

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO PARA
EL BARRIO SAN ISIDRO DE PINTAG”**

PREVIA A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR:

**SRTA. MIRTHA VIVIANA CORREA ORDÓÑEZ
CAPT. DE E. LEONARDO XAVIER VELÁSQUEZ AGUILAR**

SANGOLQUÍ, AGOSTO DEL 2006

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme dado todo lo que tengo.

A mis padres, porque siempre estuvieron conmigo, apoyándome y ayudándome en todo momento.

A mis hermanos, por su comprensión, apoyo y cariño incondicional.

A mis abuelitos, porque siempre están pendientes y brindándome su apoyo.

A mis amigos, por darme su mano cuando la necesité.

Viviana Correa

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque con su presencia divina ha dado paso a la culminación de una nueva etapa de mi vida.

A mi esposa y mis hijos, por el valioso tiempo que sacrificamos, pero que nos permitirá construir un mejor futuro.

A mis padres, por haberme dado una educación de calidad e inculcarme valores para hacerme un hombre de bien.

A mis hermanos, sobrinas y cuñados, que constituyen una motivación para seguir edificando una gran familia.

A mis abuelitos, tíos y primos, porque estén donde estén seguimos manteniéndonos unidos, pendientes y apoyándonos cuando ha sido necesario.

A mis amigos, por todos y cada uno de los momentos que hemos compartido, y porque de una u otra manera pusieron su granito de arena en este trabajo.

Xavier

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, que siempre me apoyaron y me dieron su ayuda incondicional.

A mi abuelita Mercedes, que siempre estuvo pendiente de mí, y en especial a mi abuelito Raúl, que desde el cielo me ha ayudado y me ha dado fuerzas para concluir esta importante meta.

Viviana Correa

A Mónica, que no solo ha sido la esposa incondicional, sino que ha doblado esfuerzos para guiar nuestro hogar, dándome la tranquilidad necesaria para dedicarle mi mejor esfuerzo a esta Tesis.

A Matthew y Johann, que son la razón de mi vida y quienes cada día me dan el valor para enfrentar cualquier desafío.

A mis padres y hermanos, que durante toda esta etapa de mi vida me han brindado su apoyo, cariño y comprensión.

Xavier

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN.-

La presente tesis comprende la aplicación de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en las aulas y proyectarlas hacia la colectividad, en este caso mediante el diseño definitivo del Sistema de Alcantarillado Combinado para el Barrio San Isidro de la Parroquia de Pintag, el cual cumple con los parámetros de diseño de la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EMAAP-Q), el sistema solucionará los problemas de saneamiento del barrio.

1.2 ANTECEDENTES.-

La falta de alcantarillado en algunos barrios y en otros la falta de capacidad hidráulica de las tuberías, sobre todo en sistemas antiguos, han ocasionado múltiples molestias a sus moradores, de ahí que, el Departamento de Estudios y Diseño de la EMAAP-Q, ha auspiciado a estudiantes de la ESPE, para que realicen la presente Tesis de Grado: “Sistema de Alcantarillado Combinado para el barrio San Isidro de Pintag”.



Figura 1.1: Parroquia de Pintag

Por lo que antecede, el estudio contempla dos fases definidas:

- a. Diagnostico, estado físico e hidráulico del sistema existente.
- b. Diseño definitivo para el período contemplado.

1.3 OBJETIVOS.-

- a. Diseñar el sistema de alcantarillado combinado del barrio San Isidro de Pintag.
- b. Realizar el estudio de Impacto Ambiental del Proyecto.

1.4 UBICACIÓN Y DATOS DEL PROYECTO.-

1.4.1 Ubicación geográfica y estudios recientes.

San Isidro de Pintag se ubica en una zona de agrícola, situada al sur-occidente con relación a su cabecera parroquial. Su altura media es de 2826 m. Limita:

Al NORTE: el Barrio Santa Martha;

Al ORIENTE: Quebrada Iñala;

Al SUR: el Barrio San Juanito de Pintag; y,

Al OCCIDENTE: Quebrada La Clemencia.

