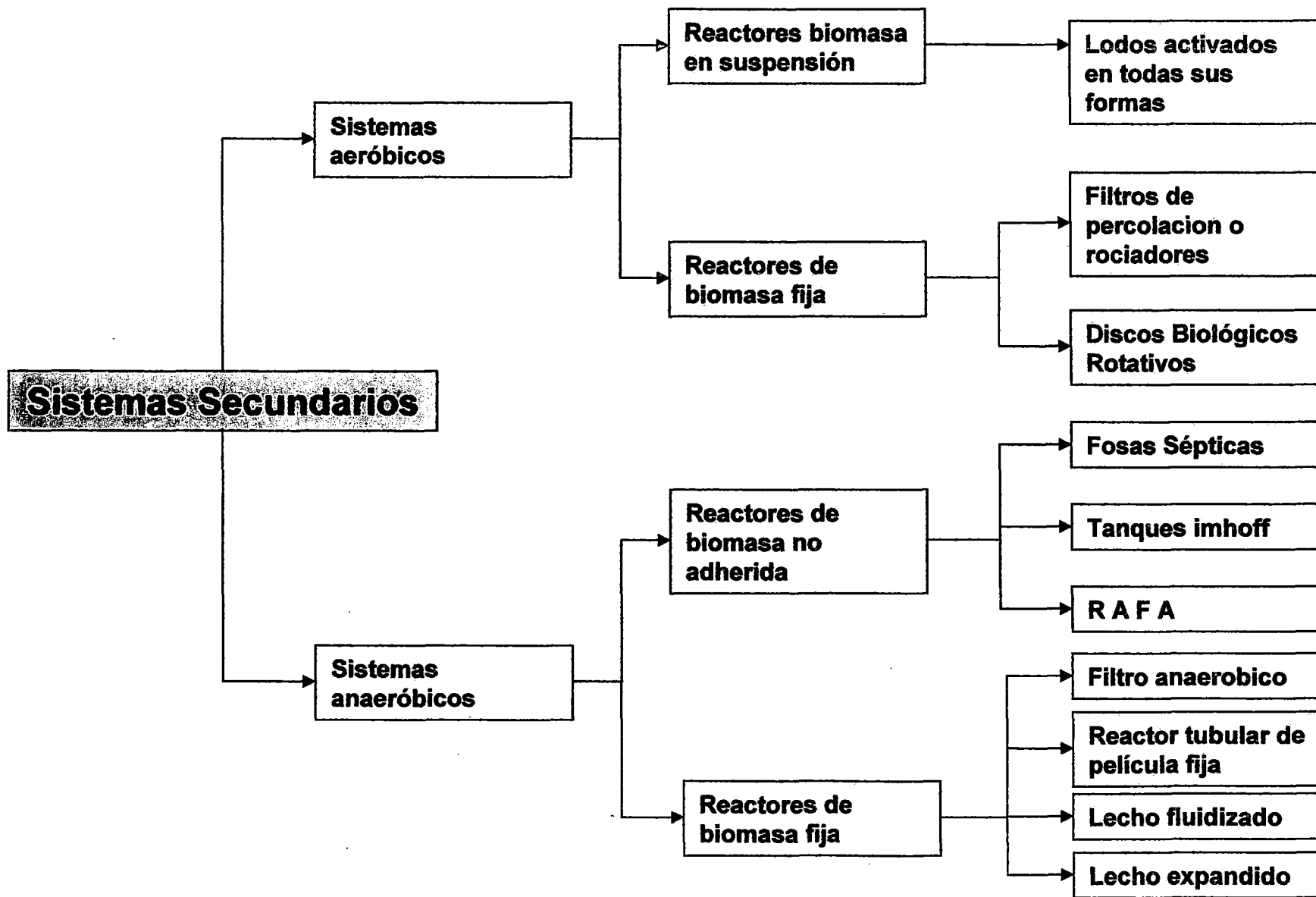
1.3.1 Sistema Aeróbico: Es el más usado. Consiste en una oxidación biológica de la materia orgánica, la cual se realiza en una unidad de reacción denominada aerador o reactor biológico. Este tratamiento se puede separar a la vez en dos grupos, de acuerdo a la forma en que la población microbiana se encuentra dentro del reactor.

a.- Reactores de biomasa en suspensión: son los que no utilizan un medio de soporte para los microorganismos. Se forman flocos. De este tipo son los lodos activados y todas sus variantes.

b.- Reactores de biomasa fija: cuando el reactor cuenta con un medio natural o sintético para que se desarrolle la comunidad microbiana, los más comunes son los filtros percoladores y los discos biológicos rotativos.

1.3.2 Sistema Anaeróbico: El tratamiento anaeróbico se refiere a la remoción de materia orgánica del agua residual sin la inyección de aire. El metabolismo de

Sistemas Secundarios de Tratamiento



las bacterias anaeróbicas es muy lento, razón por la cual se necesitan mayores tiempos de residencia del agua residual que en el proceso aeróbico. Solo una pequeña fracción del residuo orgánico biodegradable es transformada en nuevas células, la mayor parte es convertida en metano, un gas combustible, lo que lo convierte en un producto final útil.

Este sistema de tratamiento también está dividido en dos grupos de acuerdo a la disposición de la población microbiana.

a.- Sistema anaeróbico de biomasa no adherida: son en esencia separadores de sólidos en suspensión. Separados los sólidos, se depositan en el fondo del tanque para ser degradados. Aquí podemos mencionar como los más comunes a fosas sépticas, tanques Imhoff y RAFA (Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente).

b.- Sistema anaeróbico de biomasa fija: Está destinado a la remoción de la materia disuelta, aunque también pueden tratar y retener materia en suspensión. Son de este tipo el Filtro anaeróbico, el Reactor tubular de película fija, el Lecho fluidizado y Lecho expandido.

El *cuadro 1.4* nos muestra los grados de remoción de los diferentes métodos tanto aeróbicos como anaeróbicos del que podemos observar la superioridad del proceso de lodos activados en sus diferentes variantes, generando hasta el 95% de remoción.

1.3.3 Sistema aeróbico de lodos activados de Mezcla Completa

Expondremos con brevedad los principios básicos de operación del más común de los métodos de tratamiento, tanto en el ámbito urbano como en los aeropuertos de Latinoamérica:

Éste basa su funcionamiento hidráulico en el modelo de reactor continuo de mezcla completa (CSTR en inglés), en el que se supone un régimen ideal de mezcla completa. Es decir, todos los puntos del reactor tienen el mismo grado de mezcla, y que su balance hidráulico se basa en la continuidad de flujo.

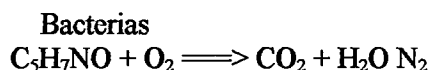
Cuadro 1.4

Eficiencia de Remoción en los Procesos de Tratamiento

Proceso de Tratamiento	Eficiencia típica de Remoción de DBO₅
Lodo activado convencional	85-95%
Lodo activado aeración extendida	75-95%
Lodo activado aeración reducida	60-75%
Lodo activado alimentación por etapas.	85-95%
Lodo activado proceso por lotes(batch)	85-95%
Lodo Activado "oxígeno puro"	85-95%
Lodo activado aeración a contracorriente	85-95%
Filtro percolador de tasa baja(piedra)	80-90%
Filtro percolador de tasa alta(piedra)	65-85%
Filtro percolador de tasa superalta(Plast)	65-80%
Filtro de desbaste (plástico o madera)	40-65%
Discos biológicos rotativos	80-90%
Fosa séptica	30-60%
Tanque Imhoff	40-60%
Filtro anaeróbico	75-80%
Reactor tubular	75-85%
RAFA (UASB)	75-85%

Fuente: Metcalf and Eddy Inc. 1991

Desde el punto de vista biológico, el reactor trabaja utilizando el poder de degradación de las bacterias aerobias sobre la materia orgánica, a partir de una ecuación química de oxidación, que podemos ejemplificar de la siguiente manera:



El término $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}$ representa la composición típica de la materia orgánica. Ella es degradada (reducida) por las bacterias a moléculas más simples, en presencia de oxígeno. Además, se reintegran a la atmósfera, como el bióxido de carbono y el nitrógeno, o simplemente se agregan al cuerpo de agua como H_2O .

Para que este tipo de reacción biológica pueda ejecutarse se necesita que las condiciones de temperatura y pH sean propicias, así como mantener la relación adecuada entre comida (materia orgánica) y microorganismos (bacterias). Esta relación cambia según el proceso.

Tanto en los procesos aerobios como anaerobios es necesario disponer de los lodos que se han generado en exceso. Es aquí que el proceso anaeróbico toma ventaja al proceso aeróbico, ya que produce sólo diez por ciento del volumen de lodos del otro proceso.

Los métodos más usuales de manejo de lodos son dos: el de deshidratación por precolación en lechos de secado y manejo en filtro prensa (ya sea este de banda o de placas).

1.3.4 Contaminantes de Importancia en las Aguas Residuales en Aeropuertos

Para hablar de los contaminantes de importancia de las aguas residuales de aeropuertos, debemos marcar las diferencias con las aguas residuales urbanas.

- Las aguas residuales urbanas pueden contener desechos industriales que involucren la presencia de formaldehídos y grasas que presentan un grado mayor de contaminación de las aguas. Identificados los parámetros de residuos industriales, estos requerirán un tratamiento mas sofisticado, de

acuerdo al volumen generado, aunque en la mayoría de ocasiones el volumen sea menor y su concentración sea baja al mezclarse con aguas residuales netamente domésticas. Se debe realizar una caracterización para conocer el nivel de contaminación.

- Las aguas residuales de aeropuertos podrían estar contaminadas en un grado mayor si no se siguió una política ambiental adecuada, ya que existen peligros de derrame de combustibles, grasas y detergentes como producto del mantenimiento de las aeronaves.

- La descarga del agua residual de los baños de los aviones se puede considerar la principal diferencia con las aguas residuales urbanas. Esta agua, denominadas "blue water", son altamente contaminantes y requieren un tratamiento especial que involucra un tratamiento previo antes de verterse a una planta de tratamiento convencional. Los valores elevados de los parámetros hace necesario que su tratamiento sea mas sofisticado. Se profundizará en el tratamiento del "blue water" en el *capítulo 2*.

- En general se puede considerar las aguas residuales de los aeropuertos como aguas residuales domésticas urbanas. Las aguas provenientes de los baños de los aviones son la excepción porque presentan un alto contenido contaminante en sus parámetros. Por ejemplo, los fenoles, que tienen el antecedente de desestabilizar una planta de tratamiento convencional al atacar las bacterias necesarias para el tratamiento.

La descripción de los principales contaminantes esta referida principalmente a contaminantes encontrados en aeropuertos, pero que no se diferencian en gran medida de las aguas residuales vertidas de zonas urbanas, a excepción de metales pesados provenientes de industrias en zonas urbanas.

a.- Sólidos en Suspensión: La concentración de sólidos suspendidos en el licor de mezcla es una manera primaria de evaluar la biomasa activa en el tanque de aireación. Los sólidos en suspensión pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias(sin aire incorporado) cuando se vierte agua residual sin tratar al entorno acuático.

b.- Materia orgánica Biodegradable: Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas animales. La materia orgánico biodegradable se

mide, la mayoría de las ocasiones, en función de la DBO (demanda biológica de oxígeno) y la DQO (demanda química de oxígeno). Si se descargan al entorno sin tratar, su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas.

c.- Patógenos: Pueden transmitirse enfermedades contagiosas por medio de los organismos patógenos presentes en el agua residual.

d. Nutrientes: Tanto el nitrógeno, el fósforo y el carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando se vierten al entorno acuático, estos nutrientes pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada. Cuando se vierten al terreno en cantidades excesivas, también pueden provocar la contaminación del agua subterránea.

e.- Contaminantes prioritarios: Son compuestos orgánicos o inorgánicos determinados en base a su carcinogenicidad, mutagenicidad, teratogenicidad o toxicidad (aguda conocida o sospechada). Muchos de estos compuestos se hallan presentes en el agua residual.

f.- Materia orgánica refractaria: Esta materia orgánica tiene tendencia a resistir los métodos convencionales de tratamiento. Ejemplos típicos son los agentes tensoactivos, los fenoles.

g.- Sólidos inorgánicos disueltos: Los constituyentes inorgánicos tales como el calcio, sodio y los sulfatos se añaden al agua de suministro como consecuencia del uso del agua. Es posible que se deban eliminar si se va a reutilizar el agua residual.

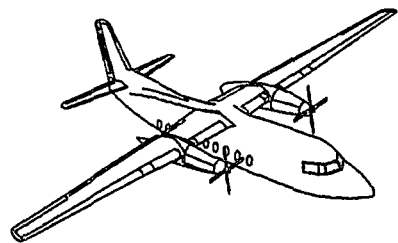
h.- Fenoles: Proveniente de las aguas residuales de los baños instalados en los aviones, este contaminante se encuentra en los químicos necesarios para alejar los malos olores provenientes de la materia orgánica. Es altamente dañino para las bacterias contenidas en el lodo del reactor biológico.

El ozono destruye el fenol y los compuestos fenólicos. Es considerado como uno de los componentes a usar para el tratamiento de este tipo de aguas residuales.

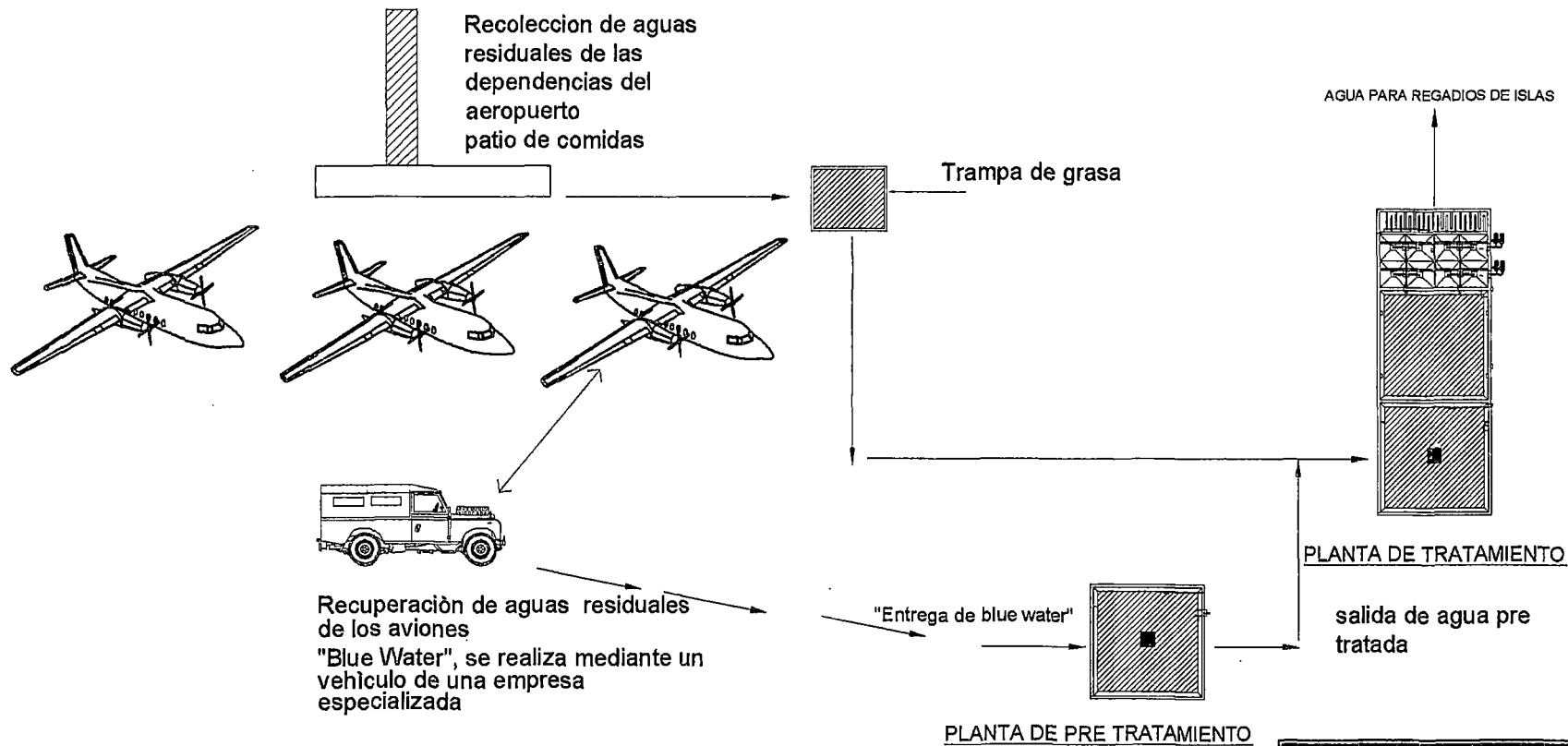
Cuadro 1.5

Cuadro de Contaminantes mas Importantes

Contaminantes	Descripción	Origen	Tratamiento
Sólidos en suspensión	Sólidos insolubles que flotan en la superficie o están en suspensión en el agua.	Común en aguas residuales urbanas	Sedimentación, flotación, filtración, coagulación
Material orgánico Biodegradable	Sustancia que puede descomponerse mediante procesos biológicos, mediante acción de microorganismos o bacterias.	Común en aguas residuales urbanas	Fangos activados, biodisco, filtro percolador
Patógenos	Microorganismos que pueden causar enfermedades a otros organismos	Aguas residuales urbanas en general	Cloración, Ozonización, hipo cloración
Nutrientes	Elementos esenciales para el crecimiento de las plantas, algas, perjudicial en el agua cuando hay en exceso.	Común en aguas residuales urbanas, agrícolas, industriales	Intercambio de iones, coagulación y sedimentación con sal
Contaminantes prioritarios	Son elementos generadores de enfermedades muy dañinas para la salud	Aguas residuales urbanas e industriales	Intercambio de iones, Ozonificación, radiación ultravioleta
Materia orgánica refractaria	Elementos contaminantes que no se eliminan con tratamientos convencionales	Aguas residuales industriales, detergentes	Carbón activado, ozonificación
Sólidos inorgánicos disueltos	Compuesto por calcio sodio, sulfatos.		Intercambio de iones, Electrodialisis



PROCESO DE TRATAMIENTOS EN AEROPUERTOS



<small>TÍTULO</small> DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA			
<small>CAPÍTULO</small> GENERALIDADES		<small>FIGURA</small> 1.2	
<small>BRILLO</small> PROCESO DE TRATAMIENTO EN UN AEROPUERTO			
<small>ORDENA</small> S/E	<small>FECHA</small> NOVIEMBRE 2005	<small>DISEÑA</small> J. LEON	

CAPITULO 2

SELECCIÓN DE LA TECNOLOGIA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN AEROPUERTOS

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES – SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA MAS ADECUADA

La selección de la tecnología destinada a la recolección y tratamiento de aguas residuales en aeropuertos deberá considerar las conclusiones del primer capítulo. En el se deduce que la mejor alternativa es el de tratamiento aeróbico por lograr mejores porcentajes de remoción. Sin embargo también se podría considerar la combinación de métodos, lo cual deberá ser evaluado y hacer un equilibrio de costos y efectividad del método. El proceso de selección que consideraremos para un aeropuerto deberá incluir también:

- Consideraciones de espacio mínimo: Los aeropuertos generalmente se encuentran ubicados en zonas aledañas a espacios urbanos (caso de Iquitos y Arequipa) que no permiten su crecimiento. Por ello, sus áreas deben de ser evaluadas y conservadas para un futuro crecimiento. Las plantas de tratamiento por lo tanto no deben ocupar áreas considerables.
- El riesgo que representa la presencia de aves¹⁵: Las aves son consideradas una peligro para las operaciones aeroportuarias. Un ave o un conjunto de aves que aparece repentinamente sobre la pista de aterrizaje o calles de rodaje aledañas, podría colisionar con las turbinas de un avión (en aterrizaje o en despegue) causándoles daños. Este tipo de problema es habitual en los aeropuertos que están rodeados de lagunas o vegetación. La incidencia de este problema a nivel mundial, hace de el un serio problema económico y para la seguridad operacional. Entonces, según los especialistas en peligro aviario, lo mejor es no generar un ambiente atractivo para las aves. Por lo tanto; no debe considerarse ningún método que por su infraestructura sea punto de atracción para aves de cualquier tipo.

- Se debe tomar en cuenta los malos olores provocados por las plantas de tratamiento, que pueden afectar grandes áreas, ya que es considerada como la principal causa de rechazo a su implementación. No debe haber población (terminal de pasajeros o sala de embarque) a menos de 100 metros cuadrados (Reglamento Nacional de Construcciones).
- La reutilización de agua esta condicionada a considerar los parámetros mínimos indicados en las normas, donde para cada tipo de uso se requiere un nivel de tratamiento. En los aeropuertos de Iquitos y Arequipa es diferente el uso que se darán a sus aguas tratadas, pero estarán sujetas al siguiente cuadro. Donde los valores indicados para los parámetros son los mínimos esperados.

Cuadro 2.1

Calidad de las Aguas Según su Uso

Tipo de Uso	Descripción	DBO	OD
I	Aguas de abastecimiento domestico con simple desinfección.	5	3
II	Aguas de abastecimiento domestico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación sedimentación, filtración y cloración.	5	3
III	Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.	15	3
IV	Aguas de zonas recreativas de contacto primario(baños y similares)	10	3
V	Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos	10	5
VI	Aguas de zonas preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial.	10	4

Fuente: Ley General de Aguas

- La comparación de los métodos más comunes se muestran a continuación en análisis y se evalúa la conveniencia de usar cada uno de ellos.

Cuadro 2.2

Comparación de Métodos de Tratamiento

Tecnología	Nivel de tratamiento	Área requerida	Remoción de TSS/DBO	Remoción de coliformes	Remoción de parásitos	Manejo de lodos	Replicabilidad en Aeropuertos	Costo(US \$)
Lagunas de Estabilización	2	Alta	Media	Alta	Alta	+	Baja	Bajo
Lodos Activados convencionales	2	Baja	Alta	Media	Baja	+++	Alta	Media / baja
Filtros Percoladores	2	Baja	Media	Alta	Baja	-	Baja	Media / alta
Discos Rotativos Biológicos	2	Baja	Media/Alta	baja	baja	-	Media	Alto

Fuente: Cepis

De las características indicadas en el cuadro 2.2, podemos destacar el bajo costo que significa usar el método de *lagunas de estabilización*, pero no podremos usar este método por ocupar grandes áreas. Los aeropuertos cuentan con áreas reducidas, por lo tanto no se disponen de áreas adecuadas para este tipo de tratamiento, además la presencia de agua expuesta en la superficie puede atraer aves. Podemos ver los riesgos encontrados en el Aeropuerto Internacional de la ciudad de México donde mencionan este problema “Los cuerpos de agua de la zona de influencia son ambientes riesgosos por las aves acuáticas, tanto residentes como migratorias. Los cuerpos de agua permanentes constituyen un riesgo mayor (debido a que) si se localizan dentro de los conos de aproximación de las pistas del aeropuerto.”¹⁴.

El método de *Filtros Percoladores*, cuenta con áreas aceptables para su construcción, su desventaja radica en la eficiencia de remoción, donde es aventajado por otros métodos. Experiencias anteriores indican que este método es generador de olores y de moscas, lo cual la haría inaceptable para un

aeropuerto. Para la aplicación de sistema de filtros es necesario la importación de sus componentes lo cual también consideramos una desventaja.

El método de los *Discos Rotativos Biológicos*, no tendría problemas en dimensiones, pero su fabricación es foránea, los equipos se importarían, teniendo como principal desventaja los costos de operación y mantenimiento. (La limpieza y mantenimiento se deben realizar cada 48 horas como máximo).

Por lo expuesto, se puede deducir la elección de una planta compacta de Lodos Activados. Además de los beneficios ya mencionados, puede producir un efluente de calidad removiendo hasta el 95% del DBO y coliformes, producción mínima de olores y la no generación de moscas. Aunque la elección no es rígida, las evaluaciones podrían variar de acuerdo al tamaño del aeropuerto o los recursos con que cuenta.

2.1.1 Proceso de Tratamiento con Lodos activados:

Mencionaremos las características del proceso de tratamiento con lodos activos, para mas adelante detallar las características del método mediante el análisis de los diferentes tipos de planta de lodos activados.

- Su nombre proviene de la producción de una masa activada de microorganismos capaz de estabilizar los residuos por vía aerobia (los microorganismos con afinidad aeróbica, requieren de un ambiente con oxígeno molecular para desarrollarse).
- Se realiza a través de un tanque o reactor biológico, donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio en suspensión y se realiza la oxidación de la materia orgánica.
- El ambiente aerobio en el reactor se consigue mediante el uso de difusores, que también sirve para mantener el líquido mezcla en estado de mezcla completa.
- Los microorganismos consumen la materia orgánica y la transforman en nuevas células, ellas deben separarse del agua con el objetivo de completar el tratamiento. Este proceso se da en un estanque denominado sedimentador.
- Una parte de las células sedimentadas se recircula para mantener en el reactor la concentración de células deseada, mientras que la otra parte se

purga del sistema (lodo en exceso). Esta recirculación de lodos se denomina lodo activado recirculado (*Return Activated Sludge* o RAS). El lodo activado al absorber materia orgánica, crece y aumenta en forma continua. Por esto, es necesario retirar periódicamente una cierta cantidad de lodos del sistema. Esta purga se llama WAS (*Waste Activated Sludge*).

- El lodo purgado puede recibir un tratamiento posterior, prensado o simplemente eliminado. En algunos casos se puede reutilizar como abono o en la producción de energía.

2.1.2 Factores que Influyen en el Proceso

Existe una variedad de factores que influyen en el metabolismo aerobio, siendo los más importantes en la práctica: la temperatura, el pH, la concentración de oxígeno disuelto y la composición de sustrato.

- Temperatura: La cinética de un proceso biológico como el de lodos activados, depende de la temperatura en que éste se desarrolla. Además, incide sobre la velocidad de transferencia de gases, la concentración máxima de equilibrio de oxígeno disuelto y las características de sedimentación de los flóculos, debido a la influencia sobre la viscosidad del agua⁶.
- pH: El pH óptimo de la mezcla para un adecuado funcionamiento está comprendido entre 6,5 y 8,5. El agua residual que entra al sistema de lodos activados es diluido con los contenidos del tanque de aireación y neutralizado por el CO₂ producido por la respiración microbiana. El bicarbonato resultante presenta buena capacidad de buffer alrededor de pH 8,0 y en el caso de su mantenimiento, este pH no variará aun bajo suministro de efluentes ácidos o básicos⁴.
- Concentración de oxígeno disuelto: Dentro de las propiedades de transferencia de masa, el oxígeno es fundamental y generalmente la etapa que controla la velocidad del proceso. Desde el punto de vista ingenieril, determinar la capacidad de aireación de un equipo es fundamental para su funcionamiento y para la optimización de costos, siendo imprescindible la determinación de factores asociados a la aireación. Generalmente se intenta garantizar una concentración límite de oxígeno de 2 mg/L, la cual puede ser mayor, dependiendo de la carga másica aplicada⁴.

- Composición de sustrato y equilibrio nutricional: La actividad biológica de los lodos y sus propiedades con respecto a la decantación son afectadas por la composición del agua residual. En sistemas convencionales de lodos activados se requiere una tasa de $DBO_5:N:P$ de 100:5:1 para mantener el balance de nutrientes óptimo para la actividad heterotrófica de los microorganismos. Se considera un agua desequilibrada cuando esta tasa no es alcanzada.

2.2 TIPOS DE PLANTAS DE LODOS ACTIVADOS

Se muestran los tipo de plantas de lodos activados, con ventajas y desventajas. Este análisis servirá para determinar el tipo de planta a elegir para los aeropuertos en estudio.

2.2.1 Mezcla Completa

Este tratamiento se caracteriza por mantener valores uniformes para el efluente en todo el reactor. El aire es inyectado por turbinas superficiales o difusores de burbuja sumergidos, en ambos casos estos se regulan de acuerdo al nivel de efluente en el reactor. Los valores del agua residual serán iguales a los valores del efluente en el reactor, por lo que el nivel de nutrientes que los microorganismos encontrarán en el reactor es muy bajo.

La principal ventaja de este tipo de tratamiento es lo económico de sus costos de instalación y operación, lo que da un mejor ratio de costo por m^3 de efluente procesado. Además, por ser un sistema técnicamente eficiente, es sencillo de mantener y permite aplicar una serie de procedimientos alternativos en caso falle alguno de los componentes de la planta (lo cual es muy conveniente en caso de estar descargando el agua tratada al medio ambiente).

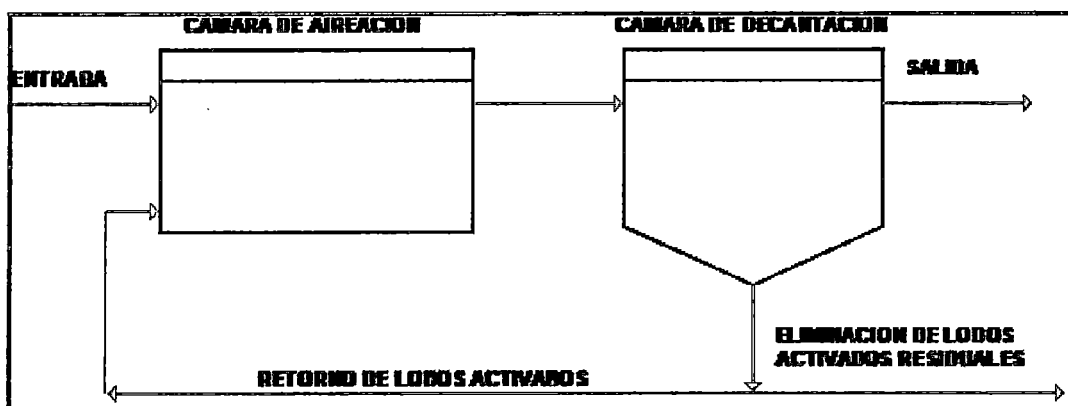


Figura. 2.1 Esquema de sistema de lodos en mezcla completa

2.2.2 Flujo en Pistón

Estos se caracterizan por generar una buena mezcla lateral, perdiendo eficiencia en sentido longitudinal.

En estos reactores se presenta una alta carga orgánica a la entrada del reactor, la cual disminuye hacia la salida según la relación entre el crecimiento exponencial y la relación F/M (comida / microorganismos) por sus siglas en ingles, que es muy alta en este caso.

Hacia la salida de este reactor, los microorganismos entran en fase endógena debido a la escasez de sustratos, los cuales disminuyen a lo largo del reactor, según aumenta la concentración de microorganismos.

Su principal ventaja es su capacidad de tratar el 100% del efluente, esto sucede debido al mayor periodo de retención que se utiliza en la cámara de aireación.

Su principal desventaja es la total dependencia del sistema hidráulico del pistón, lo que lo hace muy susceptible de fallas. En caso de que el sistema hidráulico falle, se debe reparar de inmediato. Ello conlleva a tener mayor cantidad de personal capacitado en periodos de inactividad a la espera de alguna contingencia. Además, por su sistema de funcionamiento no presenta mayores posibilidades de establecer un sistema paralelo en caso de mal funcionamiento.

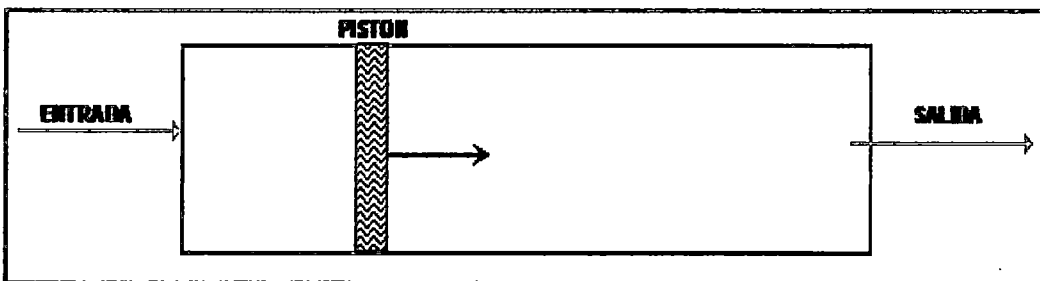


Figura 2.2 Esquema - lodos activados Flujo de Pistón

2.2.3 Canales de Oxidación

Estos se caracterizan por la singular forma de su cámara de aireación, la cual se asemeja a una pista de hipódromo, en la que unos cepillos se encargan del proceso.

Con la entrada del efluente en la zona previa a la aireación se logra que la cantidad de oxígeno sea mayor a la entrada y vaya disminuyendo durante su recorrido hasta la salida aguas abajo, donde el lodo será recirculado y reingresado al proceso.

Este tipo de plantas se caracterizan por periodos de retención altos (24 horas para el efluente y de 20 a 30 días para los lodos).

Por sus características, es muy difícil el espesado de lodos en estos procesos. Sin embargo se destaca el trabajo de los microorganismos en fase endógena, además de prescindir de una decantación primaria, porque se busca manejar una mínima cantidad de lodos.

La desventaja de este sistema es que si bien el tratamiento es económico y sencillo, el proceso de espesado de lodos para su eliminación nos obligaría a dosificar químicos aglutinantes antes de ser prensados; lo cual eleva el costo de esta parte del proceso, siendo que lo mas costoso del proceso sería eliminar los desechos.

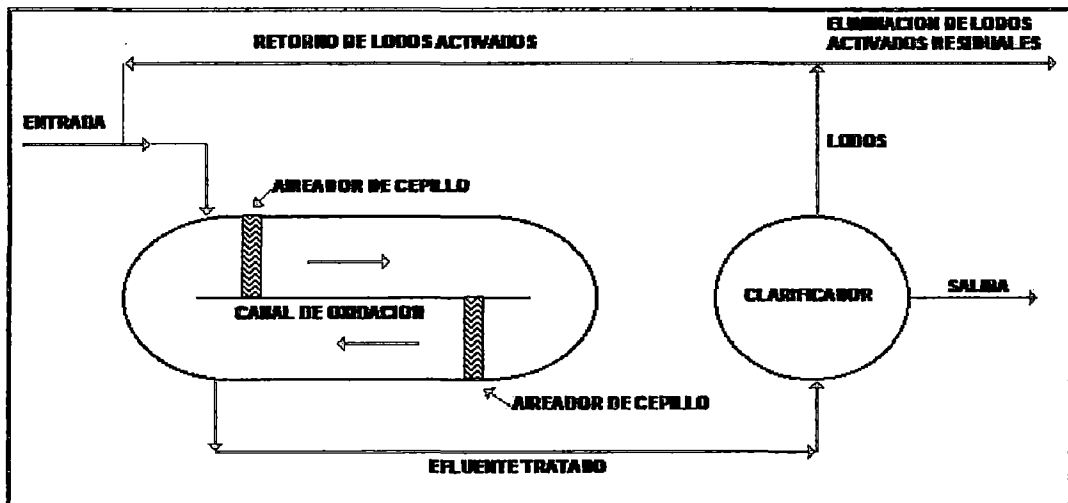


Figura 2.3 Esquema – sistema de lodos activados con canales de oxidación

2.2.4 Contacto Estabilización

Para este proceso se considera que la aireación se realice en dos etapas, cada una de ellas en una cámara individual.

En la cámara de contacto, la materia orgánica es absorbida por la masa microbiana; y la masa orgánica disuelta es absorbida por la biomasa. El periodo de retención se encuentra entre 30 y 60 min. En la segunda cámara, también llamada cámara de estabilización, es donde se eliminan los sólidos en los decantadores con un periodo de retención entre 2 y 3 h. Posteriormente se estabilizan aplicando aireación nuevamente antes de combinarse con el agua residual afluente.

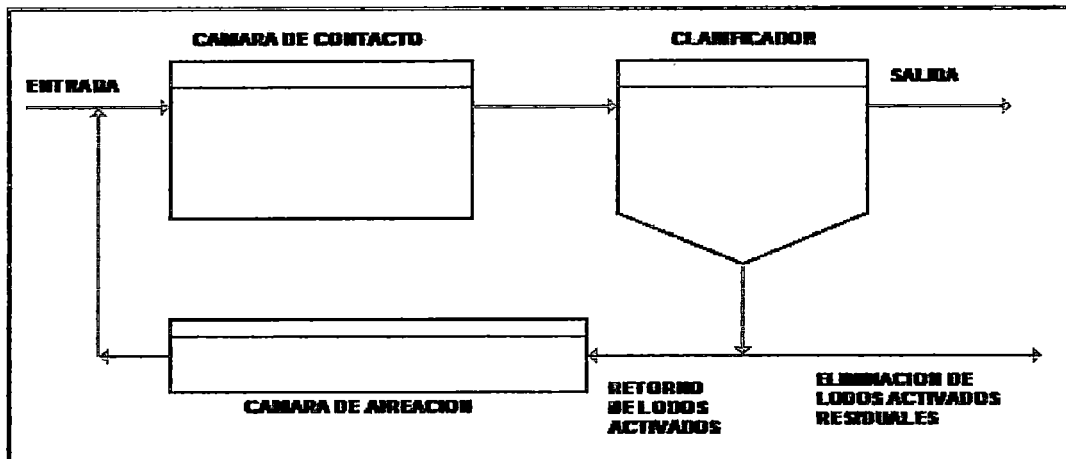


Figura 2.4 Esquema – Sistema de lodos activados contacto y estabilización

2.2.5 Reactores Discontinuos Secuenciales

En este sistema de mezcla completa no se utiliza un decantador secundario. Su principal característica es desarrollar todo el proceso en una sola cámara, para lo cual se pueden diferenciar 5 secuencias consecutivas, que son las siguientes:

1. Llenado: la cámara se llena con efluente
2. Reacción: La cámara se airea cuando se encuentra al 100% de su capacidad
3. Decantación: se permite la decantación y sedimentación
4. Extracción: el efluente se extrae de la parte superior de la cámara
5. Eliminación de Lodo: El lodo residual se extrae por la parte inferior de la cámara.

En este tipo de plantas el mantenimiento es importantísimo, generando (como en el caso del Flujo en Pistón) la necesidad de contar con la mano de obra inactiva en espera de alguna contingencia para actuar, lo que encarece innecesariamente el proceso.

2.2.6 Aireación por Etapas

Lo que hace esta variante es disminuir progresivamente la inyección del aire a través del tanque. Opera bajo el principio de flujo pistón y en la medida que el agua avanza, contiene menos materia orgánica; por ello, requiere menos oxígeno y se inyecta menos aire.

2.2.7 Aireación Prolongada

El tiempo de retención hidráulica en este método es de 18 a 36 horas (de cuatro a nueve veces más que el tratamiento convencional), el tanque de

oxidación puede tener forma rectangular u ovalada. El suministro de aire puede ser por difusores o aireadores flotantes de flecha. Por los mayores tiempos de retención, suele generar efluentes nitrificados y pocos lodos de desecho.

2.2.8 Oxígeno Puro

Este sistema inyecta una corriente de oxígeno en tanques cubiertos, para evitar que el oxígeno escape hacia la atmósfera. Logra niveles de actividad mayor y por lo mismo su tiempo de retención es de una a tres horas.

Vistos los diferentes tipos de tratamiento mediante lodos activados, podemos ver la comparación de estos métodos. Detallaremos un cuadro de ventajas y desventajas donde será importante también el nivel de tratamiento así como la replicabilidad que consiste en el aplicar el método en diferentes lugares sin restricciones de clima o espacio (factores importantes en un aeropuerto).

Cuadro 2.3

Ventajas y Limitaciones de los Tratamientos de Lodos Activados

Proceso	Ventajas	Limitaciones
Mezcla Completa	Proceso probado y de uso común, también en aeropuertos	Susceptible al crecimiento de algas filamentosas en el lodo
	Adaptable a diversos tipos de aguas residuales	
	Gran capacidad de dilución de cargas tóxicas y sobrecargas	
	Demanda de oxígeno uniforme	
	El diseño es relativamente simple	
	Utilizable con todo tipo de equipos de aeración	
Contacto Estabilización	Requiere menor volumen de aeración	Su capacidad de nitrificación es muy pobre o nula
	Maneja flujos de climas lluviosos sin diluir su MLSS	Su operación es un poco compleja
Aireación por Etapas	Distribuye la carga para tener una demanda de oxígeno más uniforme	Su operación es más compleja
	Los picos en climas lluviosos se pueden reenviar a la última etapa para minimizar la carga de sólidos en el clarificador	

	Su operación es flexible	
	Adaptable a muchos procesos operativos incluyendo procesos anoxico/aerobios	El proceso y el sistema de aeración tienen un diseño mas complejo
Aireación Extendida	Efluente de la mas alta calidad posible	Alto consumo de Energía para la aeración
	Diseño y operación relativamente simples	
	Capaz de tratar cargas toxicas y sobrecargas	Cámara de aeración relativamente grande
	Lodos bien estabilizados con baja producción de biosolidos	Adaptable mayormente a plantas pequeñas
Oxigeno Puro	Requiere una cámara de aeración con un volumen relativamente pequeño	Capacidad de nitrificación limitada
	Emite menores volúmenes de VOC y GAS de desecho	Los equipos a instalar, su operación y mantenimiento son mas complejos
	Generalmente produce un lodo de buenas características	Genera espuma nocardia
	Su operación y demanda de oxigeno son relativamente simples	Los sobrepicos de ingreso distorsionan la operación eliminando el MLSS
	Adaptable a muchos tipos de agua residual	
Reactor Discontinuo Secuencial	El proceso es simplificado y las bombas para el clarificador y el ras no son necesarias.	El control del proceso es mas complicado
	Instalaciones compactas	Los sobrepicos afectan la operación a menos que se haya considerado en el diseño
	Su operación es flexible, la remoción de nutrientes se puede alcanzar con algunos cambios en su operación	La descarga puede requerir de eequalización antes de su filtración y descarga
	Puede ser utilizado como un proceso selectivo para reducir la formación de lodos	Se requiere de alta capacitación para mantener los instrumentos, monitorear los equipos y las válvulas automáticas
	Una puesta a punto detallada puede la separación de sólidos (pocos SS en el efluente)	Algunos diseños usan equipos de aeración de poca eficiencia
	Aplicable a una variedad de tamaños de plantas	

Fuente: Metcalf & Eddy 1991 Inc

Según lo observado en el cuadro anterior y analizando las posibilidades en cuanto a los sistemas de lodos activados, consideramos que un sistema de "Aireación Extendida con Recirculación de Lodos" sería eficiente tanto técnica como económicamente para tratar los efluentes de un aeropuerto, dado que sus

ventajas son superiores a las demás y sus desventajas son mínimas. Quizá la más importante desventaja sería la del uso elevado de energía para la aireación, pero estaría dentro del rango de los otros métodos. Además, los aeropuertos tienen tarifa especial por alto consumo.

El método de Aeración Extendida tiene una gran aceptación en el tratamiento de aguas residuales, principalmente por su gran efectividad (entre el 75 y el 95%), su mínima producción de lodo residual y la sencillez de su operación.

2.3 PROCESO EN EL TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS

El proceso de tratamiento de aguas residuales por el método de lodos activados implica el tratamiento final que se le dará a los lodos, que en mayor o menor medida se generan de acuerdo al tipo de tratamiento escogido. Su eliminación y/o reutilización implica un tratamiento especial el cual se explicará y analizarán las posibilidades para los aeropuertos (Iquitos y Arequipa).

a.- Definición: Lodo es el residuo del tratamiento de las aguas que se deposita en el fondo de un decantador, caracterizándose por su alto contenido en agua. Su contenido es variable en microorganismos, según cual sea su procedencia.

Son lodos activos aquellos en periodo de floculación o floculados, con una gran flora bacteriana y otros microorganismos capaces de mineralizar la materia orgánica. Se producen como residuo final de cualquiera de los tipos de tratamiento por lodos activos revisados en el ítem anterior.

La cantidad y calidad de los lodos generados por una planta de tratamiento dependen fundamentalmente, de las características del agua residual tratada y del proceso de tratamiento empleado.

Los procesos más usuales aplicados para su disminución y eliminación, son los siguientes:

b.- Espesado de Lodos: Antes de proceder a la eliminación o estabilización de los lodos es conveniente, cuando no necesario, proceder a su espesado. De este proceso resultan las siguientes ventajas:

- Reducción del volumen, con el consiguiente ahorro en medios técnicos.
- Homogeneización de los lodos procedentes de varios decantadores.

c.- Digestión de los Lodos: Los tipos de digestión se clasifican según el tipo de microorganismos presentes en la composición del lodos

- Digestión aerobia: Por digestión o estabilización aerobia de los lodos se entiende la eliminación en presencia del aire de la parte fermentable de los lodos.

- Digestión anaerobia: Por digestión o estabilización anaerobia de los lodos se entiende la eliminación en ausencia del aire de la parte fermentable de los lodos.

c.- Deshidratación de Lodos: Consiste en la eliminación del mayor porcentaje de agua de los lodos tratados, en nuestro caso y basándonos en un sistema mas económico esto se realizará mediante su precolación en Lechos de Secado.

Tanto el proceso de espesado como la digestión implica equipos, mantenimiento constante y respaldo para eventualidades. El mas económico y fácil de trabajar resultaría para el caso de un aeropuerto de provincias la última opción. La deshidratación por lecho de secado es un proceso que implica una infraestructura menor y su mantenimiento es sencillo. Por ello se la considera como la opción mas viable para los aeropuertos de estudio.

El aeropuerto de Lima cuenta con un digestor de lodos y un filtro prensa, la cual le depara personal constante en planta y un mantenimiento constante de las mallas de la filtro prensa, el mantenimiento de la bomba dosificadora de oxígeno para el digestor y la floculación constante.

2.4 CRITERIO DE SELECCIÓN DE LA MEJOR TECNOLOGIA PARA UN PROYECTO – AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ

De los aspectos revisados hasta ahora, no podríamos poner a una tecnología como mejor que la otra, cada una tiene sus ventajas y desventajas en relación a costos de construcción, costos de operación, uso de energía, tamaño, facilidad de operación, estabilidad, confiabilidad, tamaño del aeropuerto etc.

Las conclusiones no son generales, por que son muchas las variables a considerar para cada caso. De lo estudiado hasta ahora tenemos: Usar un sistema aeróbico, usar el método de lodos activados, dentro del sistema de lodos activados usar la variante denominada aeración extendida.

Para seleccionar la tecnología que mejor se ajusta a las condiciones específicas del proyecto en los aeropuertos de Iquitos y Arequipa, se deberá tratar de alcanzar un equilibrio entre la protección a la salud pública y el medio ambiente, y los bajos costos de construcción y operación, aspecto importante en un aeropuerto de provincias.

Revisaremos en primera instancia las condiciones de elección y operación del aeropuerto Jorge Chávez y bajo ese criterio podríamos plantear las alternativas para los dos aeropuertos en estudio. Aunque, por sus características y por su importancia los diseños serán diferentes.

2.4.1 Selección de la Tecnología para el Tratamiento de Aguas Residuales a Implementarse en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez

Para la selección de la tecnología a usar en el Aeropuerto Jorge Chávez, se utilizaron criterios similares a los analizados hasta ahora. Las ventajas de ser el aeropuerto mas importante del país marcaran las diferencias con los diseños planteados para provincias.

a.- Opción del Tratamiento Aeróbico: Se sabe que para la obtención de un efluente de calidad y con un porcentaje de remoción alto, es preferible el uso del método aeróbico. En el aeropuerto Jorge Chávez se determinó el uso del agua tratada para regadío, para un proyecto denominado “Paisajista”. El proyecto consiste en el sembrado de gras en las zonas áridas que se encuentran en los alrededores de la pista de aterrizaje. El regadío del gras implica un grado de remoción moderado en los contaminantes de las aguas residuales, considerando la ley general de aguas, podemos ubicar lo requerido como riego de plantas de tallo corto. En el caso del aeropuerto de

Cuadro 2.4

**Descripcion de Edificaciones Aportantes al Colector
Aeropuerto Jorge Chavez**

Item	Edificacion	Descripcion
1	Aeroinversiones	Hangar de gran area que incluye oficinas, da mantenimiento a aviones.
2	PNP	Area ocupada por la policia nacional, en el calculo del caudal se describio al detalle sus instalaciones.
3	Bloque Sanitario	Integrado por autoclave, planta de tratamiento Blue Water e areas de tratamiento de residuos solidos, incluye oficinas de un piso
4	Instalaciones de Carga	Incluye oficinas de Serpost esta ubicada al sur, ocupa grandes areas y su uso es aun limitado
5	Edificio Principal del Terminal	Chequeo de equipaje y pasajes de pasajeros para vuelos nacionales e internacionales, cuenta con servicios publicos en ambos extremos y servicios
6	Peru Plaza	Ubicada en el segundo nivel donde existen diversos concesionarios de comidas y servicios, tiendas etc.
7	Nuevo Espigon	El nuevo espigon tiene 2 niveles cuenta con grandes areas de salas de espera nacionales e internacionales, servicios de tiendas y concesionarios.
8	Concesionarios	Son diversas oficinas y hangares para empresas que dan servicio de carga y traslado de equipaje, Talma, LAN.
9	Torre Central	Edificacion de 9 pisos donde se ubican las principales oficinas administrativas del aeropuerto y del concesionario LAP.
10	Hotel	Aun en proyecto, edificacion de concreto armado de 5 pisos.
11	hangares 1	Servicios de vuelo de compañías de aviones
12	hangares 2	Servicios de vuelo de compañías de aviones
13	hangares 3	Servicios de vuelo de compañías de aviones
14	Planta de Combustible y Nueva Red	Nueva planta de combustible que cuenta con ingreso propio por la Av. Faucett. Cuenta con oficinas y talleres de mantenimiento de refuellers
15	Rescate y Extincion de Incendios	Dos niveles de oficinas para emergencias de incendio.
16	Cielos del Peru	Oficinas y talleres de la empresa aerea de carga Cielos
17	ATSA	Oficinas y talleres de la empresa aerea de vuelos privados.
18	Peru Dispatch	Area de oficinas de empresa de manejo de carga.
19	Frio Aereo	Oficinas de 2 niveles.
20	Docampo	Servicio de alimentos para aviones.
21	Campo Deportivo	Duchas y servicios asi como oficinas de vigilancia
22	Taller mas Oficinas de Mantenimiento	Oficinas para mantenimiento general del aeropuerto.
23	Gate Gourmet	Servicio de alimentos para aviones.
24	CPMO	Oficinas de ingenieria de LAP
25	Arocontinente	Hangar que cuenta con oficinas y talleres para mantenimiento

Fuente: Elaboracion propia

Arequipa se planteará el uso de sus aguas para riego, por ser las condiciones similares al del aeropuerto de Lima. En el caso de Iquitos no es necesario el riego, pero el control de contaminación obliga también al uso de tratamiento aeróbico quizá en menor grado pues las aguas serán depuestas al río.

b.- Opción de Tratamiento por Lodos Activados: Limitaciones de espacio, limpieza y tiempos de retención cortos hacen que se opte por este método de tratamiento. El aeropuerto de Arequipa no cuenta con áreas para su ampliación pues esta rodeada de áreas de ocupación urbana, análogamente en Iquitos que actualmente tiene problemas de botaderos de basura en sus alrededores, estas están bajo control Municipal.

c.- Opción de uso de Biodisco Rotativos: Ofrecen un grado de remoción mayor, ofrecen seguridad de tratamiento (por ser menor su rango de eficiencia de tratamiento), ofrece un tratamiento limpio y libre de malos olores. Innova la tecnología de biodisco con la de mezcla completa y obtiene resultados efectivos. Arequipa a pesar de ser uno de los aeropuertos mas importantes no cuenta con la capacidad de costear los gastos de Biodiscos, esta opción queda descartada tanto para Arequipa como para Iquitos.

