camarón, hacia el Este con terrenos no ocupados y al Oeste con el Colegio Logos.

La Urbanización contará de acuerdo a la planificación urbana diseñada, con lotes para la construcción de viviendas unifamiliares de dos plantas, para personas de nivel medio-alto.

El sistema que dotará de agua potable a la Urbanización, se deberá proyectar desde la línea principal del acueducto de 700 mm ya existente.

Al no existir un sistema de alcantarillado sanitario, ni un colector matriz municipal, se deberá entonces diseñar las redes internas de recolección, debiéndose evacuar las aguas servidas mediante una estación de bombeo y realizar un tratamiento antes descargarlas.

* 1. **Descripción del Proyecto**

La presente descripción técnica corresponde a las alternativas para el diseño del sistema de bombeo de las AASS de una urbanización.

Como antecedente se va a describir el sistema de alcantarillado existente que conduce las AASS por gravedad hasta el cárcamo o pozo húmedo de la Estación de Bombeo.

El sistema de alcantarillado de la urbanización en estudio se compone principalmente por las siguientes partes:

Colectores terciarios: Los colectores terciarios corresponden al sistema de tubería menor que recogen las AASS desde las acometidas domiciliares y en esta urbanización serán de 150 mm de diámetro interno de PVC.

Colector Principal: Es el sistema de tubería instalado a niveles más bajos que los colectores terciarios que transportan a las AASS hasta la estación de bombeo, en esta urbanización se instalarán tuberías de 250 mm de diámetro interno de PVC.

Para realizar el diseño de la estación de bombeo sólo hay disponibilidad de un área de 132 metros cuadrados, por lo que se debe considerar esta superficie como un limitante al momento de realizar la diagramación del sistema.

Las aguas residuales que llegan a la Estación serán bombeadas inmediatamente hacia la planta de tratamiento, la misma que se ubicará a ocho metros desde la estación de bombeo. Una vez tratada el agua, esta será descargada hacia un canal natural que la conducirá finalmente hasta el Estero Mogollón.

* 1. **Parámetros Preliminares de Diseño**

Para el correcto dimensionamiento de una estación de bombeo de aguas residuales existen parámetros importantes que definen la selección de las bombas, la velocidad de flujo, el tamaño de las tuberías y de los colectores.

Estos parámetros vienen dados en las variables de alimentación de cada urbanización.

* + 1. **Población**

Para cálculo de la población se realizan las siguientes consideraciones:

Número de lotes que descargan en los colectores sanitarios = 205

Número de personas por solar = 6 hab.

Número total de personas = 1.230 hab.

**1.3.2 Dotación del Agua Potable**

En un sistema de alcantarillado sanitario, generalmente el agua que circula por éste proviene de los usos que le dan los usuarios al agua potable, por lo tanto es necesario establecer este parámetro para luego determinar el porcentaje en que ésta pasa al sistema de recolección de las aguas servidas.

La dotación de diseño considerada para este estudio se encuentra ya establecida, según informe de factibilidad realizado por la empresa ECAPAG y fue evaluada **en 270 lt/hab-día**, valor considerado en el plan Maestro de Agua Potable para Guayaquil.

 **1.3.3 Recomendaciones del caudal de diseño y otros coeficientes utilizados.**

Para el presente proyecto se hace uso de normas y procedimientos locales, como las normas Técnicas Especificaciones de construcción año 2004 de INTERAGUA y el formulario No. PR-REV. 02 de INTERAGUA, que define los procedimientos para revisión y/o aprobación de Estudios sobre infraestructura de AAPP, AASS Y AALL de urbanizaciones o conjuntos residenciales, además de normas internacionales como el Reglamento Técnico Normativo de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000, Normas de la República de Colombia). Como primer paso se define el nivel de complejidad del sistema, el mismo que depende del número de habitantes, su capacidad económica, que para este proyecto se la define como nivel medio y el grado de exigencia técnica que se requiera, de acuerdo con la tabla siguiente:

|  |
| --- |
| **TABLA 1** |
| **Asignación del nivel de complejidad del sistema** |
| Nivel de complejidad del sistema | Población | Capacidad económica |
| Bajo | <2500 | Baja |
| Medio | 2501 a 12500 | Media |
| Medio alto | 12501 a 60000 | Media |
| Alto | > 60000 | Alta |

* Fuente: Reglamento RAS 2000, Título A.

Como se puede visualizar en la tabla anterior se tienen dos ítems para seleccionar el nivel de complejidad del sistema, de acuerdo con la tabla mostrada, se tienen dos niveles de complejidad, nivel bajo porque la población es menor a 2500 habitantes y nivel medio porque la capacidad económica de la población en estudio es media. Pero el nivel de complejidad del sistema adoptado debe ser el que resulte mayor entre la clasificación obtenida por la población y la capacidad económica, por lo tanto se toma el valor mayor de ambos y se define el valor de nivel de complejidad del sistema **Medio**.