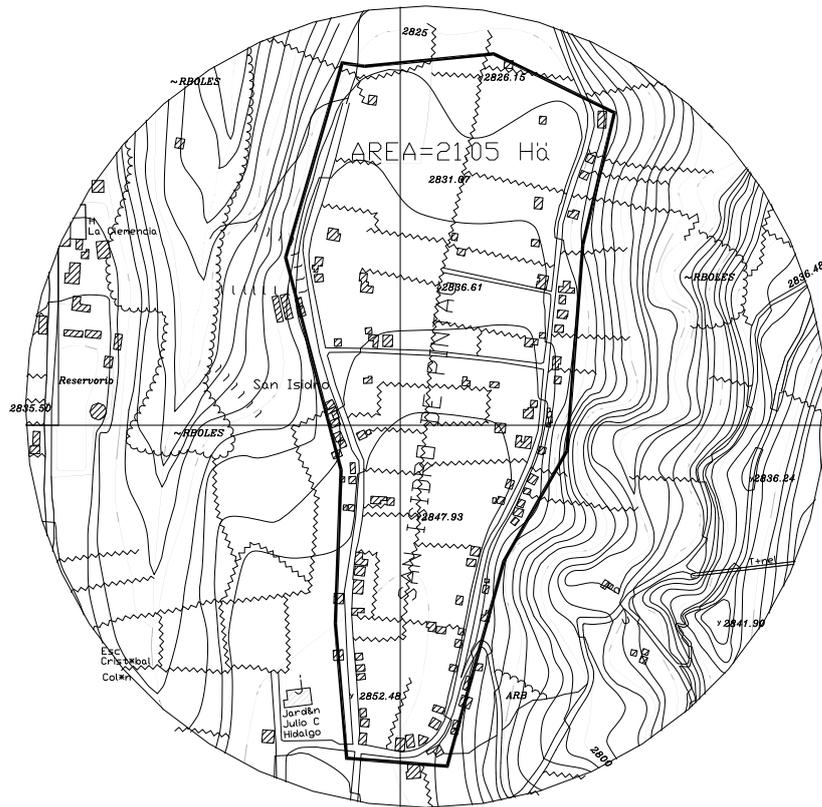


Figura 1.2: Barrio San Isidro

En la Figura 1.2 se puede observar el mapa de ubicación del barrio.

Para determinar la tasa de crecimiento se hace referencia a la siguiente tabla:

Tabla 1.1: TASAS DE CRECIMIENTO DE LAS PARROQUIAS DEL D.M.Q.

PERIODO	PLAN MAESTRO	PGDT	PLAN INVERSIONES	COSTOS Y TARIFAS	DMTV-MDMQ	INEC	PRO
2001-2005	3.6	2.4	1.0	1.8	3.1	2.5	3.6
2005-2010	3.2	5.7	4.2	2.4	2.7	1.8	2.2
2010-2015	2.7	6.2	4.2	2.1	2.3	-	1.9
2015-2020	2.3	6.6	4.2	1.9	2.0	-	1.9
2020-2025	2.2	5.9	4.6	1.7	1.8	-	2.0

* Cuadro 2.27, ESTUDIO DE POBLACIÓN, DEMANDA Y OFERTA DEL PRO. EMAAP-Q.

- ✓ Plan Maestro de Agua Potable de la EMAAP-Q
- ✓ PGDT: Plan General de Desarrollo Territorial
- ✓ PLAN INVERSIONES: Planes y Programas para prevenir la escasez de agua potable en el futuro
- ✓ COSTOS Y TARIFAS: Estudio
- ✓ DMTV-MDMQ: Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda
- ✓ INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- ✓ PRO: Proyecto Ríos Orientales

Para el proyecto, se ha seleccionado la tasa de crecimiento del Plan Maestro, equivalente al 3.6%, toma en cuenta además una población actual de 652 habitantes.

1.4.2 Diagnóstico y catastro.

1.4.2.1 Datos del Área de influencia.-

Como parte del estudio, se recopiló información y se realizaron varias inspecciones con el fin de conocer los problemas que presenta el actual alcantarillado sanitario de San Isidro; se mantuvo reuniones de trabajo con el Presidente del Barrio y se realizó un recorrido de reconocimiento donde se identificaron los siguientes problemas:

- La red existente fue construida hace 20 años, es decir que ya cumplió su período de diseño.