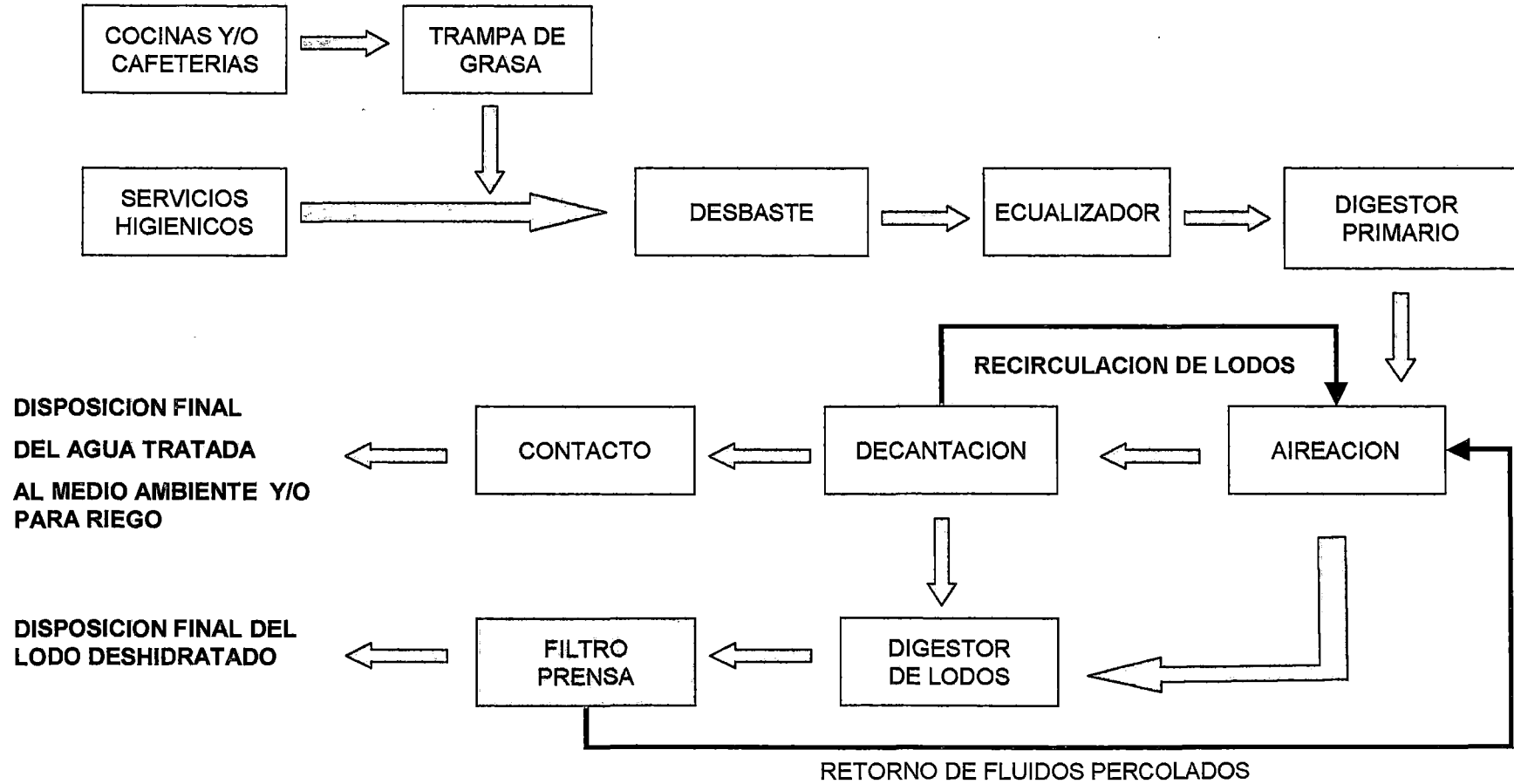
2.4.2 Cálculos y Parámetros de Diseño

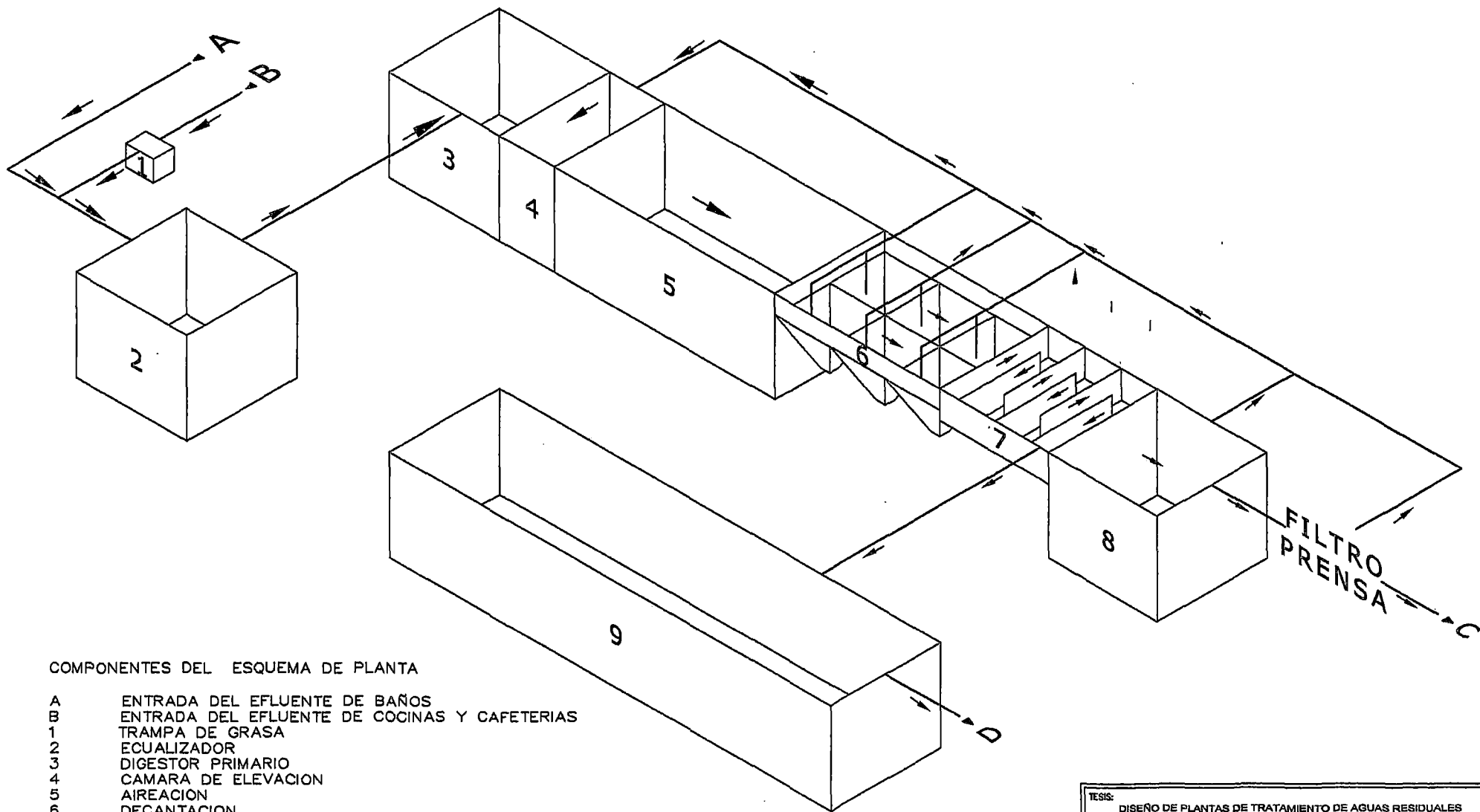
a.- Caudal

- El estudio para la obtención del efluente a tratar en el aeropuerto Jorge Chávez fue realizado en el año 2004 por la empresa Proserving, del cual mostraremos los principales alcances y cálculos para el diseño de la planta de tratamiento.

- Se utilizó para el cálculo El Nuevo Reglamento Nacional de Construcciones de Instalaciones Sanitarias para Edificaciones Norma Técnica S.200, las dotaciones diarias serán las que se indican en el cuadro de dotaciones de agua diarias. Como no es usual hacer un análisis para un aeropuerto, se considera como "personal no residente" a los trabajadores del aeropuerto o también denominados "alumnos", haciendo alusión a los colegios.

**Diagrama de Flujo del Proceso de Tratamiento de Efluentes
Aeropuerto Jorge Chavez**





COMPONENTES DEL ESQUEMA DE PLANTA

- A ENTRADA DEL EFLUENTE DE BAÑOS
- B ENTRADA DEL EFLUENTE DE COCINAS Y CAFETERIAS
- 1 TRAMPA DE GRASA
- 2 ECUALIZADOR
- 3 DIGESTOR PRIMARIO
- 4 CAMARA DE ELEVACION
- 5 AIREACION
- 6 DECANTACION
- 7 CAMARA DE CONTACTO
- 8 DIGESTOR DE LODOS
- 9 SALIDA DEL EFLUENTE TRATADO AL MEDIO AMBIENTE
- C CISTERNA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA TRATADA
- D ELIMINACION FINAL DE LODO RESIDUAL

TESIS: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO: 2 SELECCION DE LA TECNOLOGIA PARA EL TRATAMIENTO		FIGURA:
TITULO: ESQUEMA GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL AEROPUERTO JORGE CHAVEZ		
ESCALA: S/E	FECHA: NOVIEMBRE 2008	DESARROLLO CAD: J.LEON
		2.1

Dotaciones de Agua Según RNC

Tipo de Edificación	Cant.	Unidades	Observaciones
Deposito de Materiales	0,5	l/m ² /día	por turno de trabajo
Oficinas	6,0	l/m ² /día	
Restaurantes	2000	l/día	hasta 40 m ² de área
	50	l/m ² /día	de 41 a 100 m ² de área
	40	l/m ² /día	mas de 100 m ² de área
Cafeterías y Similares	1500	l/día	hasta 30 m ² de área
	60	l/m ² /día	de 31 a 60 m ² de área
	50	l/m ² /día	de 61 a 100 m ² de área
	40	l/m ² /día	mas de 100 m ² de área
Áreas verdes	2,0	l/m ² /día	
Garajes y Parques	2,0	l/m ² /día	
Trabajadores	80	l/persona/día	
Personal no residente	50	l/persona/día	

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones

- Para los establecimientos de tipo hangar y servicios de aerolíneas, la dotación de agua en l/m²/día se calcula en base a consumos medidos de agua potable de usuarios con micromedición tomados por la compañía operadora del aeropuerto (LAP). Ver Cuadro 2.5
- La planta de tratamiento de aguas residuales culminada en el año 2005 por Lima Airport Partners (LAP), recibe las aguas de todos los servicios higiénicos del Terminal, futuro hotel y de las diferentes oficinas que rodean el terminal. Ver Plano J-1

b.- Datos Generales del Aeropuerto

Ubicación:

El Aeropuerto Internacional Jorge Chávez esta ubicado en el límite de Lima con el Callao, a 25 metros sobre el nivel del mar, aproximadamente a 12 Km, al noroeste de la ciudad de Lima.

Limites:

- Norte : Terrenos de cultivo de propiedad privada.
- Sur : Marina de Guerra del Perú
- Este : Av Faucett, Aduanas, Av Tomas Valle
- Oeste : Propiedad de terceros, terrenos de cultivo y criaderos

Cuadro 2.5

Calculo de la Demanda Diaria de Agua Segun RNC

Usuario	Ambiente	Area m2	Dotacion lt/m2/dia	Demanda Diaria m3
Gate Gourmet (Empresa de abastecimiento de alimentos para los aviones)	Vigilancia	17,85	6	0,107
	Vestidor - SS.HH	7,28	6	0,044
	Deposito	46,76	1	0,047
	Taller	13,2	18	0,238
	Patio Mecanica	37,23	18	0,67
	Vestidor - Vigilante	5	6	0,03
	Laboratorio	9,72	6	0,058
	Lavado - Secado	353,4	60	21
	Almacen	534	1	0,534
	Camara Frigorifica	338,7	0	0
	Tray Setting	127,6	1	0,128
	Oficinas	114,5	6	0,687
	Panaderia - Pasteleria	175,7	40	7,03
	Cocina	551,9	60	33,114
	Sala de Calderos	67,8	0	0,00
	Pasadizo - Escaleras - Hall	321,2	0	0,00
	Pasadizo	59,84	0	0,00
	Area Libre - Estacionamiento	2327,26	2	4,55
Oficinas 2 do. Piso	2.584.8	6	15,51	
Oficinas 3 er. Piso	19,08	6	0,114	
Demanda Diaria Total (m3)				84.166
Aviacion del Ejercito	Abastecimiento: Pozo Propio			45,47
	Comedor de Oficiales	324	40,0	12,960
	Alojamiento de Oficiales	594	6,0	3,564
	Comedor de Tecnicos	385	40,0	15,400
	Alojamiento de Tecnicos	1848	6,0	11,088
	Tratamientos Residuales	100	0,5	0,050
	Calderos	50	0,5	0,025
	Banco de Ensayo Motores	220,75	0,5	0,110
	Batallon de Aviones	881	0,5	0,441
	Almacen/ CEMAE	192	0,5	0,096
	Total de Areas Verdes	868,89	2,0	1,738
	Abastecimiento: Por LAP			28,469
	Comedor de Tropa	496,5	40,0	19,860
	Hangar de Mantenimiento	1271	3,3	4,212
Cuadra de Tropa	661,5	6,0	3,969	
Total de Areas verdes	214	2,0	0,428	
Demanda Diaria Total (m3)				73,941

Fuente: Proserving

Situación actual:

Fue entregado en concesión el año 2001 al consorcio Lima Airport Partners (LAP) para su administración. CORPAC quedó a cargo del servicio de Control de Tránsito Aéreo del Aeropuerto.

La nueva administración del aeropuerto considera en su propuesta la remodelación total de los ambientes del aeropuerto además de la construcción de nuevas edificaciones exigidas como condición en la concesión de acuerdo a los estándares internacionales. Estas nuevas construcciones aportaran al desagüe, por ende se considera su aporte para el diseño. Entre las principales obras a realizar (incrementaran el volumen de desagüe a tratar), podemos mencionar las siguientes:

- **Nuevo Espigón:** Reemplaza al antiguo espigón demolido en el año 2003 por la concesión, es un edificio de 2 pisos. El primer nivel se destinó para uso de oficinas para aerolíneas; salas de espera y de buses para pasajeros nacionales e internacionales; oficinas de seguridad, de operaciones, de gobierno y áreas de servicio. En su segundo nivel, salas de espera nacional e internacional, espacios comerciales "Duty Free", salas de espera de buses y salones VIP para las líneas aéreas.
- **Ampliación De La Zona De Parqueo Aeronaves:** La nueva disposición del espigón demanda nuevas áreas de parqueo de aeronaves y se ubica en zona que rodea el nuevo espigón. Las obras de este sub proyecto se dan por la necesidad de tener una mayor cantidad de posiciones de aeronaves (28 posiciones para el 2008). Las obras están concluidas casi en su totalidad. Se consideraron para su diseño un área equivalente para aeronaves del tipo Airbus 757.
- **Edificio de Carga:** Mejor control de exportaciones e importaciones, manejo de carga de manera eficiente, es el objetivo de este sub proyecto. Su fase inicial no pudo entrar en funcionamiento debido a varios factores. La fase definitiva aún está en proyecto y se ejecutará en el 2007.
- **Planta de Combustible y Nueva Red:** La planta de combustible cuenta con 4 tanques para Jetfuel, cada uno con una capacidad de 2.500 m³ y una altura de alrededor de 15 m. Además, un edificio de administración, una

planta de bombeo y un tanque de agua para incendios. Se previó dos posiciones para el llenado de los tanques desde camiones cisterna. Por otra parte, están previstas dos estaciones para cargar los refueller del aeropuerto. Se previó un tanque más pequeño para Avgas combustible usado para aviones antiguos.

También incluye la línea de red hidrante que llevan el combustible hasta cada posición de estacionamiento de aviones, lo que brinda facilidades en tiempo y eficacia del abastecimiento.

- *Cisterna de Agua:* Cisterna subterránea de 4.000 m³ de capacidad, dividida en dos compartimentos, uno de 1.000 m³ para agua mezclada y un compartimento de 3.000 m³ para agua de pozo. Se encuentra ubicada en la playa de estacionamiento del aeropuerto. Abastece los servicios del nuevo espigón, oficinas anexas y tiene una reserva contra incendios.

- *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales:* Es la nueva planta que procesa las aguas provenientes del nuevo espigón y edificaciones anexas. Se ubica en la zona norte del perímetro del aeropuerto. Está dotada de sistemas de separación, aireación, sedimentación y desinfección. Para la operación de esta planta se ha considerado un planta de Pretratamiento del efluente de los aviones "Blue Water".

Ambas plantas serán explicadas a detalle más adelante.

c.- Edificaciones Aportantes a la Planta de Tratamiento (Ver Plano J-1)

Las edificaciones que descargan al colector principal son las que se mencionan en el *cuadro 2.4* ; a excepción de las nuevas edificaciones que forman parte del nuevo proyecto del aeropuerto, las cuales reemplazarán a edificaciones removidas por ampliación de plataforma. El cálculo es aproximado.

d.- Análisis de Población - Demanda de Agua para el Año 2008

Dotaciones de agua potable:

Se calcula de acuerdo al *Nuevo Reglamento Nacional de Construcciones de Instalaciones Sanitarias para Edificaciones*, de acuerdo a la Norma Técnica S.200.

Cuadro 2.6

Consumo Mensual de Agua Potable de Usuarios con Micromedición

Mes: Octubre 2002

Cod	Usuario	Ubicación	Lectura Anterior		Lectura Actual		Consumo m3/mes
			Fecha/Hora	m3	Fecha/Hora	m3	
1	Aerobar Golf Benabidez	Mezzanine	01/10/2002 3:25	5.994,00	01/11/2002 18:23	6.126,50	132,50
2	Aerocafe Restaurantes Asociados	Mezzanine	01/10/2002 1:35	4.405,00	01/11/2002 18:36	4.862,76	457,76
3	Comedor de Gerencia Tecnica	Zona Norte	01/10/2002 8:13	1.261,00	04/11/2002 15:40	1.306,90	45,90
4	Frio Aereo	Plataforma Sur	01/10/2002 2:40	3.602,00	01/11/2002 17:55	3.800,97	198,97
5	Exxon Mobil	Plataforma Sur	01/10/2002 2:35	9.911,00	01/11/2002 18:05	10087	176,00*
6	Globe Ground	Plataforma Sur	01/10/2002 2:40	2.212,00	01/11/2002 17:43	2274,94	62,94
7	Vitinas	Mezzanine	01/10/2002 1:28	1.306,00	01/11/2002 18:42	1444,43	138,43
8	Floristeria	Mezzanine	01/10/2002 3:29	15,74	01/11/2002 18:50	16,88	1,14
9	Cafetino	Mezzanine	01/10/2002 1:59	212,00	01/11/2002 18:31	229	17,00
10	Chocolateria	Mezzanine	01/10/2002 1:39	268,00	01/11/2002 18:33	314,89	46,89
11	Aldeasa	Aduana Inter	01/10/2002 10:15	183,49	04/11/2002 14:27	194,12	10,63
12	Café con Leche	Espigon Nacional	01/10/2002 5:35	71,00	02/11/2002 16:32	78	7,00
13	Dunkin Donuts	Mezzanine	01/10/2002 1:22	636,00	01/11/2002 18:40	784	148,00
14	4D Internacional	Mezzanine	01/10/2002 1:50	413,00	01/11/2002 18:29	471	58,00
15	City Café	Espigon Inter	01/10/2002 2:10	564,00	01/11/2002 18:18	668	104,00
16	City Café	Mezzanine	01/10/2002 1:19	459,00	01/11/2002 18:45	520	61,00
17	4D Nacional	Mezzanine	01/10/2002 3:18	790,00	02/11/2002 17:00	923,35	133,35
18	Restaurant Los Olivos	OACI	01/10/2002 3:41	271,00	01/11/2002 19:00	380	109,00
19	Oficina de Caniles	Siberia	01/10/2002 3:10	Sin Consumo	01/11/2002 19:10	Sin Consumo	0,00
20	Senasa	Control Panama	01/10/2002 3:50	48,00	01/11/2002 19:33	71	23,00
21	Aerocontimente (Hangar)	Plataforma Norte	01/10/2002 11:24	302,00	01/11/2002 21:54	1205	903,00
22	Aerocontimente (Carga)	Plataforma Nacional	01/10/2002 3:45	0,00	01/11/2002 19:30	113	113,00
23	Shouthern Peru	Plataforma Sur	01/10/2002 10:00	4,00	01/11/2002 17:36	15	11,00
24	Aereo Condor	Plataforma Sur	11/10/2002 10:00	0,00	01/11/2002 17:26	177	177,00
25	Peru Dispach	Plataforma Sur	11/10/2002 5:20	0,00	01/11/2002 17:50	63	63,00
26	Cielos de el Peru	Plataforma Sur	18/10/2002 3:45	0,00	01/11/2002 17:33	214	214,00*

Fuente: Proserving

Consumo Mensual de Agua Potable de Usuarios con Micromedición

Mes: Noviembre 2002

Cod	Usuario	Ubicación	Lectura Anterior		Lectura Actual		Consumo m3/mes
			Fecha/Hora	m3	Fecha/Hora	m3	
1	Aerobar Golf Benabidez	Mezzanine	01/11/2002 18:23	6.126,50	31/11/2002 12:00	6.140,63	14,13
2	Aerocafe Restaurantes Asociados	Mezzanine	01/11/2002 18:36	4.862,76	31/11/2002 21:14	5.360,52	497,76
3	Comedor de Gerencia Tecnica	Zona Norte	04/11/2002 15:40	1.306,90	02/12/2002 14:10	1.354,00	47,10
4	Frio Aereo	Plataforma Sur	01/11/2002 17:55	3.800,97	31/11/2002 13:25	4.012,00	211,03
5	Exxo Movil	Plataforma Sur	01/11/2002 18:05	10.087,00	31/11/2002 13:30	10263	176,00
6	Globe Ground	Plataforma Sur	01/11/2002 17:43	2.274,94	31/11/2002 13:14	2339	64,06
7	Vitinas	Mezzanine	01/11/2002 18:42	1.444,43	31/11/2002 21:20	1562	117,57
8	Floristeria	Mezzanine	01/11/2002 18:50	16,88	31/11/2002 21:03	17,87	0,99
9	Cafetino	Mezzanine	01/11/2002 18:31	229,00	31/11/2002 21:10	247	18,00
10	Chocolateria	Mezzanine	01/11/2002 18:33	314,89	31/11/2002 21:12	356	41,11
11	Aldeasa	Aduana Inter	04/11/2002 14:27	194,12	02/12/2002 8:18	203	8,88
12	Café con Leche	Espigon Nacional	02/11/2002 16:32	78,00	31/11/2002 14:14	84	6,00
13	Dunkin Donuts	Mezzanine	01/11/2002 18:40	784,00	31/11/2002 21:17	984	200,00
14	4D Internacional	Mezzanine	01/11/2002 18:29	471,00	31/11/2002 21:08	523	52,00
15	City Café	Espigon Inter	01/11/2002 18:18	668,00	31/11/2002 20:46	760	92,00
16	City Café	Mezzanine	01/11/2002 18:45	520,00	31/11/2002 21:24	586	66,00
17	4D Nacional	Mezzanine	02/11/2002 17:00	923,35	31/11/2002 12:58	1050	126,65
18	Restaurant Los Olivos	OACI	01/11/2002 19:00	380,00	31/11/2002 21:35	474	94,00
19	Oficina de Caniles	Siberia	01/11/2002 19:10	Sin Consumo	Sin Consumo	0	0,00
20	Senasa	Control Panama	01/11/2002 19:33	71,00	31/11/2002 21:58	92	21,00
21	Aerocontimente (Hangar)	Plataforma Norte	01/11/2002 21:54	1.205,00	31/11/2002 10:42	2337	1.132,00 *
22	Aerocontimente (Carga)	Plataforma Nacional	01/11/2002 19:30	113,00	31/11/2002 22:05	164	51,00
23	Shouthern Peru	Plataforma Sur	01/11/2002 17:36	15,00	31/11/2002 12:57	22	7,00
24	Aereo Condor	Plataforma Sur	01/11/2002 17:26	177,00	31/11/2002 13:08	453	276,00
25	Peru Dispatch	Plataforma Sur	01/11/2002 17:50	63,00	31/11/2002 13:20	408	345,00
26	Cielos de el Peru	Plataforma Sur	01/11/2002 17:33	214,00	31/11/2002 13:03	532	318,00
27	Aero Inversiones Norte	Zona Negra Norte		0,00	26/11/2002 2:00	262	262,00
28	Aero Inversiones Taca			0,00	26/11/2002 2:30	530	530,00

Fuente: Proserving

Consumo Mensual de Agua Potable de Usuarios con Micromedición

Mes: Diciembre 2002

Cod	Usuario	Ubicación	Lectura Anterior		Lectura Actual		Consumo m3/mes
			Fecha/Hora	m3	Fecha/Hora	m3	
1	Aerocafe Restaurantes Asociados	Mezzanine	31/11/2002 21:14	5.360,52	02/01/2003 21:14	5.893,00	532,48
2	Frio Aereo	Plataforma Sur	31/11/2002 13:25	4.012,00	02/01/2003 13:25	4.279,00	267,00
3	Exxo Movil	Plataforma Sur	31/11/2002 13:30	10263	02/01/2003 13:30	10404	141,00
4	Globe Ground	Plataforma Sur	31/11/2002 13:14	2339	02/01/2003 13:14	2413	74,00
5	Vitinas	Mezzanine	31/11/2002 21:20	1562	02/01/2003 21:20	1705	143,00
6	Floristeria	Mezzanine	31/11/2002 21:03	17,87	02/01/2003 21:03	18,93	1,06
7	Cafetino	Mezzanine	31/11/2002 21:10	247	02/01/2003 21:10	270	23,00
8	Chocolateria	Mezzanine	31/11/2002 21:12	356	02/01/2003 21:12	409	53,00
9	Aldeasa	Aduana Inter	02/12/2002 8:18	203	02/01/2003 8:18	215,36	12,36
10	Café con Leche	Espigon Nacional	31/11/2002 14:14	84	02/01/2003 14:14	91	7,00
11	Dunkin Donuts	Mezzanine	31/11/2002 21:17	984	02/01/2003 21:17	1191	207,00
12	4D Internacional	Mezzanine	31/11/2002 21:08	523	02/01/2003 21:08	602	79,00
13	City Café	Espigon Inter	31/11/2002 20:46	760	02/01/2003 20:46	850	90,00
14	City Café	Mezzanine	31/11/2002 21:24	586	02/01/2003 21:24	658	72,00
15	4D Nacional	Mezzanine	31/11/2002 12:58	1050	02/01/2003 12:58	1232	182,00
16	Restaurant Los Olivos	OACI	31/11/2002 21:35	474	02/01/2003 21:35	563	89,00
17	Oficina de Caniles	Siberia	Sin Consumo		Sin Consumo		
18	Senasa	Control Panama	31/11/2002 21:58	92	02/01/2003 21:58	118	26,00
19	Aerocontimente (Hangar)	Plataforma Norte	31/11/2002 10:42	2337	02/01/2003 10:42	3107	770,00
20	Aerocontimente (Carga)	Plataforma Nacional	31/11/2002 22:05	164	02/01/2003 22:05	196	32,00
21	Shouthern Peru	Plataforma Sur	31/11/2002 12:57	22	02/01/2003 12:57	33	11,00
22	Aereo Condor	Plataforma Sur	31/11/2002 13:08	453	02/01/2003 13:08	770	317,00
23	Peru Dispatch	Plataforma Sur	31/11/2002 13:20	408	02/01/2003 13:20	781	373,00
24	Cielos de el Peru	Plataforma Sur	31/11/2002 13:03	532	02/01/2003 13:03	602	70,00
25	Aero Inversiones Norte	Zona Negra Norte	26/11/2002 2:00	262			
26	Aero Inversiones Taca		26/11/2002 2:30	530			

Fuente: Proserving

Cuadro 2.7

**Demandas de Agua Potable y Caudales de Desague al año 2008
Aeropuerto Internacional Jorge Chavez - Lima**

Zona Sur

Area	Compañía	Tipo - Uso	Consumo medio m3/día	Area m2	No de Pers	Dotacion lt/m2/día	Turnos	Ingremento al 2008 (%)	Demanda parcial m3/día	Demanda diaria m3/día	Caudal prom de agua lt/seg	Contribucion de desague (%)	Caudal prom de desague
Concesionado											2,61	2,35	
S1	ATSA			5100		3,314		40		23,66	0,27	90	0,25
S2	Cielos del Peru		15,28					40		21,39	0,25	90	0,22
S3		Hangar		15000		3,55		40		69,59	0,81	90	0,72
S4		Serv. Aerolíneas		1800				40		8,95	0,1	90	0,09
S5	Exxon Mobil		5,87			3,55		40		8,22	0,1	90	0,09
S6		Serv. Aerolíneas		3500		3,55		40		17,4	0,2	90	0,18
S7		Serv. Aerolíneas		3500		3,55		40		17,4	0,2	90	0,18
S8		Serv. Aerolíneas		3500		3,55		40		17,4	0,2	90	0,18
S9	Peru Dispatch			3500				40		17,4	0,2	90	0,18
S10	Almacen de Carga				150	80	2			12	0,14	90	0,13
S11	Frio Aerio		8,9					40		12,46	0,14	90	0,13
No Concesionado											1,36	3,3	
S12	Policia Nacional			47700		0,898				42,83	0,5	90	0,45
S13	CEA	Oficinas		638,74		6			3,832	24,83	0,29	90	0,26
		Alumnos			420	50			21				
S14	CORPAC	Oficinas		8230		6				49,38	0,57	90	0,51
S15	Avicion Naval		200							200	0	90	2,08

Fuente: Proserving

Demandas de Agua Potable y Caudales de Desague al año 2008

Zona Centro

Area	Ubicación	Ambiente	Consumo medio m3/dia	Area m2	No de Pers	Dotacion lt/m2/dia	Turnos	Ingremento al 2008 (%)	Demanda parcial m3/dia	Demanda diaria m3/dia	Caudal prom de agua lt/seg	Contribucion de desague (%)	Caudal prom de desague
Concesionado											8,57		6,63
C1	Terminal 1 er piso	Almacen		494		0,5	1		0,247	77,08	0,89	90	0,8
		Oficinas		195		6		1,17					
		Restaurant		184		40		7,36					
	Mezzanine	Heladeria 4D(N)		162		40		6,48					
		City Café		69		50		3,45					
		Vitinas		120		40		4,8					
		D.Donuts		60		60		3,6					
		R.Asociados		432		40		17,28					
		G.Shop		37		60		2,22					
		Cafetino		27		60		1,62					
		Heladeria 4D(l)		188		40		7,52					
		Fut.Resturant		247		40		9,88					
		Tiendas		160		6		0,96					
		Oficinas		1749		6		10,494					
C2	Torre	Oficinas		2864		6		17,184	18,77	0,22	90	0,2	
		Almacen		167		0,5		0,084					
		Comedor		20,79			1	1,5					
C3	Peru Plasa - Concourse (Bechtel)										6,3		459
C4	Hotel (Anteproyecto Bechtel)									100	1,16	90	1,04

Fuente: Proserving

Demandas de Agua Potable y Caudales de Desague al año 2008

Zona Norte

Area	Compañía	Tipo - Uso	Consumo medio m3/día	Area m2	No de Pers	Dotacion lt/m2/día	Turnos	Ingremento al 2008 (%)	Demanda parcial m3/día	Demanda diaria m3/día	Caudal prom de agua lt/seg	Contribucion de desague (%)	Caudal prom de desague
Concesionado											5,38		4,37
N1	Docampo			6673		16,475		60		175,9	2,04	80	1,63
		Taller		1506		18			27,108	47,18	0,55		0,49
		Deposito		1110		0,5	2		1,11				
N2		Oficinas		3160		6			18,96				
N3	Campo Deportivo			5291		2				10,58	0,12	0	0
N4	Gate Gourmet		84,17					60		134,67	1,56	80	1,25
N5		Serv. Aerolineas		1292		3,55		40		6,42	0,07	90	0,07
N6	Bloque Sanitario + Incinerador									17,28	0,2	90	0,18
N7		Hangar		1520		3,314		40		7,05	0,08	90	0,07
N8		Hangar		1800		3,314		40		8,35	0,1	90	0,09
N9		Hangar		784		3,314		40		3,64	0,04	90	0,04
N10		Oficinas			4	200	1			0,8	0,01	90	0,01
N11	Aero Continente		37,73					40		52,82	0,61	90	0,55
No Concesionado											1,95		1,75
N12	Bco. de Lima		46,67							46,67	0,54	90	0,49
N13		Oficinas		3550		6			21,3	47,76	0,55	90	0,5
		Talleres		1470		18			26,46				
N14	Ejercito	Oficinas	73,94							73,94	0,86	90	0,77

Fuente: Proserving

La Empresa Proserving, encargada de estudiar los requerimientos actuales del Aeropuerto Jorge Chavez y de establecer los valores proyectados para el año 2008, donde el proyecto de remodelación del aeropuerto este terminado y operando al 100% muestran que la demanda de agua potable variara presentando un incremento entre 40% en las áreas calculadas en base a micro medición de consumos y 60% para las áreas de catering (ver cuadros 2.7).

Estos incrementos fueron considerados por Proserving en base a mediciones actuales y a coordinaciones técnicas con el personal de LAP, habiéndose respetado el porcentaje de incremento estipulado por el proyecto.

Para el caso de establecimientos de uso y área definida para el año 2008, las demandas se calcularon en base a las dotaciones fijadas en el reglamento nacional de construcciones.

En el *cuadro 2.9 "Resumen de Caudales al año 2008"*, se observa que la 1ra etapa de la planta de tratamiento se diseñará para una capacidad de proceso de 11l/s. Esta solo podría tratar la descarga proveniente de las Áreas Concesionadas (con un caudal promedio igual a 13,35 l/s.). Para ello deberán construirse colectores secundarios (desde los cuales regular el caudal de ingreso a la planta) para las áreas concesionadas por LAP en las zonas Norte y Sur con su posterior descarga al Emisor del Aeropuerto.

Las áreas no concesionadas seguirán descargando al colector publico existente.

El *cuadro 2.5 y cuadro 2.6*, se puede observar los cálculos previos por áreas y por micromedicion respectivamente, la micromedicion la realiza LAP mensualmente.

2.4.3 Descripción de la Planta De Tratamiento De Aguas Residuales en el Aeropuerto Jorge Chávez

Esta planta fue incluida dentro de la propuesta de Lima Airport Partners, en el ítem de protección y medio ambiente, basándose en estándares

Cuadro 2.8

Aporte de Desagues al Emisor - Año 2008

No 1 (Zona Sur)

Area	Compañía O Uso	Demanda diaria m3/dia	Caudal prom de agua lt/seg	% Contribucion de desague	Caudal prom de desague lt/seg
S1	ATSA	23,66	0,27	90	0,25
S2	Cielos del Peru	21,39	0,25	90	0,22
S3	Hangar	69,59	0,81	90	0,72
S4	Serv. Aerolineas	8,95	0,1	90	0,09
S5	Exxon Mobil	8,22	0,1	90	0,09
S6	Serv. Aerolineas	17,4	0,2	90	0,18
S7	Serv. Aerolineas	17,4	0,2	90	0,18
S8	Serv. Aerolineas	17,4	0,2	90	0,18
S9	Peru Dispatch	17,4	0,2	90	0,18
S10	Almacen de Carga	12	0,14	90	0,13
S11	Frio Aereo	12,46	0,14	90	0,13
Caudal Total de Desagues (Lps)					2,35

No 2 (Zona Centro)

Area	Compañía O Uso	Demanda diaria m3/dia	Caudal prom de agua lt/seg	% Contribucion de desague	Caudal prom de desague lt/seg
C1	Terminal 1 er piso + Mezzanine	77,081	0,89	90	0,8
C2	Torre	18,768	0,22	90	0,2
Caudal Total de Desagues (Lps)					1,00
C3	Hotel	100	1,16	90	1,04
Caudal Total de Desagues (Lps)					1,04

No 3 (Zona Norte)

Area	Compañía O Uso	Demanda diaria m3/dia	Caudal prom de agua lt/seg	% Contribucion de desague	Caudal prom de desague lt/seg
N1	Docampo	175,9	2,04	80	1,63
N2	Taller + Oficinas	47,18	0,55	90	0,49
N3	Campo Deportivo	10,58	0,12	0	0
N4	Gate Gourmet	134,67	1,56	80	1,25
N5	Serv. Aerolineas	6,42	0,07	90	0,07
N6	Bloque Sanitario + Incinerador	17,28	0,2	90	0,18
N7	Hangar	7,05	0,08	90	0,07
N8	Hangar	8,35	0,1	90	0,09
N9	Hangar	3,64	0,04	90	0,04
N10	Oficinas	0,8	0,01	90	0,01
N11	Aero Continente	52,82	0,61	90	0,55
Caudal Total de Desagues (Lps)					4,37

Fuente : Lima Airort Partners

Cuadro 2.9

Resumen de Caudales al año 2008

Caudal Promedio de Agua Potable

Descripcion	Zona Sur	Zona Centro	Zona Norte	Caudal Promedio
Concesionado (Lps)	2,61	8,57	5,38	16,56
No Concesionado (Lps)	1,36	0	1,95	3,31
TOTAL (Lps)				19,87

Caudal Promedio de Desagues

Descripcion	Zona Sur	Zona Centro	Zona Norte	Caudal Promedio
Concesionado (Lps)	2,35	6,63	4,37	13,35
No Concesionado (Lps)	3,3	0	1,75	5,05
TOTAL (Lps)				18,4

Nota Maxima capacidad del emisor a tubo lleno: 57 lt/seg que equivalen a 22, 88 lt/seg como Caudal Promedio

Capacidad de la Planta de Tratamiento de Desagues como Caudal Promedio es igual a 11lt/seg (1ra. Etapa)

Fuente: Proserving

internacionales. El diseño fue elaborado por le empresa chilena DLC Soluciones Industriales.

La planta de tratamiento proyectada en el Jorge Chávez, es parte de la propuesta técnica e indica en el ítem “Diseño del sitio y del paisaje” lo siguiente:

“ Plantaciones y decoraciones con áreas verdes serán utilizadas alrededor del terminal y de las áreas de estacionamiento así como al interior del terminal y de las áreas de estacionamiento así como al interior del terminal y en el campo aéreo. Las plantas utilizadas en los exteriores, serán oriundas de la zona y resistentes a la escasez de agua, y serán regadas con agua reciclada.

(...)

Se plantara jardín en las zonas graduadas y sin pavimentos de la pista de aterrizaje y de las pistas e rodaje con el fin de controlar la erosión y el polvo. Agua tratada será utilizada para irrigación de dichas áreas”

Los parámetros mínimos esperados de ingreso y salida según el uso de regadío y según las caracterización del afluente son los siguientes:

Parámetros	Entrada Máximo (mg/l)	Salida(mi/l)
DBO ₅	333	15
DQO	666	30
TSS	400	~ 30

La primera parte de la planta fue concluida y se encuentra en operación en la actualidad, esta es del tipo de lodos activados, y utiliza el sistema de Biodisco y prensa para el tratamiento de los lodos residuales, cuenta con las siguientes partes:

a.- Estación Elevadora: Las aguas residuales generadas en las dependencias del aeropuerto, concesionarios y en las diferentes oficinas, convergen en esta estación elevadora. Desde aquí son dirigidas hacia la planta de tratamiento mediante un set de bombas sumergibles de transferencia, una en uso continuo y otra en Stand By. La descarga se dirige al sistema de desbaste de la planta de tratamiento.

La Estación en su estructura, posee una salida de emergencia en 250 mm. De esta manera se evita inundaciones o rebalses de esta estación En caso de sobre nivel.

b.- Reja de Desbaste Automático: El sistema de desbaste de la planta de tratamiento posee dos unidades en paralelo, una de manejo automático y otra de tipo manual (Stand By). La descarga desde la estación elevadora es a una cañería en 160 mm, y el uso de una u otra unidad se selecciona a través de una compuerta manual que dirige el flujo a uno u otro equipo.

El sistema de desbaste automático, corresponde a un sistema de tipo escalera en acero inoxidable. El principio de operación es sencillo: filas de laminas auto-limpiantes forman una escalera, de manera alterna unas laminas son fijas y otras móviles; a partir de estas últimas se forma un conjunto que se mueve en dirección ascendente de manera que los sólidos se van depositando y transportando al siguiente escalón, hasta alcanzar el extremo de la reja desde donde se produce el vertido. Este movimiento es automático.

c.- Reja de Desbaste Manual: El sistema de desbaste manual, corresponde a una reja de acero galvanizado cuyas aperturas impiden el paso de sólidos grandes que ingresen a la planta de tratamiento. Su limpieza depende del operario de la planta de tratamiento.

Las aguas desbastadas ingresan por filtración a la siguiente unidad de tratamiento, que corresponde al estanque de pretratamiento.

d.- Estanque de Pretratamiento: Las aguas ingresan por rebalse a esta unidad de tratamiento. Este estanque posee un volumen de 113,1 m³ donde se acumularán las aguas residuales y se ecualizarán con la ayuda de un aireador del tipo jet sumergido de aireación radial que proporciona una cantidad determinada de O₂ al día. De esta manera las aguas adquieren un carácter homogéneo que contribuye a un óptimo funcionamiento del sistema biológico.

Por rebalse, las aguas del pretratamiento se dirigen al Estanque de elevación para su posterior elevación al sistema biológico de aireación mecánica.

e.- Estanque de Elevación: Las aguas provenientes del Pretratamiento ingresan por rebalse a través de una conexión entre estanques en 200 mm. Su volumen es de 34,8 m³ y su función es la transferencia de las aguas al sistema biológico de aireación mecánica mediante un set de dos bombas sumergidas de transferencia, una en funcionamiento continuo y otra en stand By. Las bombas de elevación dirigen, en primer lugar, las aguas a un regulador de flujo de manera de proporcionar un caudal horario al sistema biológico de aireación mecánica. A este estanque ingresan flujos adicionales, uno de ellos es el retorno de lodos provenientes de los sedimentadores biológicos, el otro corresponde a las aguas sobrantes de la regulación de caudal de ingreso al sistema biológico y el último es el filtrado del filtro prensa.

Debido al ingreso de retorno de lodo activo proveniente de los sedimentadores biológicos, se produce un pretratamiento biológico con lodos activos. De esta forma parte de la materia orgánica es removida y la flora bacteriana se acomoda al ingreso de las aguas que ingresan.

e.- Estanque Biológico: El tratamiento biológico corresponde a un estanque de 212,4 m³ de volumen útil. Este tratamiento biológico es en base a lodos activados y masa fija. Se realiza a través del uso de dos aireadores mecánicos STM modelo RR3240A6 que proporcionan el oxígeno necesario para los lodos activos y la superficie de contacto para la masa fija que se adhiere a los tubos que conforman los aireadores.

La materia orgánica presente en las aguas residuales es degradada por los microorganismos presentes en el licor de mezcla, a través de procesos de oxidación bacterial, asimilación de fósforo y procesos de Nitrificación y desnitrificación. El diseño del estanque, la disposición y el modelo de los aireadores, favorecen estos últimos dos procesos a través de la generación de gradientes de oxígenos que se producen dentro de este estanque .

Las aguas tratadas en conjunto con los lodos activos pasan por rebalse a los sedimentadores.

f.- Estanque Sedimentador: El ingreso del licor de mezcla con las aguas tratadas es por rebalse, a través de la distribución al fondo de cada cono. Los

sedimentadores son de tipo Dortmund y están diseñados de manera que la parte cónica acumule el lodo que sedimenta y la parte superior proporciona el tiempo de retención necesario para la óptima sedimentación.

Desde cada uno de estos sedimentadores se producirá un retorno del lodo hacia la cámara de elevación con el uso de una batería de dos bombas centrífuga en la salida de cada cono (una en funcionamiento y otra en Stand By). Además existe la posibilidad de dirigir los lodos hacia el digestor de lodos.

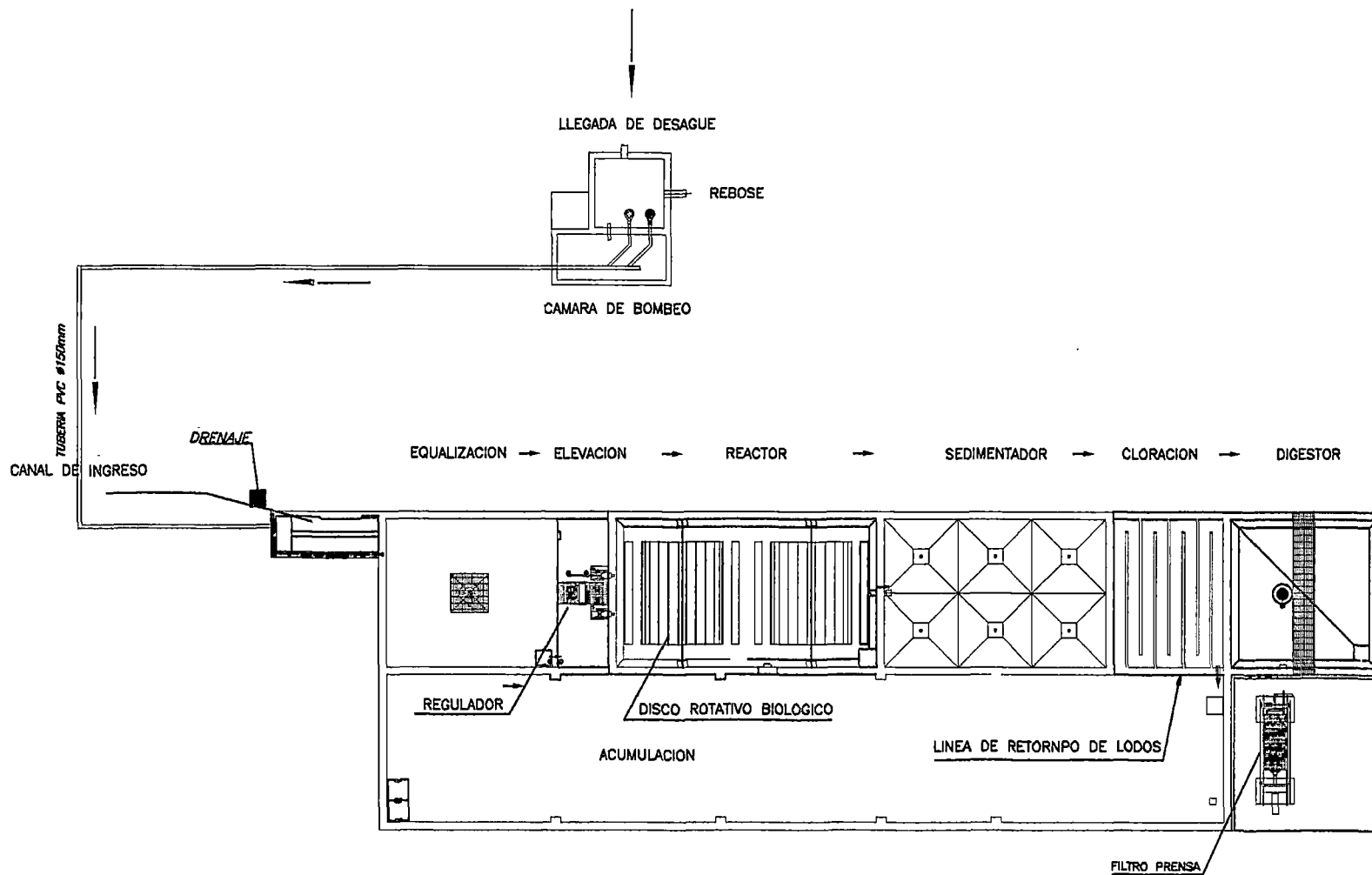
Las aguas tratadas son canalizadas por vertederos superiores en dirección a la desinfección.

g.- Desinfección: Las aguas provenientes del sistema biológico libre de materia orgánica (de acuerdo a requerimientos), ingresan al canal de cloración el cual posee un volumen de 21,34 m³ de volumen útil. En este estanque se dosificará solución de Hipoclorito de sodio al 10% como agente desinfectante en la dosis adecuada de manera de proporcionar una desinfección de acuerdo a requerimiento. La cámara de cloración está diseñada en canales, de manera de proporcionar un tiempo de residencia a las aguas que entran en contacto con la solución desinfectante.

La adición de Solución de Hipoclorito al 10% es a través del uso de una bomba de dosificación eléctrica comandada por un interruptor de flujo a la salida del estanque sedimentador. El estanque de acumulación de Hipoclorito de sodio corresponde al que entrega el proveedor el cual estará instalado de manera que la bomba dosificadora de cloro se alimente de este.

h.- Estanque de Acumulación: Las aguas tratadas y desinfectadas, ingresan a este estanque por rebalse. El volumen es de 1.000m³ y su función es acumular. Su vaciado es a través del uso de una bomba centrífuga, desde aquí debe ser usada para regadío de las áreas verdes.

i.- Estanque Digestor de Lodos: Estanque que posee un volumen útil de 134,56 m³. Su función es la digestión y estabilización de los lodos de manera que queden en condiciones de ser deshidratadas para su posterior disposición. La digestión se realiza a través del uso de un aireador tipo jet sumergido de aireación radial que proporciona el oxígeno necesario para la



ESQUEMA GENERAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO

TESIS:			2.2
DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS DE IQUITOS Y AREQUIPA			
CAPÍTULO: SELECCION DE LA TECNOLOGIA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN AEROPUERTOS			
TÍTULO: ESQUEMA EN PLANTA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EN AEROPUERTO JORGE CHAVEZ			
ESCALA:	FECHA:	DESARROLLO CAD:	
S/E	NOVIEMBRE 2006	J.LEON	

digestión. La purga de lodos se realiza cuando los niveles de estos en el estanque biológico sobrepasen los niveles establecidos.

j.- Filtro de Prensa: La deshidratación de lodos se realiza con el uso de un equipo Filtro prensa de 0,6 m³ de capacidad y la adición de floculante en línea. El sistema consiste en un filtro de placas que es alimentado por una bomba de tornillo, la cual purga los lodos del estanque digestador de lodos. Antes del ingreso al filtro prensa, se inyecta floculante en línea a través del uso de un mezclador estático en acero inoxidable. El floculante es preparado en un estanque de 1m³ de capacidad, y con la ayuda de un agitador de turbina accionado por un motoreductor, de manera de proporcionar la agitación necesaria para la disolución del polímero a las concentraciones especificadas.

2.4.4 Planta de Pre Tratamiento “Blue Water”

Planta diseñada especialmente para las aguas residuales provenientes de los baños (químicos) de los aviones. Estas aguas poseen componentes que podrían ocasionar problemas en el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, es por ello que se necesita tratar en una Planta de Pretratamiento que la depure hasta una determinada calidad en la que pueda verse a la Planta de Aguas Residuales sin ocasionar problemas en su funcionamiento.

El Pretratamiento del agua de los baños de los aviones (conocida como “blue water”), se realiza al oxidar los complejos orgánicos, principalmente los conocidos como fenoles. Estos compuestos son muy difíciles de oxidar en compuestos más simples, por lo que se aplican procedimientos de oxidación llamados Procesos Avanzados de Oxidación (Advanced Oxidation Process, AOPs). En los que no se necesita llegar a una oxidación total ya que son un pretratamiento para reducir su toxicidad antes de un proceso biológico.

La caracterización que se hace de las aguas residuales de los aviones “Blue Water” es mensual, encargándose de esto una empresa externa, los resultados obtenidos en promedio son las siguientes:

Cuadro 2.10

Comparación de Parámetros del Afluente

Parámetros	Planta de Tratamiento(mg/l)	Planta de pre Tratamiento(ml/l)
DBO ₅	370,0	2.000,0
DQO	700,0	3.000,0
TSS	400,0	1.500,0
Coliformes	1,6x10 ⁶	1,6x10 ⁷

Fuente : Lima Airport Partners

Se puede observar las diferencias en cuanto a contaminación de esta agua, siendo en algunos casos cercanos al 500% mayor para el caso de las aguas residuales provenientes de los aviones.

El volumen de descarga lo podemos observar en el *cuadro 2.11*, el promedio mensual de descarga es de 225,0 m³ lo que hace un promedio diario de 7,5m³ aproximadamente.

La descarga la realizan las diferentes compañías de rampa que ofrecen el servicio de desalojo de las aguas de los baños de los aviones y de residuos sólidos, la diferencia es que el volumen obtenido lo trasladan hacia la planta de tratamiento ubicada en el bloque sanitario del aeropuerto Jorge Chávez donde es descargada a un canal de rejillas en paralelo y retenido el papel y otros sólidos.

a.- Selección del Proceso

Para la selección del proceso Lima Airport Partners (LAP) convocó a dos empresas experimentadas en el rubro ambiental para la elaboración de plantas piloto. Ambas empresas tomaron muestras del Blue Water de los aviones

- La que mejor respondió a los requerimientos fue Agua Clear, pues según los resultados obtenidos obtuvo mas eficiencia(%) con respecto a la eliminación de tóxicos en las aguas servidas.
- Se tomaron muestras similares de 500 litros para cada uno de los modelos y se sometieron a los procesos respectivos de cada planta piloto.
- Fue necesario este procedimiento pues no existe en el Perú otra planta similar.

Cuadro 2.11

Registro de Descargas en Planta de Pre-tratamiento "Blue Water"

		Volumen descargado mensual (m ³)										
N°	Empresa de rampa	sep-05	oct-05	nov-05	dic-05	ene-06	feb-06	mar-06	abr-06	jun-06	jul-06	ago-06
1	Talma	119,30	143,29	135,77	123,44	165,85	123,55	134,65	130,05	142,16	165,40	175,39
2	Swissport	69,52	64,82	64,95	61,78	61,19	53,93	57,64	58,50	55,21	64,21	97,42
3	Globe Ground	12,02	18,91	9,13	19,21	14,81	15,98	15,87	16,38	15,71	19,93	21,10
4	Aerocondor	8,03	7,66	8,1	8,51	13,8	15,01	11,83	14,05	10,92	14,52	16,80
	Total	208,87	234,68	217,95	212,94	255,65	208,47	219,99	218,98	224,00	264,06	310,71

Fuente: Operador de Planta - Agua Clear

b.- Reactivos Usados

Ozono (O_3) aplicado al agua por medio del venturi instalado en la línea de recirculación de blue water.

Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2) en solución con agua, que es aplicado con Bomba Dosificadora.

c.- Composición de las Plantas Pilotos

Las empresas convocadas utilizaron diferentes procedimientos para sus respectivos modelos, la primera utilizó un sistema cuya base de tratamiento era el ozono y la segunda utilizó para su tratamiento carbón activado, ambos son usados como poderosos purificadores de aguas.

La Planta Piloto elaborada por *Agua Clear* se compone de la siguiente manera.

- Tanque de 500 litros de capacidad, fabricado en plancha metálica y equipado con distribuidor interno de aire, conexiones de succión, toma de muestras, etc.
- Electrobomba centrífuga de recirculación del Blue Water con motor de 0,8 HP.
- Equipo Generador de Ozono de 2 mg/l. Venturi de inyección de ozono en una línea de fluido líquido, toma de aire, conexiones, etc.
- Soplador de aire (Blower) montado sobre una base metálica; incluye motor de 2,4 HP, filtro de aire y válvula de seguridad.
- Tablero Eléctrico de Control.
- Conjunto de tuberías, válvulas y accesorios de interconexión.
- Bomba Dosificadora tipo diafragma y Tanque de 200 litros.

La Planta piloto elaborada por *Megan* se componía de la siguiente manera:

- Tanque de 500 litros de capacidad fabricado de plástico con recubrimiento metálico para evitar deformaciones por volumen.
- Serie de baldes en diferentes niveles en los cuales se colocó carbón activado.
- Tuberías de conexión entre baldes para salida del agua de manera secuencial.

Este último sistema no fue satisfactorio para los resultados esperados, siendo su mayor inconveniente la difícil tarea de limpiar el carbón activo.

En el anexo fotos podemos observar los dos sistemas de tratamiento piloto planteados con sus respectivos tanques de 500 litros.

c.- Muestras y Análisis

Las muestras y los análisis fueron realizados por la empresa SGS contratada por la operadora del aeropuerto(LAP).

d.- Resultados de la Experiencia Piloto

La planta piloto se cargo con 500 litros de BlueWater el día Lunes **22.11.2004** a las 7:00am, con agua residual real de un avión.

DBO ₅ :	7.665 mg/l
DQO:	13.052 mg/l
Fenol:	13,09 mg/l
pH:	8,95

Resultados del Martes **23.11.2004** (1er día)

DBO ₅ :	772,0 mg/l	Eficiencia de Remoción: 90%
DQO:	1.473 mg/l	Eficiencia de Remoción: 89%
Fenoles:	6,16 mg/l	Eficiencia de Remoción: 53%

Resultados del Martes **24.11.2004** (2do día)

DBO ₅ :	975 mg/l	Eficiencia de Remoción: 87%
DQO:	2.142 mg/l	Eficiencia de Remoción: 84%
Fenoles:	4,65 mg/l	Eficiencia de Remoción: 64%

Resultados del Martes **25.11.2004** (3er día)

DBO ₅ :	853 mg/l	Eficiencia de Remoción: 89%
DQO:	1.526 mg/l	Eficiencia de Remoción: 88%
Fenoles:	1,72 mg/l	Eficiencia de Remoción: 87%

e.- Interpretación

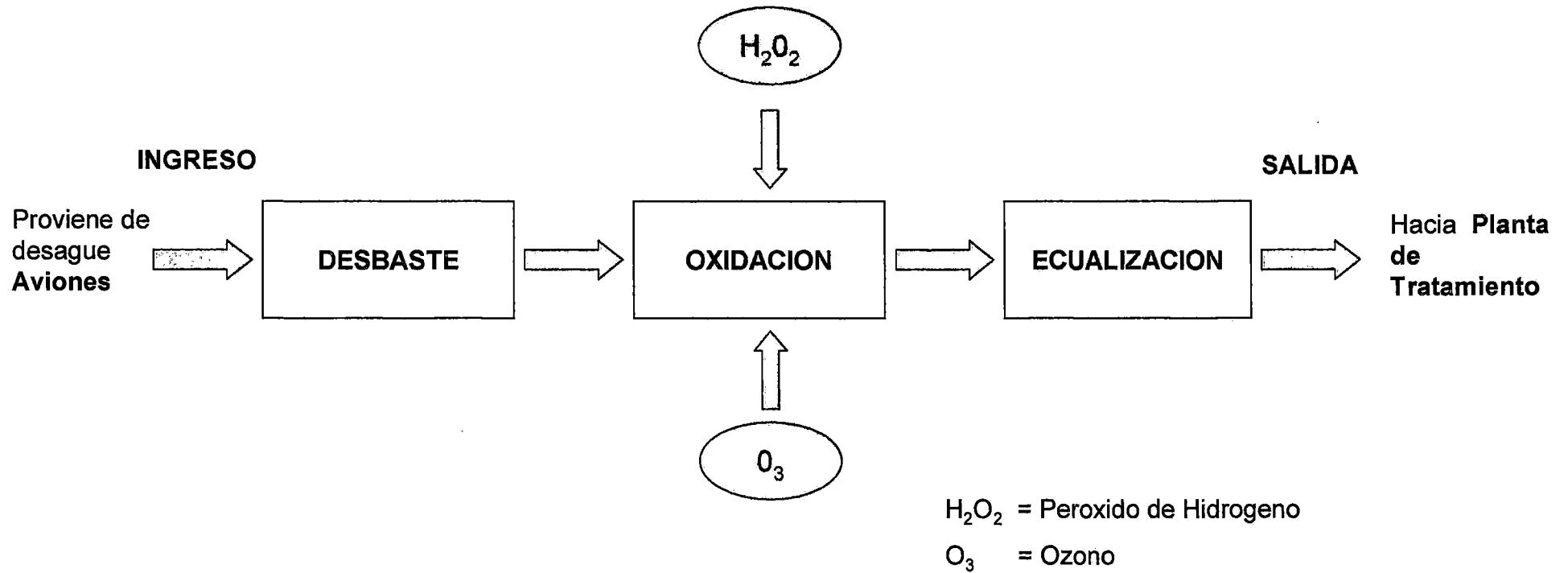
- La oxidación conseguida aplicando ozono y peróxido de hidrógeno es de 89% y 88% para DBO₅ y DQO respectivamente, después de tres (03) días.
- Luego del 4to y 5to día no se experimenta mayor eficiencia, se descarto prolongar el tiempo del tratamiento.
- El ensayo ha sido realizado sin modificar el pH de la muestra. Al inicio el pH fue de 8,95 y al final del tercer día se encontró un pH de 9,14.
- Durante el ensayo se notó un aumento en la temperatura de 4°C a 6°C en el agua residual.
- No fue posible mantener una agitación permanente del líquido dentro del tanque usando el soplador (blower) instalado, debido a la formación de espuma.
- La eficiencia con respecto a fenoles ha sido del orden del 87% en este primer ensayo. Para valores de Fenoles de hasta 8 mg/l en el BlueWater una concentración final de 1 mg/l.
- En base a los resultados obtenidos, se considera construir la Planta de Pretratamiento teniendo como base los resultados obtenidos por la empresa "Agua Clear", realizando solo modificaciones menores para mejorar el sistema.

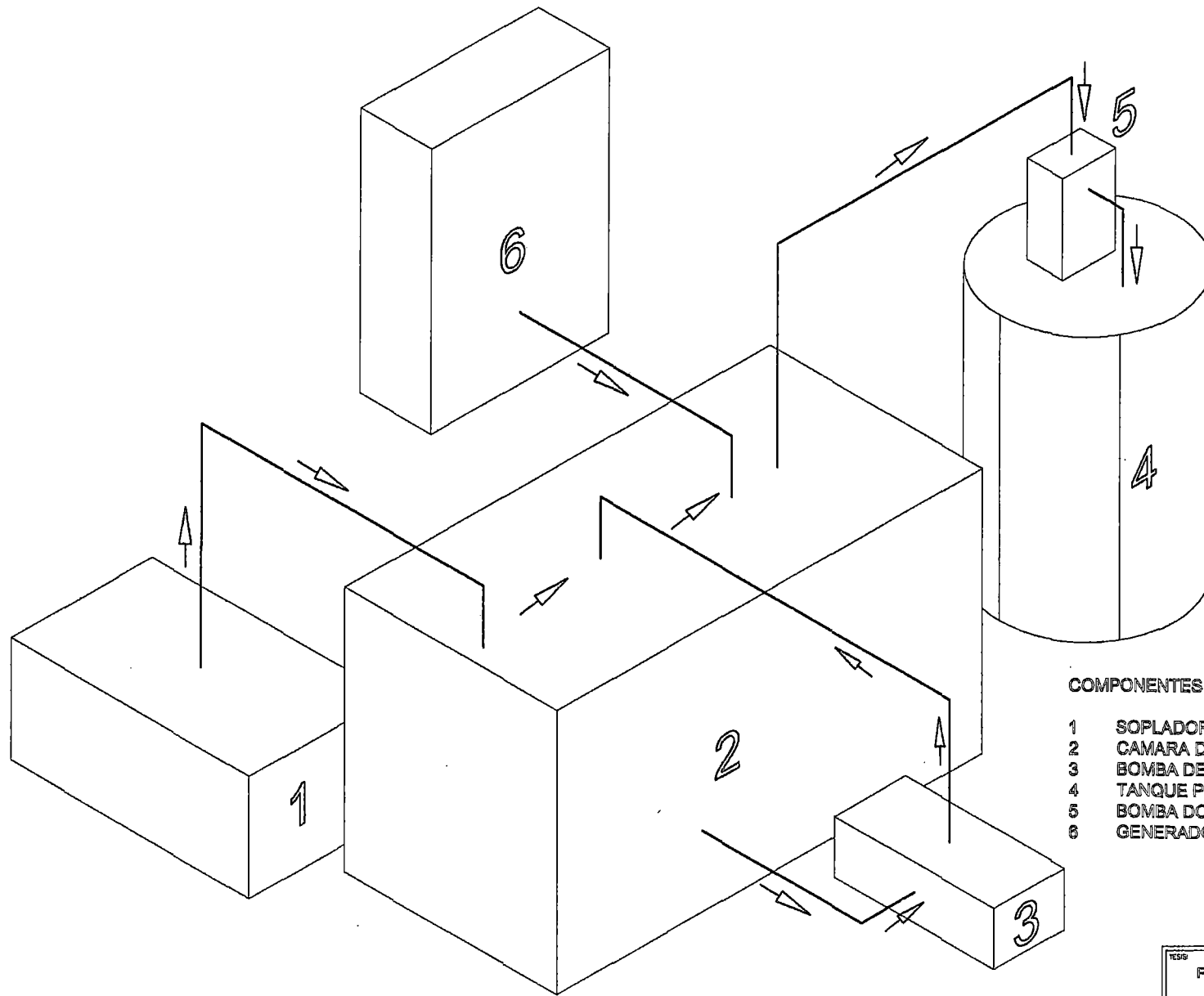
2.4.5 Descripción del Sistema de Pre Tratamiento Blue Water Instalado

a.- Rejas de Desbaste: El desbaste es realizado por la acción combinada de cinco (05) rejas, lo que permite retener la mayor parte de los sólidos no tratables que pudieran venir mezclados con el Blue Water, protegiendo la Planta, sus equipos y accesorios de la presencia de objetos que puedan obstruir tuberías y equipos y retiene los elementos intratables como plásticos, papeles, etc.

Las rejas deben limpiarse después de cada descarga, eliminando los sólidos retenidos y colocándolos inmediatamente en los depósitos instalados para tal fin.

Diagrama de Flujo de Planta de Tratamiento Blue Water





COMPONENTES DE LA PLANTA PROTOTIPO BLUE WATER

- 1 SOPLADOR (BLOWER) DE 2.4 HP
- 2 CAMARA DE OXIDACION
- 3 BOMBA DE RECIRCULACION DE 0.8 HP
- 4 TANQUE PARA SOLUCION DE PEROXIDO DE HIDROGENO
- 5 BOMBA DOSIFICADORA DE PEROXIDO DE HIDROGENO
- 6 GENERADOR DE OZONO

<small>TESIS</small> PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN AEROPUERTO DE IQUITOS Y AREQUIPA			
<small>CAPITULO</small> SELECCION DE LA TECNOLOGIA PARA EL TRATAMIENTO		<small>FIGURA</small> 2.3	
<small>TITULO</small> ESQUEMA DEL PROTOTIPO DE LA PLANTA DE PRE TRATAMIENTO "BLUE WATER"			
<small>ESCALA:</small> S/E	<small>FECHA:</small> NOVIEMBRE 2006	<small>DESARROLLO C.A.G.:</small> J.LEON	

b.- Cámara de Oxidación: En esta Cámara se lleva a cabo el proceso de oxidación avanzada, que básicamente se trata de un proceso químico, puesto que la mayor contaminación es química y no biológica. Todo el proceso se realiza de forma continua

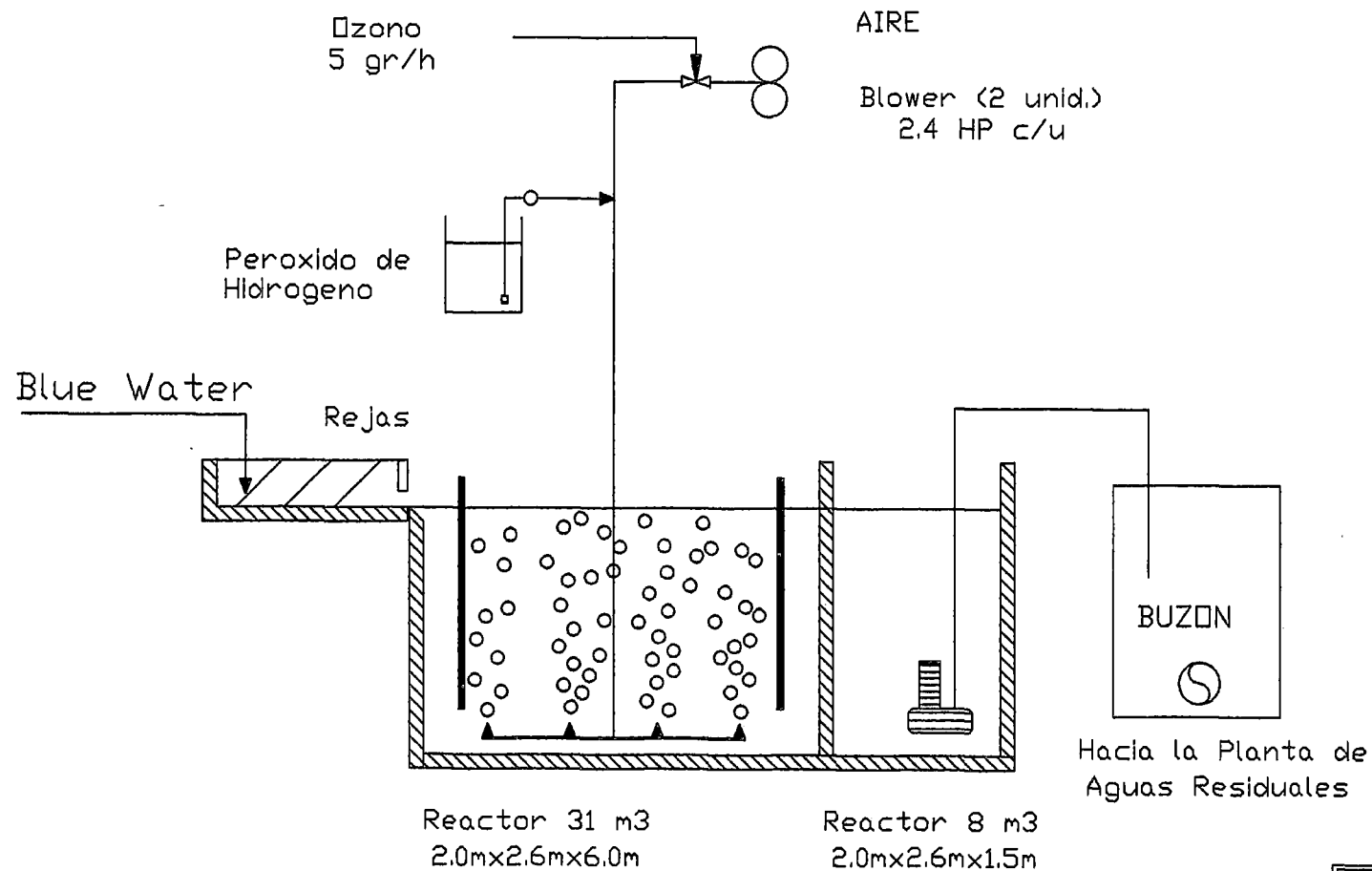
El Blue Water es mezclado y aireado por medio de dos sopladores especialmente calculados, de manera que asegure la homogeneidad de la suspensión y la ausencia de regiones muertas que puedan entorpecer la acción depuradora del proceso.

Con la finalidad de obtener una oxidación máxima se añade el Ozono (O_3) y el Peroxido de Hidrógeno (H_2O_2) para formar Oxidrilo (OH) y lograr la eliminación de casi la totalidad de los contaminantes no deseados en el Blue Water.

Es por la adición de estos oxidantes de alto poder que el proceso se clasifica como AOP, pues la presencia de Ozono, Peroxido U Oxidrilo, cada uno por separado nos daría ya un AOP, la acción combinada de estos tres nos pone ante un proceso AOP seguro y estable

c.- Cámara de Ecuilización: Por su concepción la planta de blue water suprime los inconvenientes que se derivan de una sedimentación excesiva de sólidos no diluibles en el fondo de esta cámara, manteniendo en calma el blue water tratado, de manera que este sea agitado solo por el flujo de retorno durante los periodos de bombeo para eliminar el blue water tratado haciéndolo pasar por un regulador de flujo que evite una sobrecarga en el sistema de drenaje del bloque sanitario.

d.- Tratamiento Final de los Sólidos: Cuando la cantidad de sólidos retenidos por las rejas sea tal que empiece a dificultar el paso del blue water a través de las mismas, estos deberán ser removidos de forma manual con las herramientas especialmente fabricadas para este propósito que han sido entregadas con la Planta, acto seguido se procederá a depositar estos sólidos en los recipientes para desechos especialmente instalados para este fin.



Reactor 31 m3
2.0x2.6x6.0m

Reactor 8 m3
2.0x2.6x1.5m

OXIDACION

CAMARA DE ECUALIZACION

TESIS: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA			FIGURA: <h1 style="text-align: center;">2.4</h1>
CAPITULO: 2 SELECCION DE LA TECNOLOGIA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN AEROPUERTOS			
TITULO: ESQUEMA DE PLANTA DE PRE TRATAMIENTO "BLUE WATER"			
ESCALA: S / E	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J.LEON	

CAPITULO 3

DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LOS AEROPUERTOS DE IQUITOS Y AREQUIPA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES

3.1.1 Antecedentes

El proceso de licitación de diferentes aeropuertos del Perú para su administración y mejora, dio como ganador al consorcio conformado por Swisport y GBH. Las condiciones son similares a las planteadas en el proceso de concesión del aeropuerto Jorge Chávez, lo cual implica que la empresa encargada de la administración tendrá que invertir en su infraestructura basándose en los estándares internacionales de aeropuertos, sin dejar de lado el PMA (Programa de Manejo Ambiental) presente en todos los proyectos nuevos de infraestructura.

Como se había mencionado en el capítulo uno, en todos los programas de desarrollo de los aeropuertos en Latinoamérica se consideró al menos una etapa de tratamiento para los efluentes de desagüe. La Norma Técnica S.90 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en su Ítem 4.3.11 dice:

“En ningún caso se permitirá la descarga de aguas residuales sin tratamiento a un cuerpo receptor, aun cuando los estudios del cuerpo receptor indiquen que no es necesario el tratamiento. El tratamiento mínimo que deberán recibir las aguas residuales antes de su descarga, deberá ser el tratamiento primario.”

Por lo indicado en las Normas y por la tendencia en los aeropuertos internacionales, debemos exigir en las inversiones de la concesión la aplicación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales de ambos aeropuertos.

La elección de los aeropuertos para este trabajo se basa en la importancia de los mismos. Se elige el aeropuerto de Iquitos por su importancia turística en los últimos años y el de Arequipa por ser la segunda ciudad del Perú. Ambas ciudades tendrán diseños diferentes por ser lugares de características diversas.

Una de las principales diferencias entre los aeropuertos de Iquitos y Arequipa, sería el clima que caracteriza a ambas zonas. El aeropuerto de Arequipa tiene un clima templado con temperaturas que oscilan entre los 24°C y 10 °C, las épocas de lluvias son de enero a marzo (estas moderadas), por el contrario, Iquitos posee un clima propio de la selva, cálido y húmedo con una temperatura promedio de 28° C, con lluvias constantes y repentinas a pesar del calor. El clima será un factor importante en el diseño.

Con respecto al nivel de uso, el aeropuerto de Arequipa cuenta con mucho más flujo de pasajeros como veremos en los cuadros estadísticos. Estas características diferentes nos obligan a plantear diseños diferentes en cuanto a tamaño y al uso de las aguas tratadas. El tamaño estará supeditado al flujo de pasajeros, las áreas ocupadas por los concesionarios, que va de la mano con el tamaño del aeropuerto. Para el uso final de las aguas, en Arequipa se podría plantear el riego de las áreas verdes, mas no así en Iquitos donde las horas de lluvia harían innecesaria esta práctica. Aun sin un uso particular en el caso de Iquitos, el tratamiento de las aguas es importante para la conservación del medio ambiente y para una deposición final de las aguas al río o al colector más cercano.

Basándonos en la experiencia previa adquirida en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (Lima) y por el análisis hecho en el segundo capítulo, hemos decidido aplicar también un proceso de tratamiento por lodos activados. Se tendrá en cuenta también que este es un proceso utilizado principalmente cuando se deben tratar efluentes con un caudal medio o bajo y se realiza en plantas de fácil instalación, operación y mantenimiento; además de los factores analizados en los capítulos anteriores, como son: limpieza, grado de remoción y economía.

Del análisis hecho en el Capítulo 2, el que mejor se amolda para un aeropuerto en provincias con las características mencionadas sería el método de

Aireación Extendida con recirculación de lodos, los motivos están analizados en el *Cuadro 2.2* donde se compara este método con varios otros también de lodos activados.

3.1.2 Proceso interno de Tratamiento – Aeración Extendida¹³

El proceso interno de tratamiento se refiere al tratamiento biológico que se da en el sistema de tratamiento por lodos activados, donde describiremos las fases del proceso y su variante aeración extendida.

El propósito básico del sistema de lodo activado es establecer y mantener una población viable de microorganismos, proveer el alimento y el ambiente apropiado del sistema. Durante su ciclo vital, los microorganismos experimentan un ciclo de crecimiento –decrecimiento.

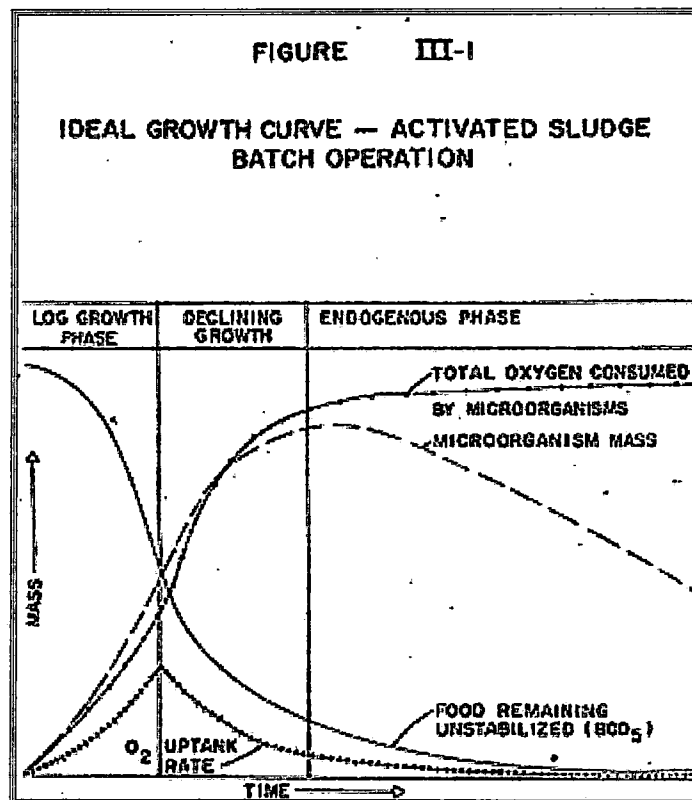


Figura 3.1 Curva de proceso de lodos convencional

La *figura 3.1*¹⁴ demuestra que la curva ideal del crecimiento está dividida en tres fases importantes: fase logarítmica del crecimiento, fase de decrecimiento, y la fase endógena.

Fase I: la fase logarítmica del crecimiento, demuestra que la población de microorganismos aumenta rápidamente durante el período inicial del

contacto con el agua residual (los microorganismos entran un frenesí comen y se multiplican). Hay un aumento proporcional en el índice del oxígeno consumido por los microorganismos y la cantidad del alimento en las aguas residuales disminuye rápidamente. Durante la fase logarítmica del crecimiento hay un alto cociente alimento / microorganismos (F/M).

En esta fase del crecimiento el énfasis está en la producción del nuevo material celular microbiano (aumento de lodo activado). El requerimiento total de oxígeno es menor durante esta fase pero están aumentando continuamente.

Fase II: Es la del decrecimiento. A medida que los microorganismos continúan consumiendo el suministro de alimentos se alcanza un punto límite en la cantidad restante de alimento, aumenta el índice de crecimiento de los microorganismos (número de nuevas células). Esencialmente hay muchos microorganismos y no suficiente alimento para mantenerlas. En ese estado comienza inmediatamente un cambio en la curvatura provocado por la nueva relación entre el alimento y los microorganismos.

Fase III: Es la fase endógena que comienza cuando la cantidad de alimento usada en producir energía y la formación de productos finales es mayor que la cantidad usada en la formación de nuevos microorganismos. La relación alimento / microorganismo es mucho menos de uno e indica el principio del hambre para los microorganismos que no son bastante fuertes para obtener sus alimentos. Se está produciendo mucho más productos finales mientras que la producción de células y lodos activos es mínima. El índice del consumo de oxígeno disminuye en esta fase mientras que la cantidad total de oxígeno consumida obviamente alcanza su valor total más grande.

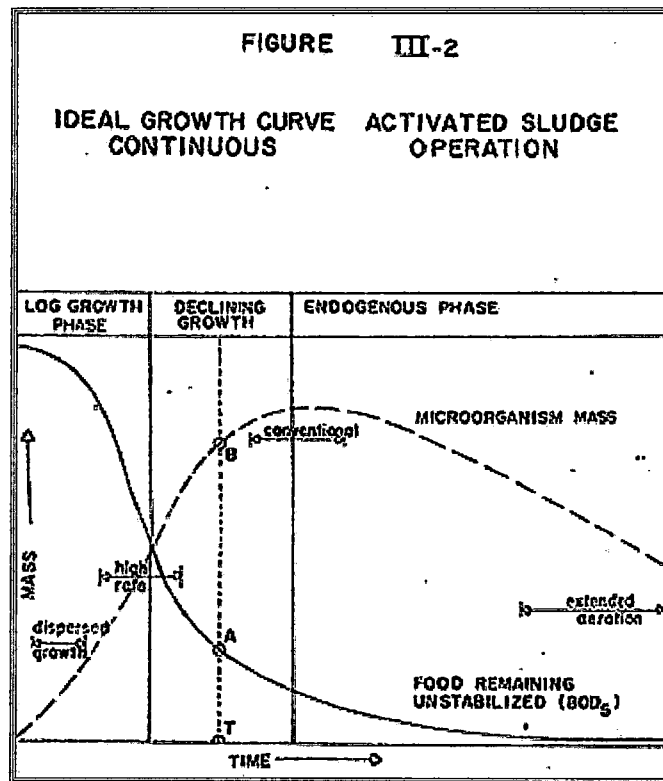


Figura 3.2 Curva en proceso de lodo activado de aeración extendida

La Figura 3.2 nos muestra el comportamiento en las tres fases indicadas para la modificación por el método de aeración extendida.

Puesto que la planta funcionará en la fase endógena, la producción de la materia celular será mínima, de tal modo producirá un mínimo de exceso de lodo.

3.1.3 Proceso de Tratamiento en los Aeropuertos de Iquitos y Arequipa.

El Proceso de tratamiento esta diferenciado de un aeropuerto a otro. Los principales factores que hacen diferente este proceso son, las condiciones de los colectores y el tamaño de los aeropuertos. Podríamos describir el proceso en cada aeropuerto de la siguiente manera:

- Las aguas son recolectadas desde todas las dependencias del aeropuerto, áreas concesionadas y patio de comidas, desde conexiones domiciliarias hasta llegar a la troncal de desagüe. En el aeropuerto de Arequipa la troncal es simple, que bordea el estacionamiento frente al terminal y se conecta con el colector de la calle, el colector de Iquitos no esta interconectado, para lo

- cual se deberá completar su unión y llevar las aguas a un tratamiento antes de verterse al canal más cercano.
- Las aguas recolectadas serán llevadas a la planta mediante la instalación de tuberías de PVC desagüe, variable para cada caso en cuanto a diámetro. Las aguas residuales en Iquitos están afectadas por las alcantarillas que recogen las aguas de lluvia, esto puede variar la concentración de sus aguas residuales.
 - La descarga final de las aguas se plantea de manera diferente para cada aeropuerto: En Arequipa se podrá usar para riego de áreas verdes, para lo cual planteamos la construcción de un depósito de recepción desde donde se bombeará el agua hacia una cisterna o en el futuro por medio de tuberías directamente hacia las áreas verdes. En Iquitos las aguas serán depuestas hacia el canal de drenaje existente, cuyo destino final es el río.
 - Es necesario la ubicación de trampas de grasas de preferencia a la salida de cada establecimiento generador de grasas, como por ejemplo puede ser, los restaurantes, talleres de limpieza de vehículos, estas pequeñas estructuras irían antes del ingreso a la troncal de desagüe. Estas estructuras son muy útiles para la homogenización de las aguas y es parte de un tratamiento primario. Su construcción es sencilla y sus costos son menores.
 - La regulación del caudal de desagüe a la llegada a la planta de tratamiento para el caso del aeropuerto de Iquitos puede ser crítica por exceso de lluvia, para lo cual se plantea una tubería de conducción hacia un pozo séptico ubicado contiguamente. En Arequipa sería regulada con una válvula simple en el desvío de las aguas hacia la planta de tratamiento.
 - El proceso de recolección de las aguas residuales de los aviones "blue water" se realizará de manera muy particular en las naves estacionadas en sus posiciones de desembarque mediante mangueras conectadas herméticamente y deben ser vertidas en depósitos especiales y vaciados luego al colector para su dilución con las aguas residuales provenientes de las salas de embarques o si se requiere se verá en cada caso si se hace necesario un pre-tratamiento.
 - Para el tratamiento de los lodos salientes del sedimentador, se tiene en consideración que el método de lodos activados por aeración extendida produce una cantidad menor de lodos, lo que facilita su tratamiento. Por ser aeropuertos de provincias y siendo la economía un factor importante, se

debe analizar el uso de un sistema de tratamiento de lodos que no implique inversión a largo plazo como podría ser el **lechos de secados** aunque el aeropuerto de Iquitos cuenta con un clima húmedo que demoraría el secado lo cual impediría su eliminación. Las opciones se analizarán posteriormente al diseño de la planta.

- Del tratamiento propio de la planta podemos mencionar las condiciones esenciales para que los microorganismos presentes en el lodo activado estén en un estado de crecimiento apropiado y por lo tanto en su máxima eficiencia de trabajo.
 1. Un flujo continuo de aguas residuales con un contenido orgánico adecuado y uniforme. Una carga orgánica altamente variable a la planta sería indeseable.
 2. La mezcla completa de las aguas residuales entrantes y de los microorganismos presentes en el reactor de aireación, esto lo realiza en el estanque de equalización.
 3. Una fuente continua de oxígeno disuelto según lo provisto por el soplador.

3.1.4 Consideraciones Generales Para el Diseño

Las consideraciones las tomaremos de acuerdo a las planteadas en el aeropuertos Internacionales de Latinoamerica, donde los factores para el cálculo del caudal a tratar son; la micro medición y las áreas ocupadas por los establecimientos aportantes, en los aeropuertos Arequipa e Iquitos no se considerará la micro medición ya que la gran mayoría de los locatarios con servicio de agua no cuenta con medidor, entonces se considera el cálculo del caudal a tratar mediante el uso de la norma técnica S.200, la cual se basa en las dotaciones según el uso de la edificación y el área.

- Para los dos aeropuertos ubicamos en su plano general respectivo, las edificaciones que aportan al colector de la línea de desagüe existente y de acuerdo a su área podremos calcular aproximadamente la dotación según la norma técnica S.200.

- Para la ubicación de las áreas aportantes consideramos el levantamiento topográfico de edificaciones realizado a finales del 2005 por CORPAC, esto con motivo de la posible concesión de los aeropuertos en estudio.
- El sistema general para las dos plantas esta representada en la figura 3.1 y el diagrama, las plantas variarán su diseño para cada ciudad, aunque en ambas ciudades se opte por el método de aeración extendida.
- El paso siguiente es buscar en el plano de cada aeropuerto la mejor ubicación para una planta de tratamiento, considerando las limitaciones ya indicadas, como pueden ser el área y la cercanía a la población, no alejándose demasiado del Terminal de Pasajeros, puesto que implicaría también un tendido eléctrico que podría hacer inviable el proyecto por costos.
- Se consideró también el tipo de terreno de la zona donde se proyecta construir las plantas, por ser estructuras enterradas requerirán de un estudio antes de la ejecución. Para cada caso asumiremos los valores de la capacidad portante del terreno de acuerdo a estudios anteriores o a las características propias de cada ciudad.

3.1.5 Características de Efluente

Los dos parámetros más importantes en el efluente son el DBO_5 (Demanda Biológica de Oxígeno) y el TSS (Total de Sólidos en Suspensión). La Unión Europea considera para estos parámetros la relación siguiente 25/35 mg/l que se asemeja mucho al de la Real Comisión de estándares del Reino Unido 20/30 mg/l. Las autoridades competentes locales pueden adoptar estándares más restrictivos cuando los vertidos se realicen en aguas sensibles. Para este trabajo consideramos los parámetros mínimos de la Unión Europea usados también en España en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR).

$$DBO_5 \leq 25 \text{ mg/l}$$

$$T.S.S. \leq 35 \text{ mg/l}$$

$$Nt \leq 15 \text{ mg/l}$$

$$Pt \leq 2 \text{ mg/l}$$

Rendimiento mínimo esperado: dado que la eficiencia de una planta de tratamiento se mide por el porcentaje de remoción de DBO_5 , se considera:

$$DBO_5 = 90\%$$

3.1.6 Procesos de Tratamiento proyectados

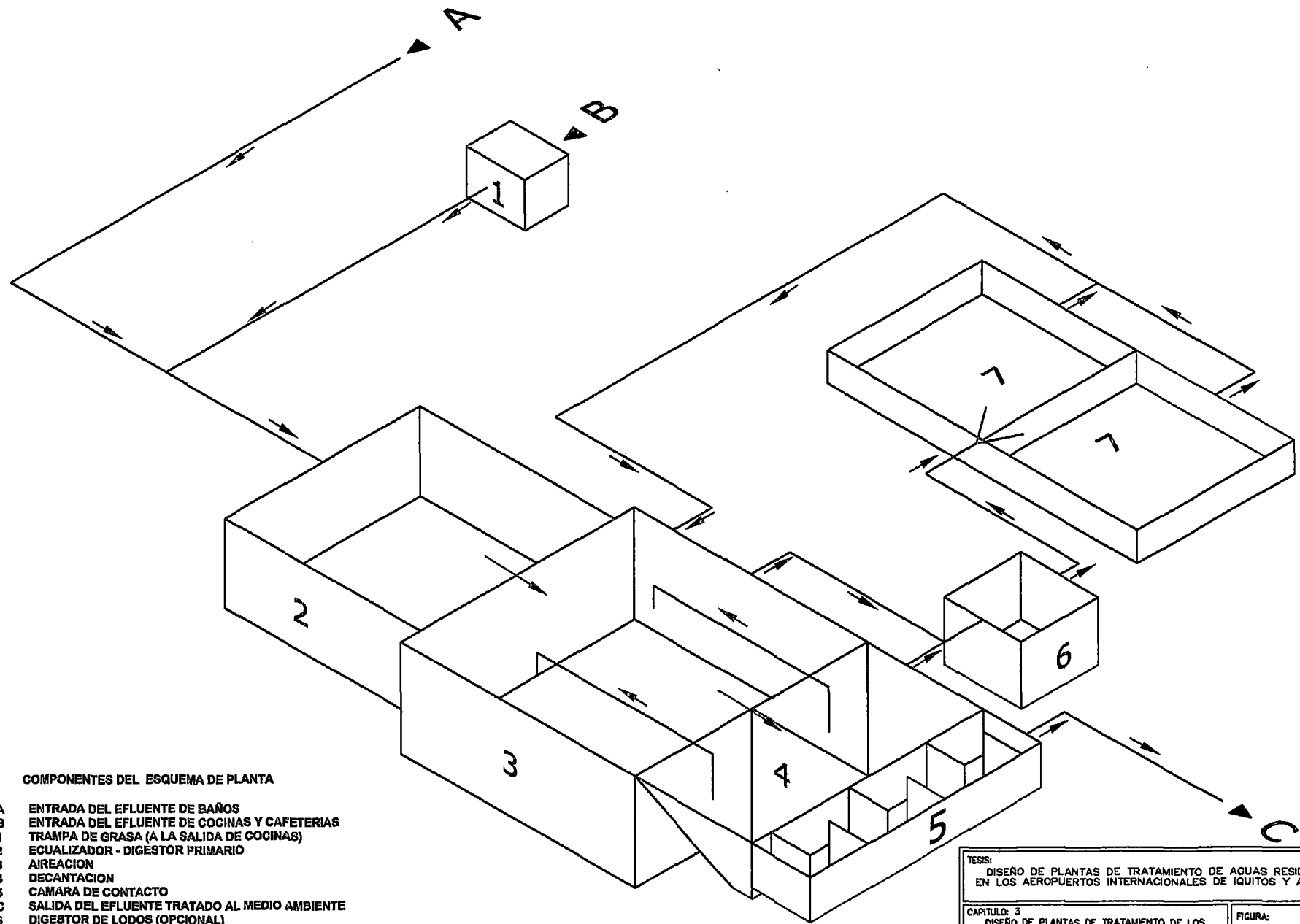
Resumen del proceso de tratamiento, los procesos de tratamiento proyectados son los siguientes:

Línea de Agua:

- Llegada de Agua bruta
- Cámara de rejas (Rejillas)
- Ecualización, homogenización del PH / Q / DBO_5
- Aeración prolongada
- Decantación
- Contacto

Línea de Lodos:

- Recirculación
- Deshidratación de fangos



COMPONENTES DEL ESQUEMA DE PLANTA

- A ENTRADA DEL EFLUENTE DE BAÑOS
- B ENTRADA DEL EFLUENTE DE COCINAS Y CAFETERIAS
- 1 TRAMPA DE GRASA (A LA SALIDA DE COCINAS)
- 2 ECUALIZADOR - DIGESTOR PRIMARIO
- 3 AIREACION
- 4 DECANTACION
- 5 CAMARA DE CONTACTO
- C SALIDA DEL EFLUENTE TRATADO AL MEDIO AMBIENTE
- 6 DIGESTOR DE LODOS (OPCIONAL)
- 7 LECHO DE SECADO (OPCIONAL)

TESIS: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO: 3 DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LOS AEROPUERTOS DE IQUITOS Y AREQUIPA		FIGURA:
TITULO: ESQUEMA GENERAL DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO		
ESCALA: S / E	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J.LEON
		3.1

3.2 AEROPUERTO INTERNACIONAL DE IQUITOS

“CRL. FAP FRANCISCO SECADA VIGNETTA”

3.2.1 Datos generales del Aeropuerto

a. Ubicación

El Aeropuerto Internacional “Coronel FAP Francisco Secada Vignetta” se encuentra ubicado al noroeste de la ciudad de Iquitos, en el Distrito de San Juan, Provincia de Maynas, del Departamento de Loreto.

b. Limites

Norte : Con terrenos de propiedad del Ministerio de Defensa, Fuerza Aérea del Perú.

Sur : Colindantes con propiedad de terceros, propiedad del Ministerio de Defensa – Marina de Guerra del Perú, AAHH Jorge Chávez y Ministerio de Salud.

Este : Con terrenos de propiedad de terceros y camino a Santa Clara

Oeste : Con terrenos de propiedad de terceros

c. Situación Actual del Aeropuerto

El Aeropuerto Coronel FAP Francisco Secada Vignetta, fue puesto en operación en el año 1974 mediante Resolución Directorial N° 0013-74 TC/iae, es un componente de importancia considerable en el sistema aeronáutico del Perú. Su ubicación lo ha convertido en un punto de entrada muy popular para operadores aéreos internacionales por requerir menos tiempo de vuelo y por el aumento en el volumen de pasajeros que viajan a dicha región. A pesar de que muchos operadores internacionales actualmente emplean Iquitos como escala de tránsito a Lima, hay muchos intereses y demanda para usar Iquitos como base de acceso a localidades que actualmente son accesibles solamente a través de Lima. Esto, aunado al auge continuo del eco-turismo de la región, subraya la relevancia que el Aeropuerto Internacional Cml. FAP Francisco Secada Vignetta tiene como componente importante del sistema aeronáutico del país.

El inconveniente que presenta el aeropuerto de Iquitos en los últimos años es el de la presencia de aves (gallinazos), lo cual impide el normal uso de sus instalaciones, limitando el uso de las pistas de aterrizaje. Las operaciones están detenidas desde las 8:00AM hasta las 16:00 PM; esto influye

Cuadro 3.1

**Descripcion de Edificaciones Aportantes al Colector
Aeropuerto de Iquitos**

Item	Edificacion	Descripcion
1	Terminal de Pasajeros	Construcción, de cuatro pisos, aporticada de elementos metálicos
2	Garitas De Control N° 1	Construcciones de un piso, con columnas y vigas de concreto armado.
3	Garitas De Control N° 2	Construcciones de un piso, con columnas y vigas de concreto armado.
4	Garitas De Control N° 3	Construcciones de un piso, con columnas y vigas de concreto armado.
5	Cuartel de Bomberos-SEI	Construcción de un piso, con columnas y vigas metálicas
6	Almacén N° 2-Aerocontinente	Construcción de un piso, con un solo ambiente llamado almacén
7	Almacén N° 3-Transber Sac	Construcción de un piso, con columnas y vigas soleras de concreto armado
8	Almacén N° 4-Talma	Construcción de un piso, con zapatas, vigas de cimentación, columnas y vigas de concreto armado
9	Almacén N° 5-Transber	Construcción de un piso, con columnas y vigas soleras de concreto armado.
10	Almacén Tans	Construcción de piso, con muros de albañilería confinada con elementos de concreto armado
11	Incinerador	Construcción de un piso, muros de albañilería cara vista confinada con elementos de concreto armado
12	Modulo A.C.C.	Construcción de un nivel, con columnas y vigas soleras de concreto armado.
13	Vivienda P.N.P	Construcción de un piso, con muros de madera
14	Planta de tratamiento de agua	Columnas y vigas soleras de concreto armado
15	Sala de Grupos Electrogenos-Seat-Caseta de Bombas	Construcción de un piso, con columnas y vigas soleras de concreto armado.
16	Vivienda de Jefe de Aeropuerto	Edificación de un piso, con Muros de madera y de albañilería confinada con elementos de concreto armado.
17	Vivienda de Operadores	Construcción de un piso con muros de madera
18	Vivienda del Personal Técnico	Edificación de un piso, con muros de madera
19	Vivienda de Jefe de Seguridad	Construcción de un piso, con muros de madera
20	Taller de Electricidad	Construcción de un piso, con muros de madera
21	Comedor-Cochera-Ofic. Mantenimiento-Deposito	Construcción de un piso, con muros de madera y albañilería de ladrillo de arcilla cocida
22	Deposito de Combustible	Construcción de un piso, con columnas y vigas de concreto armado
23	Almacén General-Ex Taller de Mecánica	Construcción de un piso, con paredes de madera, techo de tijerales de madera y cobertura de calamina metálica
24	Helisur-Aviasur	Construcción de un piso con estructura del hangar de columnas metálicas
25	Cisterna	Construcción de un nivel que consta de un solo ambiente llamado cisterna, muros, losas de fondo y techo de concreto armado

Item	Edificacion	Descripcion
26	Caseta de Clorinador	Construcción de un piso, que consta de un solo ambiente con muros de albañilería confinada con elementos de concreto armado
27	Pozo Artesiano N° 1	Construcción de un nivel, con columnas de madera
28	Pozo Artesiano N° 2,3	
29	Restaurante "El Viajero"	Construcción de un piso con paredes de caña de guayaquil
30	Kiosko Alarcon	Construcción de un piso con paredes de madera
31	Localizador-ILS	Construcción de un piso, con muros de albañilería confinada con elementos de concreto armado, techo de losas aligeradas de concreto
32	Caseta Media Marca	Construcción de un piso, con paredes y techo de módulos metálicos con aislamiento interno
33	Glide Slope (Antiguo)	Construcción de un piso, con columnas, vigas y losas aligeradas de concreto armado.
34	Garita de Control Estación SEI	Construcción de un piso, con paredes de madera, techo de viguetas de madera y cobertura de calamina metálica.
35	Vivienda Santa Clara	Construcción de un piso, con columnas vigas soleras de concreto armado.
36	Glide Slope (nueva)	Construcción de un piso, con paredes y techo de tableros modulares metálicos con aislamiento interior.
37	VOR	Construcción de un piso de un solo ambiente con paredes y techo de tableros modulares metálicos.

Fuente: Elaboracion propia

Cuadro 3.2

**Pasajeros Transportados Desde y Hacia Iquitos
En Compañías Aereas Regulares Segun Ruta (1996 - 2003)**

De	Hacia	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	PROMEDIO
Iquitos	Lima	104.199	108.686	107.360	114.056	132.965	125.242	117.129	115.100	115.592
Lima	Iquitos	104.296	106.059	104.896	111.084	130.961	124.946	116.553	112.818	113.952
Pucallpa	Iquitos	20.566	14.867	10.826	12.363	8.780	9.084	10.294	7.899	11.835
Iquitos	Pucallpa	21.330	14.622	11.518	12.965	8.748	10.299	9.483	7.785	12.094
Iquitos	Tarapoto	9.706	6.041	1.969	15.566	8.535	8.452	7.923	7.312	8.188
Iquitos	Andoas	---	---	---	---	---	---	7.870	4.964	1.604
Andoas	Iquitos	---	---	---	---	---	---	7.771	4.949	1.590
Trujillo	Iquitos	---	---	---	---	1.464	---	910	---	297
Iquitos	Trujillo	---	---	---	---	1.713	---	1.091	---	351
Iquitos	Chiclayo	---	---	---	---	---	---	---	1.299	162
Chiclayo	Iquitos	---	---	---	---	---	---	---	1.118	140
TOTAL X AÑO		260.097	250.275	236.569	266.034	293.166	278.023	279.024	263.244	265.804
TOTAL X DIA		713	686	648	729	803	762	764	721	728

Datos consolidados de compañías regulares

Durante los años 2000 al 2003 no se consideran las compañías Aerocondor, Star Up ni Lc Busre

Fuente : Corporacion Peruana de Aeropuertos y Aviacion Comercial S.A. - Area Planeamiento y Proyectos / Estadística

negativamente en la cantidad de pasajeros que llegan a Iquitos usando el aeropuerto, optando los usuarios por otras alternativas.

Inrena dice al respecto:

*"...dicho botadero, ubicado muy cerca del aeropuerto internacional, atrae diariamente a miles de aves de carroña, las mismas que buscan alimento entre los residuos sólidos."*²

Este problema esta en vías de solución, habiéndose ubicado los focos permanentes de basura en las periferias del aeropuerto, será la Municipalidad quien se encargue de su eliminación y por ende de la proliferación de aves que ya produjeron problemas.

d. Descripción de Edificaciones (Ver plano I-2)

Muestra la descripción de las edificaciones que aportan al colector y contribuyen al caudal total a tratar. (Ver cuadro 3.1)

3.2.2 Análisis de Población

a. Cálculo de la Cantidad de Población Volátil, Pasajeros (ver cuadro 3.2)

Este cálculo se realiza de acuerdo a las estadísticas de los últimos años obtenidos en CORPAC. Consiste en calcular la población viajante que usa las instalaciones del aeropuerto, en las diferentes rutas desde el aeropuerto de Iquitos a diferentes destinos. En esta parte podemos destacar como el más importante la ruta Lima – Iquitos y viceversa, las estadísticas datan de 1996 hasta el 2003, el promedio obtenido de estos ocho años nos dará una idea de la cantidad de pasajeros en tránsito para cada día. La estadística nos da un promedio por día de 728 pasajeros.

Cuadro 3.3

Resumen de Población de Pasajeros en Tránsito

AÑO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Promedio
Total año	260.097	250.275	236.569	266.034	293.166	278.023	279.024	263.244	265.804
Total día	713	686	648	729	803	762	764	721	728

Fuente: Corpac

Con este dato y considerando un consumo por pasajero de 50 litros por día según Norma Técnica para no residentes se concluye que el caudal de los

Demandas De Agua Potable y Caudales De Desague Aeropuerto Internacional De Iquitos

Crnl. FAP Francisco Secada Vigneta

Edificacion	Tipo de Construccion	Area m2	Dotacion l/m2/dia	Demanda diaria lt/dia	Demanda diaria m3/dia	Caudal prom de agua l/seg	% Contribucion de desague	Caudal prom de desague l/seg
Terminal de Pasajeros	Oficinas	5.570,43	6,0	33.423	33,4226	0,3868	90	0,34815
Garita de Control N° 1	Oficinas	7,00	6,0	42	0,0420	0,0005	90	0,00044
Garita de Control N° 2	Oficinas	6,00	6,0	36	0,0360	0,0004	90	0,00037
Garita de Control N° 3	Oficinas	17,00	6,0	102	0,1020	0,0012	90	0,00106
Cuartel de Bomberos SEI	Vivivenda	95,25	20,0	1.905	1,9050	0,0220	90	0,01984
Cuartel de Bomberos SEI	Oficinas	76,20	6,0	457	0,4572	0,0053	90	0,00476
Cuartel de Bomberos SEI	Deposito de Materiales	57,15	0,5	29	0,0286	0,0003	90	0,00030
Cuartel de Bomberos SEI	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	152,40	2,0	305	0,3048	0,0035	90	0,00317
Almacen N°2 Aerocontinente	Deposito de Materiales	432,00	0,5	216	0,2160	0,0025	90	0,00225
Almacen N°3 Transber SAC	Deposito de Materiales	992,00	0,5	496	0,4960	0,0057	90	0,00517
Almacen N°4 Talma	Deposito de Materiales	2.700,00	0,5	1.350	1,3500	0,0156	90	0,01406
Almacen N°5 Transber	Deposito de Materiales	646,00	0,5	323	0,3230	0,0037	90	0,00336
Almacen Tans	Deposito de Materiales	107,00	0,5	54	0,0535	0,0006	90	0,00056
Incinerador	Deposito de Materiales	44,42	0,5	22	0,0222	0,0003	90	0,00023
Modulo A.C.C.	Oficinas	255,00	6,0	1.530	1,5300	0,0177	90	0,01594
Vivienda P.N.P.	Vivivenda	138,00	20,0	2.760	2,7600	0,0319	90	0,02875
Planta de Tratamiento de Agua	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	35,00	2,0	70	0,0700	0,0008	90	0,00073
Sala de Grupos Electrogenos - Seat Caseta de Bombas	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	176,13	2,0	352	0,3523	0,0041	90	0,00367
Vivienda Jefe de Aeropuerto	Vivienda	131,24	20,0	2.625	2,6248	0,0304	90	0,02734
Vivienda de Operadores	Vivienda	111,00	20,0	2.220	2,2200	0,0257	90	0,02312
Vivienda del Personal Tecnico	Vivienda	77,00	20,0	1.540	1,5400	0,0178	90	0,01604
Vivienda del Jefe de Seguridad	Vivienda	71,00	20,0	1.420	1,4200	0,0164	90	0,01479
Taller de Electricidad	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	75,37	2,0	151	0,1507	0,0017	90	0,00157
Comedor - Cochera - Oficina Mantenimiento - Deposito	Cafeterias y Similares	145,25	40,0	5.810	5,8100	0,0672	90	0,06052

Edificacion	Tipo de Construccion	Area m2	Dotacion l/m2/dia	Demanda diaria lt/dia	Demanda diaria m3/dia	Caudal prom de agua l/seg	% Contribucion de desague	Caudal prom de desague l/seg
Comedor - Cochera - Oficina Mantenimiento - Deposito	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	58,10	2,0	116	0,1162	0,0013	90	0,00121
Comedor - Cochera - Oficina Mantenimiento - Deposito	Oficinas	232,40	6,0	1.394	1,3944	0,0161	90	0,01452
Comedor - Cochera - Oficina Mantenimiento - Deposito	Deposito de Materiales	145,25	0,5	73	0,0726	0,0008	90	0,00076
Deposito de Combustible	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	115,00	2,0	230	0,2300	0,0027	90	0,00240
Almacen General - Ex Taller de Mecanica	Deposito de Materiales	950,00	0,5	475	0,4750	0,0055	90	0,00495
Helisur - Aviasur	Oficinas	394,74	6,0	2.368	2,3684	0,0274	90	0,02467
Cisterna	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	59,84	2,0	120	0,1197	0,0014	90	0,00125
Caseta de Clorinador	Oficinas	20,63	6,0	124	0,1238	0,0014	90	0,00129
Pozo Artesano N°1	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	5,52	2,0	11	0,0110	0,0001	90	0,00011
Restaurante el Viajero	Restaurantes	60,00	50,0	3.000	3,0000	0,0347	90	0,03125
Kiosko Alarcon	Cafeterias y Similares	17,94	50,0	897	0,8970	0,0104	90	0,00934
Localizador - ILS	Oficinas	46,00	6,0	276	0,2760	0,0032	90	0,00287
Caseta Media Marca	Oficinas	20,00	6,0	120	0,1200	0,0014	90	0,00125
Glide Slope (Antiguo)	Oficinas	47,00	6,0	282	0,2820	0,0033	90	0,00294
Garita de Control Estacion Sei	Oficinas	7,00	6,0	42	0,0420	0,0005	90	0,00044
Vivienda Santa Clara	Vivienda	113,00	20,0	2.260	2,2600	0,0262	90	0,02354
Gilde Slope (Nueva)	Oficinas	22,68	6,0	136	0,1361	0,0016	90	0,00142
VOR	Oficinas	11,42	6,0	69	0,0685	0,0008	90	0,00071
TOTAL		14.444,36	---	69.229	69,2294	0,801266269	90	0,72114

pasajeros en tránsito es de 0,38 l/s. Aproximadamente la mitad del caudal aportado por las edificaciones que se calcula a continuación.

b. Cálculo de Caudal a Tratar Según Población en Edificaciones Existentes (ver cuadro 3.4)

Según las edificaciones aportantes al colector de desagüe y según la dotación indicada en la norma técnica S.200 (Instalaciones Sanitarias para Edificaciones).