Para estimar la razón de volumen de aguas residuales aportadas al sistema de recolección y evacuación se ha tomado las siguientes consideraciones:

 **Aporte doméstico** $Q\_{D}$

El aporte doméstico$Q\_{D}$ está definido como:

$$Q\_{D}=\frac{C.P.R}{86400} \left[\frac{lt}{seg}\right]$$

Donde **C** es el consumo medio diario por habitante en lt/hab-día, este corresponde a la dotación neta, es decir a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto. Su valor numérico estimado es la dotación de diseño y su valor es de 270 lt/hab-día.

**P** es la población servida, esta se ha estimado a partir del producto del número de viviendas planificadas en el área de drenaje y el número medio de habitantes por vivienda. En el presente proyecto el número de viviendas es 205 y se ha considerado un promedio de 6 personas por vivienda, el producto de ambos resulta un total de **1230** habitantes.

El coeficiente de retorno **R** es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Su estimación debe provenir del análisis de información existente de la localidad y/o mediciones de campo, o puede ser definido por la empresa prestadora del servicio en este caso, INTERAGUA S.A. Cuando no exista información o esta sea muy pobre, pueden utilizarse como guía los rangos de valores de R descrita en la tabla 2, justificando apropiadamente el valor finalmente adoptado.

|  |
| --- |
| **TABLA 2** |
| **Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas** |
| Nivel de complejidad del sistema | Coeficiente de retorno |
| Bajo y medio | 0.7-0.8 |
| Medio alto y alto  | 0.8-0.85 |
|  |  |  |  |  |
| \* Fuente: Reglamento RAS 2000, Título D.  |

El nivel de complejidad del proyecto a realizar es medio, por lo cual se ha estimado como 0.8 el coeficiente de retorno R, por lo tanto el valor numérico del aporte doméstico es:

$$Q\_{D}=\frac{C.P.R}{86400} \left[\frac{lt}{seg}\right]$$

$$Q\_{D}=\frac{270\*1230\*0.8}{86400} $$

$$Q\_{D}=3.075\frac{lt}{seg}$$

 **Caudal de conexiones erradas** $Q\_{CE}$

Cuando existen malas conexiones de bajantes de tejados y patios se debe considerar los aportes de aguas lluvias. Estos aportes son en función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas. Este valor también puede ser definido por la empresa prestadora de servicio es este caso, INTERAGUA S.A. En la **tabla 3** se dan como guía valores máximos de los aportes por conexiones erradas, en caso que exista un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias. Pueden considerarse otros métodos de estimación de conexiones erradas, como porcentajes del caudal medio diario de aguas residuales, con justificación por parte del diseñador.

|  |
| --- |
| **TABLA 3** |
| **Aportes máximos por conexiones erradas** |
| Nivel de complejidad del sistema | Coeficiente de retorno(Lt/seg-Ha) |
| Bajo y medio | 0.2 |
| Medio alto y alto  | 0.1 |
|  |  |  |  |  |
| \* Fuente: Reglamento RAS 2000, Título D. |

$$Q\_{CE}=0.2\frac{lt}{seg\\_Ha}\*A$$

$$Q\_{CE}=0.2\frac{lt}{seg\\_Ha}\*8.8Ha$$

$$Q\_{CE}=1.76\frac{lt}{seg}$$

**Caudal de infiltración** $Q\_{INF}$

La infiltración de aguas subsuperficiales es una variable inevitable en las redes de alcantarillado sanitario, principalmente las freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores existen malas conexiones de bajantes de tejados y patios se debe considerar los aportes de aguas lluvias.

Estos aportes son en función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas. Este valor también puede ser definido por la empresa prestadora del servicio.

En ausencia de medidas directas o ante la imposibilidad de determinar el caudal por infiltración, el aporte puede establecerse con base a valores de la **tabla 4**, en donde el valor inferior del rango dado corresponde a condiciones constructivas más apropiadas, mayor estanqueidad de colectores y estructuras complementarias y menor amenaza sísmica. La categorización de la infiltración alta, media y baja se relaciona con las características topográficas, de suelos, niveles freáticos y precipitación.