- Esta red tiene problemas de capacidad (sus diámetros son mínimos, $\varnothing = 200$ mm) en varios tramos; esta falta de capacidad hidráulica y mal uso de la misma, ocasiona taponamientos, obligando a la población a realizar mantenimientos correctivos de limpieza y remoción de escombros tanto en pozos como en tramos de tubería.

(Figura 1.3)



Figura 1.3: Diámetro de la red existente

- Debido a las fuertes precipitaciones ocurridas en este último invierno, las alcantarillas han colapsado. (Figura 1.4)



Figura 1.4: Alcantarilla colapsada

1.4.2.2 Datos del Catastro.-

Cuadro 1.1: CARACTERÍSTICAS DE LA RED EXISTENTE

UBICACIÓN	POZOS	DIÁMETRO (mm)	MATERIAL	ESTADO
CALLE 1	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10, 10 ^a ,11,12,13,14,15, 16,17,18,18 ^a ,19,20, 21,22,23,24,25,26, 27,28,29,29 ^a	200	Hormigón simple y mampostería de ladrillo	Regular y malo
CALLE 2	1,71,70,69,68,67,66, 65,64,63,62,61,60, 56,55,54,53,52,51, 50,49,48,47,47 ^a ,46, 45,44,43,42,41,40, 39,38	200	Hormigón simple y mampostería de ladrillo	Regular y malo
CALLE 3	56,57,58,59,9	200	Hormigón simple y mampostería de ladrillo	Malo
PASAJE. 1	UL, 10 ^a	200	Hormigón simple y mampostería de ladrillo	Malo
PASAJE 2	18 ^a ,47 ^a	200	Hormigón simple y mampostería de ladrillo	Malo

- Existen tramos de redes que debido a su baja pendiente tiene presencia de sedimentos y basura. En general toda la red se encuentra en mal estado.
- Las redes catastradas tienen un diámetro de 200 mm con tuberías de hormigón simple, las mismas que son únicamente sanitarias. Su construcción fue ejecutada por el ex IEOS en el año 1979, disponiéndose además de planos de construcción de las redes.
- De conversaciones con los moradores, se pudo investigar que en la parte alta del barrio, no se ha suscitado ningún desborde en la red durante las lluvias, caso contrario en las partes bajas, donde la red colapso debido a las fuertes precipitaciones pues sobrepasaron la capacidad de las tuberías; esto se debe a que las calles son empedradas y no existen sumideros. Se recomienda que estas redes se reemplacen en el futuro.

1.4.2.3 Estado Actual de la Red Existente.-

Para el análisis hidráulico se ha evaluado los pozos y tuberías catastrados, que tienen un diámetro de 200 mm. La red tiene problemas de falta de capacidad, en varios tramos, este problema ha afectado a la población sobre todo en este último período de invierno en el cual, las precipitaciones fueron intensas.

Todos los pozos catastrados tienen peldaños y se encuentran en mal estado; algunas de las tuberías presentan sedimentos y basura.

1.4.3 Conclusiones y Recomendaciones.

- ✓ La falta de políticas sanitarias en la parroquia de Pintag, hace necesario solucionar los problemas sanitarios generados a lo largo del tiempo y prever las futuras intervenciones en el área del proyecto. Para el efecto, es necesario encauzar las aguas servidas que circulan por acequias y quebradas mediante colectores combinados y de esta manera mitigar las condiciones de insalubridad existentes.
- ✓ La red a diseñarse será combinada, de acuerdo a lo impuesto en los Parámetros de Diseño de Alcantarillado de la EMAAP-Q, para todo el Distrito Metropolitano.
- ✓ Se propone un plan de manejo de las quebradas, orientado a evitar que se realicen rellenos no planificados, obstrucción de cauces naturales y ocupación de las franjas de protección con viviendas. Este programa de prevención deberá ser conocido y controlado por autoridades locales.

CAPÍTULO II

BASES DE DISEÑO

2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.

2.1.1 Tipo de Sistema.

El sistema a diseñarse para el barrio San Isidro de la parroquia Pintag, consistirá en un *alcantarillado combinado*, en el cual se ha tomado en cuenta los criterios de descontaminación de aguas servidas mediante aliviaderos y separadores de caudal, con el propósito de transportar las aguas residuales hasta las futuras plantas de tratamiento. Los aliviaderos y separadores de caudal servirán para aliviar los caudales pluviales en crecidas, cuyos excesos se evacuarán hacia los cuerpos receptores, en ríos o quebradas, que en este proyecto se materializan en la quebrada La Clemencia, con cargas contaminantes mínimas que no afectarán al entorno.