Cuadro 3.5

Dotaciones según RNC S.200

Tipo de Edificación	Cantidad	Unidades	Observaciones
Deposito de Materiales	0,50	lt/m ² /dia	por turno de trabajo
Oficinas	6,00	lt/m ² /día	
Restaurantes	2.000	lt/dia	hasta 40 m ² de área
	50,0	lt/m ² /dia	de 41 a 100 m ² de área
	40,0	lt/m ² /dia	mas de 100 m ² de área
Cafeterías y Similares	1500	lt/dia	hasta 30 m ² de área
	60,0	lt/m ² /dia	de 31 a 60 m ² de área
	50,0	lt/m ² /dia	de 61 a 100 m ² de área
	40,0	lt/m ² /dia	mas de 100 m ² de área
Áreas verdes	2,00	lt/m ² /dia	
Garajes y Parques de Estacionamiento de vehículos	2,00	lt/m ² /dia	
Trabajadores	80,0	lt/persona/dia	
Alumnos externos o personal no residente	50,0	lt/persona/dia	

Fuente : Reglamento Nacional de Construcciones

Podemos calcular el caudal aproximado, según el siguiente cuadro resumen.

Cuadro 3.6

Resumen de Caudal por Edificaciones Aportantes al Colector

Tipo de Edificación	Área(m ²)	Dotación Estimada		
		RNC S200		l/s
Deposito de Materiales	6.073,82	0,50	lt/m ² /dia	0,04
Oficinas	6.733,50	6,00	lt/m ² /dia	0,47
Restaurantes	60,00	50,0	lt/m ² /dia	0,03
Cafeterías y Similares	163,19	40,0	lt/dia	0,08
Garajes y Parques	677,36	2,00	lt/m ² /dia	0,02
Vivienda	736,49	20,0	lt/m ² /dia	0,17
TOTAL	14.444,36			0,80

Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene un caudal de 0.80 litros por segundo, la contribución al desagüe será del 90% del consumo aproximado de volumen de agua.

Según la sumatoria se obtiene un caudal aproximado de 0,72 litros por segundo.

El aporte total actual se puede resumir en el siguiente cuadro, donde en ambos cálculos se considera un aporte al desagüe del 90%, la sumatoria nos da un caudal de 1,1 litros por segundo.

Cuadro 3.7

Resumen de Cálculo de Caudal a Tratar.

Criterio de aporte	Cantidad	Dotación (l/m ² /día)	Caudal promedio de agua (l/seg)	Contribución de desagüe (%)	Caudal promedio de desagüe (l/seg)
Área operativa (m ²)	14.444,36	Según Reglamento Nacional de Construcciones NTP S.200	0,80	90	0,72
Promedio de pasajeros por día (Estadísticas 1996-2003)	728,0		0,42		0,38
total					1,1 l/s

Fuente: Elaboración propia

c. Proyección Futura

Para el volumen de afluente a tratar se considera un pico operacional de 20% y el margen para futuro desarrollo del 50%.

El criterio para considerar el 50% para el futuro desarrollo es hallado según la nueva concesión del aeropuerto de Iquitos y según el cuadro de requerimientos de PROINVERSIÓN cuyo resumen mostramos a continuación.

Cuadro 3.8

Requerimientos de la Concesión

	Servicio	Requerimiento		%
		Actual	Concesión	Aumento
1	Ampliación de áreas de servicios	14.444,36	20.000	~ 40
2	Pasajeros	< 300000	500000	~ 65

Fuente: Proinversión

Se observa que los aumentos propuestos como metas a alcanzar en los 30 años de concesión son: un aumento de 65% en la cantidad de pasajeros quienes aportan aproximadamente en un 33% al desagüe. De las ampliaciones

requeridas por la concesión, tenemos como indicativo el incremento del área operativa que se proyecta en un 40% mayor, el aporte al desagüe para el cálculo por áreas es 66%. Entonces el incremento de caudal se podría aproximar a $65 \times 33 / 100 + 40 \times 66 / 100$ esto nos da un porcentaje de incremento de aproximadamente 47.8% lo cual podemos redondear a 50% (porcentaje de incremento usado para este aeropuerto).

A continuación se muestra el resumen en volumen de afluente a procesar con sus respectivos incrementos por pico operacional y por el futuro desarrollo.

Cuadro 3.9

Resumen de Caudal del Afluente

Criterio	%	lt/seg	m3/día
Caudal de desagüe promedio	100	1,1	95,4
Pico operacional actual	20	1,32	114,05
Margen para futuro desarrollo	50	1,65	142,56

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño se utilizará en caudal de 142,56 m³/día, considerando que el aporte al desagüe de cada persona es aproximadamente 200 l/s (NTP S.200 Tabla N 18) si hacemos una equivalencia a personas (áreas urbanas) obtenemos 713 personas por día.

d. Criterio para Ubicación de la Planta de Tratamiento en el Aeropuerto de Iquitos (Ver Plano I-3, Plano I-4)

Analizando el sistema de desagüe del aeropuerto, tenemos la existencia de dos troncales de desagüe; una alrededor del terminal de pasajeros con tubería de 8" que lleva las aguas hacia un pozo séptico donde las aguas son tratadas para su posterior deposición a la alcantarilla de drenaje de la pista de aterrizaje y otra troncal alrededor de las oficinas y hangares de 6" que llevan las aguas hacia otro tanque séptico para su tratamiento final y vertido a la quebrada Pucayacu.

Lo que se plantea es unir los dos sistemas mediante una línea de tuberías de PVC y propiciar la convergencia de todo el sistema hacia la planta de tratamiento proyectada que se ubicaría al sur del terminal de pasajeros.

3.2.3 Cálculos de Diseño - Planta de Aeración Extendida

Para el cálculo de volumen del estanque reactor y de los demás componentes de la planta de tratamiento, utilizaremos los criterios de diseño de

la compañía *AQUA-AEROBIC SYSTEM, INC* responsable de la construcción de gran número de plantas en Estados Unidos y América Latina.

La temperatura de Iquitos se considerara oscilante entre 31,4 °C y 20,1 °C. (1950-1991) La precipitación promedio es 198.83mm mensual. El valor de la temperatura se considera en un promedio aprox. 27 °C.

a. Principales variables a considerar

Y : Coeficiente de producción: libras de bacterias producidas por libras de DBO removido. Su valor puede variar de 0.60 para aguas residuales domésticas comunes, para aguas residuales solubles su valor puede ser 0,50, para este trabajo escogeremos un valor intermedio de 0,55.

MLVSS : Sólidos volátiles suspendidos en la mezcla de licor, parámetro que mejor representa los sólidos suspendidos en el licor de mezcla por aeración extendida y solo se usa para este método de tratamiento. Los valores varían de 1600 a 6000, siendo los valores menores los más conservadores. Para nuestro diseño utilizaremos el valor de 2000.

f : Fracción de MLVSS que es biodegradable. Para las aguas residuales domésticas, el valor de f generalmente se encuentra en el rango de 0,75 – 0,95, el valor de 0,9 se aplica para las plantas de aeración extendida con tiempos de retención de 16 a 30 horas.

K_d : Coeficiente de respiración de las bacterias endógenas. Fracción de MLVSS destruido por día como resultado de la respiración endógena. Para la plantas de aeración extendida que tienen un tiempo de retención de 16 a 30 horas su valor esta en el rango de 0,08 – 0,2, será afectado por un factor de corrección $K_d = K_{d(20^{\circ}\text{C})} (1,075)^{(t-20)}$

Este es uno de los factores mas importantes a considerar para el diseño, pues involucra la temperatura que es una de las principales diferencias en las ciudades estudiadas.

Las correcciones de temperatura para el factor K_d se muestran en el siguiente cuadro:

Temperatura		Factor de Corrección	
°F	°C	$(1.024)^{T-20}$	$(1.075)^{T-20}$
32	0	0.621	-
36	2	0.653	0.27206
39.2	4	0.684	0.31440
42.8	6	0.717	0.36332
46.4	8	0.752	0.41986
50	10	0.789	0.48316
53.6	12	0.827	0.56071
57.2	14	0.867	0.64797
60.8	16	0.909	0.74880
64.4	18	0.954	0.86533
68	20	1.000	1.00
71.6	22	1.049	1.15562
75.2	24	1.10	1.33546
78.8	26	1.153	1.54328
82.4	28	1.209	1.78344
86	30	1.268	2.06097
89.6	32	1.329	2.38170
93.2	34	1.394	2.73254
96.8	36	1.460	3.18066
100.4	38	1.532	3.67564
104.0	40	1.60	Limit

Fuente: Aqua-Aerobic System, INC

Q : Es el caudal calculado en ítems anteriores, caudal a tratar por la planta de tratamiento.

b. Datos

- Caudal calculado (Q) : 142,6 m³ / día
- Remoción de DBO : 90%
- Aporte de DBO persona : 50 g/Hab/día (0,11 lb/Hab/día)
- Temperatura Mínima : 20,1 ° C
- Fracción de MLVSS (f) : 0,90
- Coefficiente de producción (Y) : 0,55
- Coefficiente de respiración (K_d) : 0,10 x (1,075)^(0.1) = 0.1
- Sólidos Volátiles Suspendidos (MLVSS) : 2.000 mg/l
- Clarificador concentrara el 1% de sólidos : 10.000 ppm

c. Cálculo de volúmenes

1. Volumen de la Cámara de Aireación (V)

El mas importante volumen a calcular depende en su formula del caudal (Q) pero expresado en cantidad de personas atendidas. Según el RNC la dotación diaria para cada persona es de 200 l/día. En un área urbana se usa el agua en riego de plantas y lavado, siendo la pérdida del 20% quedando la contribución al desagüe en un 80% de la dotación. En el caso de un aeropuerto esas pérdidas son menores, pues el agua en casi su totalidad se va al colector. Por ello consideramos para el cálculo el aporte al colector del 90%.

$$V = \frac{(Y)(L_R)(120.000)}{(MLVSS)(f)(K_d)}$$

Donde:

$$Y = \frac{\# \text{ de Bacterias producidas}}{\# \text{ de DBO removido}}$$

$L_R = (\text{Masa de DBO/día}) (\% \text{ de remoción})$

Sea, Masa de DBO/día = M

$M = (\# \text{ personas atendidas}) * (\text{aporte persona DBO/hab/día})$

$M = (713) * (0,11) = 78,43 \text{ DBO/día}$

$L_R = (78,43) * (90\%) = 70,5$

Reemplazando en la ecuación:

$$V = \frac{0,55 \times 70,5 \times 120.000}{180}$$

Obtenemos:

$$V = 25850,00 \text{ G ln}$$

$$V = 97852,89 \text{ l}$$

$$V = 97,85 \text{ m}^3$$

Este volumen esta ligado al periodo de retención que se calcula a continuación, por ser el volumen para este periodo. El volumen de la cámara de aeración lo consideramos 100 m^3 .

2. Periodo de Retención (t)

El periodo de retención es el tiempo que permanece el sustrato en la cuba de aeración o periodo en el que actúan los microorganismos en el proceso. Para esto se considera un flujo continuo que obligará el paso del agua residual hacia la siguiente estructura. Se usa la siguiente formula:

$$t = \frac{V}{Q}$$

Q = Flujo de ingreso en m³/día

Q = 142,6 m³/día

Reemplazando :

t = 0.686 días

t = 16,47 horas (17 horas)

3. Cantidad de Lodos a Recircular (r)

La cantidad de lodos que se recircula a la cuba de aireación se denomina lodo activo de retorno. Como se sabe, el lodo contiene una densidad elevada de biomasa bacteriana viva y al recircular parte de ella se mantiene una población activa de bacterias en la cuba de aireación. Es común el 20% pero usaremos la siguiente formula:

$$r = \frac{C_t}{C_s - C_t}$$

Donde:

r = Ratio de recirculación (%)

C_s = Concentración de sólidos en el clarificador

C_t = Concentración de lodos en la cámara de aeración

Al utilizar la formula obtenemos:

$$r = \frac{2.000}{10.000 - 2.000} = \frac{2.000}{8.000}$$

$$r = 0.25 = 25 \%$$

Se debe recircular el 25 % del flujo de ingreso

4. Cantidad de Lodos a Reciclar (Q_r)

Es la aplicación del porcentaje calculado en el ítem anterior, para el caso específico del aeropuerto de Iquitos:

$$Q_r = (r) \times (Q)$$

$$Q_r = (25\%) \times 142,6$$

Obtenemos:

$$Q_r = 35,65 \frac{m^3}{dia}$$

Se trabajará con **dos Bombas**, cada bomba deberá enviar un caudal de 35.65 metros cúbicos en doce horas de trabajo continuo.

5. Capacidad de las Bombas de Recirculación (Q_{br})

$$Q_{br} = \frac{Q_r}{T' \left(60 \frac{\text{min}}{h}\right)}$$

Donde :

Q_r : Es el caudal de lodo a recircular

T' : Tiempo de trabajo por día en horas

$$Q_{br} = \frac{35,65 \frac{m^3}{h}}{12 \times \left(60 \frac{\text{min}}{h}\right)}$$

$$Q_{br} = \frac{35,65 \frac{m^3}{h}}{720 \text{ min}}$$

$$Q_{br} = 0,0495 \frac{m^3}{\text{min}}$$

$$Q_{br} = 3,0 \frac{m^3}{h}$$

6. Requerimiento de Oxígeno ($O_{2 \text{ r/hr}}$).

El oxígeno necesario para la síntesis de la materia orgánica es proporcional a la DBO_5 eliminada; y el necesario para la respiración endógena, es proporcional a la masa celular. Ambos coeficientes dependen de la proporcionalidad de la carga másica del reactor.

El valor de requerimiento de oxígeno se utiliza para calcular el número de boquillas del difusor, que no será materia de análisis de esta tesis.

7. Criterio de Cálculo del Volumen de las demás Cámaras

1.- Ecuación – Digestor Primario

Aunque es esta la primera cámara que se encuentra en la planta propuesta, se calcula en función a la cámara de aireación, que como podemos apreciar en los cálculos es calculada primero por ser la mas importante.

La cámara de Ecuación, también llamada Digestor primario, debe tener un volumen igual al de la cámara de Aireación, lo cual resulta muy práctico porque se considera que esta no trabajará al 100% de su capacidad. Ello dará un margen para sobre picos y un mayor periodo de retención para facilitar la limpieza de la cámara de Aireación y el mantenimiento de sus equipos.

2.- Decantación

Esta cámara también se calcula en función del caudal de ingreso, existen diversas formas del decantador, pudiendo ser circulares, para este caso usaremos el prisma. Uno de los factores a considerar para el volumen es el tiempo de retención, para el cual usaremos el siguiente cuadro.

Cuadro 3.10

Tiempo de Retención por Volumen de Caudal

Proceso	Caudales (m3/día)	Tiempo de retención (h)	Velocidad ascensional
Aireación prolongada	< 180	4,0	< 0,5
	180- 570	3,6	< 0,5
	> 570	3,0	< 1,02

Fuente: Tabla 9-24 Tratamiento de Aguas residuales - Aurelio Hernández Muñoz

Según el cuadro el valor del tiempo de retención será 4 horas. Entonces:

$$V_c = \frac{t \times Q}{24}$$

$$V_c = \frac{4 \times 142,6}{24} = 23,0 \text{ m}^3$$

3.- *Contacto (Cloración)*

En esta cámara el volumen estará también en relación al tiempo de retención que se establezca para el proceso de cloración del efluente decantado. Consideraremos un tiempo de 1.0 horas por ser el tiempo estándar para este tipo de estructuras.

$$V_c = \frac{1 \times 142,6}{24} = 6,0 \text{ m}^3$$

8. **Tamaño de Componentes de la Planta**

Siguiendo los criterios revisados en el ítem anterior se obtienen los siguientes volúmenes.

Cuadro 3.11

Dimensiones de Componentes de la Planta de Iquitos

Aeropuerto	Cámara	Largo	Ancho	Altura	Forma
Iquitos	Aireación	5,0	5,0	4,0	Prisma Rectangular
	Decantación	2,0	5,0	2,5	Tronco de pirámide invertido
	Ecuilización	5,0	5,0	4,0	Prisma rectangular
	Contacto	1,3	5,0	1,0	Prisma rectangular

Notas.

1.- *Factores de conversión*

$$\begin{aligned} 1 \text{ Gln} &= 3,785 \text{ l} \\ 1 \text{ lb} &= 454 \text{ g} \\ 1 \text{ m}^3 &= 1000 \text{ l} \\ 1 \text{ Kg} &= 1000 \text{ g} \end{aligned}$$

2.- *Concentración de Sólidos en el Clarificador*

Si la concentración de sólidos en el clarificador difiere de su valor ideal de 10.000 mg/l, se deberá reajustar el valor de la cantidad de lodos a recircular (r).

d. Otros Cálculos

1. Canal de Ingreso

Se consideran dos canales de ingreso a la planta de tratamiento, el revestimiento del canal será concreto revestido:

Datos:

$$S = 0,05$$

$$Q = 0,00165 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0,014$$

Donde:

S : Pendiente del canal

Q : Caudal de ingreso a la planta

n : Coeficiente de fricción, el valor indicado es para concreto revestido.

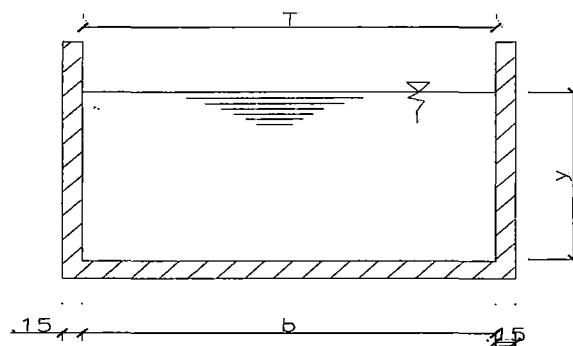
De la formula de Caudal de Manning

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} = \left(\frac{1}{n}\right) \times A \times \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \times S^{1/2}$$

Considerando un ancho de $b = 0,30$ e iterando obtendremos los siguientes valores:

$$\text{Tirante (Y)} = 0,009 \text{ m}$$

$$\text{Borde Libre (l)} = 0,291 \text{ m}$$



Cumpliendo estos valores los mínimos requeridos. Consideramos el tamaño del canal de ingreso.

$$\text{Base (b)} = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Altura (h)} = 0,30 \text{ m}$$

En este canal estarán ubicadas las rejillas de ingreso para el tratamiento primario, se considera dos canales de ingreso para efectos de mantenimiento de las rejillas.

2. Diámetro Tubería de Paso Ecuación – Aireación

Para el cálculo del diámetro de la tubería de conexión entre el estanque equalizador consideraremos el intercambio por gravedad, por lo que se considera una pendiente mínima.

Datos:

$$S = 0,001$$

$$n = 0,012$$

$$D = 0,15 \text{ m (asumido)}$$

Utilizando el programa de cálculo H canales obtenemos:

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

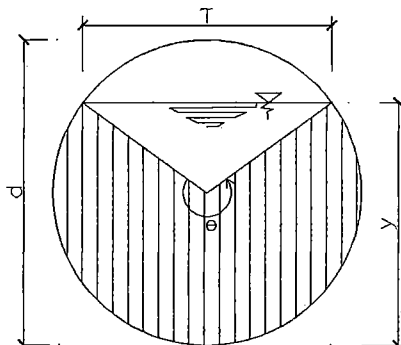
$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times A \times \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \times S^{1/2}$$

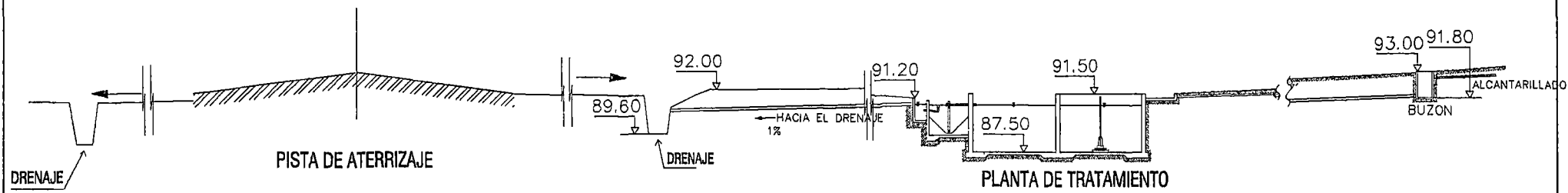
Se obtiene:

$$\text{Tirante (Y)} = 0,06 \text{ m}$$

Siendo el mínimo satisfactorio, por lo tanto tomamos el diámetro asumido inicialmente.

$$D = 0,15 \text{ m } \langle \rangle 6''$$





VISTA LONGITUDINAL DE LA PLANTA DEPOSICION DE AGUA TRATADA

TESIS: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO: 3 DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO PARA LOS AEROPUERTOS DE IQUITOS Y AREQUIPA		FIGURA: <h1>3.2</h1>
PLANO: VISTA LONGITUDINAL PLANTA DE TRATAMIENTO IQUITOS		
ESCALA: S/E	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J.LEON

3. Tubería de Distribución en el Decantador

El decantador recibe una tubería que se divide en dos para cada uno de los conos decantación. Con el mismo criterio y usando el caudal equivalente a la mitad obtenemos:

$$Q_T = \frac{Q}{2} = 0,00083 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Utilizando la formula de Manning, con los siguientes datos.

$$S = 0,001$$

$$n = 0,012 \text{ (PVC)}$$

$$D = 0,075 \text{ (valor asumido)}$$

Utilizando las formulas siguientes e iterando.

$$\theta = 2 \times \arccos\left(1 - 2 \times \frac{y}{d_0}\right)$$

$$A = \frac{d_0^2}{8} (\theta - \text{sen}\theta)$$

$$P = \frac{d_0}{2} \times \theta, \quad T = d_0 \times \text{Sen}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Se obtienes un tirante de $Y = 0.06$, por lo tanto el valor asumido es el correcto.

$$D = 3''$$

Para las tuberías en la base del decantador y en la recirculación.

e. Diseño Estructural de Componentes de la Planta

1. Capacidad Portante Del Terreno

Consideraciones: Según estudio³ de la zona, se puede considerar una zona sísmica definida como zona – 1, contando con un factor de zona de $Z = 0,15$. Los valores aproximados para la evaluación de empujes laterales son los siguientes.

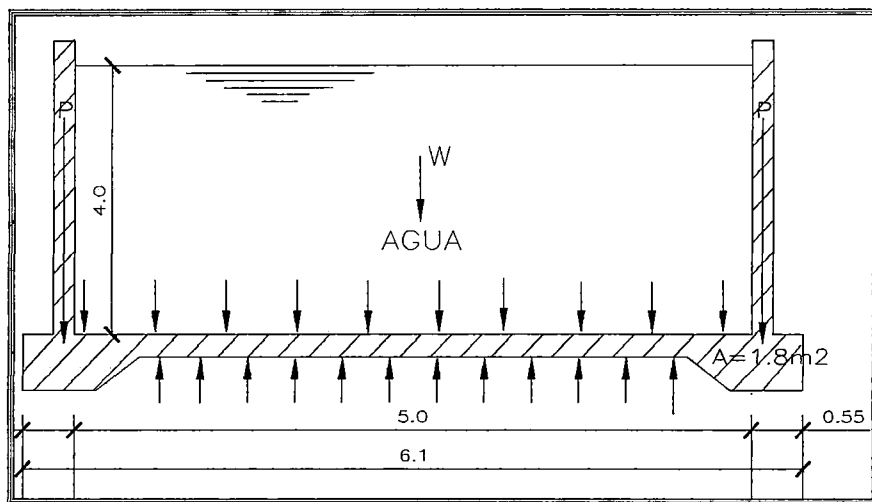
Nombre	Símbolo	Valor
Peso Unitario	Y	1,70 ton/m ³
Angulo de Fricción	\emptyset	28°
Coefficiente Activo Estático	Ka	0,361
Coefficiente de Fricción Bajo la Cimentación	f	0,38

Se hará una verificación de la capacidad portante del terreno sumando las cargas a la que es sometido el terreno, incluido la carga de agua en su máximo nivel. Además se asumen las dimensiones de los muros aproximadamente, las cuales se verificarán luego.

El terreno donde se propone ubicar la planta de tratamiento en Iquitos se puede asumir con baja capacidad portante, pues el nivel freático es alto. Por lo tanto el valor considerado para este trabajo es $0,8 \text{ Kg/cm}^2$

2. Verificación de la Capacidad Portante del Terreno

$$\sigma_t = 0,8 \text{ Kg/cm}^2$$



$$T = \frac{2P + W_1 \times 5,0 + W_{\text{agua}}}{6,1}$$

$$T = \frac{2 \times 1,8 \times 2,4 + 0,2 \times 2,4 \times 5,0 + 4 \times 5,0 \times 1}{6,1}$$

$$T = \frac{31,04}{6,1} = 5,08 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \leq 8,0 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = \sigma_t \Rightarrow \text{OK!}$$

3. Cálculo de Fuerzas Actuantes (sin agua)

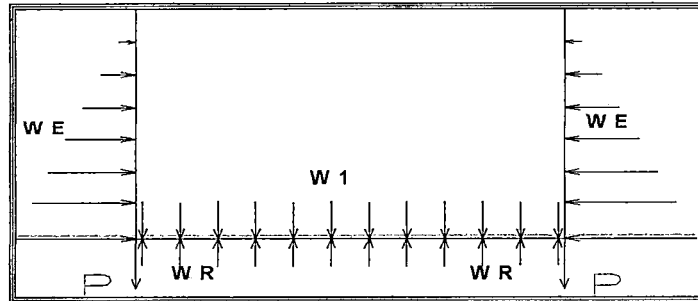
Reacciones:

WE : Esfuerzo actuante del terreno sobre el muro.

W1 : Esfuerzo sobre la losa, peso propio.

- WR : Esfuerzo de reacción del terreno.
 P : Carga puntual del muro actuando sobre la losa.

El diagrama de cuerpo libre en la sección nos muestra las fuerzas actuantes en la sección transversal. Esto nos permitirá calcular los momentos últimos.



$$W_E = K_a \times \gamma \times h = 0,361 \times 1,7 \times 4 = 2,45 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

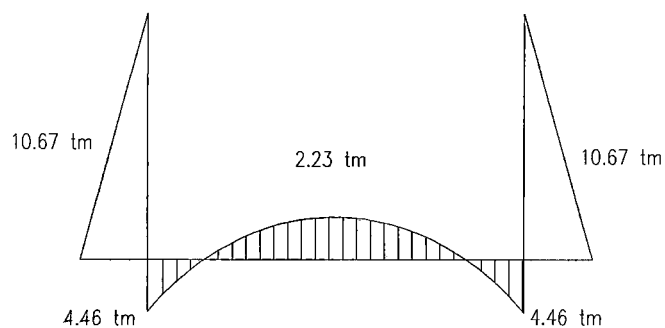
$$W_R = \frac{2 \times 1,8 \times 2,4 + 5,0 \times 0,2 \times 2,4}{6,1} - 0,2 \times 2,4$$

$$W_R = 1,8 - 0,48 = 1,32 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Esfuerzos últimos:

$$W_U = 1,7 \times W_E + 1,4 \times W_R$$

4. Diagrama De Momentos



Sabemos:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

Donde:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

$$f_y = 4.200 \frac{k}{cm^2}$$

$$f'_c = 210 \frac{k}{cm^2}$$

5. Diseño de Pantalla

El momento último (M_u) lo obtenemos del diagrama de momentos, como el máximo obtenido, calcularemos el refuerzo de acero con este valor.

Se asumió un ancho de muro de 0,30m, de donde obtenemos el valor de "d" como distancia efectiva hacia el refuerzo.

$$M_u = 10,67t.m \quad d = 0,25m$$

$$A_s = 10,90cm^2$$

$$\Rightarrow \phi \frac{5}{8} @ 0,30 + \phi \frac{1}{2} @ 0,30 \text{ (Intercalado)}$$

$$A_{s\min} = 0,0018 \times 100 \times 25$$

$$= 4,5cm^2 \leq A_s \quad \text{OK!}$$

6. Diseño de Losa

Los momentos actuantes en la losa nos permitirán hallar su refuerzo, para lo cual usamos los momentos máximos obtenidos tanto positivos como negativos.

$$M_u = 4,46t.m, \quad d = 0,35m, \quad \Rightarrow A_s = 3,9cm^2$$

$$\Rightarrow \phi \frac{1}{2} @ 0,30$$

$$A_{s\min} = 0,0018 \times 100 \times 35$$

$$A_{s\min} = 6,3cm^2$$

$$\Rightarrow A_s = \phi \frac{1}{2} @ 0,20$$

$$M_u + = 2,23t.m, \quad d = 0,15m, \quad \Rightarrow A_s = 4,01cm^2$$

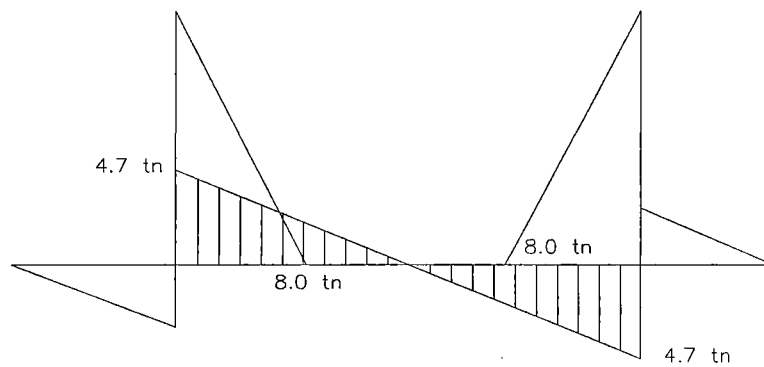
$$\Rightarrow \phi \frac{3}{8} @ 0,25$$

$$A_{s,min} = 0,0018 \times 100 \times 15$$

$$= 2,7cm^2 \leq A_s \quad \text{OK!}$$

7. Verificación Por Corte

Diagrama de fuerzas cortantes



Pantalla:

$$V_c = 0,53\sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$V_c = 0,53\sqrt{210} \times 1 \times 0,25 \times 10$$

$$V_c = 19,2tn$$

$$V_c \geq \frac{V_d}{\phi} = \frac{8}{0,85} = 9,41 \text{ OK!}$$

Losa:

$$V_c = 0,53\sqrt{210} \times 1 \times 0,35 \times 10$$

$$V_c = 26,88ton$$

$$V_c \geq \frac{V_d}{\phi} = \frac{4,7}{0,85} = 5,5ton \text{ OK!}$$

Resumen de cálculos de acero (Ver Plano I-9)

Elemento	Ancho	Refuerzo		
		5/8"	1/2"	3/8"
Muro	0,30	@0,30	@0,30	—
Losa -	0,40	—	@0,20	—
Losa +	0,20	—	—	@0,25

3.3 AEROPUERTO INTERNACIONAL DE AREQUIPA

“CRNEL. ALFREDO RODRIGUEZ BALLON”

3.3.1 Datos generales del Aeropuerto

a. Ubicación

El Aeropuerto de Arequipa Crnl. *Alfredo Rodríguez Ballón* se encuentra ubicado en el Distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa.

b. Límites

- Norte* : Con una línea quebrada de cuatro tramos, colindante con terrenos de propiedad de terceros.
- Sur* : Con una línea quebrada de seis tramos, colindante con terrenos de propiedad de terceros.
- Este* : Con una línea quebrada de veinte tramos rectos, colindante con terrenos de propiedad de terceros.
- Oeste* : Con una línea quebrada de treinta y nueve tramos rectos, colindante con terrenos de propiedad de terceros.

c. Situación Actual del Aeropuerto

Es inminente que el aeropuerto de Arequipa requiere una modernización de la infraestructura y la concesión del mismo, para así lograr la llegada de vuelos internacionales directos a la ciudad. El aeropuerto de Arequipa se encuentra dentro del segundo paquete que será puesto a concesión por parte del estado Peruano. Los términos de ampliación, infraestructura y mejoras se consideran similares a los de Iquitos, aunque no existe aun esa información disponible de parte de Proinversión.

d. Edificaciones Existentes (*Ver Plano A-1*)

Las edificaciones descritas fueron tomadas del plano que se realizó en el último levantamiento topográfico hecho por Corpac en el año 2005. Se describen las principales áreas que aportan al desagüe y contribuyen al caudal a tratar por la planta de tratamiento propuesta. (*Ver cuadro 3.12*)

Cuadro 3.12

Descripción de Edificaciones Aportantes al Colector en el Aeropuerto de Arequipa

Item	Edificación	Descripción
1	Terminal De Pasajeros	Edificio de dos pisos, con estructura a base de columnas y vigas de concreto, techos aligerados tipo bóveda
2	Torre Control	Está conformada por estructuras a base de columnas y vigas soleras de concreto, con muros de albañilería enchapados con sillar, techos aligerados y escaleras de concreto.
3	Bomba de Agua	Edificación de un piso, conformada por estructuras de columnas y vigas de amarre de concreto armado y techo aligerado.
4	Comisaría Pnp	Edificación de un piso, con estructuras de columnas y vigas de amarre de concreto armado, techo aligerado.
5	Nuevos Almacenes	Construcción de un piso, con estructuras base de columnas y tijeral metálico, muros de albañilería, y techo de calamina.
6	Grifo de Combustible	Edificación de un piso, con estructuras base de columnas y vigas de concreto, muros de albañilería, techo de losa aligerada.
7	Comedor Trabajadores	Construcción de un piso, con estructuras base de columnas y muros de albañilería, techo de calamina apoyada en los muros.
8	Servicios Higiénicos	Construcción de un piso, con estructuras base de columnas y vigas de concreto armado, techo de losa aligerada.
9	Caseta de Control	Edificación de un solo piso, construcción de muros albañilería y techo aligerado.
10	Hangar Antiguo	Edificación de un solo piso conformada por un solo ambiente construido de a base de columnas y tijeral metálico, techo a dos aguas de calamina, cubierta de calamina, piso de cemento pulido, con instalaciones eléctricas expuestas.
11	Losa Deportiva	Edificación conformada por una losa de concreto
12	Sala Transmisores	Construcción de un piso, estructurada con base de columnas y vigas de concreto armado y techo de aligerado.
13	Taller y Sala de Mecánica	Construcción de un piso con estructura de columnas y vigas de concreto, techo de calamina apoyada en los muros o losas aligeradas de concreto armado.
14	Vivienda Funcionarios	Construcción de un piso, con estructuras base de columnas y vigas de concreto armado y techo de losa aligerada inclinada.
15	Laboratorio	Construcción de un piso conformada por estructuras base de columnas y vigas de concreto armado, y techo de losas aligeradas.
16	Casa Guardián	Construcción de un piso, con estructura con muros de triplay, falso cielo de triplay y techo de eternit.
17	Bloque Sanitario-Incinerador	Construcción de un piso, con la distribución siguiente: Incinerador, Área de carga y descarga, Área de contenedores, almacén, oficina con baño, Local sanitario, Patio de Maniobras
18	Base SEI (Rescate)	Construcción de un piso, conformada por los siguientes ambientes: Dos estacionamientos, zona de extintores, oficina, SSHH, almacén deposito, sala de usos múltiples, estar, dormitorio con baño. Con las características constructivas siguientes: Estacionamientos: estructura a base de columnas y vigas metálicas y de concreto, techo de calamina y calaminon T
19	Caseta Transformador SEI	Construcción de un piso con estructura a base de columnas y vigas de concreto, y techo de losa aligerada.
20	Cisterna SEI	Plataforma utilizada para el abastecimiento de agua de los vehículos SEI, esta conformado por una losa de concreto, muro de albañilería, bomba de agua, tuberías de fierro expuestas.
21	Poza Asfáltica	Construcción de un piso con estructura de muros de albañilería, viguetas de madera, techo de calamina, poza de concreto.

Item	Edificacion	Descripcion
22	Sub-Estación Eléctrica	Construcción de un piso conformado por un solo ambiente con estructura a base de columnas y vigas de concreto armado, techo de losa aligerada.
23	Caseta Glide Slope	Construcción de un piso, con estructura a base de planchas metálicas, apoyada sobre cuatro dados de concreto.
24	Caseta Equipos Receptores	Construcción de un piso con estructura a base de columnas y vigas de concreto, muros de albañilería, y techo de losa aligerada
25	Sala Receptores	Construcción de un piso con estructura base de columnas y vigas de concreto armado, y techo de losas aligeradas
26	Pozo de Agua	Construcción conformada por muros de albañilería tarrajeados
27	Tanque Elevado	Construcción conformada por columnas de concreto, vigas de amarre, losa de concreto y tanque de eternit.
28	Cisterna	Construcción conformada por cisterna de concreto y tapa metálica.
29	Vivienda Guardianía Y Almacén	Construcción de un piso con estructuras base de columnas y vigas de concreto armado, techo de losas de canalón y piso cemento pulido.
30	Pozo de Agua	Construcción conformada por muros de albañilería tarrajeados. Caseta de Equipos (Ils) Construcción de un piso con columnas y vigas de concreto armado, techo de losa aligerada, piso de cemento pulido, tarrajeo frotachado y pintura en muros. Además puertas y ventanas de fierro, instalaciones
31	Caseta Gas Hidrogeno	Construcción de un piso con estructuras base de columnas y vigas de concreto y techo de losa aligerada.
32	Almacenes	Construcción de un piso con estructuras base de columnas y tijeral metálico, muros de albañilería y techo de calamina.
33	Caseta de Control	Construcción de un piso a base de columnas y vigas de concreto, muros albañilería y techo aligerado.
34	Sub-Estación Eléctrica	Edificación de un piso a base de columnas y vigas de concreto, muros albañilería y techo aligerado.
35	Petroperu	Edificación de un solo piso conformada por columnas de concreto, muros de albañilería, techo de calamina sobre viguería metálica y piso de loseta vitrificada.
36	Caseta de Control (Costado Comedor)	Edificación de un solo piso de columnas y vigas de amarre de concreto armado, techo aligerado y muros de albañilería.
37	Caseta Control (Costado Reja)	Estructura de un solo piso con columnas y vigas de amarre de concreto armado, muros de albañilería y techo aligerado.
38	Caseta de Bombeo Y Cisterna	Edificación de un piso con columnas y vigas de amarre de concreto armado, techo aligerado, muros de albañilería y piso de cemento.

Fuente: Elaboracion propia

Cuadro 3.13

**Pasajeros Transportados Desde y Hacia Arequipa
En Compañías Aereas Regulares Segun Ruta (1996 - 2003)**

De	Hacia	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Promedio
Lima	Arequipa	137.708	134.212	143.066	160.902	149.643	136.127	125.744	130.941	139.793
Arequipa	Lima	131.807	126.478	131.240	152.048	135.104	124.172	112.560	119.188	129.075
Arequipa	Cusco	48.420	36.660	35.862	32.553	40.691	30.524	26.295	31.087	35.262
Cusco	Arequipa	43.570	31.713	30.557	28.927	29.470	18.169	14.846	18.887	27.017
Arequipa	Juliaca	50.839	37.007	35.617	40.378	32.859	20.877	19.906	16.560	31.755
Juliaca	Arequipa	40.995	30.812	25.702	26.730	17.031	11.696	8.292	9.028	21.286
Arequipa	Tacna	28.265	9.660	13.871	4.777	1.775	3.945	2.104	---	8.050
Tacna	Arequipa	32.579	13.269	13.990	4.739	2.774	3.934	2.049	---	9.167
TOTAL X AÑO		514.183	419.811	429.905	451.054	409.347	349.444	311.796	325.691	401.404
TOTAL X DIA		1.409	1.150	1.178	1.236	1.121	957	854	892	1.100

Datos consolidados de compañías regulares

Durante los años 2000 al 2003 no se consideran las compañías Aerocondor, Star Up ni Lc Busre

Fuente : Corporacion Peruana de Aeropuertos y Aviacion Comercial S.A. - Area Planeamiento y Proyectos / Estadística

Cuadro 3.15

**Demandas de Agua Potable y Caudales de Desague
Aeropuerto Internacional de Arequipa Alfredo Rodriguez Ballon**

Edificacion	Tipo de Construccion	Area m2	Dotacion lt/m2/dia	Demanda diaria lt/dia	Demanda diaria m3/dia	Caudal prom de agua lt/seg	% Contribucion de desague	Caudal prom de desague lt/seg
Terminal de Pasajeros	Oficinas	4,226,30	6,0	25.358	25,3578	0,2935	90	0,26414
Torre de Control	Oficinas	236,90	6,0	1.421	1,4214	0,0165	90	0,01481
Bomba de Agua	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	64,35	2,0	129	0,1287	0,0015	90	0,00134
Comisaria PNP	Oficinas	100,38	6,0	602	0,6023	0,0070	90	0,00627
Nuevos Almacenes	Deposito de Materiales	515,54	0,5	258	0,2578	0,0030	90	0,00269
Grifo de Combustible	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	25,53	2,0	51	0,0511	0,0006	90	0,00053
Comedor Trabajadores	Restaurantes	82,97	50,0	4.149	4,1485	0,0480	90	0,04321
Servicios Higienicos	Cafeterias y Similares	10,83	50,0	542	0,5415	0,0063	90	0,00564
Caseta Control	Oficinas	25,78	6,0	155	0,1547	0,0018	90	0,00161
Hangar Antiguo	Deposito de Materiales	248,40	0,5	124	0,1242	0,0014	90	0,00129
Losa Depeotiva	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	720,00	2,0	1.440	1,4400	0,0167	90	0,01500
Sala Transmisores	Oficinas	147,57	6,0	885	0,8854	0,0102	90	0,00922
Taller y Sala de Mecanica	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	96,82	2,0	194	0,1936	0,0022	90	0,00202
Vivienda Funcionarios	Vivienda	118,50	20,0	2.370	2,3700	0,0274	90	0,02469
Laboratorio	Oficinas	115,41	6,0	692	0,6925	0,0080	90	0,00721
Casa Guardian	Oficinas	87,33	6,0	524	0,5240	0,0061	90	0,00546
Bloque Sanitario - Incinerador	Deposito de Materiales	167,90	0,5	84	0,0840	0,0010	90	0,00087
Base Sei (Rescate)	Oficinas	333,80	6,0	2.003	2,0028	0,0232	90	0,02086
Caseta Transformador SEI	Oficinas	4,40	6,0	26	0,0264	0,0003	90	0,00027

Edificacion	Tipo de Construccion	Area m2	Dotacion lt/m2/dia	Demanda diaria lt/dia	Demanda diaria m3/dia	Caudal prom de agua lt/seg	% Contribucion de desague	Caudal prom de desague lt/seg
Cisterna Sei	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	4,40	2,0	9	0,0088	0,0001	90	0,00009
Poza Asfaltica	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	107,31	2,0	215	0,2146	0,0025	90	0,00224
Sub - Estacion Electrica	Deposito de Materiales	16,56	0,5	8	0,0083	0,0001	90	0,00009
Caseta Glide Slope	Oficinas	9,59	6,0	58	0,0575	0,0007	90	0,00060
Caseta Equipos Receptores	Oficinas	18,40	6,0	110	0,1104	0,0013	90	0,00115
Sala Receptores	Oficinas	96,28	6,0	578	0,5777	0,0067	90	0,00602
Pozo de Agua	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	5,83	2,0	12	0,0117	0,0001	90	0,00012
Tanque Elevado	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	4,43	2,0	9	0,0089	0,0001	90	0,00009
Cisterna	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	13,09	2,0	26	0,0262	0,0003	90	0,00027
Vivienda Guardiania y Almacen	Oficinas	122,23	6,0	733	0,7334	0,0085	90	0,00764
Pozo de Agua	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	18,49	2,0	37	0,0370	0,0004	90	0,00039
Caseta Equipos (IIS)	Oficinas	18,35	6,0	110	0,1101	0,0013	90	0,00115
Caseta Gas Hidrogeno	Oficinas	18,38	6,0	110	0,1103	0,0013	90	0,00115
Almacenes	Deposito de Materiales	1.653,27	0,5	827	0,8266	0,0096	90	0,00861
Caseta de Control	Oficinas	13,24	6,0	79	0,0794	0,0009	90	0,00083
Sub - Estacion Electrica	Deposito de Materiales	16,56	0,5	8	0,0083	0,0001	90	0,00009
PETROPERU	Oficinas	458,05	6,0	2.748	2,7483	0,0318	90	0,02863
Caseta de Control (Costado Comedor)	Oficinas	12,27	6,0	74	0,0736	0,0009	90	0,00077
Caseta Control (Costado Reja)	Oficinas	10,87	6,0	65	0,0652	0,0008	90	0,00068
Caseta de Bombeo y Cisterna	Oficinas	13,11	6,0	79	0,0787	0,0009	90	0,00082

Edificacion	Tipo de Construccion	Area m2	Dotacion lt/m2/dia	Demanda diaria lt/dia	Demanda diaria m3/dia	Caudal prom de agua lt/seg	% Contribucion de desague	Caudal prom de desague lt/seg
Pista de Aterrizaje	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	134.100,00	2,0	268.200	268,2000	3,1042	90	2,79375
Plataforma	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	16.000,00	2,0	32.000	32,0000	0,3704	90	0,33333
Calle de Acceso	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	4.370,00	2,0	8.740	8,7400	0,1012	90	0,09104
Calle de Rodaje	Garajes y Parques de Estacionamiento de vehiculos	55.200,00	2,0	110.400	110,4000	1,2778	90	1,15000
TOTAL		219.629,42	- - -	466.241	466,2415	5,396311237	90	4,85668

3.3.2 Análisis de Población

a. Cálculo de la Cantidad de Población Volátil, Pasajeros (ver cuadro 3.13)

Este cálculo se realiza de acuerdo a las estadísticas de los últimos años obtenidos en CORPAC. Consiste en calcular la población flotante, que a diario usa las instalaciones del aeropuerto, patio de comidas y baños. Las estadísticas obtenidas son desde el año 1996 hasta el 2003 y el promedio obtenido de estos 8 años nos dará una idea de la cantidad de pasajeros en tránsito para cada día. El promedio obtenido es de 1.100 pasajeros por día.

Cuadro 3.14

Resumen de Cálculo de Población Volátil

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Promedio
Total Año	514.183	419.811	429.905	451.054	409.347	349.444	311.796	325.691	401.404
Total Día	1.409	1.150	1.178	1.236	1.121	957	854	892	1.100

Fuente: elaboración propia

Con este dato y considerando un consumo por pasajero de 50 litros por día según Norma Técnica para no residentes se concluye que el caudal de los pasajeros en tránsito es de 55.000 litros por día ó 0,64 litros por segundo.

b. Cálculo de Caudal a Tratar Según Población en Edificaciones Existentes (Ver cuadro 3.15)

Según las edificaciones aportantes al colector de desagüe y según la dotación indicada en la norma técnica S200, podemos calcular el caudal aproximado. La contribución al desagüe será del 90% del consumo aproximado de volumen de agua, según el mismo criterio indicado para Iquitos.

Cuadro 3.16

Resumen de Cálculo de Caudal por Edificaciones Existentes

Tipo de Edificación	Área	Dotación Estimada		
		RNC		l / día
Deposito de Materiales	2.618,23	0,50	l/m ² /día	1.309,12
Oficinas	6.068,64	6,0	l/m ² /día	36.411,84
Restaurantes	82,97	50,0	l/m ² /día	4.148,50
Cafeterías y Similares	10,83	50,0	l/m ² /día	541,50
Garajes y Parques de Estacionamiento	210.730,25	2,0	l/m ² /día	421.460,50
Vivienda	118,50	20,0	l/m ² /día	2.370,00
Total	219.629,42			466.241,46

Fuente: Elaboración propia

Según la sumatoria se obtiene un caudal aproximado de 466.241,46 litros día que es equivalente a 4,86 litros por segundo.

El resumen de los caudales calculados se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.17

Resumen de Cálculo de Caudal Total

Criterio de Aporte	Cantidad	Dotación (l/m ² /día)	Caudal de agua (l/seg)	Contribución de desagüe (%)	Caudal desagüe (lt/seg)
Area Operativa (m ²)	219.629,42	Según Reglamento Nacional de Construcciones	5,40	90	4,86
Promedio de Pasajeros por día (Estadísticas 1996-2003)	1.100,00		0,64		0,58
Total					5,44

Fuente: Elaboración Propia

c. Población Futura

Se considera el mismo criterio que en el aeropuerto de Iquitos un incremento en 50% de "margen para el futuro desarrollo" que es por las mejoras que hará la concesión del aeropuerto a mediados del año 2007. Aun no se cuenta con los datos de ampliación, pero las exigencias en infraestructura son similares para los demás aeropuertos puestos en concesión. Se considera también un pico operacional del 20% en las horas de máxima demanda.

Cuadro 3.18

Resumen de Caudal del Afluente

Criterio	%	l/seg	m ³ /día
Caudal de desagüe promedio	100	5,44	470,016
Pico operacional actual	20	6,53	564,192
Margen para futuro desarrollo	50	8,16	705,024

Fuente: Elaboración propia

d. Criterio para Ubicación de la Planta de Tratamiento en el Aeropuerto de Arequipa

En el aeropuerto de Arequipa existe una línea troncal de desagüe que se puede observar en el plano general. Esta nace entre el terminal de pasajeros y el estacionamiento general, va a lo largo del ingreso vehicular al aeropuerto y se

conecta con la troncal de la urbanización ubicada al sudeste del aeropuerto. Ubicaremos la planta a la salida del aeropuerto, para asegurar el tratamiento de las futuras instalaciones que se realicen en él. El uso de las aguas tratadas puede ser para riego de las áreas verdes a proyectarse en el aeropuerto.

3.3.3 Cálculos de Diseño- Planta de Aeración Extendida

La temperatura como un factor importante para el diseño fue obtenida del *SENHAMI*. La temperatura en Arequipa es variable y oscila entre los 22,2 °C y los 9 °C, es en las noches en que la temperatura desciende hasta sus niveles mas bajos.

a. Datos y Variables

Los datos numéricos que se muestran a continuación fueron obtenidos en los cuadros correspondientes, la población aportante es considerada la población equivalente en el ámbito urbano. El aporte de DBO por persona se obtiene de la Norma de Saneamiento S.090 y la conversión a libras se da por la formula a usar.