|  |
| --- |
| **TABLA 4** |
| **Aportes por infiltración** |
| Nivel de complejidad del sistema | Infilt. Alta ( lt//seg-Ha) | Infilt. Media ( lt//seg-Ha) | Infilt. Baja ( lt//seg-Ha) |
| Bajo y medio | 0.15-0.4 | 0.1-0.3 | 0.05-0.2 |
| Medio alto y alto  | 0.15-0.4 | 0.1-0.3 | 0.05-0.2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| \* Fuente: Reglamento RAS 2000, Título D. |  |  |  |  |

$$Q\_{INF}=0.2\frac{lt}{seg\\_Ha}\*A$$

$$Q\_{INF}=0.2\frac{lt}{seg\\_Ha}\*8.8 Ha$$

$$Q\_{CE}=1.76 \frac{lt}{seg}$$

**Factor de mayoración**$ F$

El factor F tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. Este valor disminuye en la medida en que el número de habitantes aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir más a amortiguar los flujos. Sin embargo, esto no es factible en muchos casos, por lo que es necesario estimarlo con base en relaciones aproximadas como la Ecuación de Harmon (Fuente: RAS 2000 Título D), esta ecuación es válida para un rango de 1000 a 1000000 de habitantes, esta se estima en función del número de habitantes del proyecto, reemplazándolo en función de miles de habitantes.

$$F=1+\frac{14}{4+P^{0.5}}$$

$$F=1+\frac{14}{4+1.230^{0.5}}$$

$$F=3.74$$

 En general el valor de F debe ser mayor o igual a 1.4.

**Caudal máximo horario** $Q\_{MH}$

El caudal máximo horario, es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. El caudal de máximo horario se estima a partir del caudal doméstico mediante el uso del factor de mayoración F. El caudal de máximo horario está definido por la ecuación:

$$Q\_{MH}=F. Q\_{D}$$

$$Q\_{MH}=3.74\*. 3.075\frac{lt}{seg}$$

$$Q\_{MH}=11.50 \frac{lt}{seg}$$

* 1. **Planta de Tratamiento para aguas residuales**

Según las Ordenanzas Municipales el tratamiento de aguas residuales es obligatorio en toda urbanización que sea construida en orden de minimizar o anular cualquier efecto negativo al medio ambiente por contaminación de desechos sólidos humanos.

Para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales se deben tener en cuenta aspectos tecnológicos, ambientales y de disponibilidad de terreno, que tengan además una eficiencia que esté de acuerdo con los requerimientos previstos en los Informes de Factibilidad realizados por la compañía local encargada de velar por el correcto funcionamiento de estos sistemas*.*

* + 1. **Concepción del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales**

El sistema estará constituido por un sistema de lodos activados en Aeración Extendida y Digestión Aeróbica de lodos, produciendo efluentes finales de alta calidad y asegurando la total ausencia de olores en las inmediaciones de la planta.

* + 1. **Descripción de Funcionamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

La planta comprenderá de las siguientes etapas:

* Cámara de Aireación.
* Cámara de Sedimentación.
* Cámara de Cloración.
* Retorno de Lodos.
* Digestión Aeróbica de Lodos.

El afluente a tratar llegará a la Planta de Tratamiento impulsado desde un pozo de bombeo.

Luego ingresa a la Cámara de Aireación donde se produce la etapa de tratamiento biológico. En esta cámara por medio de un Sistema de Aireación, se introduce oxígeno a la masa líquida, estimulando el crecimiento y desarrollo de bacterias aeróbicas.

Estas bacterias degradan el material orgánico y se convierten en flóculos de bacterias, formando lo que se denomina Licor Mezclado o Biomasa.

El Licor Mezclado fluye hacia la Cámara de Sedimentación, donde los flóculos de bacterias se decantan, formando un lodo, que se deposita en el fondo de la cámara.

El líquido clarificado sale del sedimentador a través de un canal con vertedero metálico y es conducido hacia la Cámara de Cloración.

El líquido tratado, antes de ser enviado a curso receptor debe ser desinfectado. Esta etapa se lleva a cabo en la Cámara de Cloración mediante la dosificación de hipoclorito de sodio de forma tal que se pueda obtener un residual de cloro superior a 0,2 p.p.m.

El lodo decantado en el Sedimetador es continuamente extraído mediante cañería de succión y bombas, siendo así recirculado continuamente a la Cámara de Aireación a efectos de retroalimentar la colonia bacteriana.

Cuando se produce exceso de lodos en la Cámara de Aireación, el mismo se desvía a la Cámara de Digestión Aeróbica.

En esta cámara por medio de un Sistema de Aireación, el lodo es continuamente aireado y mezclado, hasta digerirlo totalmente en forma aeróbica.

Este lodo digerido una vez alcance una concentración de 3 al 4 %, mediante purgas periódicas del líquido de superficie, puede ser extraído de la planta, o utilizado para riego de terrenos bajos.