2.1.2 Período de Diseño.

Para la red de alcantarillado del Proyecto, se ha adoptado los parámetros de diseño proporcionados por la EMAAP-Q, en los cuales se establece un período de diseño de 20 años.

2.1.3 Población de Diseño.

En San Isidro de Pintag, la tendencia del crecimiento poblacional, se ve claramente afectada por el desarrollo agrícola, existencia de vías de comunicación, facilidades educativas, nuevas fuentes de trabajo, servicios públicos y saneamiento integral de la zona.

Para predecir la población futura, se emplean 3 métodos: Aritmético, Geométrico y Logarítmico; los resultados se detallan en el Cuadro 2.1:

$$P_a = 652 \text{ hab.}$$

$$n = 20 \text{ años}$$

Cuadro 2.1: MÉTODOS PARA DETERMINAR LA POBLACIÓN

FUTURA.

FUENTE	K	M. ARITMÉTICO	M. GEOMÉTRICO	M. LOGARÍTMICO
		$Pf=Pa+n\cdot K$	$Pf=Pa\cdot(1+K)^n$	$Pf=Pa\cdot e^{K\cdot n}$
Plan Maestro	3.6	724	1323	1339
PGDT	2.4	700	1048	1054
P. Inversiones	1.0	672	796	796
Costos y Tarifas	1.8	688	932	935
DMTV-MDMQ	3.1	714	1201	1212
INEC	2.5	702	1068	1075

- * Pf = Población futura
- * Pa= Población actual
- * K = Tasa de Crecimiento Poblacional (TCP) tomada del Plan Maestro
- * n = Número de años

Se adopta la tasa del Plan Maestro por ser la más conservadora y empleada para parroquias rurales, equivalente a 1339 habitantes, para realizar los diferentes diseños.

2.1.4 Áreas de Aportación.

El proyecto tiene un área de aportación que se circunscribe a la zona de influencia cercana y a la poblada. La capacidad de cada tramo de la red, será la adecuada para recolectar los flujos de las áreas aportantes indicadas en los planos respectivos (ANEXO "A").

2.1.5 Caudal de Diseño.

Se han adoptado los parámetros de la EMAAP-Q, para el alcantarillado de tipo *combinado*.

2.1.5.1 Caudal de aguas servidas.

✓ *COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD O MAYORACIÓN*

(M).- El caudal medio de aguas servidas se utilizará siempre como parámetro para obtener el caudal máximo instantáneo, para lo cual de acuerdo a las *Bases de Diseño para*

Alcantarillado Combinado de la EMAAP-Q, se lo afectará del coeficiente de simultaneidad "M" igual a:

$$M = \frac{3.697}{Q^{0.073325}} \text{ ①}$$

Donde:

M = Coeficiente de simultaneidad o mayoración.

Condición: M = 4, cuando Q < 4 l/s

Rango de límites = 1,5 ≥ M ≤ 4

Q = Caudal medio diario de aguas servidas en (l/s).

El caudal medio de las aguas residuales será igual al 70% de la dotación de agua potable. La dotación es de 170 + 40 (por fugas) = 210 l/h/d para el final del período de diseño.

Se considerará este caudal afectado por el coeficiente de simultaneidad o mayoración (M). Debiendo, aplicar la fórmula:

$$Q_{max} = PP * \left(\frac{210 * M}{86.400} \right) + 0,1 * A \text{ ①}$$

Donde:

Q_{max} = Caudal Máximo (l/s)

PP = Población Proyectada

M = Coeficiente de Mayoración

0,1 A = Caudal de infiltración

A = Área en Hectáreas

Puesto que el área de estudio dispone de abastecimiento de agua potable, el caudal medio de las aguas residuales, conforme se indicó anteriormente, será función de la dotación de agua potable real para el final del período de diseño.