Población Aportante	:	3,526 (705,0 m3 / día)
Remoción de DBO	:	90%
Aporte de DBO persona	:	50 g/Hab/día (0,11 lb/Hab/día)

Estos datos serán los mismos que se usaron en el aeropuerto de Iquitos, pues no dependen de los factores que diferencian dichas ciudades, como son el clima y las dimensiones.

$$f = 0,90$$

$$Y = 0,55$$

$$\text{Temperatura Promedio} : 15^{\circ} \text{ C}$$

$$K_d = K_{d(20^{\circ}\text{C})} (1,075)^{(t-20)} = 0,1 \times (1,075)^{-5} = 0,0696$$

$$\text{MLVSS} = 2.000 \text{ mg/l}$$

$$\text{Clarificador concentrara el 1\% de sólidos} : 10.000 \text{ ppm}$$

b. Cálculos de Volumen

1 . Volumen de la Cámara de Aireación (V)

$$V = \frac{(Y)(L_R)(120000)}{(MLVSS)(f)(K_d)}$$

Donde:

$$Y = \frac{\# \text{ de Bacterias producidas}}{\# \text{ de DBO removido}}$$

$$L_r = (\text{Masa de DBO/día})(\% \text{ de remoción})$$

$$\text{Masa de DBO/día} = M$$

$$M = (\# \text{ personas atendidas})(\# \text{ DBO/hab/día}) = 3.526 \times 0,11$$

$$M = 387,86 \text{ DBO/día}$$

$$L_r = 349$$

Reemplazando en la ecuación:

$$V = \frac{0,55 \times 349,0 \times 120.000}{125,38}$$

Obtenemos:

$$V = 183.713,5G \ln$$

$$V = 695,5m^3$$

2. Periodo de Retención (t)

$$t = \frac{V}{Q}$$

El caudal fue calculado según el *Cuadro 3.15*, del cual sabemos que $Q = 705.0 \text{ m}^3/\text{día}$

Reemplazando:

$$t = 0,987 \text{ días}$$

$$t \sim 24,00 \text{ horas}$$

3. Cantidad de Lodos a Recircular (r)

$$r = \frac{C_t}{C_s - C_t}$$

Donde:

$$r = \text{Ratio de recirculación (\%)}$$

C_s = Concentración de sólidos en el clarificador
 C_t = Concentración de lodos en la cámara de aeración

Utilizando la formula obtenemos:

$$r = \frac{2.000}{10.000 - 2.000} = \frac{2.000}{8.000}$$

$$r = 0,25 = 25 \%$$

Se recirculara el 25 % de lodos

4. Cantidad de Lodos a Recircular (Q_r)

$$Q_r = (r) \times (Q)$$

$$Q_r = 25 \% \times 705,04$$

Obtenemos:

$$Q_r = 176,26 \frac{m^3}{dia}$$

Se trabajará con **dos Bombas**, cada bomba deberá enviar un caudal de 176,26 m³ / día Galones en doce horas de trabajo continuo.

5. Capacidad de las Bombas de Recirculación (Q_{br})

$$Q_{br} = \frac{Q_r}{T' \left(60 \frac{\text{min}}{h}\right)}$$

Donde:

Q_r : Es el caudal de lodo a recircular

T' : Tiempo de trabajo por día en horas

$$Q_{br} = \frac{176,26}{(60) \times (12)} = \frac{176,26}{(720)} \frac{m^3}{min}$$

$$Q_{br} = 0,245 \frac{m^3}{min}$$

$$Q_{br} = 14,7 \frac{m^3}{h}$$

6. Requerimiento de Oxígeno ($O_{2r/hr}$).

Por tratarse de un caudal mayor a procesar, el requerimiento de oxígeno para el aeropuerto de Arequipa será mayor que el de Iquitos. Se tiene en cuenta que uno de los factores que afectan el tiempo de reacción en el estanque aireador es la temperatura. Podemos mencionar que bajo las mismas condiciones de caudal, el requerimiento de oxígeno para el aeropuerto de Iquitos debe ser menor, pues su temperatura promedio es mayor y su rango de variación también. Esto favorece a las reacciones de las bacterias con los residuos orgánicos.

7. Tamaño de los Componentes de la Planta

Las dimensiones se ajustaran de acuerdo a los volúmenes hallados en el ítem anterior. Las cámaras contiguas se ajustan a un ancho uniforme de 12m.

Los volúmenes se calculan de acuerdo a cada periodo de retención asignado según los cálculos realizados para el aeropuerto de Iquitos.

Cuadro 3.19

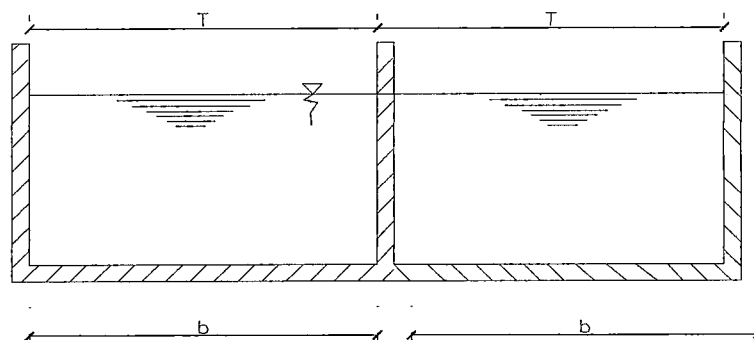
Dimensiones de Componentes de la Planta

Aeropuerto	Cámara	Largo	Ancho	Altura	Forma
Arequipa	Aireación	12	12	5	Prisma rectangular
	Decantación	6	12	5	Tronco de pirámide invertido
	Ecuilización	12	12	5	Prisma rectangular
	Contacto	2,45	12	1,1	Prisma rectangular

c. Otros Cálculos

1. Canal de Ingreso

Se consideran dos canales de ingreso a la planta de tratamiento: Las dimensiones de los canales mellizos las hallaremos a continuación. El revestimiento del canal será concreto revestido



Datos:

$$S = 0,05$$
$$Q = 0,00816 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$n = 0,014$$

Donde:

- S : Pendiente del canal
Q : Caudal de ingreso a la planta
n : Coeficiente de fricción, el valor indicado es para concreto revestido.

De la formula de Caudal de Manning

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} = \left(\frac{1}{n}\right) \times A \times \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \times S^{1/2}$$

Considerando un ancho de $b = 0.30$ e iterando obtendremos los siguientes valores:

$$\text{Tirante (Y)} = 0,02 \text{ m}$$
$$\text{Borde Libre (l)} = 0,28 \text{ m}$$

Se ha considerado dimensiones mínimas para el canal de ingreso.

$$\text{Base (b)} = 0,30 \text{ m}$$
$$\text{Altura (h)} = 0,30 \text{ m}$$

En este canal estarán ubicadas las rejillas de ingreso para el tratamiento primario, uno de uso continuo y el otro para mantenimiento y contingencias.

2. Diámetro Tubería de Paso Ecuación – Aireación

Para el cálculo del diámetro de la tubería de conexión entre el estanque ecualizador consideraremos el intercambio por gravedad, por lo que se considera una pendiente mínima.

Datos:

$$S = 0,001$$

$$n = 0,012(\text{PVC})$$

$$D = 0,20 \text{ m (asumido)}$$

Utilizando el programa de cálculo H canales obtenemos:

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times A \times \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \times S^{1/2}$$

Se obtiene:

$$\text{Tirante (Y)} = 0,13 \text{ m}$$

$$\text{Borde Libre} = 0,07 \text{ m}$$

Siendo el mínimo satisfactorio, por lo tanto tomamos el diámetro asumido inicialmente.

$$D = 0,20 \text{ m} < > 8''$$

3. Tubería de Distribución en el Decantador

El decantador recibe una tubería que se divide en dos para cada uno de los conos de decantación. Con el mismo criterio y usando el caudal equivalente a la mitad obtenemos:

$$Q_T = \frac{Q}{2} = 0,00408 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Utilizando la formula de Manning e iterando

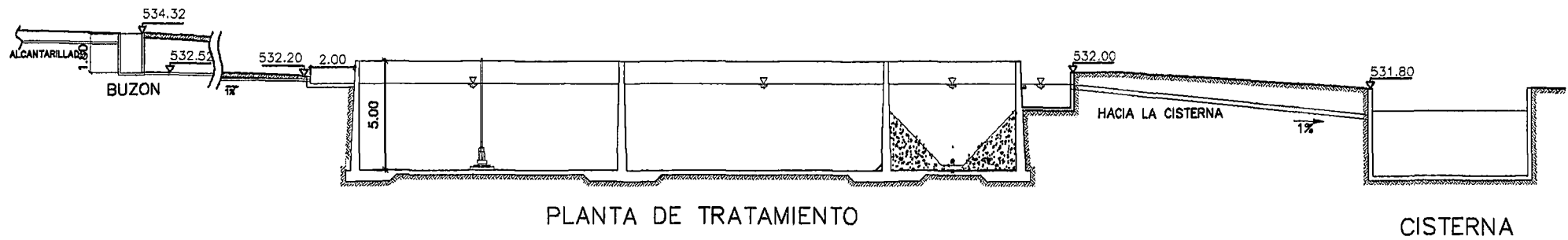
$$S = 0,001$$

$$n = 0,012 (\text{PVC})$$

$$D = 0,15 \text{ (valor asumido)}$$

Se obtienes un tirante de $Y = 0,10$, por lo tanto el valor asumido es el correcto.

$$D = 6''$$



VISTA LONGITUDINAL DE LA PLANTA - DEPOSICION A CISTERNA

TESIS: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN AEROPUERTO DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO: 3 DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO PARA LOS AEROPUERTOS DE IQUITOS Y AREQUIPA		FIGURA:
TITULO: VISTA LONGITUDINAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AREQUIPA		3.3
ESCALA: S/E	FECHA: NOVIEMBRE 2006	

Para las tuberías en la base del decantador y en la recirculación.

d. Aprovechamiento del Agua Tratada

1. Opción de Uso

Como medida de economía y aprovechamiento del efluente tratado consideramos que este debe ser utilizado para el riego de las áreas verdes del aeropuerto, debido a que luego del proceso de tratamiento al que se han sometido los efluentes, estos resultan con valores aptos para ser empleados para dicho propósito, según lo estipula la ley general de aguas capítulo IV, Artículo 81, Clase III.

Al regar con agua proveniente del tratamiento se evitará consumir agua potable para este fin, además se utilizará el agua tratada que de otra forma sería eliminada por el sistema de drenaje, lo que representaría mayor gasto, por lo que se puede afirmar que esta sería una manera de reducir costos operativos en los aeropuertos, mejorando su infraestructura.

Esta agua también podría ser utilizada para el lavado de pistas y caminos de acceso, evitando el uso de agua potable para este fin y mejorando la imagen de los aeropuertos.

Para este ejemplo estamos considerando el sembrado de Pasto Americano con herbáceas de pleno sol en las áreas abiertas y herbáceas de media sombra en los interiores, se recomienda que las herbáceas exteriores se manipulen en amasijos y las interiores en macetas para facilitar su rotación y mantenimiento.

2. Cálculos de Riego

Para este tipo de plantas se debe considerar un consumo de agua equivalente a 4,0 litros / m².

La norma S.200 especifica 2 lt/m²/día, pero es mejor considerar 4 lt/m² según recomendación de un ingeniero agrónomo especializado en jardinería paisajista, que contempla los diferentes requerimientos según el

tipo de plantas en cada estación y un porcentaje adicional para limpieza de equipos y herramientas utilizados en estas labores.

Cuadro 3.20

Cálculos de Hectáreas de Riego

		Cantidad	Unidad
Arequipa	Agua producida	8,16	l/seg
		29,38	m ³ /h
		705,02	m ³ /día
		705.024,00	l/día
	Área para regar	176.256,00	m ² /día
		17,63	Ha/día

Fuente: elaboración propia

Con el volumen de agua producida por la planta proyectada podríamos regar 17,63 hectáreas al día.

e. Diseño Estructural de los Componentes de la Planta de Tratamiento Propuesta en Arequipa

1. Consideraciones Generales:

Los valores aproximados para la evaluación de empujes laterales son los que se muestran en el cuadro siguiente:

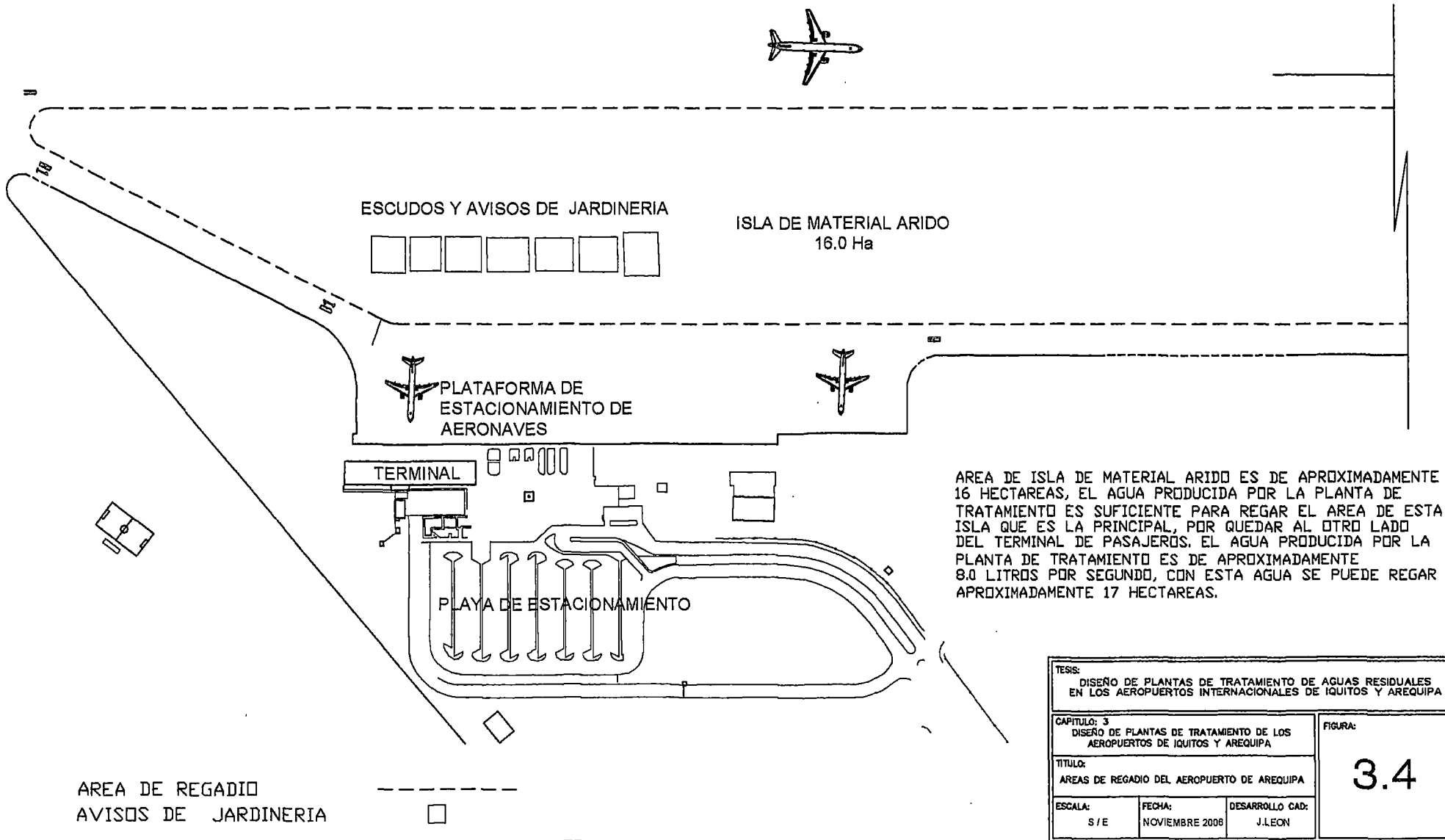
Nombre	Símbolo	Valor
Peso Unitario	γ	1,9 t/m ³
Angulo de Fricción	ϕ	32°
Coefficiente Activo Estático	K_a	0,307
Coefficiente de Fricción Bajo la Cimentación	f	0,600

Estos valores fueron obtenidos de estudios anteriores hechos en la ciudad de Arequipa, con lo cual podemos acercarnos a los valores de los terrenos del aeropuerto.

2. Verificación de la Capacidad Portante del Terreno

En el esquema se puede observar el corte transversal del estanque reactor, con un ancho de un metro, ello nos permite calcular los esfuerzos a los que esta sometida la estructura enterrada y calcularemos el acero de

ESQUEMA DE AREAS DE REGADIO 17 Ha

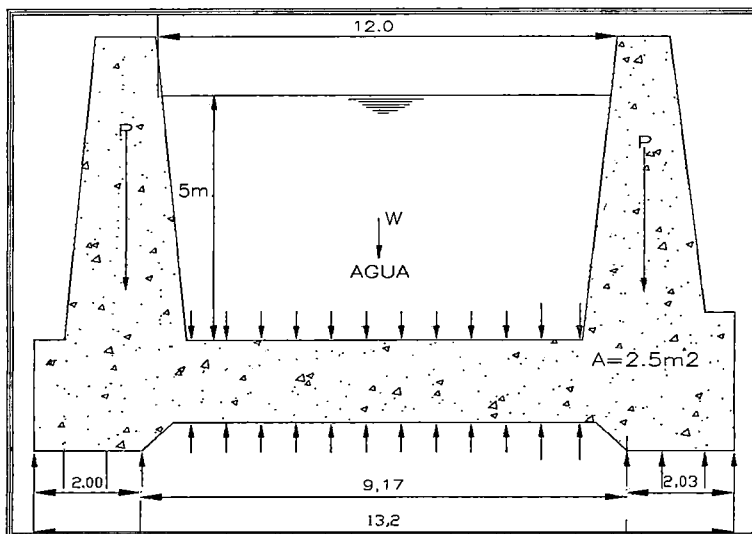


AREA DE ISLA DE MATERIAL ARIDO ES DE APROXIMADAMENTE 16 HECTAREAS, EL AGUA PRODUCIDA POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO ES SUFICIENTE PARA REGAR EL AREA DE ESTA ISLA QUE ES LA PRINCIPAL, POR QUEDAR AL OTRO LADO DEL TERMINAL DE PASAJEROS. EL AGUA PRODUCIDA POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO ES DE APROXIMADAMENTE 8.0 LITROS POR SEGUNDO, CON ESTA AGUA SE PUEDE REGAR APROXIMADAMENTE 17 HECTAREAS.

TESIS: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO: 3 DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LOS AEROPUERTOS DE IQUITOS Y AREQUIPA		FIGURA:
TITULO: AREAS DE REGADIO DEL AEROPUERTO DE AREQUIPA		
ESCALA: S / E	FECHA: NOVIEMBRE 2008	DESARROLLO CAD: J.LEON
		3.4

refuerzo necesario. Se asume también una capacidad portante del terreno de baja resistencia, el valor real se obtendrá en la ejecución del proyecto.

$$\sigma_t = 1,0 \text{ Kg/cm}^2$$



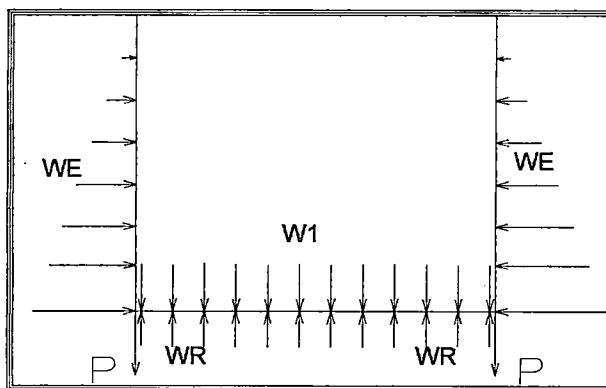
$$W = \frac{2P + W_1 \times 12 + W_{\text{agua}}}{13,2}$$

$$W = \frac{2 \times 2,5 \times 2,4 + 0,2 \times 2,4 \times 12 + 5 \times 12 \times 1}{13,2}$$

$$W = \frac{77,76}{13,2} = 5,9 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \leq 10 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = \sigma_t \Rightarrow \text{OK!}$$

3. Cálculo de Fuerzas Actuantes (sin agua)

Reacciones:



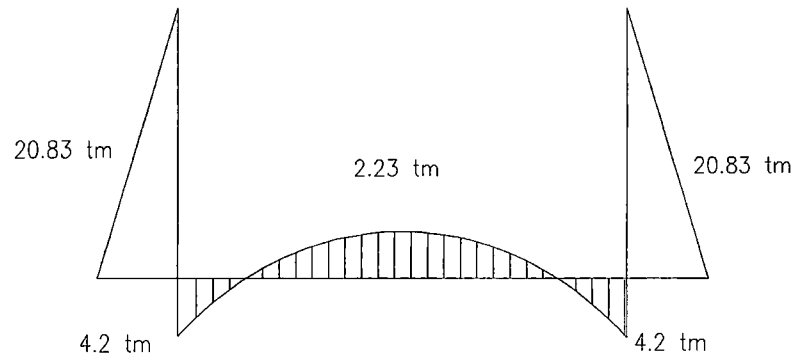
$$W_E = K_a \times \gamma \times h = 0,307 \times 1,9 \times 5 = 2,9 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$W_R = \frac{2,5 \times 2,4}{2,0} = 3,0 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Esfuerzos últimos:

$$M_u = 1,7 \times W_L + 1,4 \times W_R$$

4. Diagrama de Momentos



Sabemos:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

Donde:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

$$f_y = 4.200 \frac{\text{k}}{\text{cm}^2}$$

$$f'_c = 210 \frac{\text{k}}{\text{cm}^2}$$

5. Diseño de Pantalla (Refuerzo vertical)

$$M_U = 20,83 \text{tn} \quad d = 0,4 \text{m}$$

$$\Rightarrow A_s = 16,60 \text{cm}^2$$

$$\Rightarrow \phi 5/8'' @ 0.12$$

El área calculada corresponde al momento máximo, es decir, en la parte inferior de la pantalla. Sin embargo el momento va disminuyendo conforme disminuye la profundidad, es así que el refuerzo en la parte superior puede disminuirse en la mitad.

$$\Rightarrow \phi 5/8'' @ 0.24$$

Refuerzo Horizontal

$$A_s = 0,002 \times b \times d = 0,002 \times 100 \times 30 = 6,0 \text{ cm}^2 \text{ (Distribuido en dos capas)}$$

$$\Rightarrow \phi 1/2'' @ 0,30$$

6. Diseño de Losa

$$M_u = 4,20t \times m, \quad d = 0,45m \Rightarrow A_s = 3,9 \text{ cm}^2 \\ \Rightarrow \phi 1/2'' @ 0.30$$

$$M^+ = 2,23t \times m, \quad d = 0,15m \Rightarrow A_s = 4,01 \text{ cm}^2 \\ \Rightarrow \phi 3/8'' @ 0.25$$

Verificación por temperatura

Pantalla

$$A_{s \min} = 0,0018 \times 100 \times 25$$

$$A_{s \min} = 4,5 \text{ cm}^2 \leq A_s \text{ OK!}$$

Losa

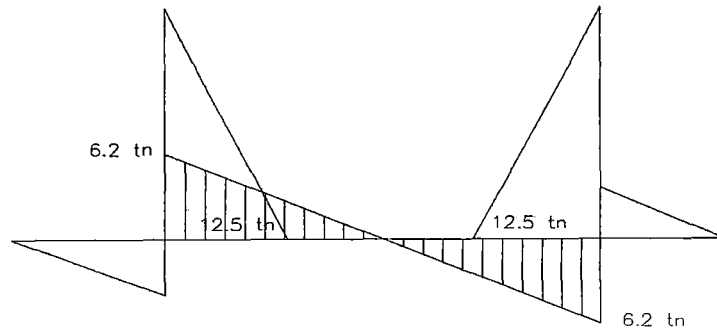
$$A_{s \min}^+ = 0,0018 \times 100 \times 15 = 2,7 \text{ cm}^2 \leq A_s \text{ OK!}$$

$$A_{s \min}^- = 0,0018 \times 100 \times 35 = 6,3 \text{ cm}^2 \geq A_s$$

$$\Rightarrow A_s = \phi 5/8'' @ 0.25$$

7. Verificación por Corte

Diagrama de fuerzas cortantes



Pantalla:

$$V_c = 0,53\sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$V_c = 0,53\sqrt{210} \times 1 \times 0,40 \times 10 = 30tn$$

$$V_c \geq \frac{V_d}{\phi} = \frac{12,5}{0,85} = 14,7 \text{ OK!}$$

Losa :

$$V_c = 0,53\sqrt{210} \times 1 \times 0,45 \times 10$$

$$V_c = 34,6ton$$

$$V_c \geq \frac{V_d}{\phi} = \frac{6,2}{0,85} = 7,3ton \text{ OK!}$$

Cuadro resumen de distribución de acero (ver Plano A-8)

Elemento	Ancho	Refuerzo		
		5/8"	1/2"	3/8"
Muro (Superior)	0,2	@0,12	—	—
Muro (Inferior)	0,45	@0,24	—	—
Muro (Horizontal)	—	—	@0,3	—
Losa -	0,4	—	@0,3	—
Losa +	0,2	—	@0,25	—

3.4 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

Se calculan los costos para las obras civiles, mecánicas y se indican también los costos del personal que operará la planta, dado que esto es un indicativo del costo a largo plazo y es un factor importante para la evaluación de beneficios.

3.4.1 Obras Civiles

Presupuesto de Obras Civiles Planta de Iquitos

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial
01.00	Excavación masiva a maquina en terreno normal "c"/retro .5y3	m3	708,04	7,17	5.076,65
02.00	Relleno con material propio	m3	211,08	14,76	3.115,54
03.00	Eliminación de desmonte, prov. del mov. en terreno normal "c"	m3	496,96	7,8	3.876,29
04.00	Nivelación int. y apisonado final del terreno previo al piso	m2	103,32	1,13	116,75
05.00	Solado de 2" mezcla 1:12 cemento-hormigón	m2	103,32	15,52	1.603,53
06.00	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	84,46	347,5	29.349,85
07.00	Encofrado de muros caravista	m2	405,56	38,43	15.585,67
08.00	Acero estructural	Kg	4.720,11	3,18	15.009,95
Costo Directo (S/)					73.734,22
U\$					

Presupuesto de Obras Civiles Planta de Arequipa

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial
01.00	Excavación masiva a maquina en terreno normal "c"/retro .5y3	M3	3.460,6	7,17	24.812,5
02.00	Relleno con material propio	M3	915,5	14,76	13.512,78
03.00	Eliminación de desmonte, prov. del mov. en terreno normal "c"	M3	2.545,1	7,80	19.851,78
04.00	Nivelación int. y apisonado final del terreno previo al piso	M2	2.501	1,13	2.826,13
05.00	Solado de 2" mezcla 1:12 cemento-hormigón	M2	2.501	15,52	38.815,52
06.00	Concreto f'c=210 kg/cm2	M3	299,82	347,5	104.87,45
07.00	Encofrado de muros caravista	M2	1.112,3	38,43	42.745,69
08.00	Acero estructural	KG	1.874,5	3,18	5.960,91
Costo Directo (S/)					252.712,76

3.4.2 Obras Mecánicas y Montaje

Aeropuerto de Iquitos				
Item	Cant.	Descripción	Costo Unitario (US\$)	Costo Parcial (US\$)
2	2	Sopladores (Cabezal)	1.800,00	3.600,00
3	2	Motores (para Sopladores)	250,00	500,00
4	4	Electro bombas	750,00	3.000,00
5	1	Tablero de Mandos	450,00	450,00
6	1	Instalación Eléctrica	600,00	600,00
7	1	Instalación Sanitaria	750,00	750,00
8	1	Instalación Líneas de Aire	1.200,00	1.200,00
9	1	lgo. de Accesorios de acero	850,00	850,00
10	5	% imprevistos	332,50	1.662,50
Total (US\$)				12.612,50

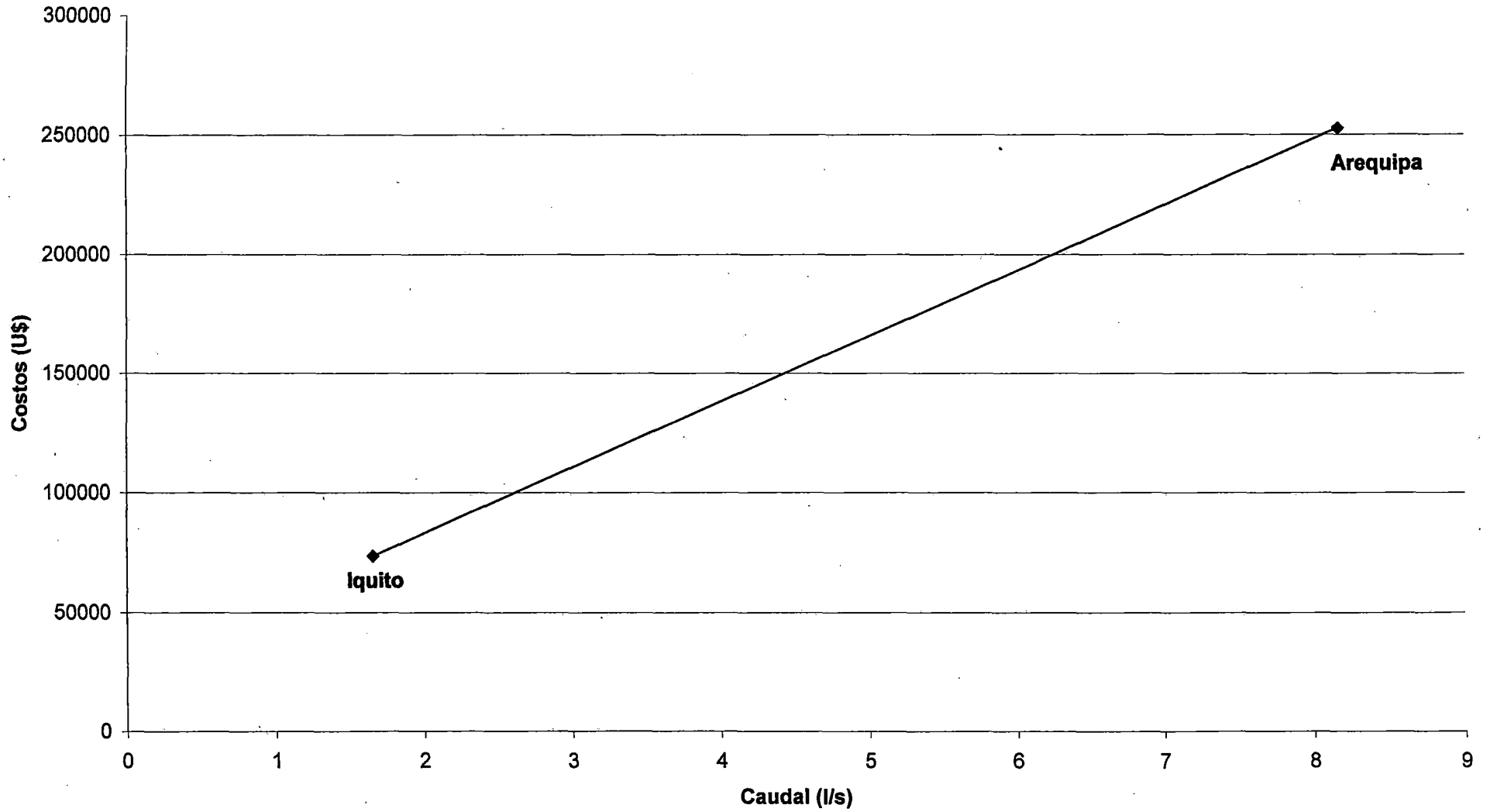
Aeropuerto de Arequipa				
Item	Cant.	Descripción	Costo Unitario (US\$)	Costo Parcial (US\$)
2	2	Sopladores (Cabezal)	1.800,00	3.600,00
3	2	Motores (para Sopladores)	250,00	500,00
4	4	Electro bombas	750,00	3.000,00
5	1	Tablero de Mandos	600,00	600,00
6	1	Instalación Eléctrica	1.050,00	1.050,00
7	1	Instalación Sanitaria	1.200,00	1.200,00
8	1	Instalación Líneas de Aire	2.100,00	2.100,00
9	1	lgo. de Accesorios de acero	1.500,00	1.500,00
10	5	% imprevistos	462,50	2.312,50
Total (US\$)				19.962,5

3.4.3 Operación

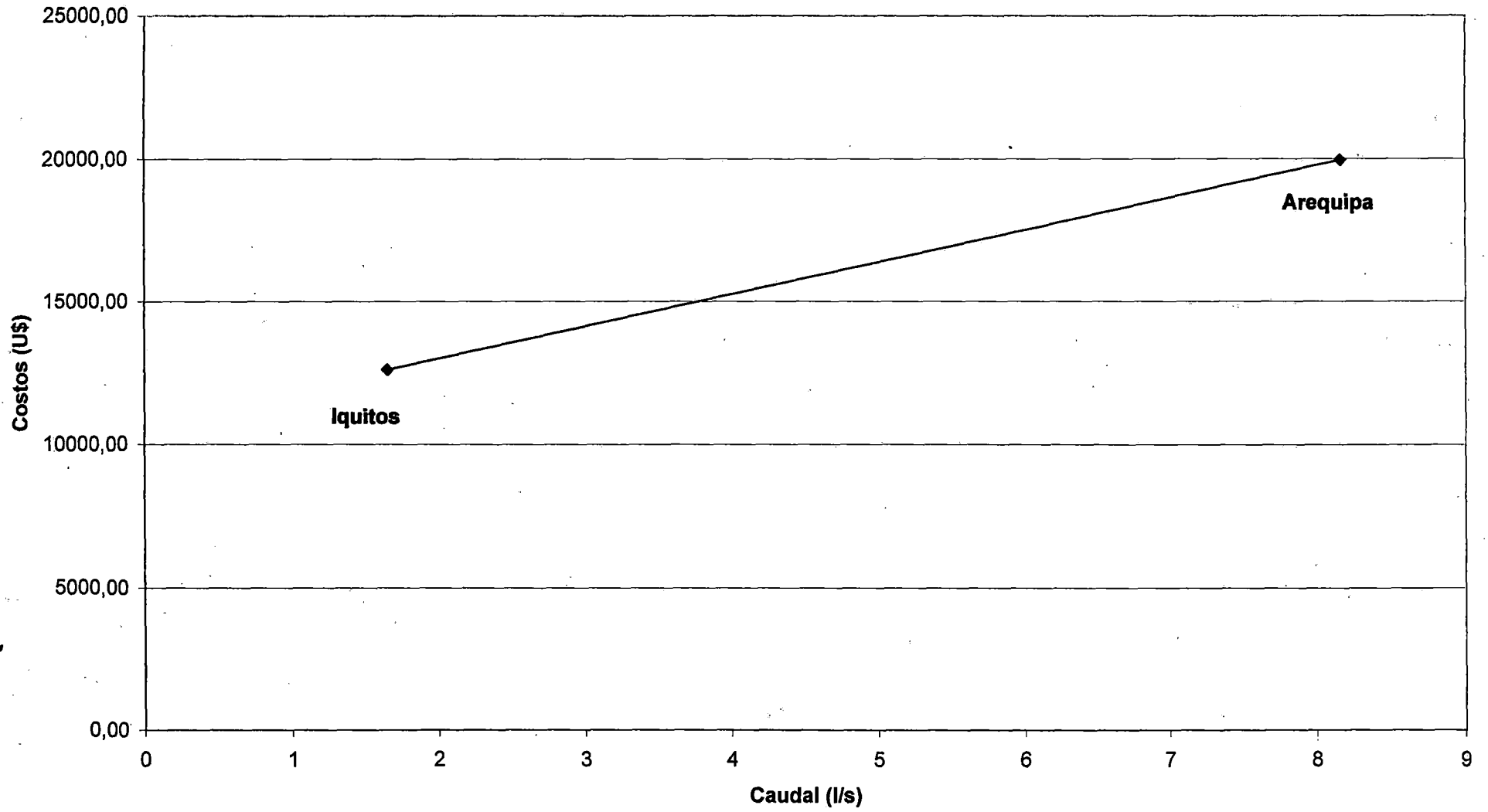
Aeropuerto de Iquitos				
Insumos	Unidad		Costo unitario	Costo parcial
Agua Potable	250litros / día		0,00167	0,42
Hipoclorito de Sodio	2Kg / día		12,83	25,67
Total de insumos				26,08
Equipo	horas / día	KW / hora	KW / día	Costo parcial
Soplador	24,00	1,79	42,96	14,18
Bomba Dosificadora	5,00	0,05	0,23	0,07
Electro bombas	16,00	0,60	9,60	3,17
Luminarias	12,00	1,70	2,40	6,73
Otros			3,00	0,04
Total de Equipos				24.19
Limpieza	Cantidad	Duracion	Costo unitario	Costo parcial
Detergente	1 Kg	1 mes	3,00	3,00
Escoba	1 und.	3 meses	8,00	2,60
Recogedor	1 und.	6 meses	5,00	0,85
Limpia todo	1 und.	4 meses	12,00	3,00
Balde 10 Litros	1 und.	6 meses	7,00	1,15
Trapeador	1 und.	2 meses	6,00	3,00
Jalador de Agua	1 und.	3 meses	10,00	3,35
Total de Materiales de Limpieza				10.60
Equipo de Protección Personal	Cantidad	Duración	Costo unitario	Costo parcial
Respirador	2 Kg	1 mes	60,00	60,00
Lentes de Seguridad	1 und.	3 meses	15,00	5,00
Casco	1 und.	12 meses	60,00	5,00
Botas	1 und.	6 meses	90,00	15,00
Guantes	1 und.	2 meses	15,00	7,50
Uniformes	1 und.	6 meses	50,00	8,50
Arnés de Seguridad	1 und.	12 meses	160,00	13,50
Total de Equipos de Protección Personal				114,50
Costo total de operación por mes (U\$)				53,15

Aeropuerto de Arequipa				
Insumos	Unidad		Costo unitario	Costo parcial
Agua Potable	250litros / día		0,00167	0,42
Hipoclorito de Sodio	5Kg / día		12,83	64,17
Total de insumos				64,58
Equipos	horas / día	KW / hora	KW / día	Costo parcial
Soplador	24,00	1,79	42,96	14,18
Bomba Dosificadora	5,00	0,05	0,23	0,07
Electro bombas	16,00	0,60	9,60	3,17
Luminarias	12,00	1,70	20,40	6,73
Otros			3,00	0,04
Total de equipos				24.19
Limpieza	Cantidad	Duración	Costo unitario	Costo parcial
Detergente	2 Kg	1 mes	3,00	6,00
Escoba	1 und.	3 meses	8,00	2,60
Recogedor	1 und.	6 meses	5,00	0,85
Limpia todo	1 und.	4 meses	12,00	3,00
Balde 10 Litros	1 und.	6 meses	7,00	1,15
Trapeador	1 und.	2 meses	6,00	3,00
Jalador de Agua	1 und.	3 meses	10,00	3,35
Total de materiales de limpieza				19,95
Equipo de Protección Personal	Cantidad	Duración	Costo unitario	Costo parcial
Respirador	2 Kg	1 mes	60,00	60,00
Lentes de Seguridad	1 und.	3 meses	15,00	5,00
Casco	1 und.	12 meses	60,00	5,00
Botas	1 und.	6 meses	90,00	15,00
Guantes	1 und.	2 meses	15,00	7,50
Uniformes	1 und.	6 meses	50,00	8,50
Arnés de Seguridad	1 und.	12 meses	160,00	13,50
Total de equipo de protección personal				114,50
Costo total de operación por mes				67,65

Grafica Caudal (l/s) Vs Costos de Obras Civiles (U\$)



Grafica Caudal (l/s) Vs Costos Electromecanico (U\$)



CONCLUSIONES

- El uso de las aguas tratadas en el aeropuerto de Arequipa, para riego de sus islas áridas sería una práctica importante pues evitaría el polvo que puede afectar la visibilidad de los aviones y daría un paisaje natural que embellece las instalaciones del aeropuerto.

En el aeropuerto de Iquitos, si bien no se propone el agua para riego, es importante su tratamiento por que la vegetación y el paisaje natural que rodea al aeropuerto debe conservarse y esto incluye la fauna del río al cual se deponen las aguas tratadas.

- Los programas de manejo ambiental en proyectos nuevos es una medida acertada, implica realizar proyectos constructivos que servirán de ejemplo para nuevos aeropuertos y en mayor medida para comunidades urbanas como se hace en España con las EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) presentes en cada comunidad y controladas por la Municipalidad Local.
- La remodelación de los aeropuertos en Latinoamérica ha sido una práctica común en los países vecinos en los últimos diez años, en su gran mayoría estos proyectos de remodelación consideran plantas de tratamiento dentro de sus instalaciones donde de manera privada puedan ofrecer al menos uno de los grados de tratamiento a sus aguas residuales, sumándose a la tendencia de protección del medio ambiente y el reaprovechamiento de los residuos.
- Se ha podido comprobar también algunos contaminantes propios en aeropuertos, como son los provenientes de los combustibles y de los detergentes que llevan a un grado mayor de contaminación de las aguas, en el caso de los primeros que generalmente se encuentran en tanques enterrados, podrían contaminar el suelo y llevar esta contaminación hasta las aguas del sub suelo. Para este tipo de problemas se realizan programas de tratamiento de suelos, con el cambio total de los suelos contaminados, con esto se evita y se previene la contaminación de las aguas que alimentan a los aeropuertos muchas veces provenientes de pozos.
- Mención especial merecen las aguas residuales provenientes de los baños de los aviones denominadas "blue water", aguas altamente contaminantes

por su alta concentración de fenoles principalmente. Estas aguas necesitan un tratamiento especial si es que el volumen obtenido es considerable y su concentración puede afectar a la planta de tratamiento propuesta. Para el tratamiento de esta agua se propone un tratamiento especial a base de ozono que es un purificador de aguas altamente contaminadas. Después de un pre tratamiento esta agua deben ir a su tratamiento posterior en la planta de tratamiento convencional, pues el pre tratamiento solo sirvió para disminuir su grado de contaminación.

- No fue necesario plantear una planta de pre tratamiento para el "Blue Water" en los aeropuertos de Iquitos y Arequipa, se prefiere hacer la limpieza de los baños en Lima que es generalmente la ruta de mayor porcentaje de pasajeros.
- Si bien los requerimientos de la concesión de los aeropuertos solo hablan de un tratamiento de las aguas residuales mínimo, a nivel de tratamiento primario, creemos necesario hacer un tratamiento posterior secundario, pues si fuera necesario sus aguas se pueden reutilizar y la finalidad en una eventual escasez es efectivizar el uso de las aguas.
- En los tratamientos secundarios estudiados para la decisión del método a usar, en general podemos mencionar que los métodos aeróbicos son los mas adecuados para un aeropuerto, pues implican mayores porcentajes de remoción además de ser los mas comunes y de mayor replicabilidad.
De la misma manera podemos mencionar a los lodos activados dentro de los sistemas aeróbicos a los que mejor se acomodan para un aeropuerto por ser tratamientos limpios y exentos de olores en la mayoría de sus variantes, además de ocupar espacios mínimos, característica a favor para cualquier aeropuerto que valora sus áreas para futuras ampliaciones.
- La temperatura es un factor que influye de manera importante, puesto que el proceso de degradación de la materia orgánica por las bacterias, se acelera a mayor temperatura, entonces podemos considerar menores tiempos de retención para un aeropuerto ubicado en una ciudad donde la temperatura es mayor y con poca variación.
- La variante del método de lodos activados por aeración extendida muestra alta efectividad en el tratamiento, alcanzando niveles de remoción de hasta 95% y teniendo un funcionamiento sencillo de fácil operación y mantenimiento, sumado al factor económico que en el largo plazo es

importante, lo convierte en el método a considerar en provincias donde el factor económico es importante.

- El aeropuerto de Iquitos debe su estancamiento al cierre de sus instalaciones en gran parte del día, con la nueva concesión a cargo de Swissport podrá reabrir sus cielos a tiempo completo y aumentará su flujo de vuelos, estas nuevas condiciones harán que aumente el uso de agua dentro de sus instalaciones, por lo tanto se prevé un flujo continuo de afluente a la planta proyectada.
- En el aeropuerto de Arequipa se plantea el regadío de las áreas verdes con las aguas tratadas, para lo cual se propuso una tanque de acumulación de 500 m³ que llenará a cisternas encargadas de llevar las aguas hacia las islas entre la pista de aterrizaje de entrada y salida.
- De los gráficos mostrados al final del Capítulo 3, se hace una comparación de costos (U\$) Vs Caudal (Q), se busca una relación del caudal y los costos por separado, civiles y mecánicos. Con esto se puede hallar una aproximación de los costos según el caudal a tratar, pero vale indicar que solo servirá para una planta de tratamiento con las mismas características y los costos serán solo referenciales, pues el factor temperatura no ha sido analizado en los cuadros.

RECOMENDACIONES

- Se deben usar todas las variables posibles para la definición del método de tratamiento a usar, pues si bien se puede notar una tendencia, la elección del método de tratamiento no es rígida y se pueden analizar muchas más variables o incluso hacer una valoración de puntajes basándose en proyectos anteriores.
- La eliminación de lodos por el método escogido de aeración extendida que produce una mínima cantidad de lodos, se hará en un promedio de dos o tres veces al año, entonces se deja libre la posibilidad de realizar un depósito de lecho de secado que es una estructura menor, utilizar una filtro prensa o contratar los servicios de una empresa especializada que eliminará los residuos de lodo.
- El operador de la planta deberá hacer un control diario de los parámetros más importantes a la entrada y a la salida de la planta, tanto para saber la variación en el ingreso y el nivel de tratamiento alcanzado de las aguas. Si hubiera una variación importante en los promedios del mes, se hará un monitoreo para encontrar los motivos de la variación y corregir errores.
- Se debe exigir colocar trampas de grasas a la salida de los restaurantes y las empresas que dan servicio de alimentos para los aviones, pues es importante ese tratamiento previo antes de entrar al cuerpo receptor.
- Se debe medir el volumen de agua residual de los aviones "blue water" que se vierte al desagüe, pues si es considerable se debe pensar en tomar medidas para un pre tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

Consulta de Libros y Tesis

- 1.- Da Cámara, Lesly - Hernández, Mario – Paz, Luiselena
Manual de diseño para plantas de tratamiento alimenticias, 1ra edición,
Departamento de Fenómenos de transporte.
Venezuela, 2000
- 2.- Espinoza Hurtado, Luis Alberto
Diseño de la red de desagüe y laguna de oxidación del distrito de Río Negro
– Satipo Junín, 1ra Edición, UNI FIC
Perú, 1999
- 3.- Florencia Carlini, Maria
Problemas operacionales en plantas de tratamiento, 1ra Edición, UCA
Argentina, 2003
- 4.- Hernández Muñoz, Aurelio
Depuración de Aguas Residuales, 3ra edición, Servicio de publicación de la
escuela de ingenieros de caminos de Madrid (UPM).
España, 1994
- 5.- Kiely, Gerard
Ingeniería Ambiental, 5ra edición, McGraw - Hill
España, 1998
- 6.- Metcalf & Eddy
Ingeniería de Aguas residuales – Tratamiento vertido y reutilización, 3ra
edición, McGraw - Hill
España, 1995
- 7.- Metcalf & Eddy
Wastewater Engineering, Fourth Edition, Mc Graw Hill
EEUU, 2003

8.- Moscoso Caballini, Julio

Sistemas integrados de tratamiento de aguas residuales en América Latina,
1ra edición, Cepis
Perú, 2002

9.- Pacheco Jhon, Bertha

Tesis: Diseño del emisor de desagüe y laguna de oxidación de Casma, UNI -
FIC
Perú, 1996

11.- Aqua Aerobic System INC

Profile and Capabilities
EEUU, 1999

10.- Suárez Hernández, Raphael Eduardo

Tesis: Mejoramiento del sistema de drenaje del Aeropuerto Internacional de
Iquitos, Edición única, UNI -FIC.
Perú, 2004

Consulta Electrónica

11.- ETSI – Caminos, Canales y Puertos

Depuración de aguas Residuales EDAR, Disponible en
<http://www.geocities.com/rainforest/canopy>,
España

12.- Instituto Nacional de Recursos Naturales

Riesgo aviario en aeropuerto de Iquitos - Informe
<http://www.inrena.gob.pe>
Perú

13.- Water Wastewater / Distance Learning

Fundamentación del sistema de tratamiento de aeración extendida,
disponible en:
<http://water.me.vccs.edu>
EEUU

14.- Instituto Nacional de Ecología

Evaluación ambiental comparativa de dos sitios considerados para la ubicación del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

<http://www.ine.gob.mx/esesaero12.html>

Universidad Nacional Autónoma de México – 2001

15.- Instituto Mexicano de Recursos Naturales

Control de aves para evitar choques con aviones (Bird Strike Avoidance Team)

Jenny Bell

[http://www.imernar.org/foroaeropuerto/control de aves para evitar choq.ht](http://www.imernar.org/foroaeropuerto/control_de_aves_para_evitar_choq.htm)

[m](http://www.imernar.org/foroaeropuerto/control_de_aves_para_evitar_choq.htm)

ANEXOS

ANEXO 1

CUADROS BASE

Movimiento Operacional de los Aeropuertos en estudio

Movimiento Operacional mes de Mayo				
Aerodromos	Despegues	Arrivos	Total X Mes	Prom. x Dia
LIMA	3081	3099	6180	199
AREQUIPA	337	336	673	22
IQUITOS	322	319	641	21

Movimiento Operacional mes de enero				
Aerodromos	Despegues	Arrivos	Total x Mes	Prom. x Dia
LIMA	2760	2758	5518	178
AREQUIPA	128	102	230	7
IQUITOS	105	103	208	7

Movimiento Operacional mes de Diciembre				
Aerodromos	Despegues	Arrivos	Total x Mes	Prom. x Dia
LIMA	3102	3088	6190	200
AREQUIPA	206	209	415	13
IQUITOS	263	254	517	17

Fuente: Corpac

**Pasajeros Transportados desde y hacia Lima
En Compañías Aereas Regulares Segun Ruta (1996 - 2003)**

DE	HACIA	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
LIMA	CUSCO	221.884	199.482	218.590	282.346	296.418	276.352	259.904	285.737
CUSCO	LIMA	224.895	201.411	223.521	271.758	293.265	267.063	256.151	277.230
LIMA	AREQUIPA	137.708	134.212	143.066	160.902	149.643	136.127	125.744	130.941
IQUITOS	LIMA	104.199	108.686	107.360	114.056	132.965	125.242	117.129	115.100
LIMA	IQUITOS	104.296	106.059	104.896	111.084	130.961	124.946	116.553	112.818
AREQUIPA	LIMA	131.807	126.478	131.240	152.048	135.104	124.172	112.560	119.188
PIURA	LIMA	78.829	77.606	78.185	68.731	73.344	62.902	60.268	54.585
LIMA	PIURA	77.366	78.010	79.356	67.503	71.853	62.162	59.178	53.313
LIMA	TACNA	64.998	54.228	60.351	64.384	61.781	62.276	56.500	52.897
TRUJILLO	LIMA	93.985	83.720	94.844	81.140	66.622	56.136	55.436	53.339
TACNA	LIMA	67.258	56.775	60.623	63.850	63.139	60.459	54.657	52.453
JULIACA	LIMA	59.437	56.935	55.361	61.619	66.084	44.439	53.837	58.750
LIMA	TRUJILLO	93.551	78.090	80.613	73.501	64.395	55.437	53.542	50.503
CHICLAYO	LIMA	77.052	68.149	72.854	75.275	56.457	48.363	48.455	47.330
LIMA	CHICLAYO	73.050	64.396	73.294	73.664	55.028	47.207	46.871	44.121
TARAPOTO	LIMA	35.850	44.779	49.847	66.813	52.433	49.959	45.401	41.900
LIMA	TARAPOTO	34.801	44.934	50.681	62.208	49.322	48.769	44.353	40.969
PUCALLPA	LIMA	69.731	64.240	63.999	61.558	47.151	41.605	44.151	42.172
LIMA	PUCALLPA	65.693	63.608	61.327	57.917	44.748	41.747	42.112	41.313
LIMA	JULIACA	47.397	45.883	42.723	42.073	41.988	29.584	33.576	33.970
PUERTO MALDONADO	LIMA	16.386	16.346	19.410	21.541	22.051	22.314	27.511	31.083
LIMA	PUERTO MALDONADO	15.021	14.231	15.617	18.576	17.636	17.329	21.626	24.027
TUMBES	LIMA	23.670	21.039	17.818	14.571	15.080	22.293	17.171	20.270
LIMA	TUMBES	23.004	19.624	16.932	14.434	15.733	19.997	15.761	19.051
LIMA	ANDOAS	---	---	---	---	---	---	7.174	4.721
ANDOAS	LIMA	---	---	---	---	---	---	7.130	4.469
ANDAHUAYLAS	LIMA	14.764	11.831	9.149	5.768	---	---	---	---
AYACUCHO	LIMA	50.419	34.393	31.459	18.523	11.869	2.940	---	6.221
CAJAMARCA	LIMA	11.408	9.006	5.805	11.534	5.060	---	---	12.840
CHIMBOTE	LIMA	5.329	3.234	4.033	2.025	---	---	---	---
HUANUCO	LIMA	6.345	1.974	4.880	3.229	---	---	---	---
LIMA	AYACUCHO	50.932	35.319	32.813	18.639	12.346	3.443	---	6.125
LIMA	CAJAMARCA	12.767	14.780	17.551	15.209	6.650	---	---	14.830
LIMA	TALARA	11.425	3.571	13.380	9.071	---	---	---	---
LIMA	ANDAHUAYLAS	15.686	12.263	9.489	6.609	---	---	---	---
LIMA	HUANUCO	9.215	2.314	5.146	3.343	---	---	---	---
LIMA	CHIMBOTE	5.478	3.038	4.393	2.464	---	---	---	---
LIMA	TINGO MARIA	2.395	1.450	1.474	1.053	---	---	---	---
TALARA	LIMA	11.611	3.939	13.309	9.184	---	---	---	---
TINGO MARIA	LIMA	5.740	1.861	1.888	1.090	---	---	---	---
YURIMAGUAS	LIMA	---	---	---	---	---	---	---	1.513
LIMA	YURIMAGUAS	---	---	---	---	---	---	---	1.426
CUSCO	PUERTO MALDONADO	37.343	26.241	31.366	30.443	18.360	23.427	30.748	36.034
PUERTO MALDONADO	CUSCO	38.510	27.746	30.870	27.702	15.533	23.028	27.143	31.999
AREQUIPA	CUSCO	48.420	36.660	35.862	32.553	40.691	30.524	26.295	31.087
CUSCO	AREQUIPA	43.570	31.713	30.557	28.927	29.470	18.169	14.846	18.887
CUSCO	JULIACA	---	---	---	---	---	---	1.631	3.145
ANDAHUAYLAS	CUSCO	1.242	7	---	1.317	---	---	---	---

Pasajeros Transportados desde y hacia Lima									
En Compañías Aereas Regulares Segun Ruta (1996 - 2003)									
DE	HACIA	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
AREQUIPA	JULIACA	50.839	37.007	35.617	40.378	32.859	20.877	19.906	16.560
JULIACA	AREQUIPA	40.995	30.812	25.702	26.730	17.031	11.696	8.292	9.028
AREQUIPA	TACNA	28.265	9.660	13.871	4.777	1.775	3.945	2.104	---
TACNA	AREQUIPA	32.579	13.269	13.990	4.739	2.774	3.934	2.049	---
PUCALLPA	IQUITOS	20.566	14.867	10.826	12.363	8.780	9.084	10.294	7.899
IQUITOS	PUCALLPA	21.330	14.622	11.518	12.965	8.748	10.299	9.483	7.785
IQUITOS	TARAPOTO	9.706	6.041	1.969	15.566	8.535	8.452	7.923	7.312
IQUITOS	ANDOAS	---	---	---	---	---	---	7.870	4.964
ANDOAS	IQUITOS	---	---	---	---	---	---	7.771	4.949
TRUJILLO	IQUITOS	---	---	---	---	1.464	---	910	---
IQUITOS	TRUJILLO	---	---	---	---	1.713	---	1.091	---
IQUITOS	CHICLAYO	---	---	---	---	---	---	---	1.299
CHICLAYO	IQUITOS	---	---	---	---	---	---	---	1.118
PIURA	CHICLAYO	5.568	3.834	6.945	6.647	2.292	1.444	1.635	
CHICLAYO	PIURA	4.843	2.872	6.457	7.061	2.122	1.184	1.466	
CHICLAYO	TRUJILLO							1.092	
CAJAMARCA	TRUJILLO	15	3.790	11.026	3.238				
CAJAMARCA	CHIMBOTE	1.025	88	1.515	1.172				
CHICLAYO	TARAPOTO	3.183	1.325	731	2.448				
CHIMBOTE	CAJAMARCA	1.233	85	2.500	1.764				
CHICLAYO	TUMBES					1.475			
TUMBES	CHICLAYO					2.030			
NAZCA	NAZCA				11.757	12.472			
PIURA	TRUJILLO	5.272	955	514	4.915	2.682			
TRUJILLO	PIURA	4.765	762	422	4.857	2.264			
TUMBES	TRUJILLO								888
OTRAS RUTAS		205.593	69.457	26.435	14.279	4.985	2.906	3.558	5.375
TOTAL X AÑO		2.760.244	2.299.707	2.375.970	2.485.891	2.277.181	2.022.232	1.968.858	2.043.534
TOTAL X DIA		7.562	6.301	6.510	6.811	6.239	5.540	5.394	5.599

Datos consolidados de compañías regulares

Durante los años 2000 al 2003 no se consideran las compañías Aerocondor, Star Up ni Lc Busre

Fuente : Corporacion Peruana de Aeropuertos y Aviacion Comercial S.A. - Area Planeamiento y Proyectos / Estadística

Cuadro de Ingreso de Extranjeros

Lugar de entrada	Ingreso de Extranjeros, Segun Lugar de Entrada, 1994 - 2003										Total por Aeropuerto	Promedio	
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003		X Año	X Dia
Jorge Chavez	271.158	338.827	406.921	433.527	485.324	556.806	607.433	597.324	627.924	651.457	4.976.701	497.670	1.363
Callao	3.568	3.345	3.654	2.793	2.797	2.812	3.613	3.733	5.135	2.564	34.014	3.401	9
Aguas Verdes	17.225	13.067	24.404	23.634	13.669	23.590	25.504	26.140	34.088	21.716	223.037	22.304	61
Santa Rosa	45.750	64.893	85.535	111.450	121.513	138.971	122.605	99.310	137.774	165.372	1.093.173	109.317	299
Desaguadero	7.903	11.143	13.450	13.450	16.230	22.673	30.255	40.733	53.692	59.226	268.755	26.876	74
Kasani	22.306	25.718	30.310	31.384	35.768	33.533	41.152	39.524	40.253	37.334	337.282	33.728	92
Iquitos	5.592	6.328	5.863	5.042	6.281	1.352	904	1.149	141	1.335	33.987	3.399	9
Tacna	993	2.607	1.920	1.498	815	702	3.322	936	425	522	13.740	1.374	4
Puerto Maldonado	466	533	401	457	603	280	216	269	296	440	3.961	396	1
Pucallpa	48	162	232	434	224	312	138	94	83	48	1.775	178	0,49
Puno	3	28	3	8	43	16	4	101	30	96	332	33	0,09
Yunguyo	---	4	2	8	1	---	---	---	---	---	15	2	0,004
Otros	9.281	12.458	18.726	25.031	29.792	19.325	20.009	19.138	33.784	35.828	223.372	22.337	61
Total x Año	384.293	479.113	591.421	648.716	713.060	800.372	855.155	828.451	933.625	975.938			
Total x Dia	1.053	1.313	1.620	1.777	1.954	2.193	2.343	2.270	2.558	2.674			

Las cifras de numero de turistas de os años 1994 al 2002 han sido revisadas y actualizadas por el ministerio del interior

Hasta el mes de mayo del año 2002 la informacion incluye visitantes que ingresan con pasaporte y salvoconducto consulares, no incluye a los que ingresan con salvoconducto de frontera

A partir del mes de Junio de ese año la informacion incluye ademas a todos los visitantes con salvoconducto de frontera, al implementarse la Tarjeta Andina de Migracion (TAM), documento administrativo de entrada y salida de visitantes residentes en paises andinos (Resolucion N° 527-CAN)

Fuente : Ministerio del Interior - Direccion General de Migraciones y Naturalizacion

Trafico de Pasajeros por Origen y Destino en Compañías Internacionales Regulares

Segun Aeropuerto 2000 - 2003										Entrada			Salida		
Aeropuerto	CODIGO	Entrada				Salida				TOTAL POR CIUDAD	PROMEDIO		TOTAL POR CIUDAD	PROMEDIO	
		2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003		POR AÑO	POR DIA		POR AÑO	POR DIA
MIAMI	MIA	194.048	192.787	180.710	172.738	201.434	203.557	191.990	184.320	740.283	185.071	507	781.301	195.325	535
SANTIAGO DE CHILE	SCL	130.832	128.920	138.073	118.355	148.897	147.402	136.015	117.998	1.066.490	266.623	730	550.310	137.578	377
NUEVA YORK	NYC	77.188	63.084	73.911	75.017	79.839	66.601	76.642	77.870	590.152	147.538	404	300.952	75.238	206
BUENOS AIRES	BUE	45.055	36.993	52.437	75.728	58.913	59.245	55.849	77.957	482.177	115.544	317	251.964	62.991	173
BOGOTA	BOG	68.758	55.520	48.829	52.886	75.183	65.751	54.419	58.152	479.298	119.825	328	253.505	63.376	174
AMSTERDAM	AMS	56.540	61.258	60.887	67.874	61.947	68.100	65.566	71.007	246.559	61.640	169	266.620	66.655	183
HOUSTON	IAH	45.906	49.330	50.506	51.336	49.815	51.648	52.865	51.907	197.078	49.270	135	206.235	51.559	141
DALLAS	DFW	46.303	44.381	41.530	40.645	48.793	47.155	41.947	38.533	349.287	87.322	239	176.428	44.107	121
SAO PAULO	SAO	26.013	31.005	31.941	38.637	26.218	37.544	33.626	37.091	262.075	65.519	180	134.479	33.620	92
LA PAZ	LPB	25.785	30.365	25.731	19.625	20.557	31.277	22.497	16.503	192.340	48.085	132	90.834	22.709	62
MEXICO	MEX	18.808	20.647	25.267	28.963	22.330	27.944	25.167	32.455	201.581	50.395	138	107.896	26.974	74
CARACAS	CCS	42.940	51.040	58.267	46.731	33.618	58.607	66.100	57.327	414.630	103.658	284	215.652	53.913	148
MADRID	MAD	55.961	66.934	81.428	83.002	68.434	74.237	86.676	88.448	605.120	151.280	414	317.795	79.449	218
QUITO	UIO	40.284	32.087	38.369	35.206	35.612	41.111	38.804	35.867	297.340	74.335	204	151.394	37.849	104
FRANKFURT	FRA	28.563	19.327	---	---	32.067	21.921	---	---	47.890	11.973	33	53.988	13.497	37
LOS ANGELES	LAX	29.739	31.008	37.647	36.026	35.007	37.181	42.529	42.993	292.130	73.033	200	157.710	39.428	108
PANAMA	PTY	47.509	50.826	51.931	59.047	52.277	56.390	56.623	63.516	438.119	109.530	300	228.806	57.202	167
SAN JOSE	SJO	24.636	18.163	19.047	18.824	25.283	30.027	19.570	20.276	175.826	43.957	120	95.156	23.789	65
GUAYAQUIL	GYE	6.498	13.542	23.782	30.304	12.397	15.713	20.709	28.951	151.896	37.974	104	77.770	19.443	53
ATLANTA	ATL	44.825	46.583	55.799	66.631	46.808	48.877	55.908	65.738	431.169	107.792	295	217.331	54.333	149
OTROS	OTROS	28.690	24.172	27.839	25.108	26.831	25.117	25.046	24.435	207.238	51.810	142	101.429	25.357	69
TOTAL X AÑO		1.084.881	1.067.972	1.123.931	1.142.483	1.162.260	1.215.405	1.168.548	1.191.342						
TOTAL X DIA		2.972	2.926	3.079	3.130	3.184	3.330	3.202	3.264						

Fuente : Corporacion Peruana de Aeropuertos y Aviacion Comercial S.A. - Area Planeamiento y Proyectos / Estadística

Cuadro de Ingreso de Extranjeros

Ingreso de Extranjeros, Segun Lugar de Entrada, 1994 - 2003											Total por Aeropuerto	Promedio	
Lugar de entrada	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003		X Año	X Dia
Jorge Chavez	271.158	338.827	406.921	433.527	485.324	556.806	607.433	597.324	627.924	651.457	4.976.701	497.670	1.363
Callao	3.568	3.345	3.654	2.793	2.797	2.812	3.613	3.733	5.135	2.564	34.014	3.401	9
Aguas Verdes	17.225	13.067	24.404	23.634	13.669	23.590	25.504	26.140	34.088	21.716	223.037	22.304	61
Santa Rosa	45.750	64.893	85.535	111.450	121.513	138.971	122.605	99.310	137.774	166.372	1.093.173	109.317	299
Desaguadero	7.903	11.143	13.450	13.450	16.230	22.673	30.255	40.733	53.692	59.226	268.755	26.876	74
Kasani	22.306	25.718	30.310	31.384	35.768	33.533	41.152	39.524	40.253	37.334	337.282	33.728	92
Iquitos	5.592	6.328	5.863	5.042	6.281	1.352	904	1.149	141	1.335	33.987	3.399	9
Tacna	993	2.607	1.920	1.498	815	702	3.322	936	425	522	13.740	1.374	4
Puerto Maldonado	466	533	401	457	603	280	216	269	296	440	3.961	396	1
Pucallpa	48	162	232	434	224	312	138	94	83	48	1.775	178	0,49
Puno	3	28	3	8	43	16	4	101	30	96	332	33	0,09
Yunguyo	---	4	2	8	1	---	---	---	---	---	15	2	0,004
Otros	9.281	12.458	18.726	25.031	29.792	19.325	20.009	19.138	33.784	35.828	223.372	22.337	61
Total x Año	384.293	479.113	591.421	648.716	713.060	800.372	855.155	828.451	933.625	975.938			
Total x Dia	1.053	1.313	1.620	1.777	1.954	2.193	2.343	2.270	2.558	2.674			

Las cifras de numero de turistas de os años 1994 al 2002 han sido revisadas y actualizadas por el ministerio del interior

Hasta el mes de mayo del año 2002 la informacion incluye visitantes que ingresan con pasaporte y salvoconducto consulares, no incluye a los que ingresan con salvoconducto de frontera

A partir del mes de Junio de ese año la informacion incluye ademas a todos los visitantes con salvoconducto de frontera, al implementarse la Tarjeta Andina de Migracion (TAM), documento administrativo de entrada

y salida de visitantes residentes en paises andinos (Resolucion N° 527-CAN)

Fuente : Ministerio del Interior - Direccion General de Migraciones y Naturalizacion

Trafico de Pasajeros en Compañías Regulares de Rutas Internacionales

Zona y Ciudad	1999 - 2003										Entrada			Salida		
	Entrada					Salida					TOTAL POR	PROMEDIO		TOTAL POR	PROMEDIO	
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003	CIUDAD	POR AÑO	POR DIA	CIUDAD	POR AÑO	POR DIA
AMERICA DEL SUR	384.751	402.091	396.217	439.473	438.414	371.377	426.832	471.808	445.625	448.232	2.040.946	408.189	1.118	2.163.974	432.795	1.186
SANTIAGO DE CHILE	119.612	130.832	128.920	138.073	118.355	119.228	148.897	147.402	136.015	117.998	1.305.330	281.068	715	899.538	133.908	367
BUENOS AIRES	40.039	45.055	36.893	52.437	75.728	51.724	58.913	59.245	55.849	77.957	553.940	110.788	304	303.688	60.738	166
BOGOTA	62.907	68.758	55.520	48.829	52.686	67.890	75.183	65.751	54.419	58.152	810.095	122.019	334	321.395	64.279	176
LA PAZ	27.812	25.785	30.385	25.731	18.825	23.958	20.557	31.277	22.497	16.503	244.110	48.822	134	114.782	22.958	63
SAO PAULO	22.260	26.013	31.005	31.941	38.937	22.182	26.218	37.544	33.628	37.091	308.517	61.303	168	158.661	31.332	86
CARACAS	45.875	42.840	51.040	58.267	46.731	45.235	33.618	58.807	66.100	57.327	605.740	101.148	277	260.887	52.177	143
QUITO	22.302	40.284	32.087	38.369	35.208	20.487	35.612	41.111	38.804	35.867	340.129	68.026	186	171.881	34.378	94
GUAYAQUIL	9.471	6.498	13.542	23.782	30.304	8.031	12.397	15.713	20.709	28.951	169.398	33.880	93	85.801	17.160	47
SANTA CRUZ	8.292	7.784	6.810	9.793	8.021	6.743	8.029	8.307	8.919	7.486	78.194	15.839	43	37.484	7.499	21
RIO DE JANEIRO	6.181	8.142	9.824	12.251	12.120	5.899	7.408	8.851	8.887	9.881	89.344	17.889	49	40.828	8.165	22
MANTA	---	---	111	---	---	---	---	---	---	---	111	22	0	0	0	0
CORDOVA	---	---	---	---	1.001	---	---	---	---	---	1.001	200	1	1.011	202	1
CENTROAMERICA Y EL CARIBE	88.579	98.486	96.739	101.836	110.800	77.007	107.484	123.635	108.741	122.284	1.015.721	203.144	557	539.171	107.834	285
MEXICO	12.937	18.808	20.847	25.267	28.983	14.470	22.330	27.944	25.167	32.455	228.988	45.798	125	122.368	24.473	67
PANAMA	23.048	47.509	50.828	51.931	59.047	26.083	52.277	58.390	58.623	63.516	232.381	46.472	127	254.889	50.978	140
SAN JOSE	23.940	24.638	18.183	18.047	18.824	26.871	25.283	30.027	19.570	20.278	104.610	20.922	57	122.027	24.405	67
CANCUN	1.038	---	---	---	---	1.004	---	---	---	---	2.042	408	1	1.004	201	1
SANTO DOMINGO	---	---	348	428	---	---	---	573	794	---	2.143	429	1	1.387	273	1
LA HABANA	4.998	4.298	2.103	3.118	---	5.072	3.118	2.116	---	---	21.701	4.340	12	10.368	2.081	6
ARUBA	2.520	3.247	4.852	4.873	---	3.354	4.486	6.585	6.327	51	15.292	3.058	8	20.803	4.181	11
BONAIRE	---	---	---	---	2.120	---	---	---	---	4.131	6.251	1.250	3	4.131	826	2
CURACAO	100	---	---	286	---	153	---	---	210	---	386	77	0,21	383	73	0,20
PUNTA CANA	---	---	---	104	1.848	---	---	---	50	1.865	3.865	773	2	1.915	383	1,05
NORTEAMERICA	391.003	438.009	427.173	440.103	442.393	416.512	461.698	455.019	461.881	461.361	2.138.681	427.736	1.172	2.255.469	451.094	1.238
MIAMI	170.745	194.048	192.787	180.710	172.738	174.321	201.434	203.657	181.890	184.320	911.028	182.208	489	955.622	191.124	524
NUEVA YORK	75.901	77.188	63.084	73.911	75.017	83.659	79.839	68.801	76.642	77.870	750.012	150.002	411	384.911	76.982	211
HOUSTON	42.310	45.806	49.330	50.506	51.336	43.630	49.815	51.848	52.865	51.907	489.253	97.851	268	249.865	49.973	137
DALLAS	37.559	46.303	44.381	41.530	40.845	42.318	48.793	47.155	41.947	38.533	210.418	42.084	115	218.748	43.749	120
LOS ANGELES	28.673	29.739	31.008	37.647	36.026	30.945	35.007	37.181	42.529	42.993	192.038	38.408	105	188.655	37.731	103
ATALANTA	37.815	44.825	46.683	55.789	66.631	40.339	46.808	48.877	55.908	65.738	251.653	50.331	138	257.670	51.534	141
EUROPA	125.324	146.285	147.843	142.315	150.876	128.798	166.238	164.843	152.242	159.455	712.643	142.528	390	772.576	154.515	423
AMSTERDAM	43.513	56.540	61.258	60.887	67.874	45.258	61.947	68.100	65.588	71.007	290.072	58.014	159	311.876	62.375	171
MADRID	51.578	55.991	66.934	61.428	63.002	53.862	68.434	74.237	66.676	68.448	338.903	67.781	188	371.457	74.291	204
FRANKFURT	26.408	28.593	19.327	---	---	27.492	32.067	21.921	---	---	74.296	14.859	41	61.480	16.298	45
MOSCU	2.683	2.248	324	---	---	3.388	3.780	585	---	---	5.553	1.111	3	7.763	1.553	4
BARCELONA	844	2.975	---	---	---	---	---	---	---	---	3.819	764	2	0	0	0,00
ESTOCOLMO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	0	0,00	0	0	0,00
AFRICA Y ASIA	1.328	0	0	104	0	2.246	0	0	58	0	1.432	288	0,78	2.305	461	1,26
TOKIO	1.328	---	---	104	---	2.246	---	---	58	---	1.432	288	0,78	2.305	461	1,26
TOTAL X AÑO	950.985	1.084.881	1.067.972	1.123.931	1.142.483	895.940	1.162.260	1.215.405	1.168.548	1.181.342						
TOTAL X DIA	2.605	2.972	2.926	3.079	3.130	2.729	3.184	3.330	3.202	3.264						

Reportes de Aerolíneas

Fuente : Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A. - Área Planeamiento y Proyectos / Estadística

**Trafico por tipo de Aeronave, Segun Compañia Aerea Internacional
2003**

Trafico Por Compañia Aerea - Pasajeros					
Compañia Aerea	Tipo de Aeronave	Numero De Asientos	Numero De Vuelos	Asientos Ofrecidos	Asientos Ocupados
AEROCONTINENTE S.A.	B 727-100	129	779	100.491	56.259
	B 737-200	120	446	53.520	31.692
	B 767-200	210	674	141.540	78.496
	B 757-200	219	11	2.409	1.577
	FK-28	63	188	11.844	6.742
AEROLINEAS ARGENTINAS	MD-83	139	72	10.008	6.505
	MD-86	139	654	90.906	68.915
	B 737-200	120	6	720	480
	B 737-700	150	2	300	180
	A-310	201	2	402	297
AEROPOSTAL	DC-9	140	291	40.740	9.826
	B 727-200	130	429	55.770	36.781
AEROMEXICO	B 757-200	188	423	79.524	45.162
AMERICAN AIRLINES	B 727-200	175	2.183	382.025	287.468
	B 767-300	165	9	1.485	861
	A 300-600R	267	2	534	374
AVIANCA & ACES	A 320-2	150	461	69.150	57.948
	B 757-200	176	159	27.984	17.344
	B 767-200ER	185	106	19.610	15.474
CONTINENTAL AIRLINES	B 757-200	175	1.288	225.400	182.561
	B 767-200 / B 767-400	165	2	330	281
COPA	B 737-200	123	9	1.107	720
	B 737-700	150	1.428	214.200	121.474
	B 737-800	155	4	620	369
DELTA AIRLINES	B 757-200	173	79	13.667	8.884
	B 767-300	252	652	164.304	123.485
IBERIA (ESPAÑA)	A 340-313	255	744	189.720	171.450
KLM (HOLANDA)	MD-11	300	680	204.000	145.183
LACSA	A 320-2	168	374	62.832	14.451
	A 319	168	145	24.360	6.109
LAN CHILE S.A.	B 767-300	214	2.735	585.290	218.487
	A 340	263	994	261.422	101.796
	A 320	150	38	5.700	2.565
LANPERU S.A.	A 320-2	150	14	2.100	1.420
	B 767-300	214	1.107	236.898	135.497
LLOYD AEREO BOLIVIANO	B-727-100	111	116	12.876	6.309
	B 727-200	152	345	52.440	19.666
	B 737-300	118	282	33.276	13.040
SANTA BARBARA	B 727-200	152	280	42.560	16.230
TACA PERU	A 320-2	150	2.816	422.400	158.937
	A 319	120	1.717	206.040	81.449
TAME (ECUADOR)	B 727-200	134	42	5.628	2.398
VARIG (BRAZIL)	B 737	150	2	300	190
	B 737-800	155	14	2.170	1.411
	B 767-300	290	332	96.280	59.482
	B 767-200	290	176	51.040	17.603
SUBTOTAL PASAJEROS			23.312	4.205.922	2.333.828

uertos y Aviacion Comercial S.A. - Area Planeamiento y Proyectos / Estadística

Trafico Por Compañia Aerea - Carga

COMPañIA AEREA	TIPO DE AERONAVE	NUMERO DE ASIENTOS	NUMERO DE VUELOS	ASIENTOS OFRECIDOS	ASIENTOS OCUPADOS
UPS CHALLENGE	B 757-200F	-	124	-	-
	B 767-300F	-	16	-	-
ARROW AIR CARGO	DC-8	-	489	-	-
	DC-10	-	25	-	-
	LOCKEED 1011-100-200	-	145	-	-
	B 747	-	12	-	-
CIELOS DEL PERU	DC-10	-	800	-	-
LADECO	B 767-300	-	232	-	-
	B 747-200	-	34	-	-
	DC-10-30F	-	8	-	-
MARTINAIR HOLLAND	MD 11F	-	222	-	-
FLORIDA WEST I'L	B 767-300	-	152	-	-
CENTURION AIR CARGO	DOUGLAS DC-10-40F	-	103	-	-
	DOUGLAS DC-10-30F	-	6	-	-
TAMPA	DC 8	-	206	-	-
LAN CHILE S.A.	DC-10-30F	-	14	-	-
	DC-10-40F	-	4	-	-
	B 747	-	20	-	-
VARIG (BRAZIL)	DC-10-30F	-	8	-	-
	MD-11	-	4	-	-
SUBTOTAL PASAJEROS			2.624	0	0

Fuente : Corporacion Peruana de Aeropuertos y Aviacion Comercial S.A. - Area Planeamiento y Proyectos / Estadistica

ANEXO 2

FOTOGRAFIAS

ANEXO FOTOGRÁFICO



Foto 01 Reactor Biológico con Biodiscos-Aeropuerto Jorge Chavez



Foto 02 Estanque decantador con recirculación de lodos- Aeropuerto Jorge Chavez



Foto 03 Cámara de contacto, aplicación de cloro-Aeropuerto Jorge Chavez



Foto 04 Vista de pista de aterrizaje – Aeropuerto de Iquitos



Foto 05 Torre Central en Aeropuerto de Iquitos



Foto 06 Plataforma de estacionamiento – Aeropuerto de Arequipa

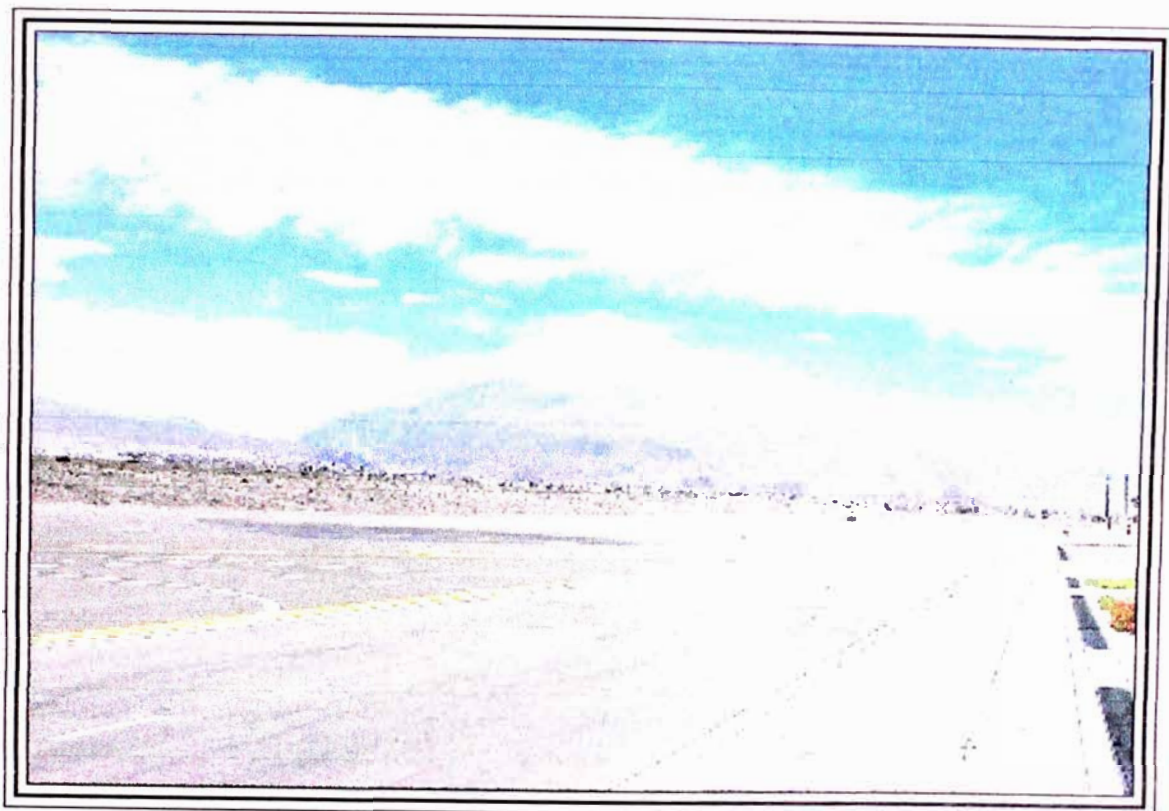


Foto 07 Calle de rodaje – Aeropuerto de Arequipa



Foto 08 Preparación de Manguera para conexión hermética a avión, descarga "Blue Water"



Foto 09 Manguera conectada y vehículo en posición para descarga



Foto 10 Descarga del agua residual de los aviones.

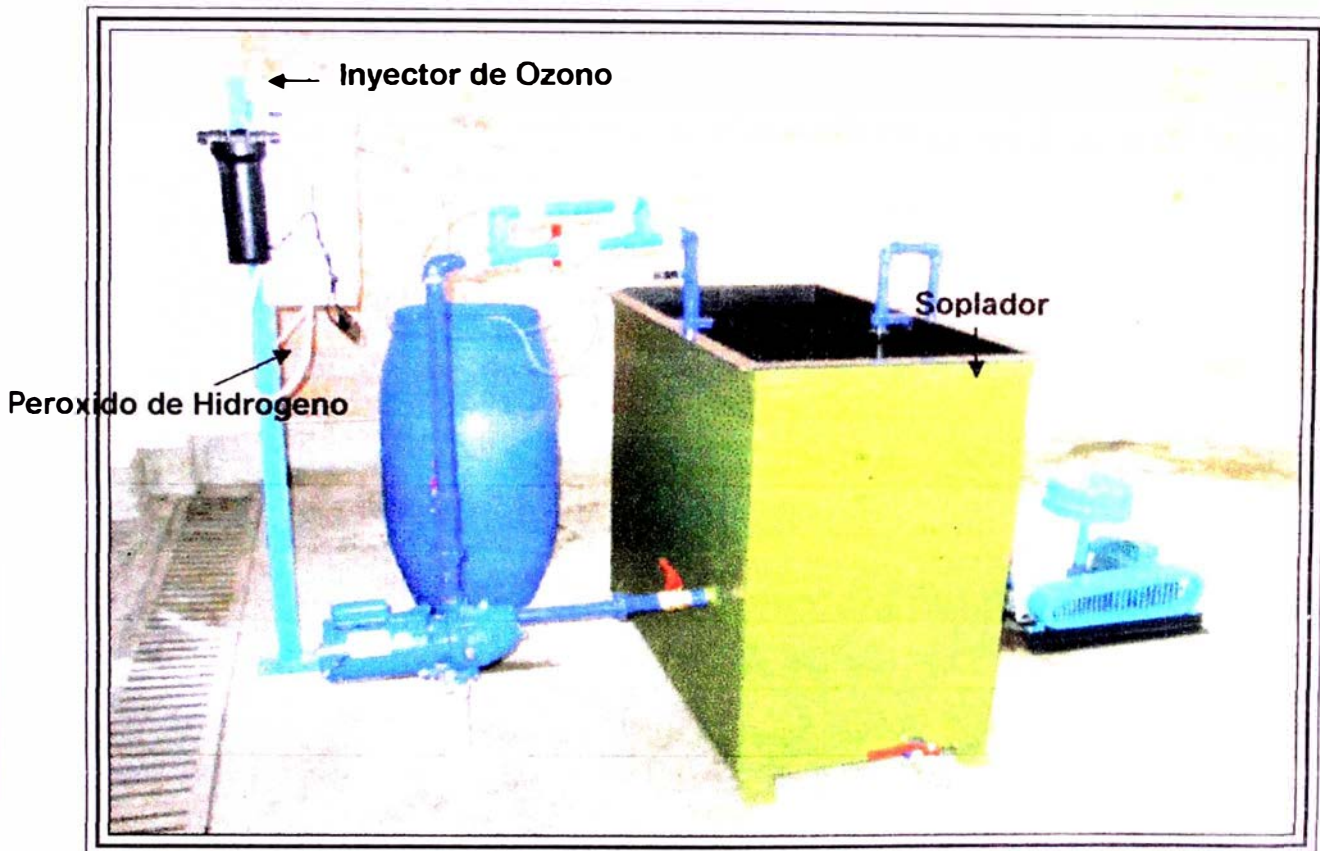


Foto 11 Planta piloto de pre tratamiento-Aeropuerto Jorge Chavez (Agua Clear)



Foto 12 Planta piloto de pre tratamiento Aeropuerto Jorge Chávez (Megan)

ANEXO 3

PLANOS

Av. Tomas Valle

ZONA OPERATIVA NORTE

ZONA OPERATIVA CENTRO

ZONA OPERATIVA SUR



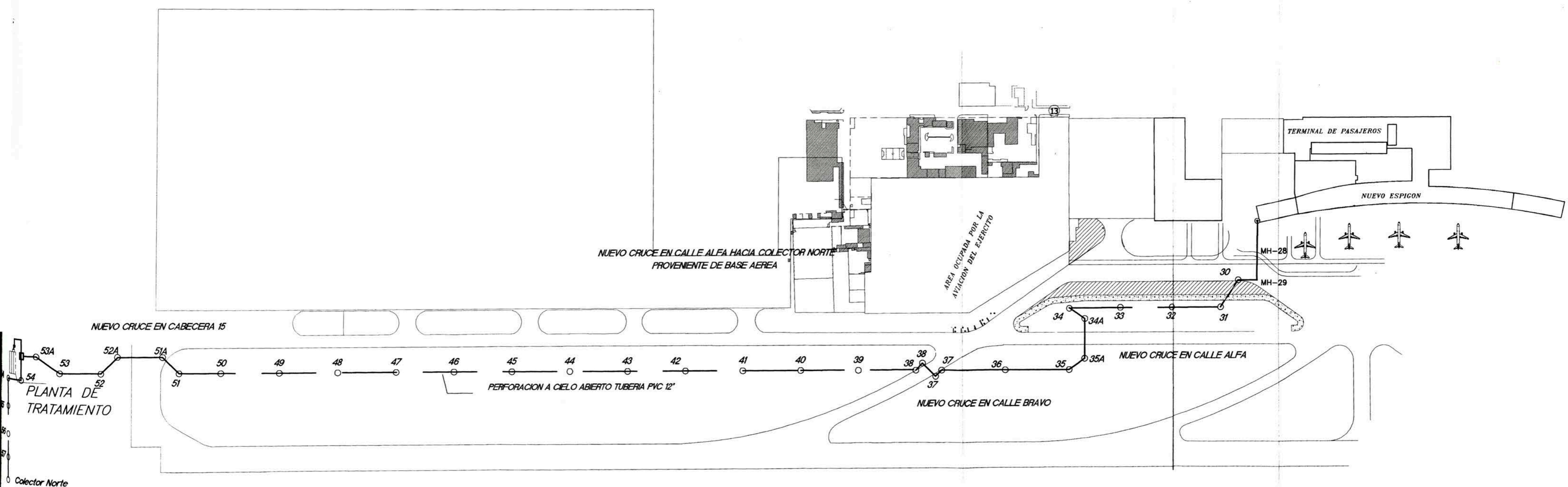
AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ

ESC: 1/7500

LEYENDA

- | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------|--|
| ① Aeroinversiones | ⑥ Peru Plaza | ⑪ hangares 1 | ⑬ Cielos del Peru | ⑳ Campo Deportivo |
| ② PNP | ⑦ Nuevo Espigon | ⑫ hangares 2 | ⑭ ATSA | ㉑ Taller mas Oficinas de mantenimiento |
| ③ Bloqueo Sanitario | ⑧ Concesionarios | ⑬ hangares 3 | ⑮ Peru Dispatch | ㉒ Gate Gourmet |
| ④ Instalaciones de Carga | ⑨ Torre Central | ⑭ Planta de Combustible y Nueva Red | ⑯ Frio Aereo | ㉓ CPMO |
| ⑤ Edificio Principal del terminal | ⑩ Hotel | ⑮ Rescate y extincion de Incendios | ⑰ Docampo | ㉔ Aerocontinente |

TEMA: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA			
CAPITULO: SELECCION DE LA TECNOLOGIA PARA EL TRATAMIENTO	TITULO: AREAS GENERALES DEL AEROPUERTO JORGE CHAVEZ		PLANO: J-1
ESCALA: 1/7500	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J.LEON	



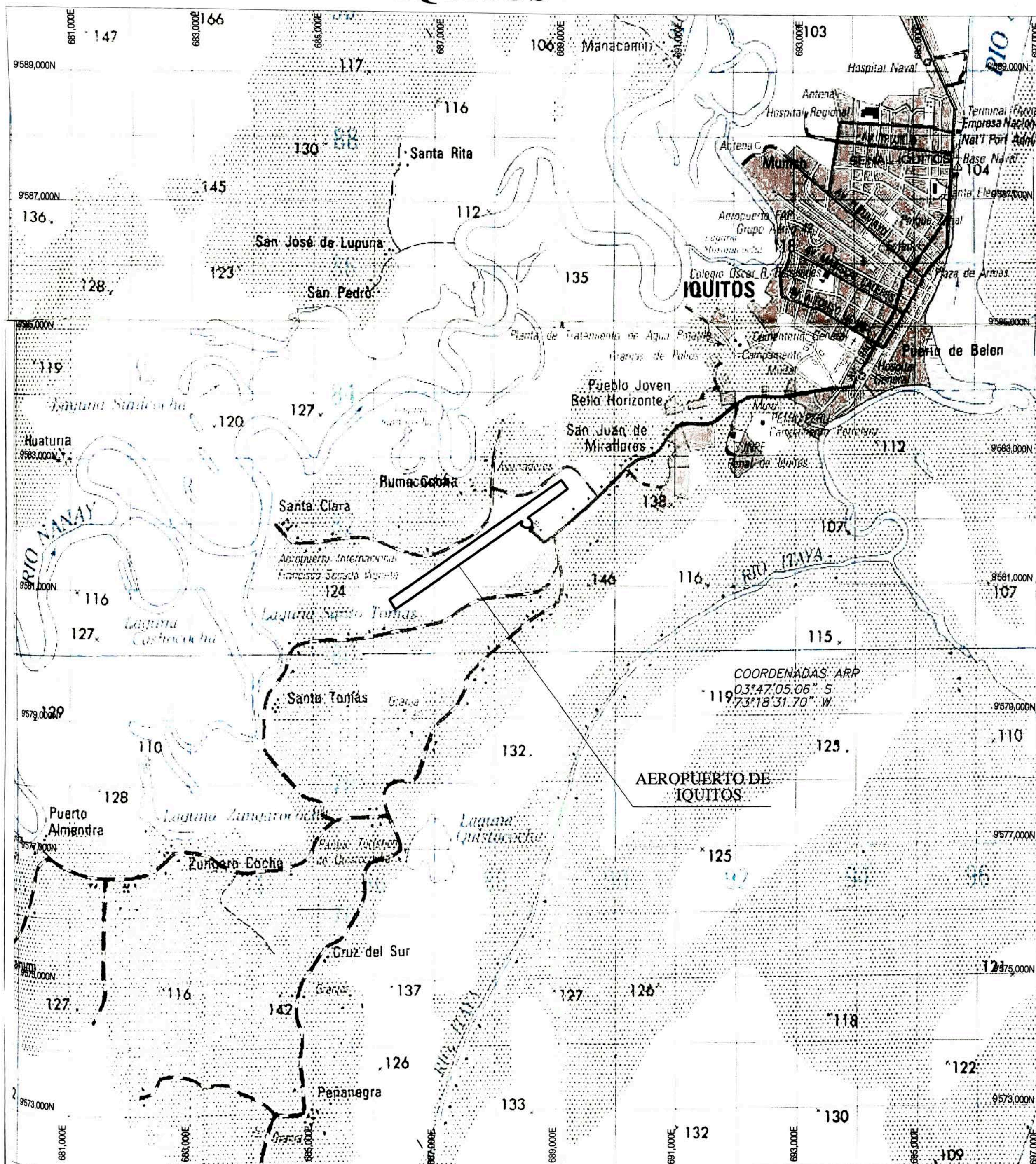
LEYENDA

- LINEA TRONCAL DE DESAGUE - PVC 12"
- LINEA DE BUZONES

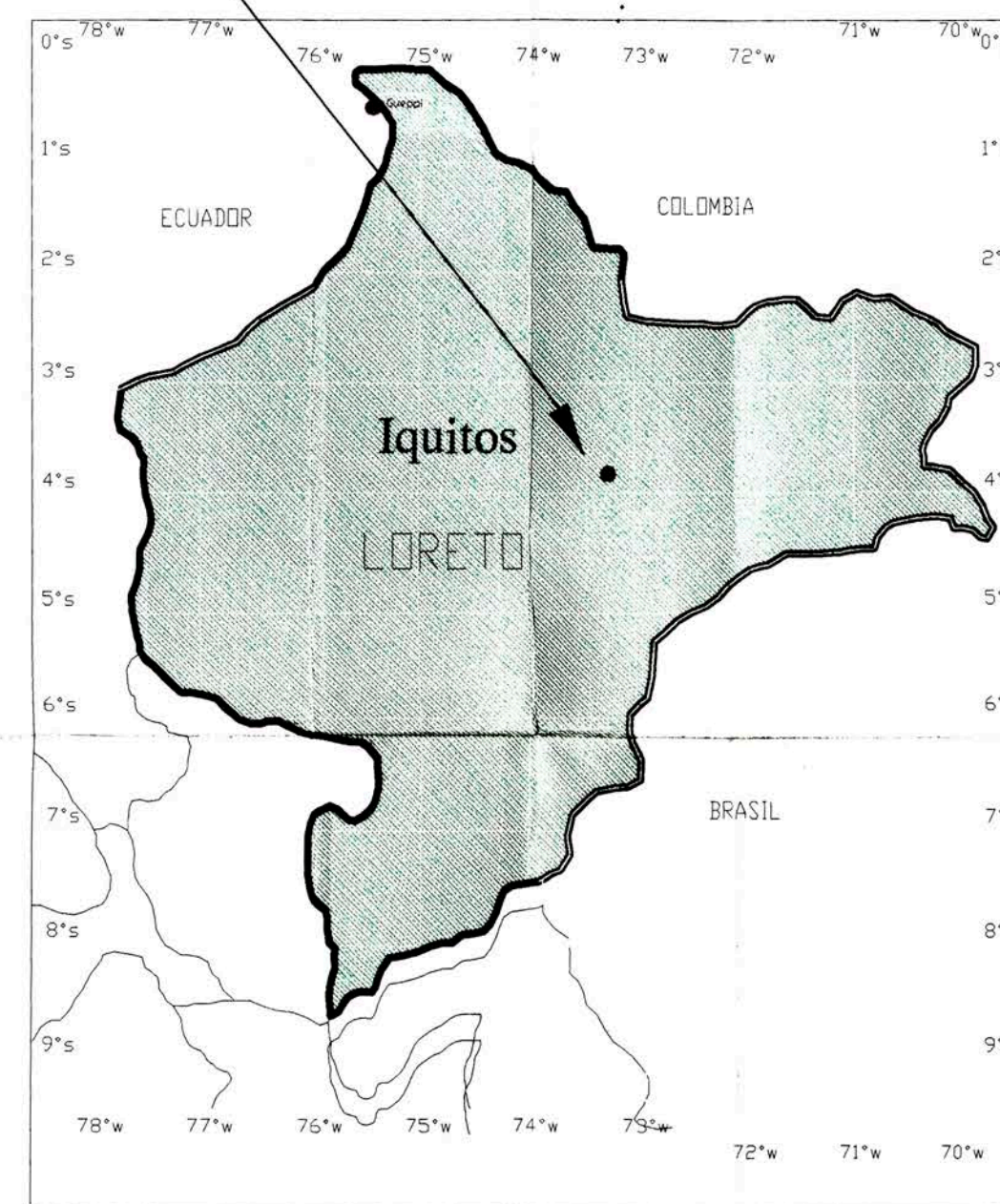
ESC : 1/5000

TESIS DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA			
CAPITULO : SELECCION DE LA TECNOLOGIA PARA EL TRATAMIENTO			PLANO:
TITULO: LINEA DE DESAGUE PRINCIPAL HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO			
ESCALA: 1/5000	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J.LEON	
			J-2

AEROPUERTO CRNEL FRANCISCO SECADA VIGNETA IQUITOS



ZONA DE PROYECTO



ESQUEMA DE LOCALIZACION

DEPARTAMENTO : LORETO
 PROVINCIA : MAYNAS
 DISTRITO : IQUITOS

LEYENDA

AEROPUERTO DE IQUITOS

ZONA URBANA

BOSQUE RALO

CARRET. TRANS. EN TIEMPO SECO

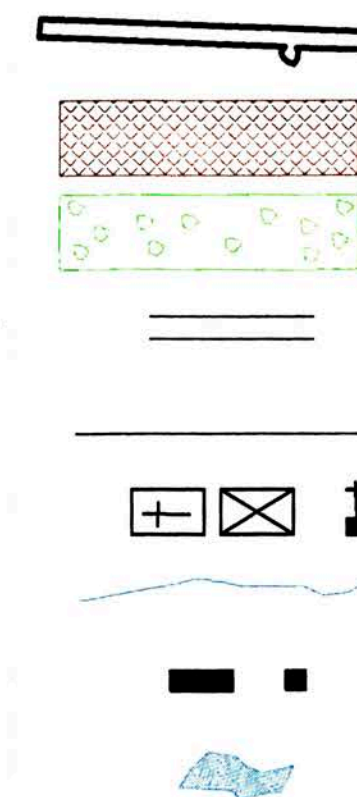
CAMINO DE HERRADURA

CEMENTERIO, ESCUELA y IGLESIA

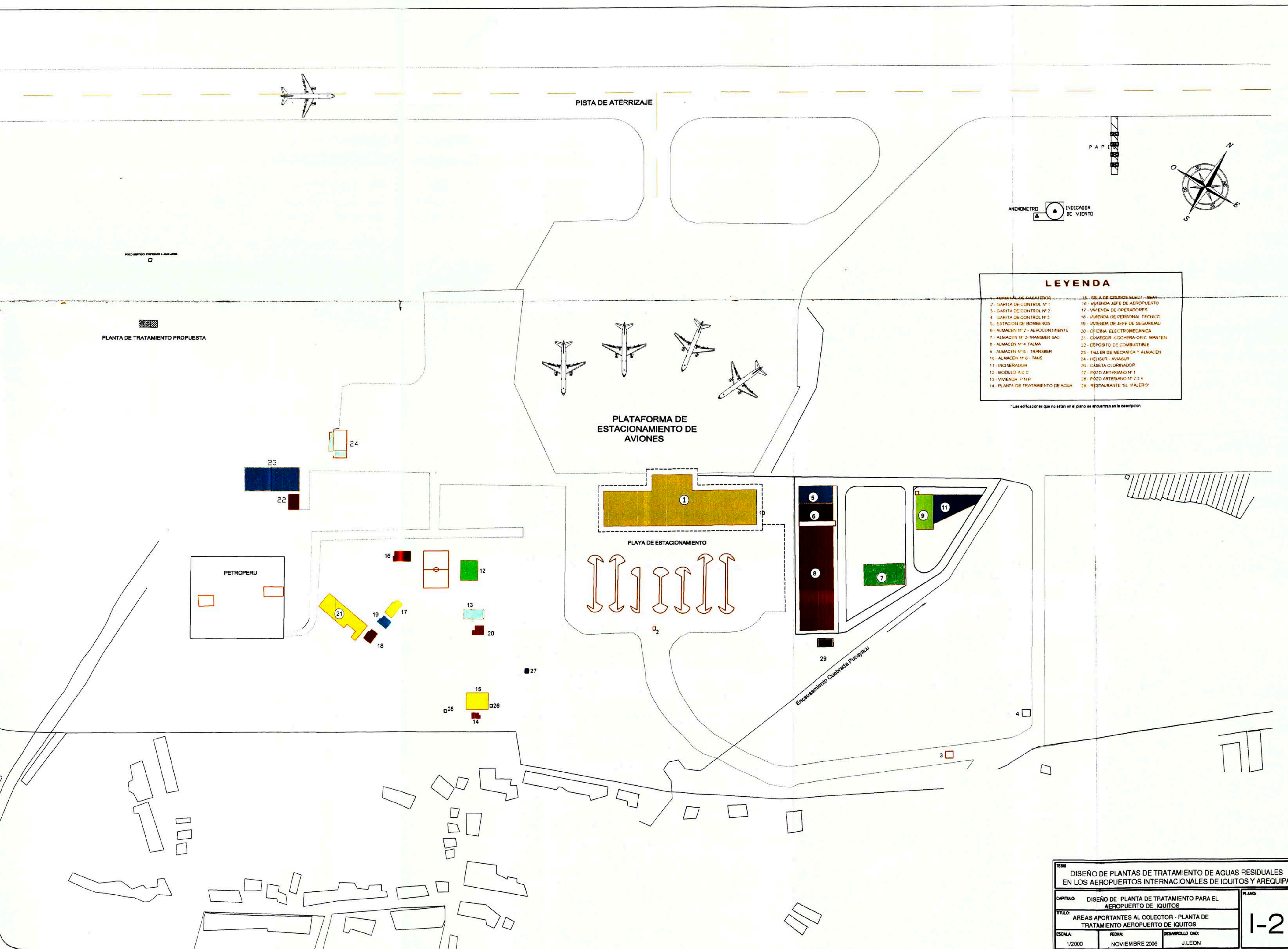
QUEBRADA, RIOS

HACIENDA, CASA AISLADA

LAGUNA



TESIS: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITAL: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE IQUITOS		PLANO:
TÍTULO: UBICACION GENERAL DEL AEROPUERTO DE IQUITOS		
ESCALA: 1/50000	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J. LEON
		1-1



LEYENDA

1 - RESTAURANTE PASAJEROS	15 - SALA DE GASEOS ELECT - SEAT
2 - GARITA DE CONTROL N° 1	16 - VIVIENDA JEFE DE AEROPUERTO
3 - GARITA DE CONTROL N° 2	17 - VIVIENDA DE OPERADORES
4 - GARITA DE CONTROL N° 3	18 - VIVIENDA DE PERSONAL TECNICO
5 - ESTACION DE BOMBEROS	19 - VIVIENDA DE JEFE DE SEGURIDAD
6 - ALMACEN N° 2 - AEROCONTINENTE	20 - OFICINA ELECTROMECANICA
7 - ALMACEN N° 3 - TRANSFER SAC	21 - COMEDOR - COCHERA - OFIC. MANTEN
8 - ALMACEN N° 4 - TALMA	22 - DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE
9 - ALMACEN N° 5 - TRANSFER	23 - TALLER DE MECANICA Y ALMACEN
10 - ALMACEN N° 6 - TAVIS	24 - HELISUR - AVIASUR
11 - INCUBERADOR	25 - CASITA CLORINADOR
12 - MÓDULO A.C.C.	27 - POZO ARTESIANO N° 1
13 - VIVIENDA P.N.P.	28 - POZO ARTESIANO N° 2,3,4
14 - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA	29 - RESTAURANTE "EL VIAJERO"

* Las edificaciones que no están en el plano se encuentran en la descripción

TÍTULO: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPÍTULO: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE IQUITOS	PLANO:	
TÍTULO: AREAS APORTANTES AL COLECTOR - PLANTA DE TRATAMIENTO AEROPUERTO DE IQUITOS		
ESCALA: 1/2000	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J. LEON
		1-2