① *Parámetros de Diseño para Sistemas de Alcantarillado de la EMAAP-Q*

2.1.5.2 Caudal pluvial.

La aportación de aguas lluvias, para drenaje de hasta 200 Ha, se determinará por el Método Racional cuya fórmula es:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{0.36} \text{ ①}$$

Donde:

- Q = caudal en l/seg.
- C = coeficiente de escurrimiento
- A = área de drenaje en hectáreas.
- I = intensidad de lluvia en mm/hora.

Para el cálculo de la intensidad en este caso la EMAAP-Q obligatoriamente aplica la ecuación de cálculo siguiente:

✓ *ESTACIÓN "LA TOLA"*

Para poblaciones del orientales de Quito, Valles de los Chillos, Pifo, Puembo, Yaruquí, El Quinche.

$$I = \frac{39.90 * T^{0.09}}{t^{1.98}} * [\ln(t + 3)]^{5.39} * (\ln T)^{0.11} \text{ ①}$$

Donde:

- I = Intensidad de lluvia (mm/h)
- Ln = Logaritmo natural
- T = tiempo (minutos) de concentración de la lluvia + tiempo de recorrido = (tc + tf = t)
- tc = tiempo de concentración, el inicial mínimo 12 minutos o el calculado con fórmula:

$$tc = \frac{0.0195 * L^{1.155}}{(Dif.nivel)^{0.385}} \text{ ①}$$

y, para tiempo de recorrido:

$$t = \frac{1}{60} * \sum \left(\frac{L_i}{V_i} \right) \text{ ①}$$

- L = Li = Longitud del Colector (m)
- Vi = Velocidad en el colector (m/s)

① *Parámetros de Diseño para Sistemas de Alcantarillado de la EMAAP-Q*

Los períodos de retorno (T) que la hoja de cálculo considera para la determinación del caudal de aguas lluvias son de 10 años, y guardan concordancia con los valores adoptados por la EMAAP-Q para el diseño de redes principales.

Únicamente con la aprobación escrita de la EMAAP-Q, el Consultor podrá hacer cambios a estos períodos de retorno.

De acuerdo a estos parámetros, para el Barrio San Isidro de Pintag, se adoptó un período de retorno de 10 años.

Método Racional.

Se aplica en cuencas de áreas con una superficie de aporte de hasta 200 Ha, como es el caso de San Isidro de Pintag.

Para el Coeficiente de Escorrimento (C); se recomiendan los valores siguientes:

0.70→Para centros urbanos con densidad de población cercana a la de saturación y con calles asfaltadas

0.60→Para zonas residenciales de densidad, $D \geq 200$ hab/Ha

0.55→Para zonas con viviendas unifamiliares, $150 < D < 200$

0.50→Para zonas con viviendas unifamiliares, $100 < D < 150$

0.40→Para zonas con viviendas unifamiliares, $D < 100$

0.40→Para zonas Rurales con población dispersa

Para el proyecto se adopta un valor de $C=0.40$, es decir una zona con viviendas unifamiliares y menores a 100 hab/Ha, de acuerdo a las características conocidas del sector.

2.1.6 Velocidad de Diseño.

Para el cálculo de la velocidad se empleará la fórmula de Manning-Strickler, cuya expresión es:

$$V = \frac{R^{2/3} * J^{1/2}}{\eta}$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

J = pendiente del conducto

R = radio hidráulico ($R=A/P$)

η = coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad η se seleccionará de la tabla siguiente:

Tabla 2.1: Coeficiente de rugosidad η

TIPO DE CONDUCTO	RANGO	η
Tubería de Hormigón Simple	0.012-0.015	0.013
Tubería de Plástico o PVC corrugada	0.013	0.013
Tubería Termoplástico de interior liso o PVC	0.010	0.010
Colectores y tuberías de hormigón armado fundido en sitio	0.013-0.015	0.015
Ladrillo	0.014-0.019	0.016
Mampostería de piedra	0.017-0.020	0.018
Tubería de acero corrugado	0.024-0.027	0.026
Canal en tierra sin revestir	0.025-0.040	0.033
Canal en roca sin revestir	0.030-0.045	0.038
Canal revestido con hormigón	0.013-0.015	0.015
Túnel en roca sin revestir	0.025-0.040	0.033
Túnel revestido con hormigón	0.014-0.016	0.015

Para el alcantarillado de San Isidro, se adoptará un $\eta= 0.013$, que corresponde a una tubería de hormigón simple.