AEROPUERTO INTERNACIONAL
PISTA DE ATERRIZAJE

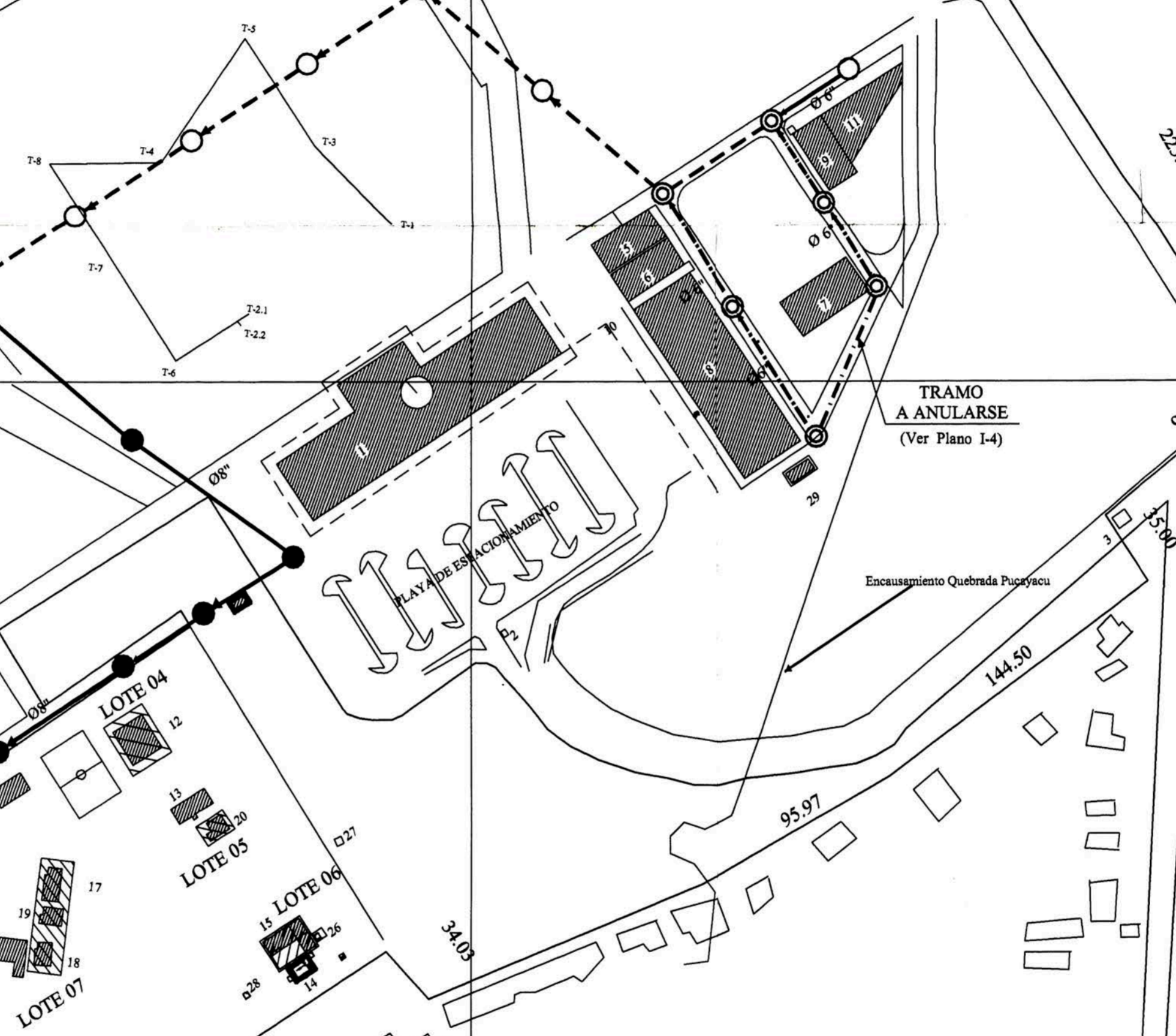
LEYENDA

- Alcantarilla proyectada ● Buzon proyectado
- - - - Alcantarilla a Modificar ● Buzon a Modificar
- Alcantarilla existente ○ Buzon existente
- Tramo a eliminar

Nota: Línea y pozo séptico a anularse y ser reemplazada por nueva Planta de Tratamiento
(Ver Plano I-4)

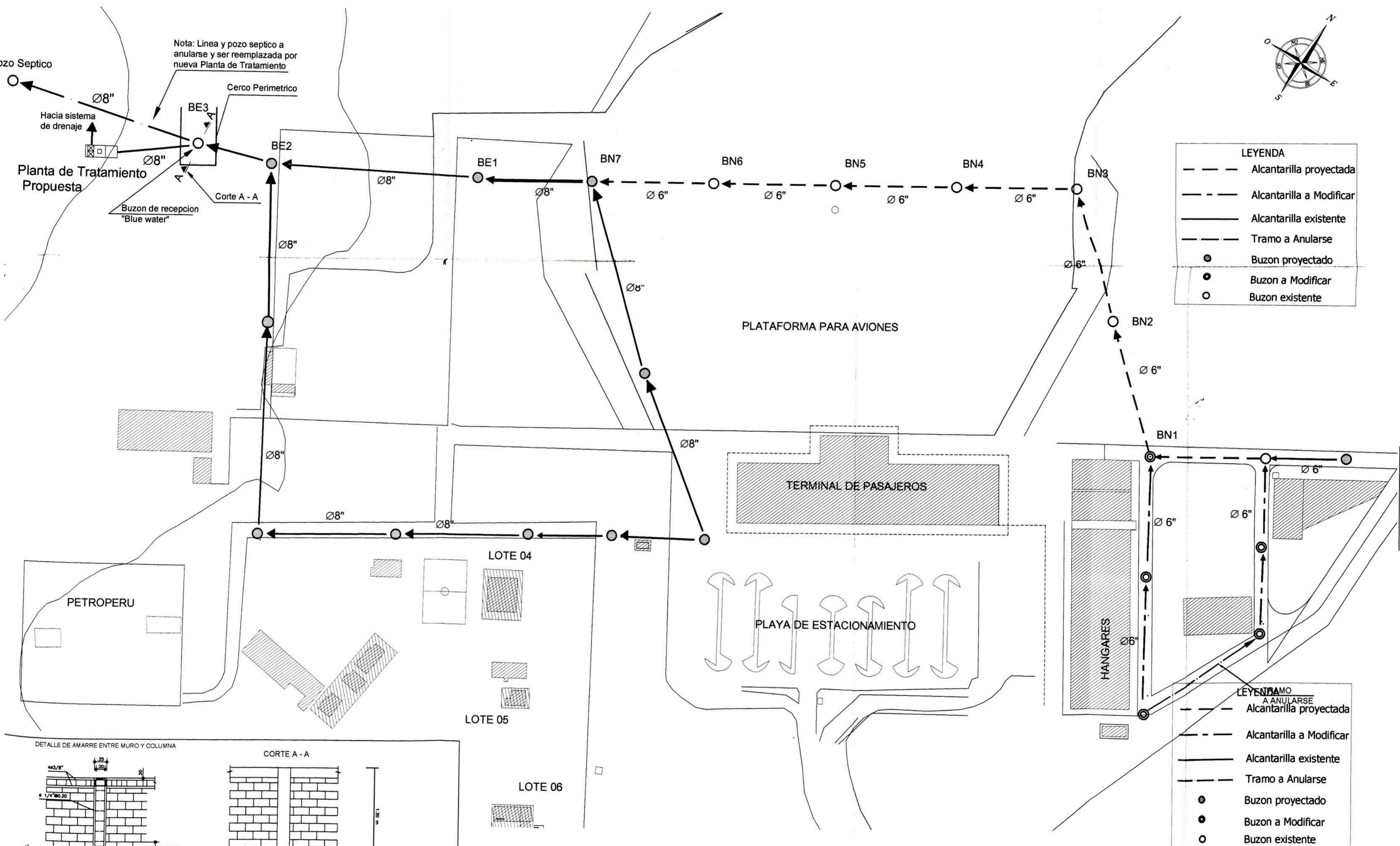
POZO SEPTICO Ø8"

PLANTA DE TRATAMIENTO PROPUESTA



TRAMO A ANULARSE
(Ver Plano I-4)

TÍTULO: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA			PLANO: I-3
CAPÍTULO:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE IQUITOS		
TÍTULO:	PROPUESTA DE UBICACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO AEROPUERTO DE IQUITOS		
ESCALA:	FECHA:	DESARROLLO CAD:	
1/2000	NOVIEMBRE 2006	J.LEON	



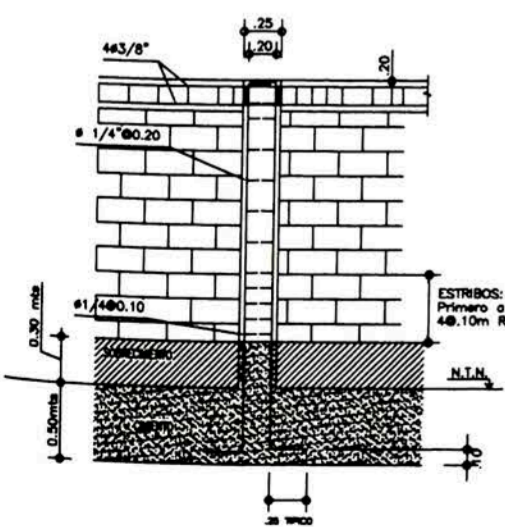
LEYENDA

- Alcantarilla proyectada
- - - Alcantarilla a Modificar
- Alcantarilla existente
- - - Tramo a Anularse
- Buzon proyectado
- ◐ Buzon a Modificar
- Buzon existente

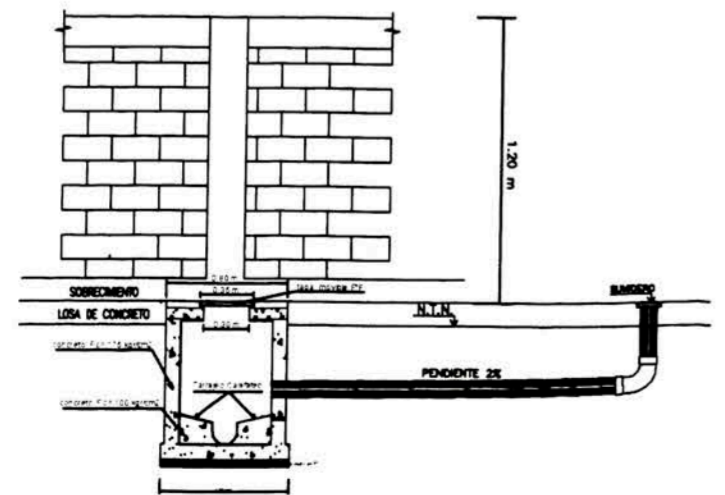
LEYENDA

- Alcantarilla proyectada
- - - Alcantarilla a Modificar
- Alcantarilla existente
- - - Tramo a Anularse
- Buzon proyectado
- ◐ Buzon a Modificar
- Buzon existente

DETALLE DE AMARRE ENTRE MURO Y COLUMNA

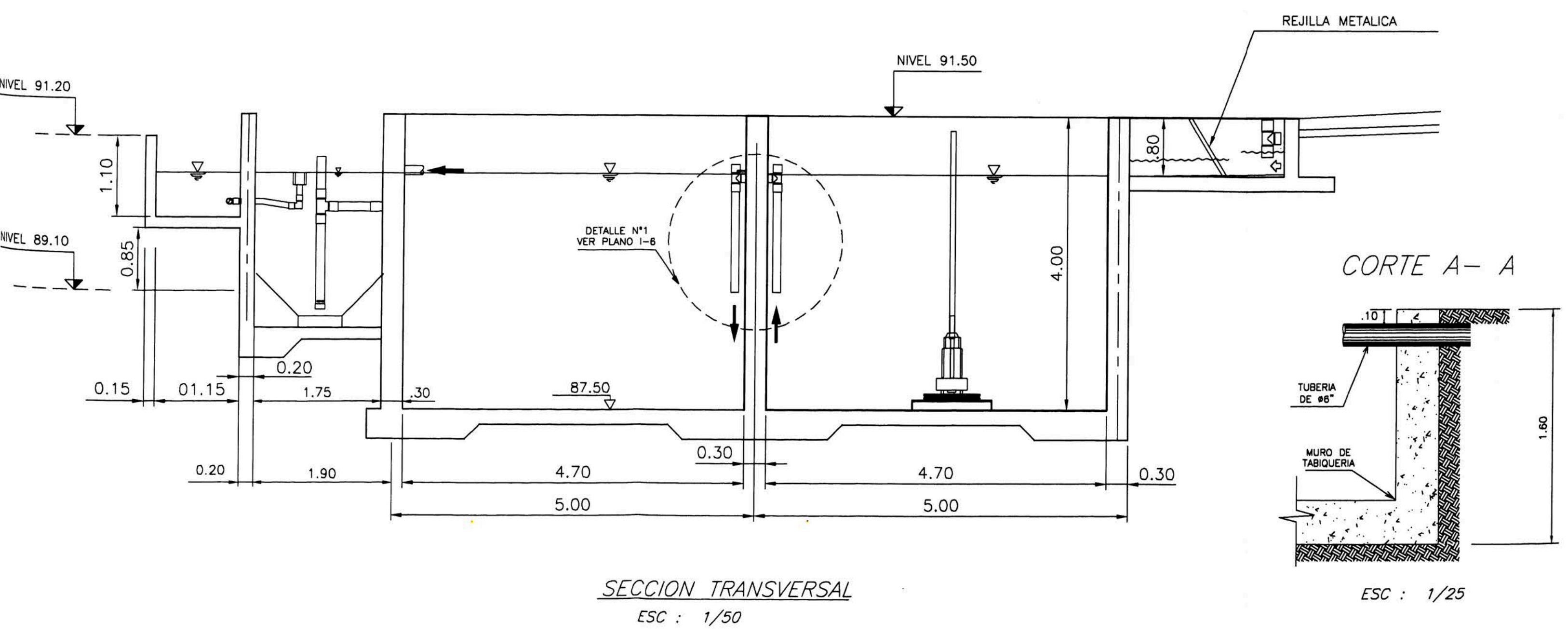
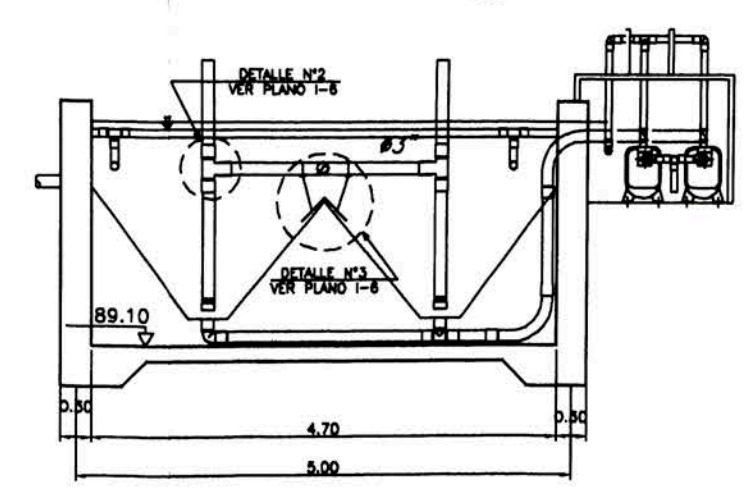
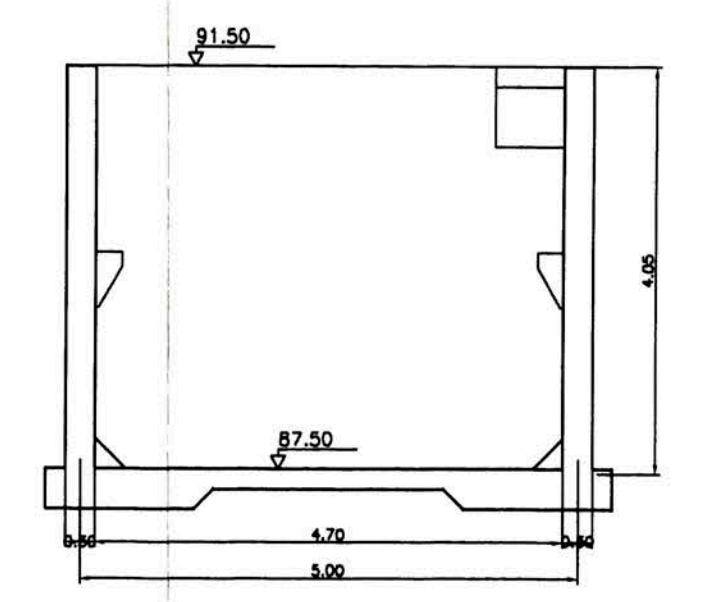
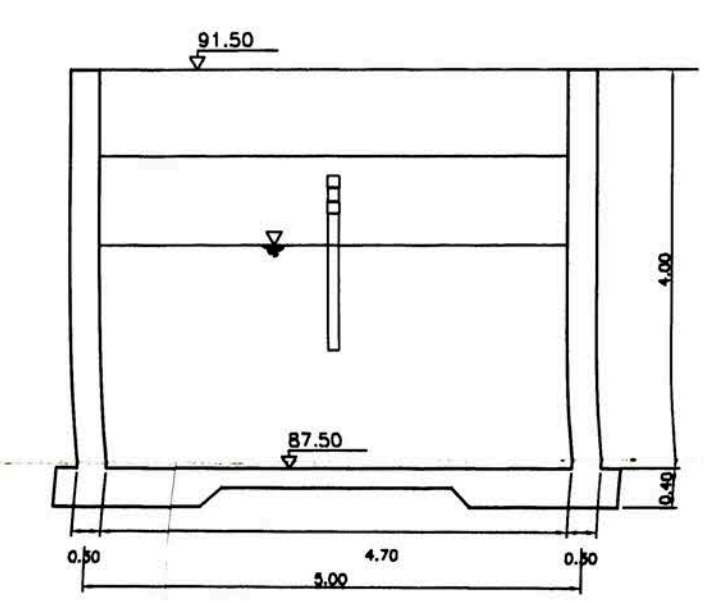
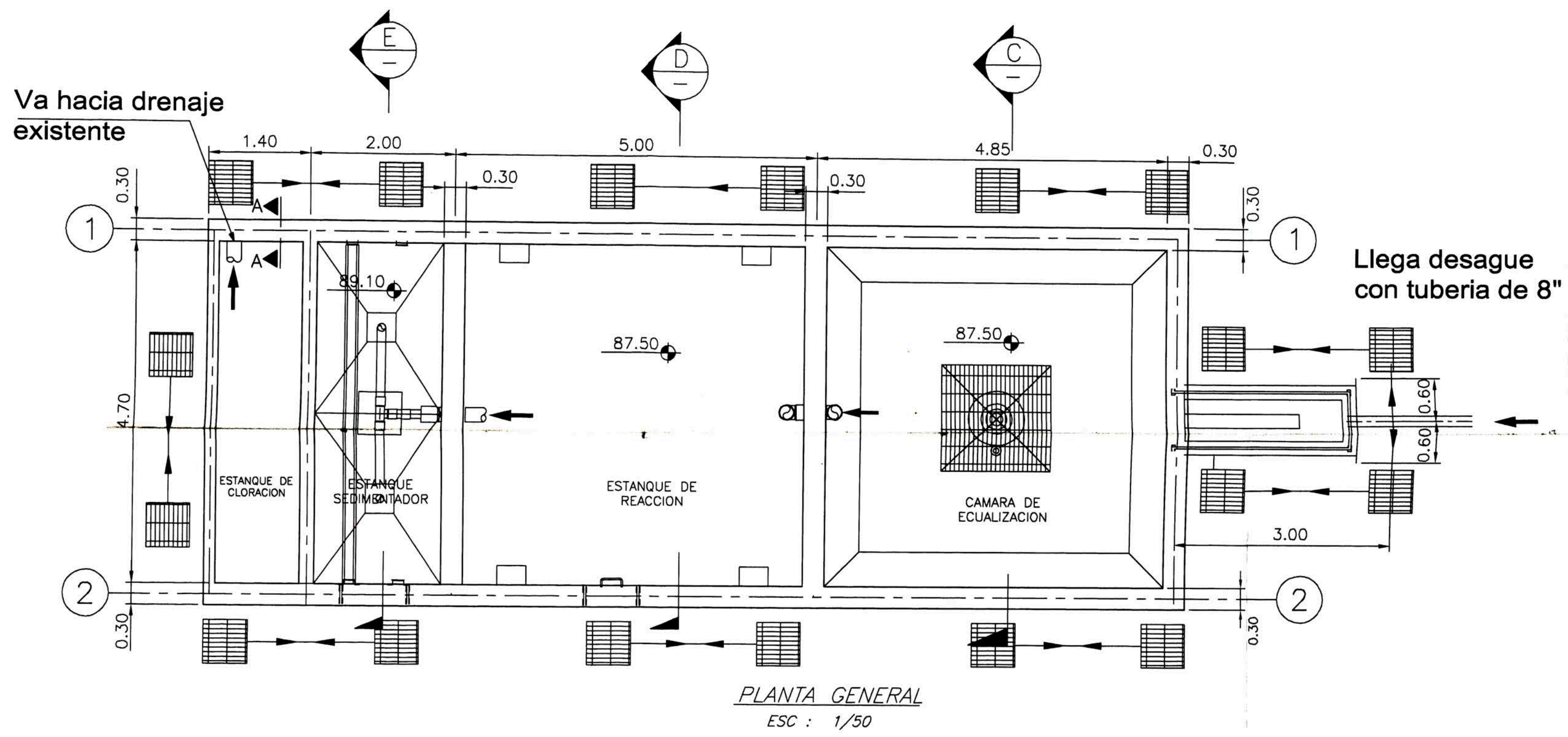


CORTE A - A

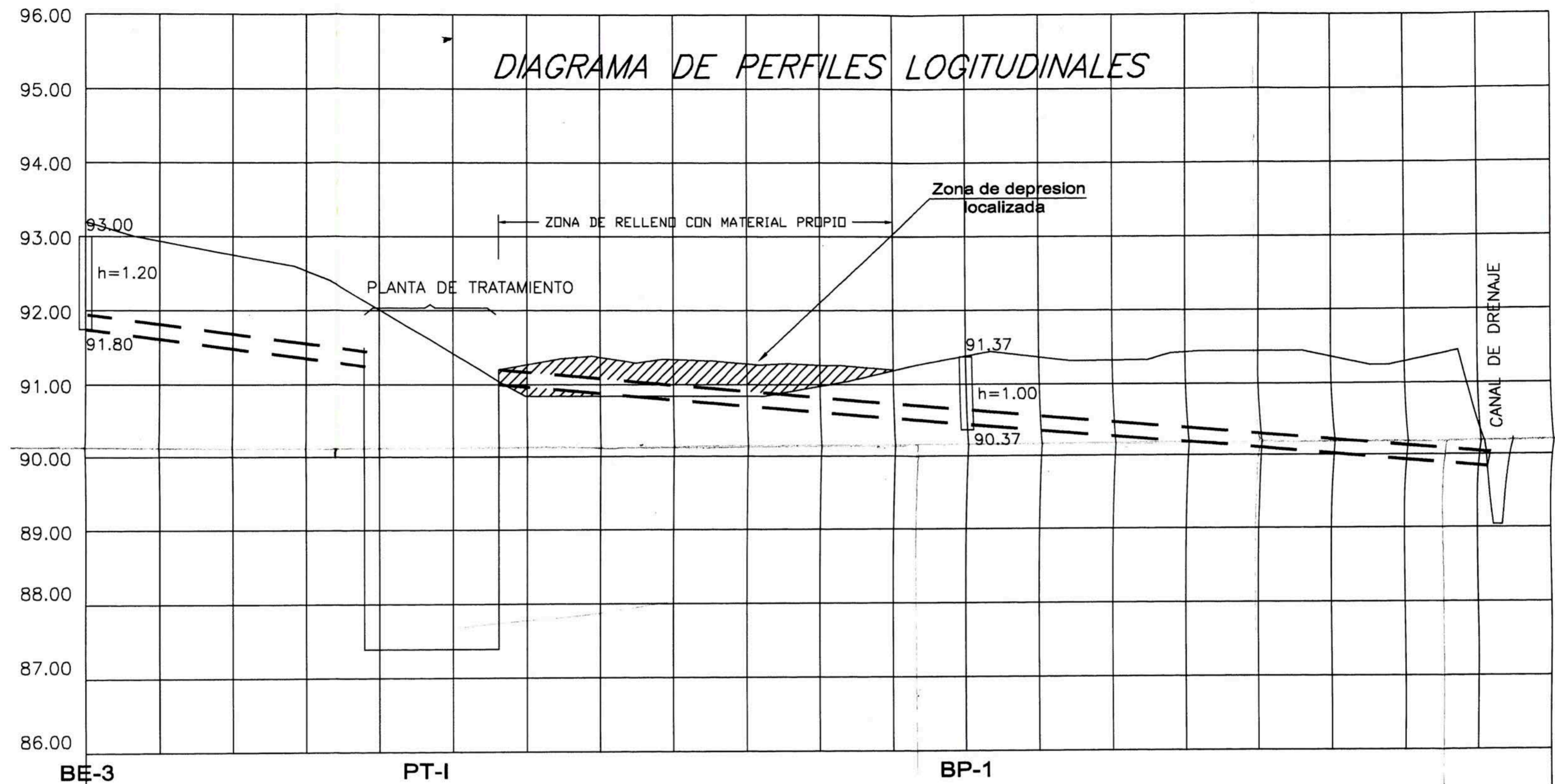


ESC: 1/50

TESIS: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE IQUITOS	PLANO:	
TITULO: LINEA DE COLECTORES DE DESAGUE Y UBICACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO		
ESCALA: 1/1250	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DIBUJADO: J. LEON



FECS DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE QUITOS Y AREQUIPA			
CAPITAL:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE QUITOS		PLANO:
TITULO:	PLANTA Y SECCION TRANSVERSAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE QUITOS		1-5
ESCALA:	INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J.LEON



COTA DE TERRENO (m)	93.00	91.50	91.20	91.80
COTA DE FONDO (m)	91.80	87.30	87.30	91.80
DIAMETRO NOMINAL (mm)	Ø 200, PVC-U, SERIE 16.7, NTP - ISD 4435			
PENDIENTE (%)	1.00			0.86
DISTANCIA PARCIAL (m)	37.90	18.25		135.00
DISTANCIA ACUMULADA (m)	0.00	37.90	56.15	191.15

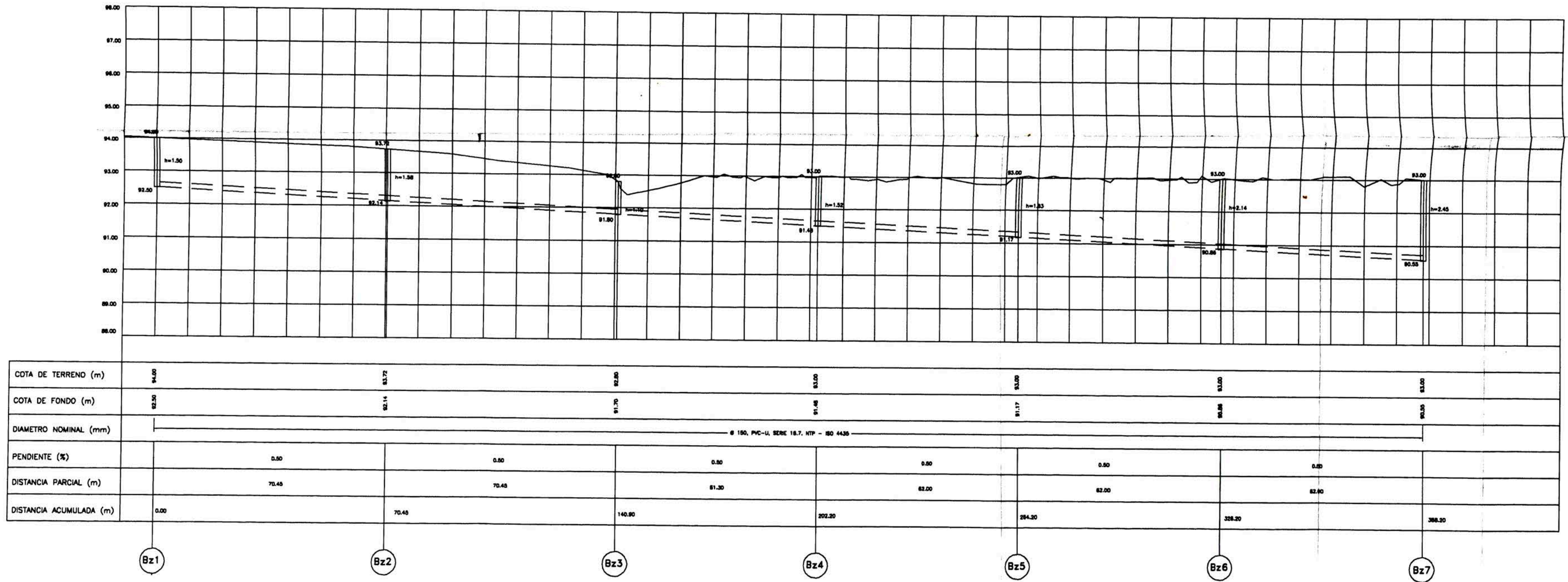
ESCALA V ; 1/500
 ESCALA H ; 1/50

NOTA:
 - PARA LA LOSA DE TAPA, FONDO Y MUROS DE TODOS LOS BUZONES ESPECIALES Y TÍPICOS SE USARÁ CONCRETO $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$
 - LAS CANALETAS SERÁN $F'c=140 \text{ Kg/cm}^2$

TESS			1-7
DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA			
CAPÍTULO:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE IQUITOS	PLANO:	
TÍTULO:	PERFIL ULTIMO BUZON - PLANTA - CANAL DE DRENAJE	INDICADA	
ESCALA:	FECHA:	DESARROLLO CAD:	
INDICADA	NOVIEMBRE 2006	J.LEON	

PERFIL LOGITUDINAL – LINEA DE DESAGUE PROYECTADA

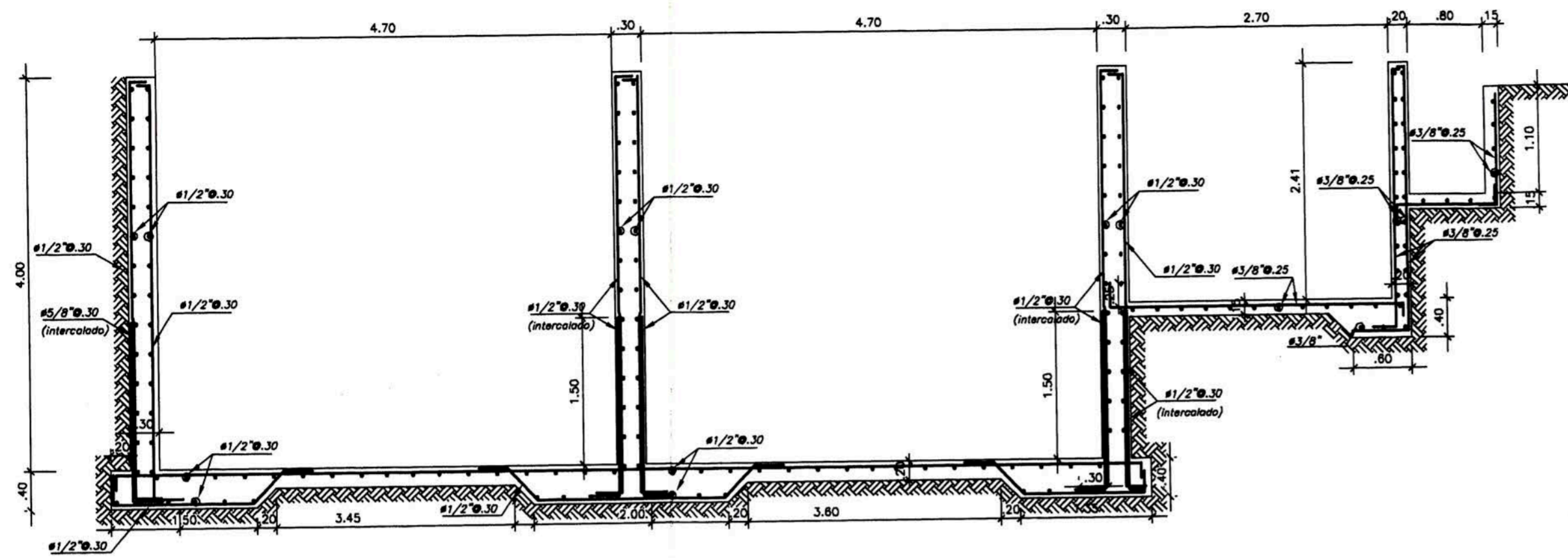
UNION DE REDES



ESCALA V :1/1000

ESCALA H :1/100

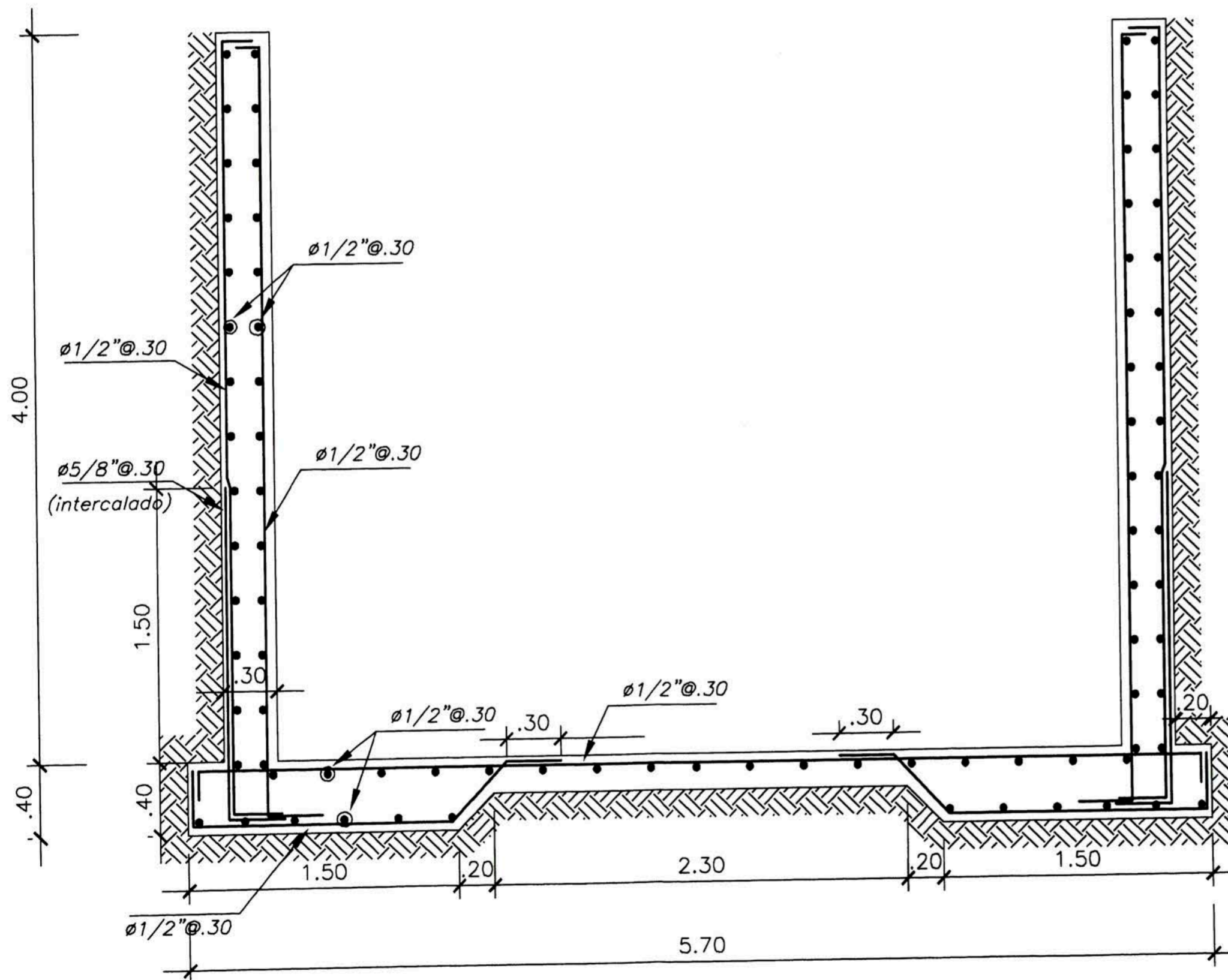
<small>TESIS</small> DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
<small>CAPITULO:</small>	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE IQUITOS	<small>PLANO:</small>
<small>PLANO:</small>	PERFIL DE LINEA DE DESAGUE PROYECTADA Y DETALLES DE BUZONES	1-8
<small>ESCALA:</small>	<small>FECHA:</small>	<small>DISUÑO:</small>
INDICADA	NOVIEMBRE 2006	J.LEON



SECCION TRANSVERSAL
ESC : 1/50

ESPECIFICACIONES:

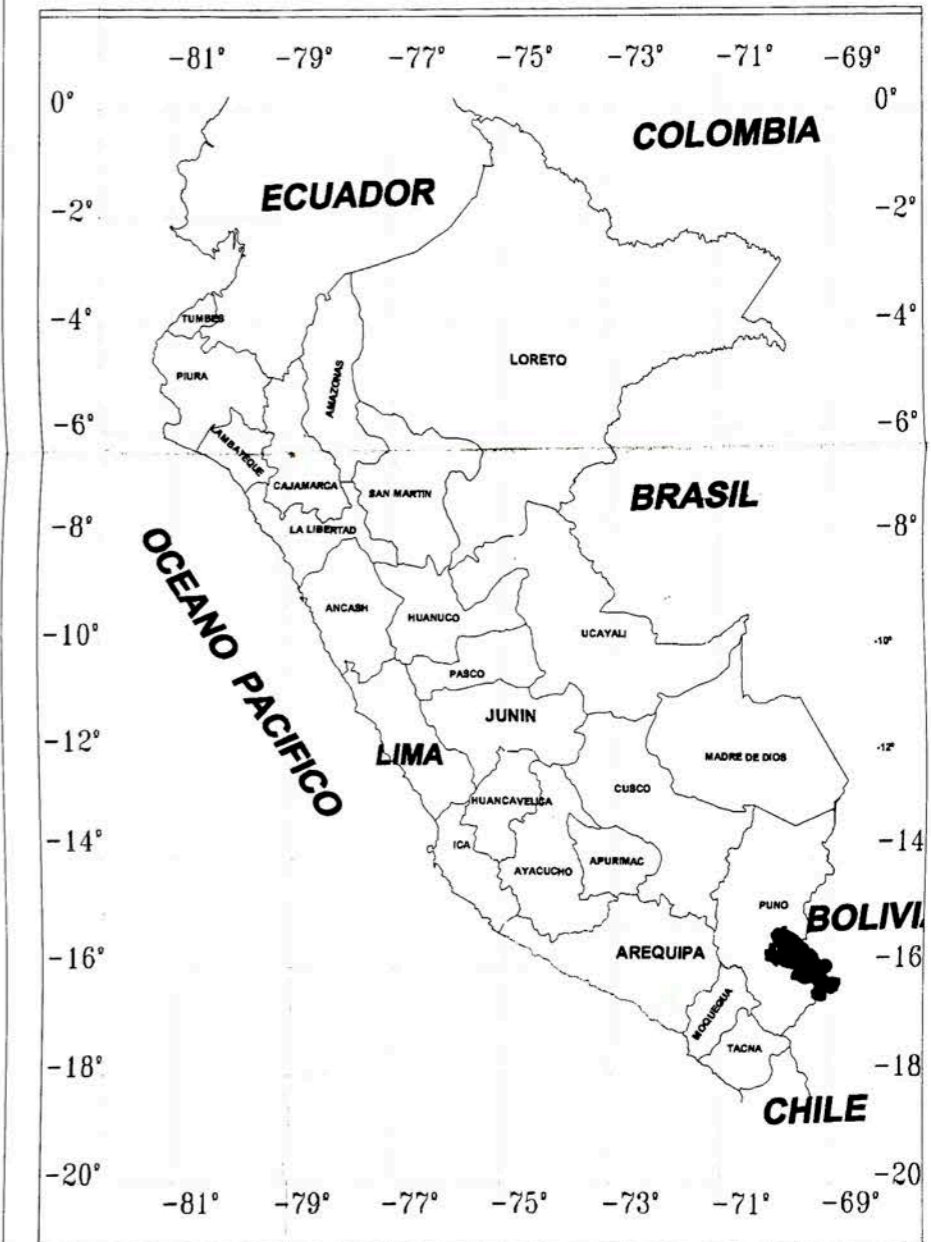
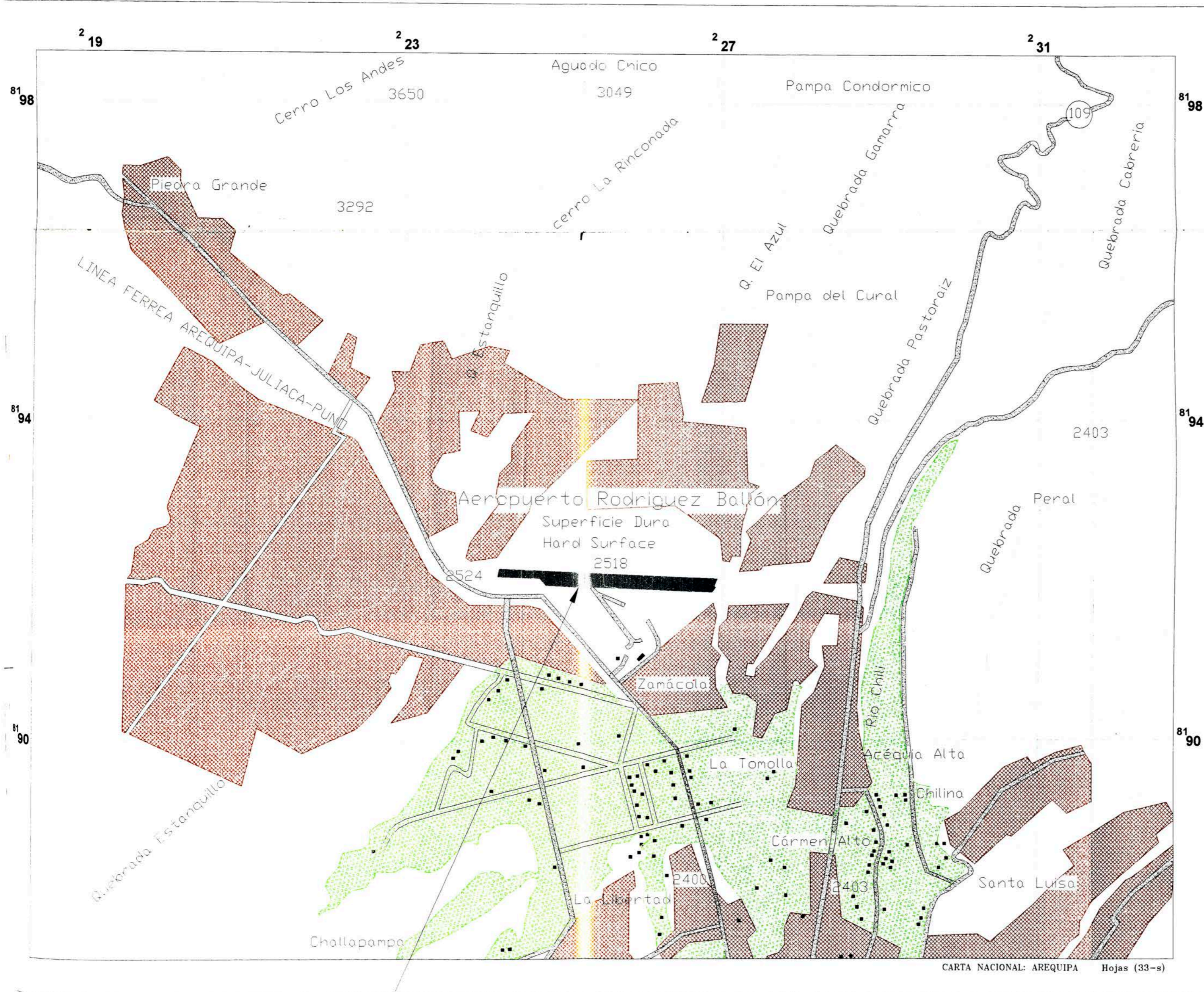
- CONCRETO : - SOLADO $f_c = 100 \text{ KG} / \text{cm}^2$.
- CONCRETO ARMADO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- ACERO : - BARRA CORRUGADA $f_y = 4200 \text{ KG} / \text{cm}^2$.
- GRADO 60 ASTM A615
- RECUBRIMIENTO : - SUPERFICIE SOBRE SOLADO 5.0 cm.
- MURO DE CONCRETO 3.50 cm.
- NOTA : LA LONGITUD DE ANCLAJE SERA DE 0.20 cm.



CORTE D-D
ESC : 1/25

TEMAS		
DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE IQUITOS	PLANO:
TITULO:	ESTRUCTURAS AEROPUERTO DE IQUITOS	
ESCALA:	FECHA:	DESARROLLO CAD:
INDICADA	NOVIEMBRE 2006	J.LEON

AEROPUERTO CRNEL ALFREDO RODRIGUEZ BALLON AREQUIPA



ESCALA 1: 30.000

ESQUEMA DE LOCALIZACION

DEPARTAMENTO : AREQUIPA
 PROVINCIA : AREQUIPA
 DISTRITO :

LEYENDA

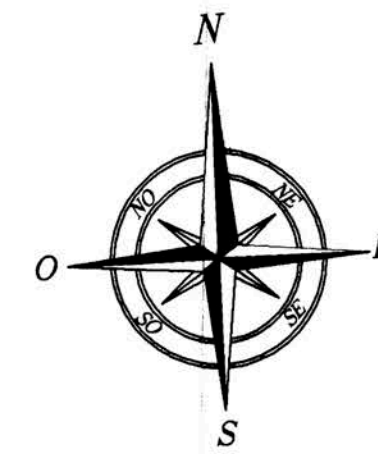
- AEROPUERTO RODRIGUEZ BALLÓN**
- ZONA URBANA**
- BOSQUE RALO**
- CARRETERA TRANSITABLE EN TIEMPO SECO**
- CAMINO DE HERRADURA**
- CEMENTERIO, CORREO, ESCUELA y IGLESIA**
- QUEBRADA, RIOS**
- HACIENDA, CASA AISLADA**
- LAGUNA**

CARTA NACIONAL: AREQUIPA Hojas (33-s)

ESCALA 1: 40.000

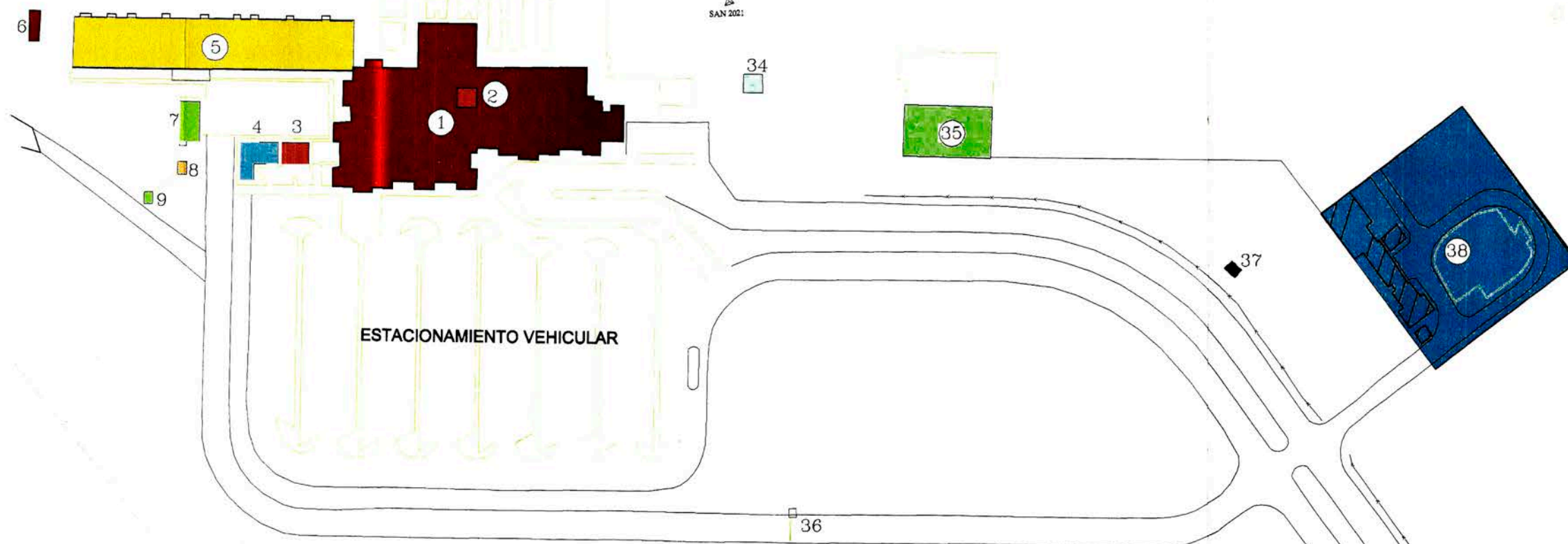
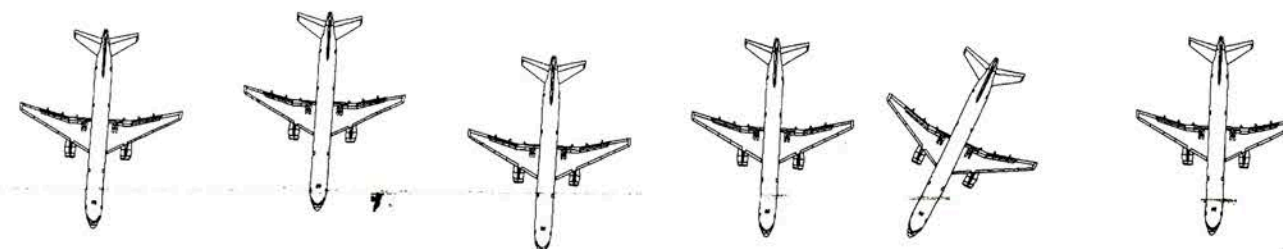
**AEROPUERTO DE
AREQUIPA**

TESS DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE AREQUIPA		PLANO: A-1
TITULO: UBICACION GENERAL DEL AEROPUERTO DE AREQUIPA		
ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J LEON



CALLE DE RODAJE

PLATAFORMA ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES



Se ubica la **Planta de Tratamiento** al costado de la línea troncal de desague existente, teniendo en cuenta la topografía del terreno y la distancia al centro poblado, no pudiendo estar ubicada dentro de los 100 metros de radio de influencia.

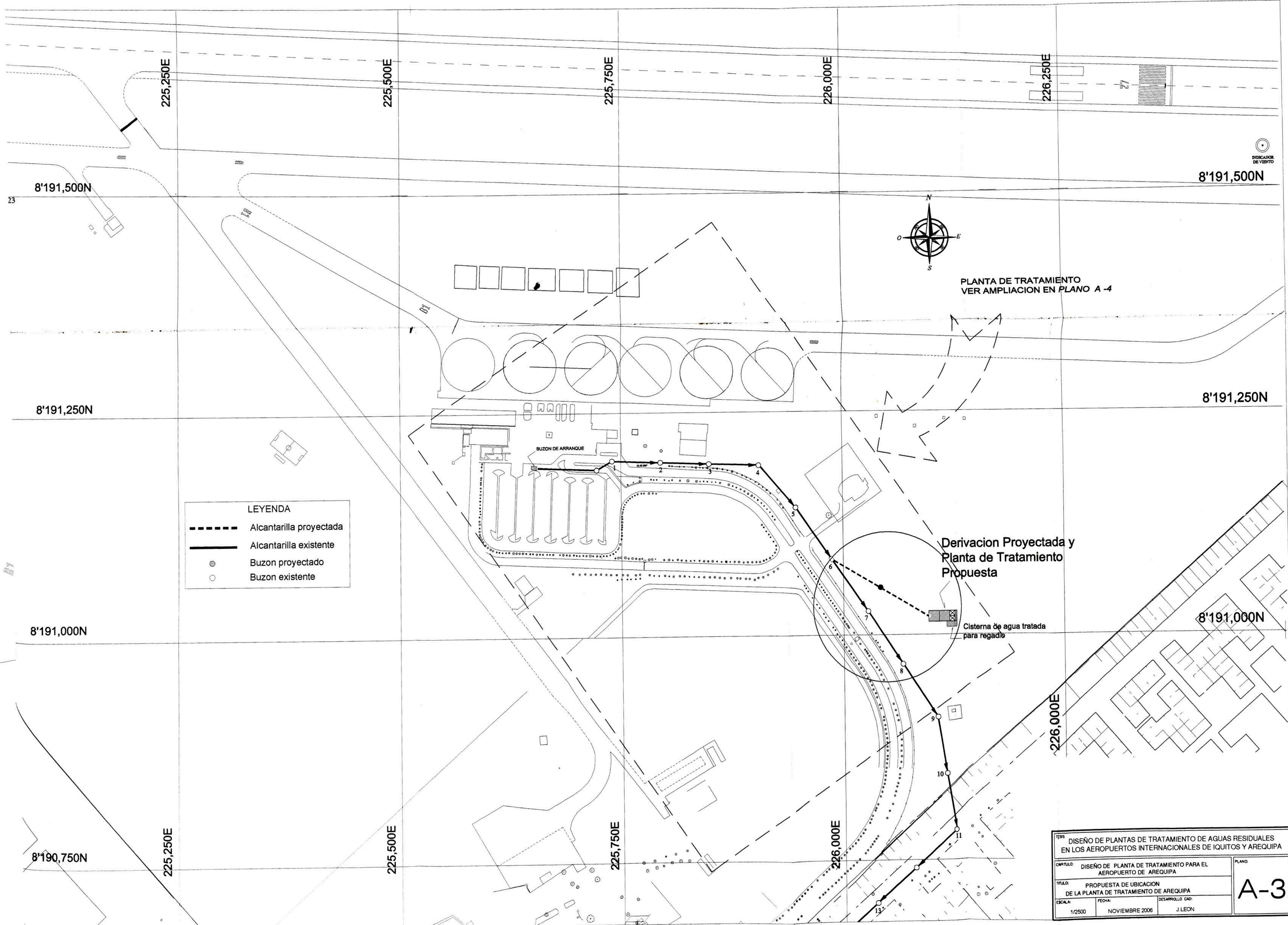
Planta de Tratamiento Propuesta



- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1.- TERMINAL DE PASAJEROS | 20.- CASETA TRANSFORMADOR |
| 2.- TORRE DE CONTROL | 21.- POZA ASFALTICA |
| 3.- BOMBA DE AGUA | 22.- SUB-ESTACION ELECTRICA |
| 4.- COMISARIA PNP | 23.- CASETA GLIDE SLOPE |
| 5.- ALMACENES | 24.- CASETA EQUIPOS RECEP. |
| 6.- GRIFO DE COMBUSTIBLE | 25.- SALA RECEPTORES |
| 7.- COMEDOR TRABAJADORES | 26.- POZO DE AGUA |
| 8.- SERVICIOS HIGIENICOS | 27.- TANQUE ELEVADO |
| 9.- CASETA DE CONTROL | 28.- CISTERNA |
| 10.- ANTIGUO HANGAR | 29.- VIVIENDA GUARDIANIA Y ALM. |
| 11.- LOSA DEPORTIVA | 30.- POZO DE AGUA |
| 12.- SALA TRANSMISORES | 31.- CASETA GAS HIDROGENO |
| 13.- TALLER MECANICA | 32.- ALMACENES |
| 14.- VIVIENDA FUNCIONARIOS | 33.- CASETA DE CONTROL |
| 15.- LABORATORIO | 34.- SUB-ESTACION ELECTRICA |
| 16.- VIVIENDA GUARDIAN | 35.- PETROPERU |
| 17.- BLOQUE SANITARIO | 36.- CASETA DE CONTROL |
| 18.- INCINERADOR | 37.- CASETA DE CONTROL |
| 19.- BASE SEI | 38.- CASETA DE BOMBEO Y CIST. |

* Las edificaciones que no están en el plano se encuentran en la descripción

TESIS DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE AREQUIPA	PLANO: A-2	
TITULO: AREAS APORTANTES AL COLECTOR DE DESAGUE AEROPUERTO DE AREQUIPA		
ESCALA: 1/1750	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J. LEON



LEYENDA

	Alcantarilla proyectada
	Alcantarilla existente
	Buzon proyectado
	Buzon existente

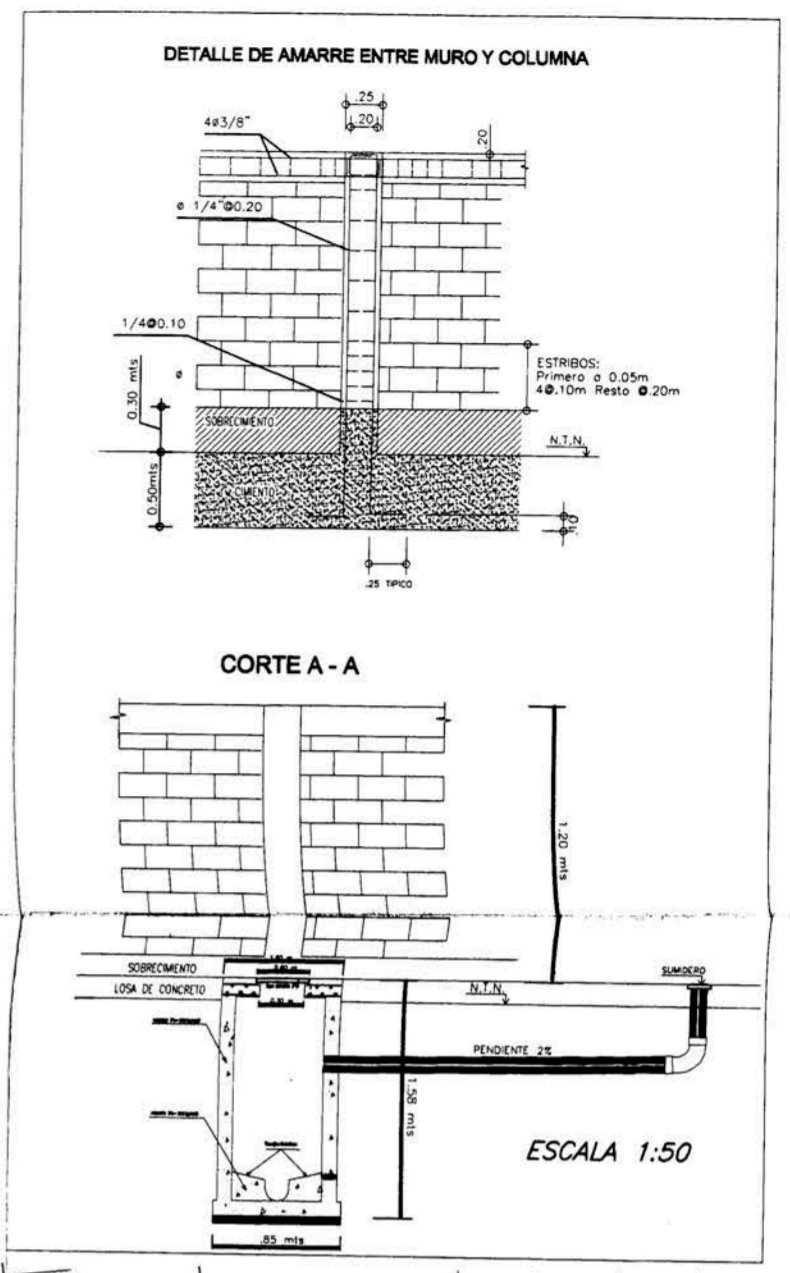
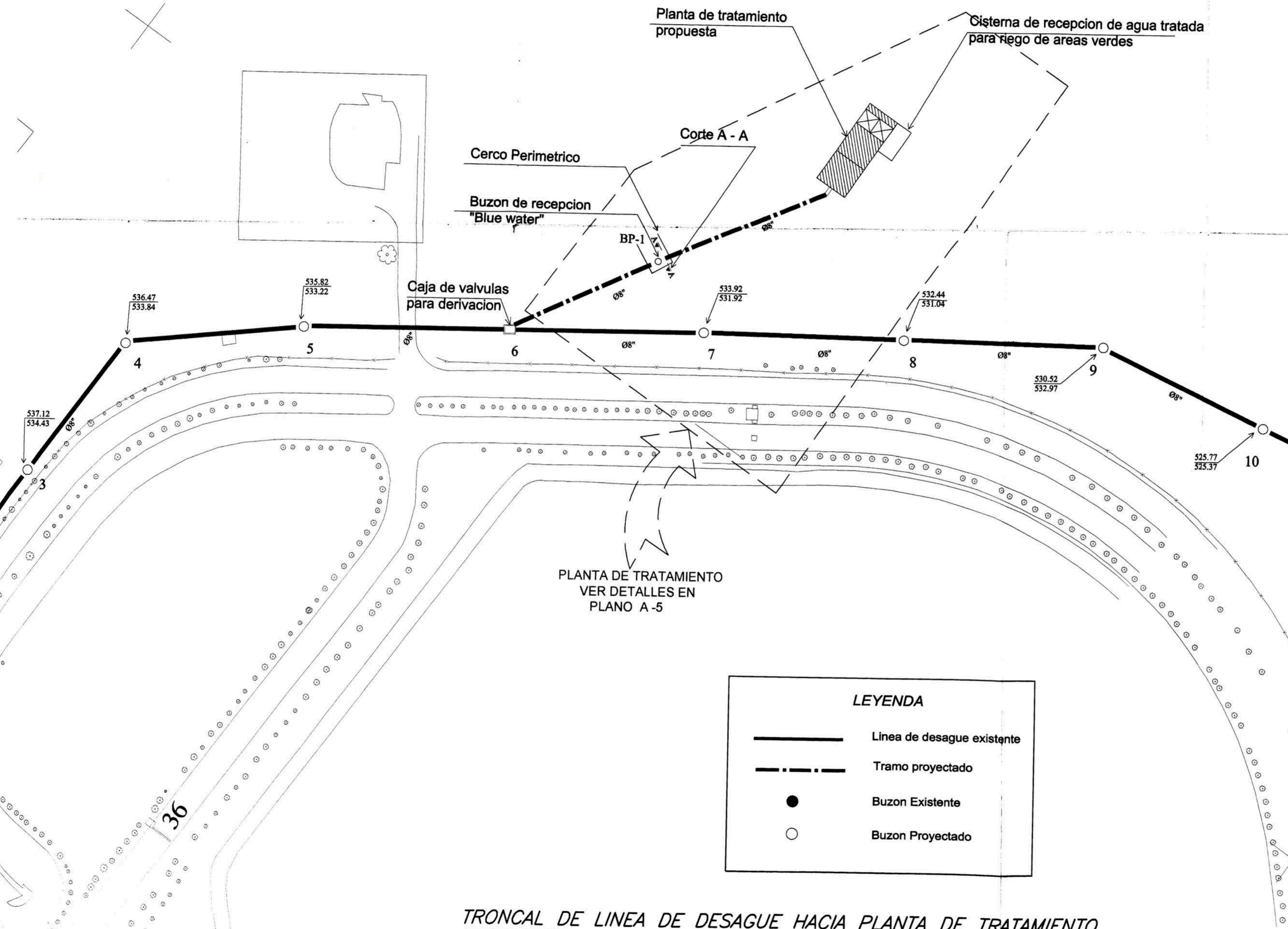
PLANTA DE TRATAMIENTO
VER AMPLIACION EN PLANO A-4

Derivacion Propuesta y
Planta de Tratamiento
Propuesta

Cisterna de agua tratada
para riego

BUZON DE ARRANQUE

<small>TPS</small> DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
<small>CAPITULO:</small> DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE AREQUIPA	<small>PLANO:</small> A-3	
<small>TITULO:</small> PROPUESTA DE UBICACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AREQUIPA		
<small>ESCALA:</small> 1/2500	<small>FECHA:</small> NOVIEMBRE 2006	<small>DESARROLLO CAD:</small> J. LEON

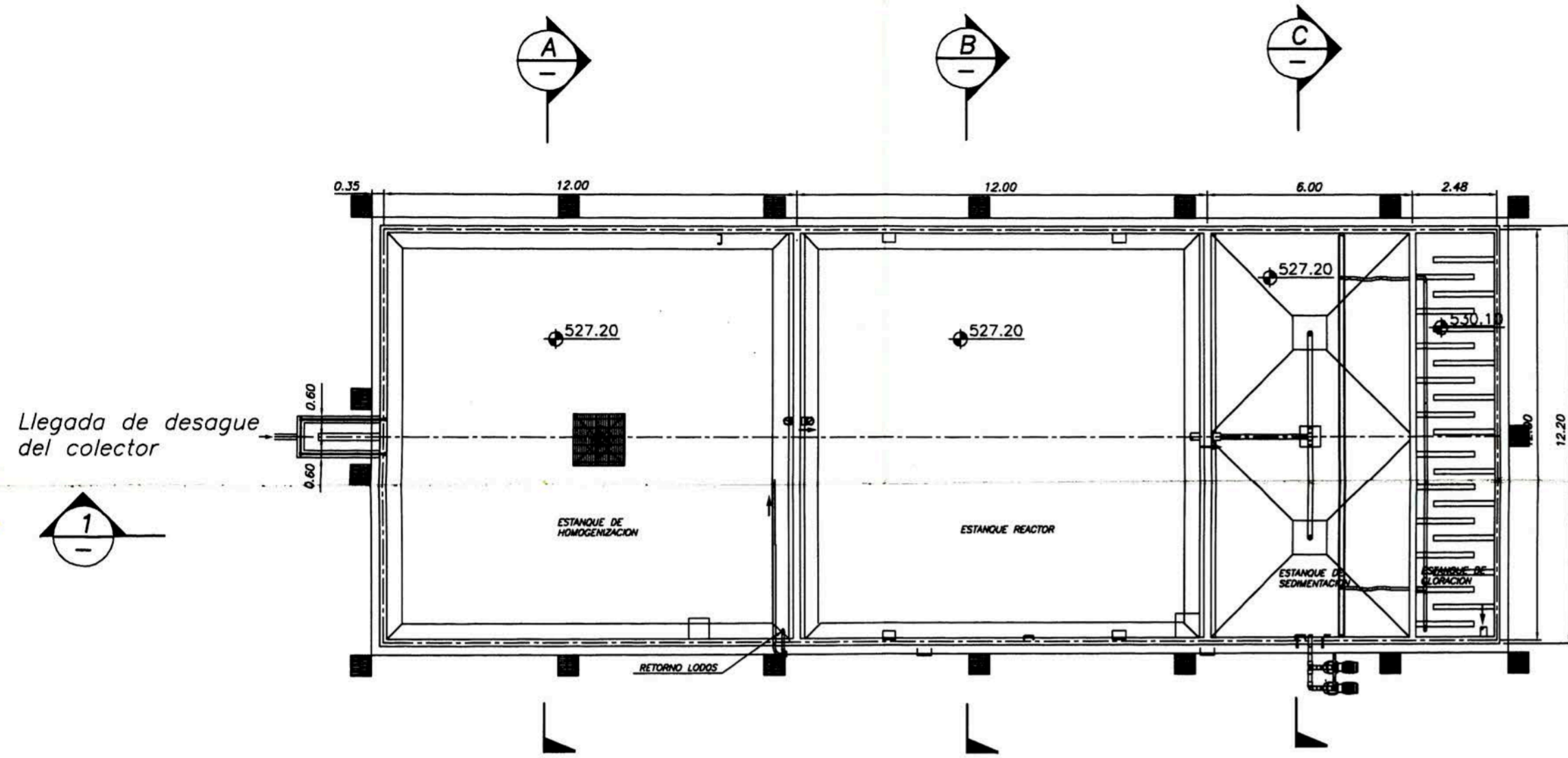


LEYENDA

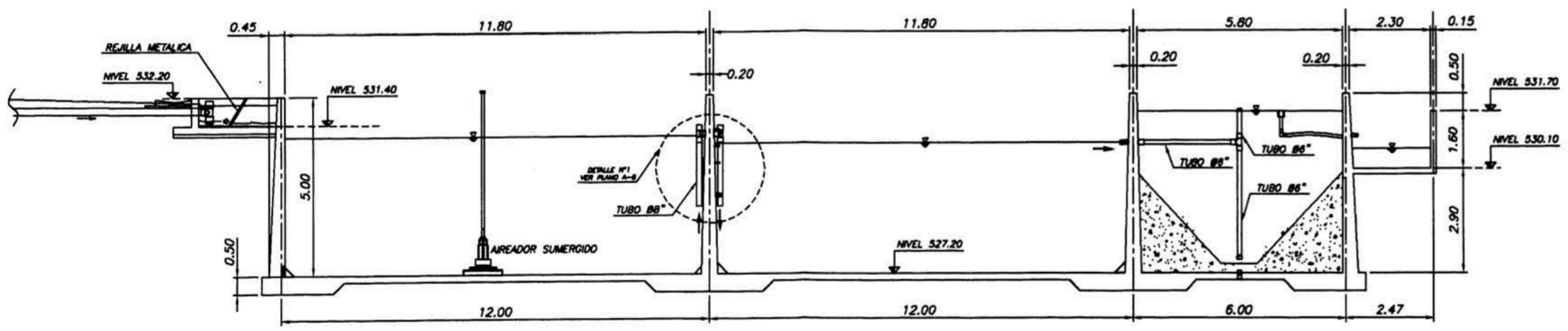
	Linea de desague existente
	Tramo proyectado
	Buzon Existente
	Buzon Proyectado

TRONCAL DE LINEA DE DESAGUE HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO
 ESCALA 1:1000

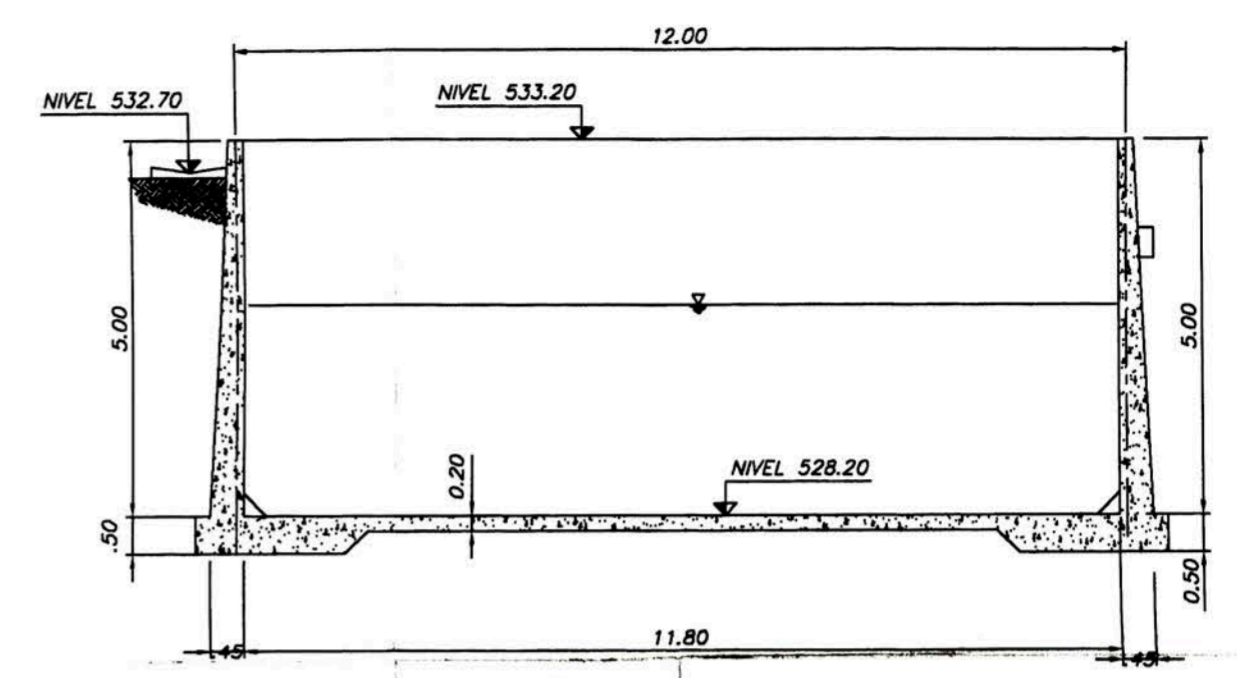
TESIS DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE AREQUIPA	PLANO: A-4	
TITULO: LINEA DE COLECTORES Y UBICACION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AREQUIPA		
ESCALA: 1/1000	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J LEON



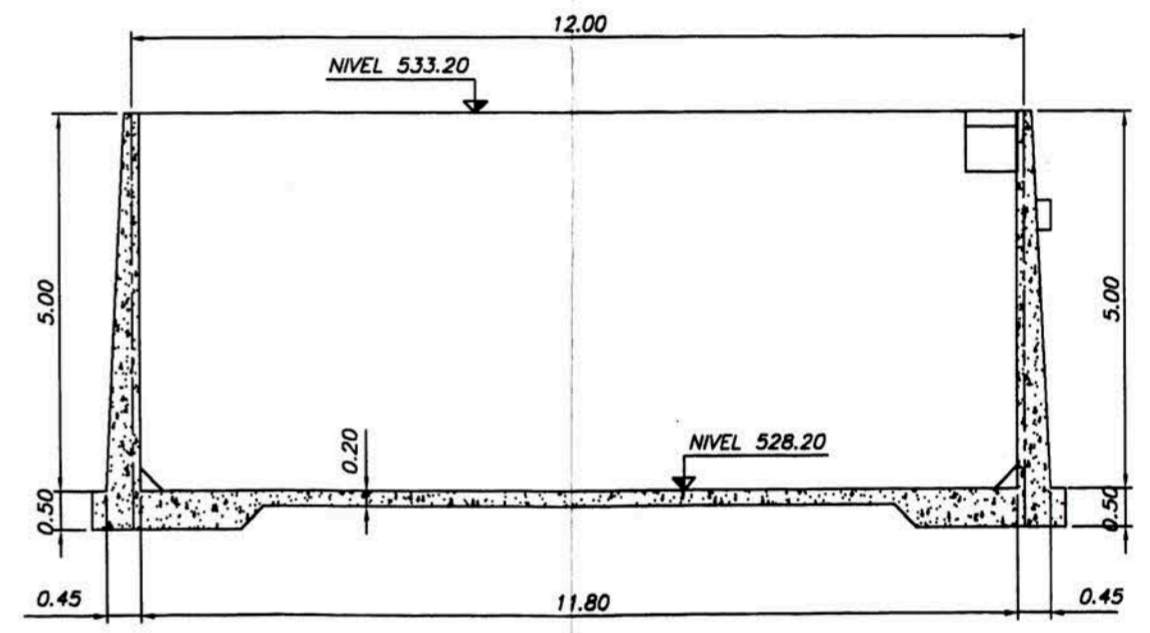
PLANTA GENERAL



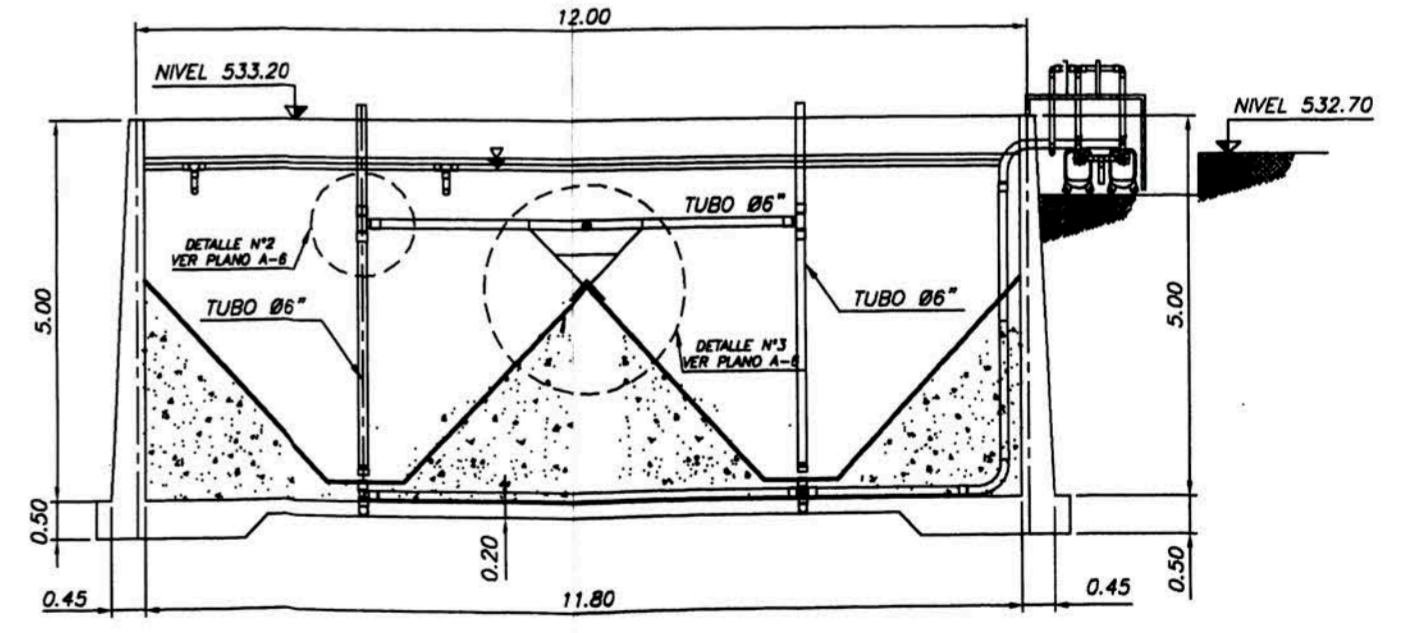
CORTE LONGITUDINAL
ESC : 1/150



SECCION A
ESCALA 1:50



SECCION B
ESCALA 1:50

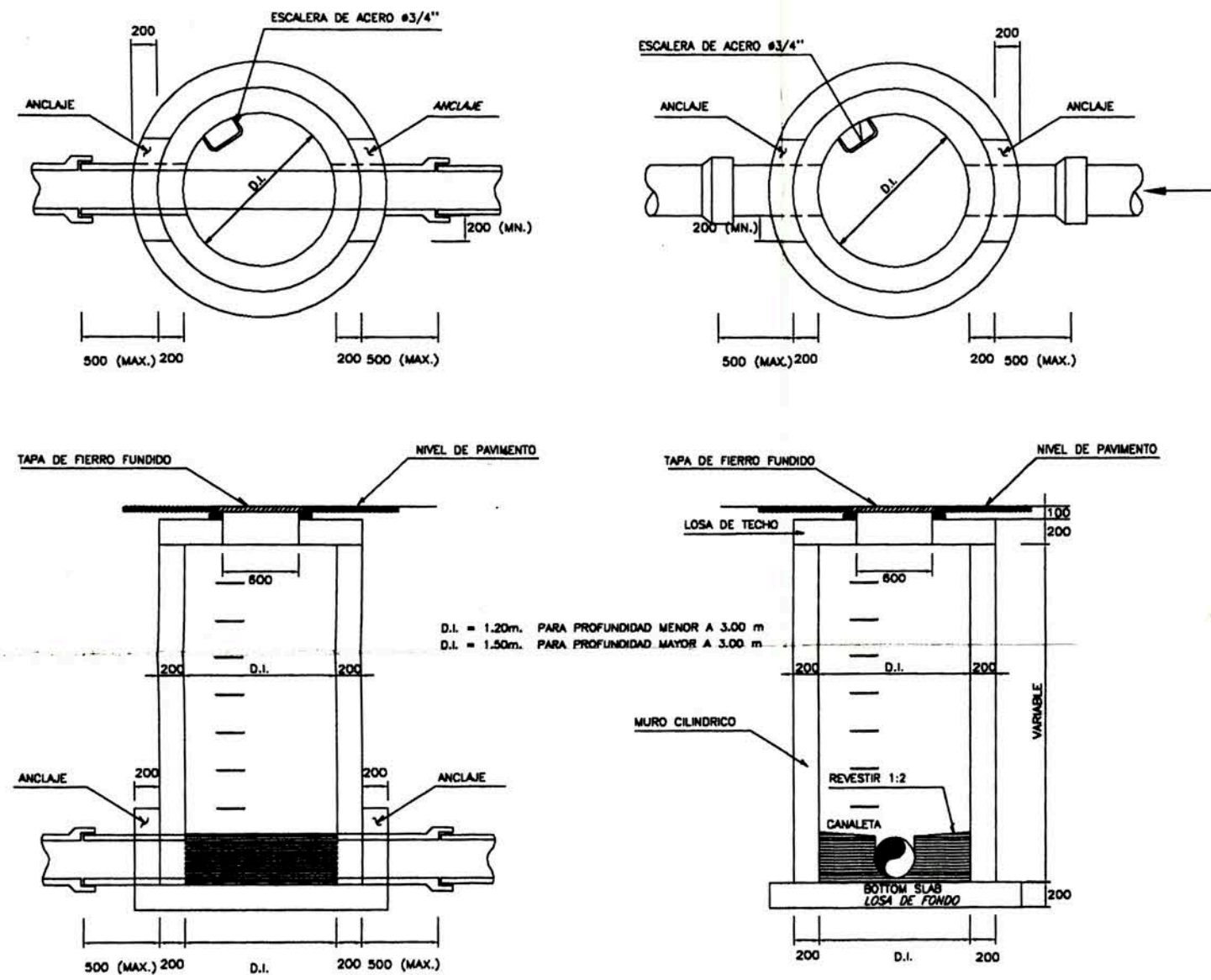


SECCION C
ESCALA 1:50

ESC : 1/100

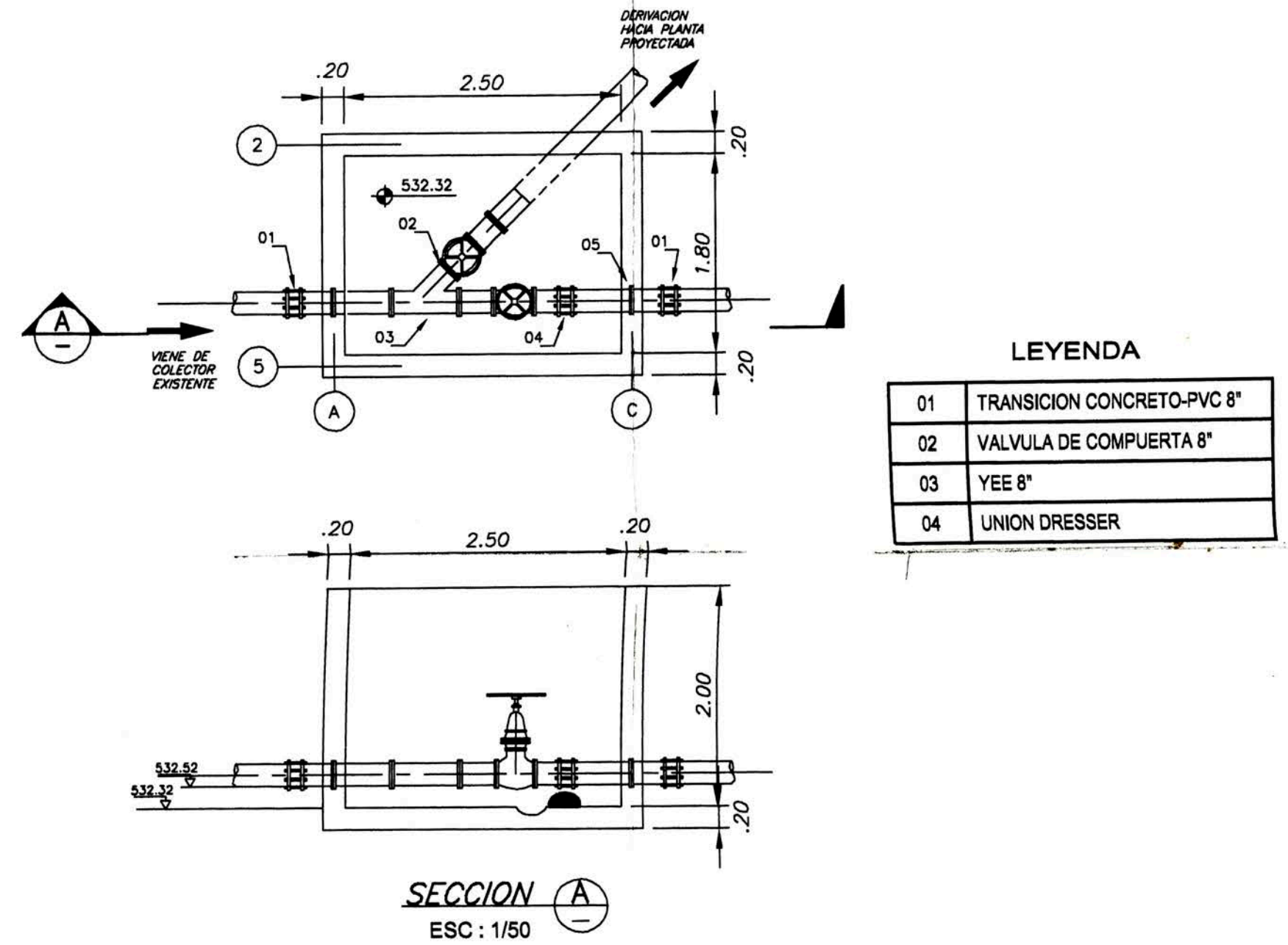
TEMA: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE AREQUIPA	PLANO:	
TITULO: PLANTA Y SECCIONES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AREQUIPA		
ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2008	DESARROLLADO POR: J.LEON
		A-5

DETALLE TIPICO DE BUZON DE DESAGUE



ESC : 1/50

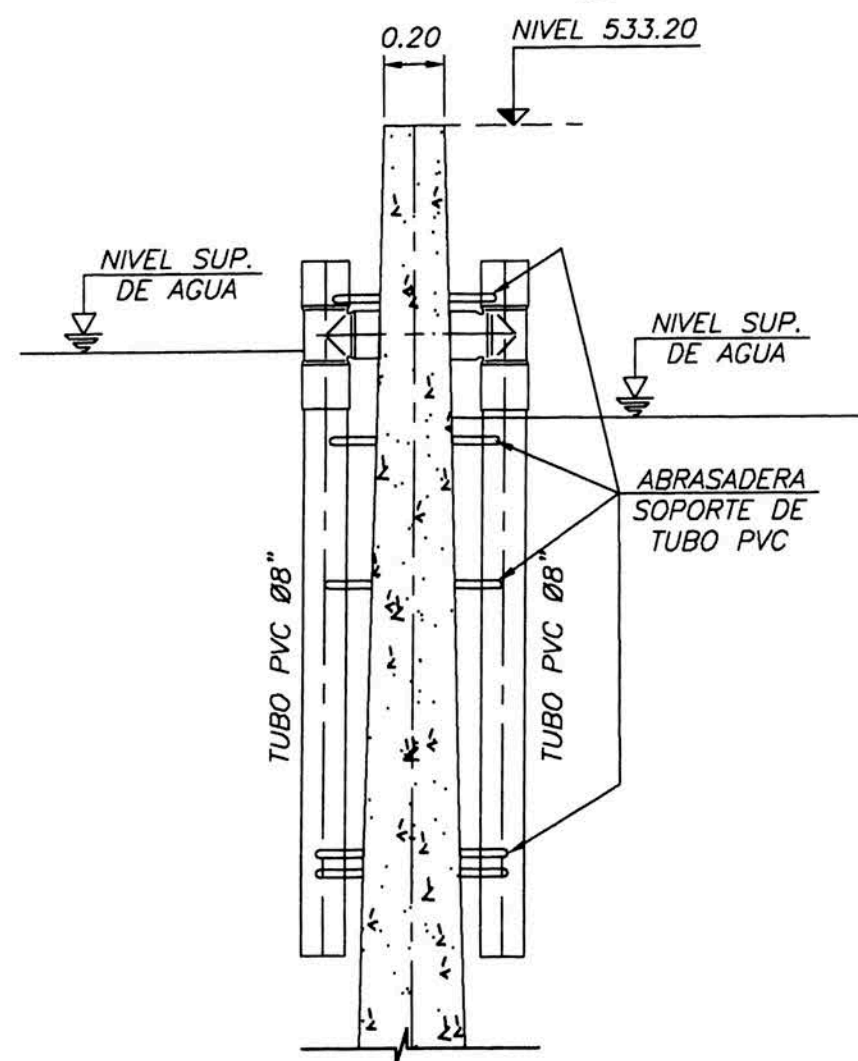
DETALLE DE DERIVACION HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO



SECCION A-A
ESC : 1/50

DETALLE 1

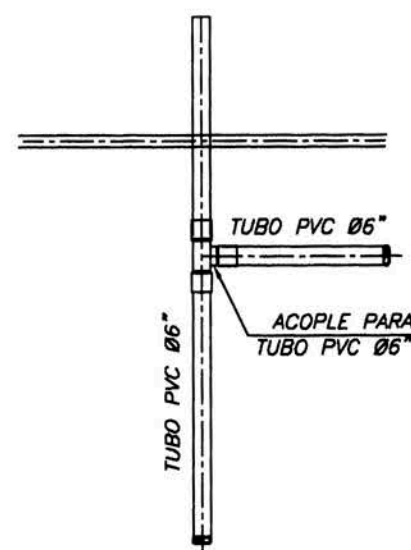
Ver Plano A-5



ESC : 1/25

DETALLE 2

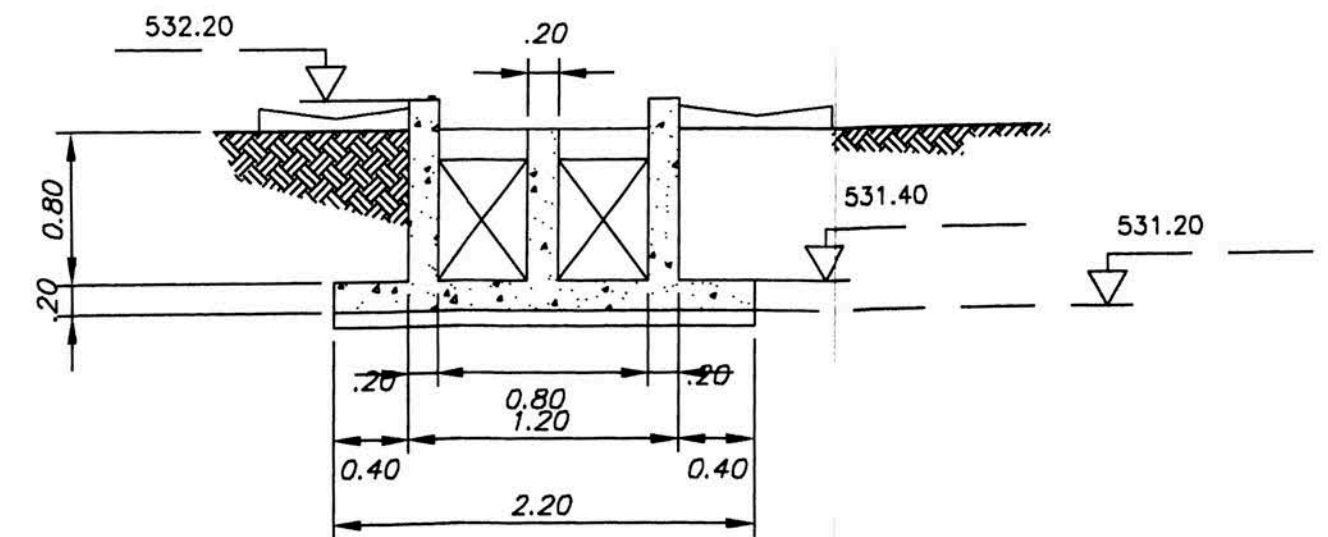
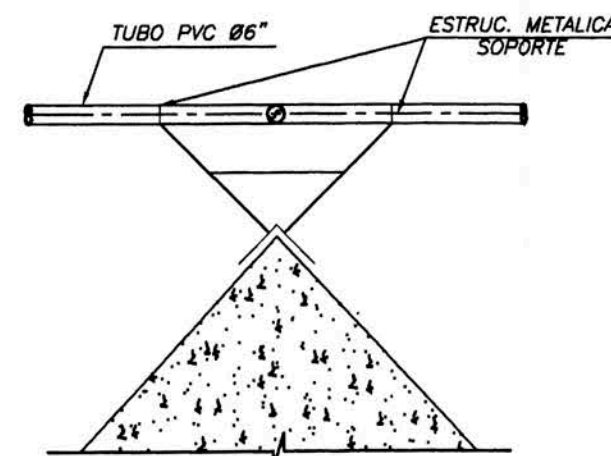
Ver Plano A-5



ESC : 1/50

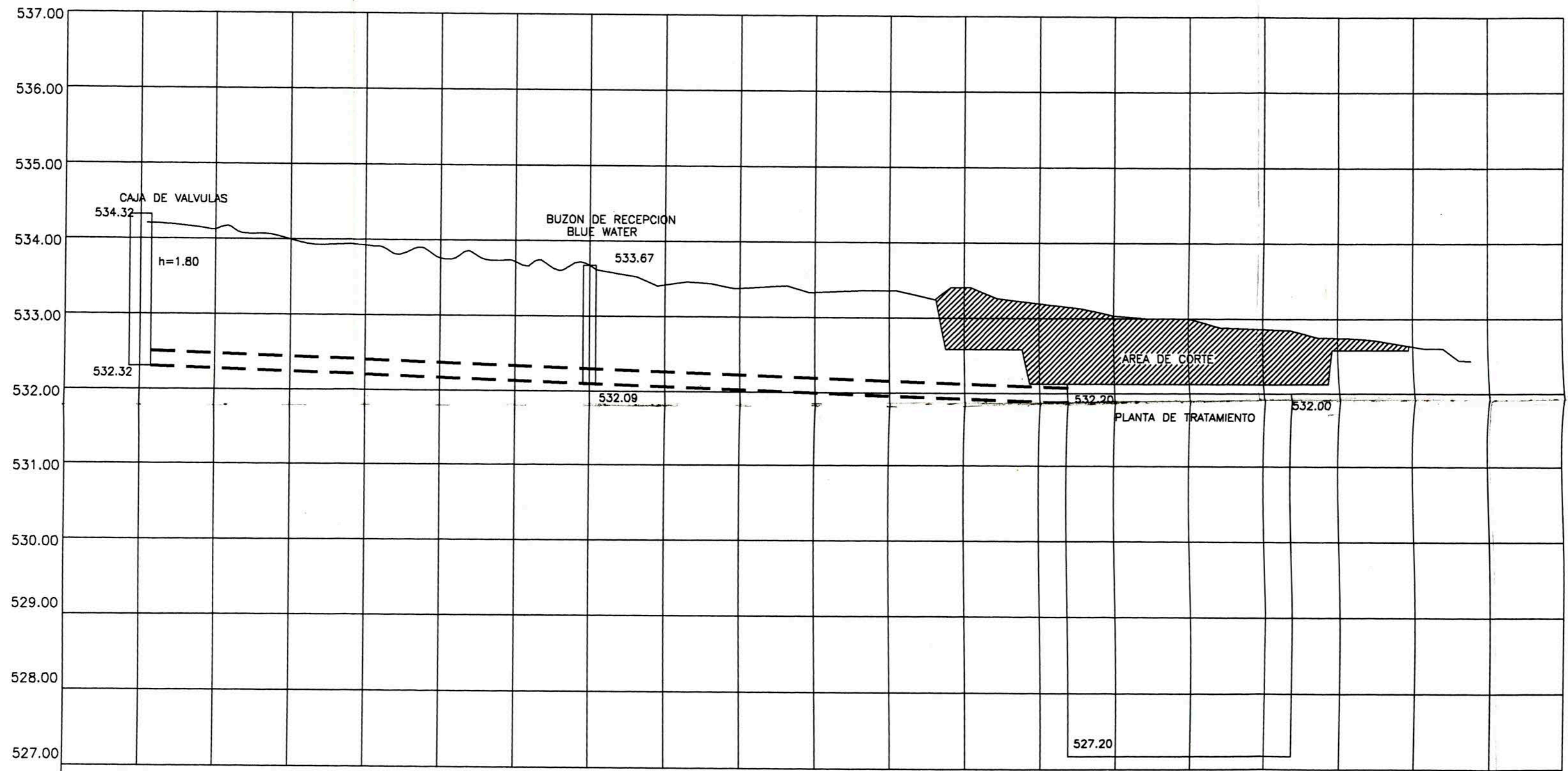
DETALLE 3

Ver Plano A-5



DETALLE DE INGRESO A PLANTA
ESC : 1/50

TEMA: DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA			
CAPITULO: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE AREQUIPA			PLANO:
TITULO: PLANO DE CORTES Y DETALLES PLANTA DE TRATAMIENTO AREQUIPA			A-6
ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLADO POR: J.LEON	

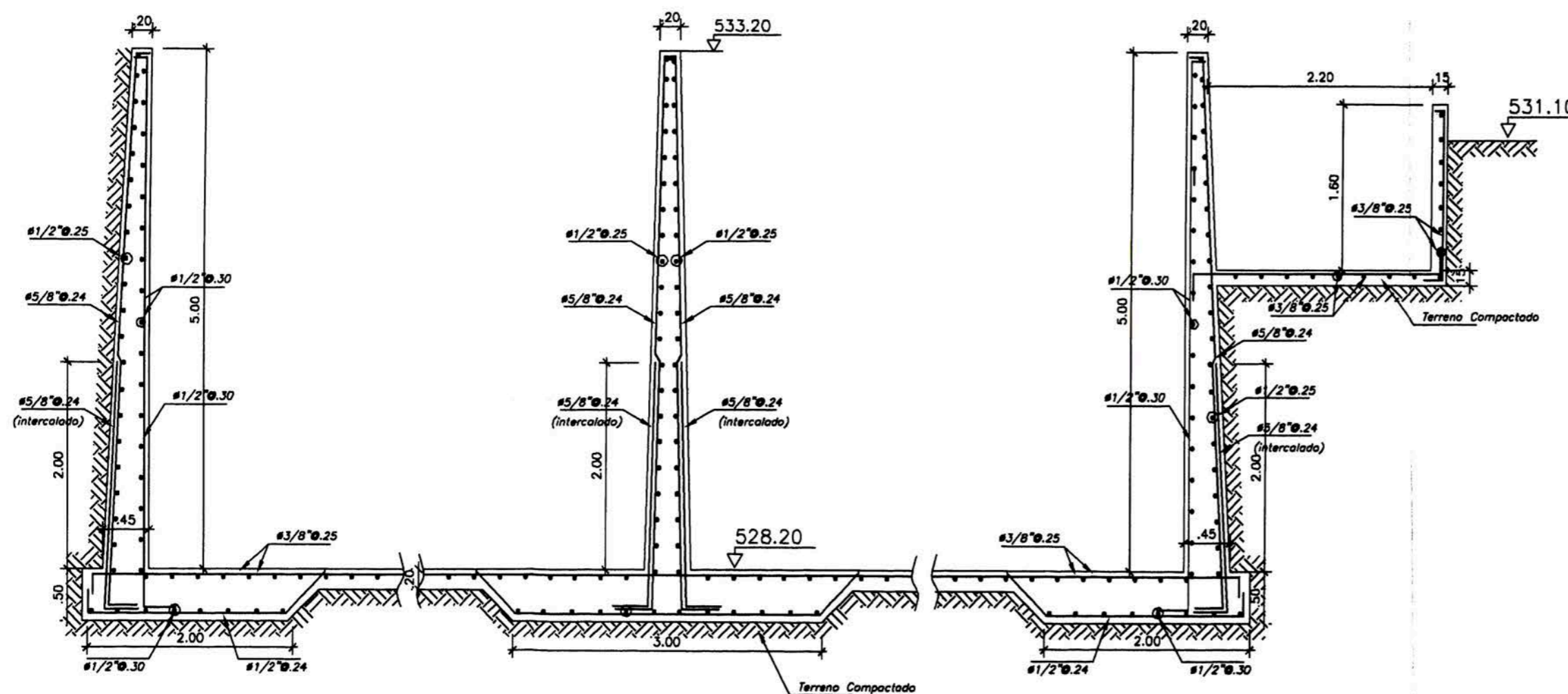
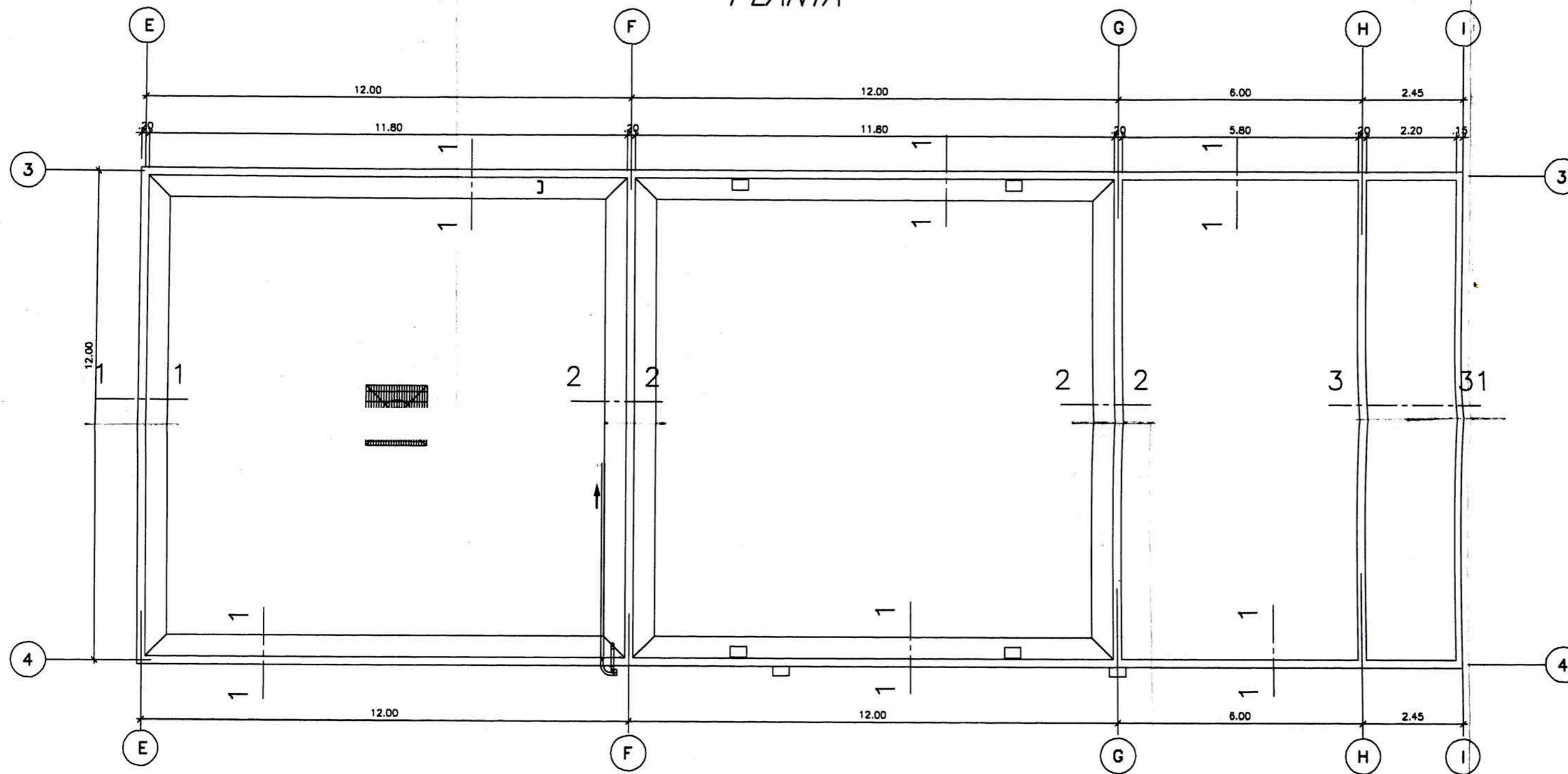


COTA DE TERRENO (m)	534.32	533.60	532.20	532.00
COTA DE FONDO (m)	532.52	530.50	527.20	527.20
DIAMETRO NOMINAL (mm)	Ø 200, PVC-U, SERIE 16.7, NTP - ISD 4435			
PENDIENTE (%)	0.36	0.36		
DISTANCIA PARCIAL (m)	60.00	63.69	32.5	
DISTANCIA ACUMULADA (m)	0.00	60.00	123.69	156.19

ESCALA H :1/500
 ESCALA V :1/50

TESIS DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA		
CAPITULO: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE AREQUIPA	PLANO: A-7	
TITULO: PERFIL LONGITUDINAL Y DETALLES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO AREQUIPA		
ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2006	DESARROLLO CAD: J.LEON

PLANTA



CORTE 1-1

CORTE 2-2

CORTE 3-3

ESPECIFICACIONES:	
CONCRETO :	- SOLADO $f_c = 100 \text{ KG} / \text{cm}^2$
	- CONCRETO ARMADO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
ACERO :	- BARRA CORRUGADA $f_y = 4200 \text{ KG} / \text{cm}^2$
	GRADO 60 ASTM A615
RECUBRIMIENTO :	- SUPERFICIE SOBRE SOLADO 5.0 cm.
	- MURO DE CONCRETO 3.50 cm.
NOTA :	LA LONGITUD DE ANCLAJE SERA DE 0.20 cm.

TERRAS			
DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE IQUITOS Y AREQUIPA			
CANTIDAD:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AEROPUERTO DE AREQUIPA		PLANO:
TITULO:	ESTRUCTURAS PLANTA DE TRATAMIENTO AREQUIPA		
ESCALA:	FECHA:	DESARROLLO CAD:	A-8
1/50	NOVIEMBRE 2006	J.LEON	