2.1.6.1 Criterios de Velocidad en los Conductos.

De acuerdo al criterio establecido por la EMAAP-Q se tiene las siguientes velocidades:

V. mín. a tubo lleno

0,90 m/s

V. mín. de autolimpieza

0,50 m/s

(*) V. máxima de diseño en tuberías de hormigón 6,00 m/s

(*) V. máxima de diseño en canales y colectores,
de hormigón armado, y tuberías termoplásticos
o PVC

9,00 m/s

(*) Para velocidades superiores a estas, se proyectarán y diseñarán estructuras hidráulicas de disipación de energía que permitan pasar de régimen supercrítico a régimen subcrítico a la salida de dichas estructuras.

2.1.7 Cálculos Hidráulicos de la Red.

Las tuberías y colectores se diseñarán a tubo-sección parcialmente lleno, con el 80 % como máxima capacidad a ser utilizada en el tramo y en condiciones de flujo a gravedad.

Estos cálculos se presentarán en el CAPÍTULO III, de acuerdo al formato proporcionado por la EMAAP-Q.

2.1.8 Dimensiones de las Tuberías.

El diámetro mínimo en tuberías para los sistemas de alcantarillado de Quito será de 250 mm.

Con esta condición y verificando que cada una de las tuberías cumplan con las condiciones de diseño, se han determinado los diámetros obtenidos.

2.1.9 Pozos de Revisión.

Se colocarán al inicio de los tramos, pozos de cabecera; cambio de pendiente, dirección y sección transversal.

La máxima distancia entre pozos será de 80 m. Debiendo considerar pozos intermedios entre puntos de intersección de los ejes de las vías en los tramos de fuerte pendiente. La topografía definirá los puntos de intersección, los cuales coincidirán con los pozos implantados en el diseño.

Los pozos de revisión se sujetarán a los diseños que proporcionará la Empresa establecidos para: diferentes alturas, condiciones de cimentación y casos específicos de quebradas. Se consideran diseños especiales en hormigón armado: los pozos implantados sobre colectores, los pozos mayores de 4.50 m de profundidad y pozos con estructuras de disipación de energía.

Los pozos de salto interior, se aceptaron para tuberías de hasta 600 mm de diámetro y con un desnivel máximo de 1.00 m. para caídas superiores a 1.00 hasta 4.00 m., se proyectaran caídas externas, con o sin colchón de agua, mediante estructuras especiales, diseñadas según las alturas de esas caídas y sus diámetros o dimensiones de ingreso al pozo, para estas condiciones especiales, se han diseñado las estructuras que mejor respondan al caso en estudio, justificando su óptimo funcionamiento hidráulico-estructural y la facilidad de operación y mantenimiento.

En todo caso, se optimizaron estas caídas, diseñando los colectores con disipadores de energía como el disipador de bandeja en el pozo 76, que previamente han sido aprobados por la Empresa. En ningún

caso la estructura del pozo servirá como disipador de energía salvo el caso que se dé la demostración correspondiente.

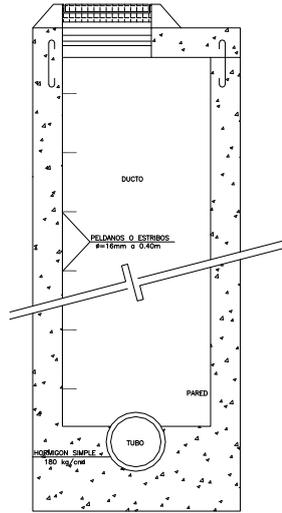


Figura 2.1: Esquema del pozo de revisión

2.1.10 Conexiones Domiciliarias.

Como información para los planos de detalle, las conexiones domiciliarias se empatarán directamente desde un cajón de profundidad máxima de 1.5 m, a la red matriz o a canales auxiliares mediante tuberías de diámetro igual a 150 mm con un ángulo horizontal de entre 45° a 60° y una pendiente entre el 2% y 11%. Estas conexiones domiciliarias coincidirán en número con los lotes de la urbanización y están correlacionadas con las áreas de aporte definidas en el proyecto.

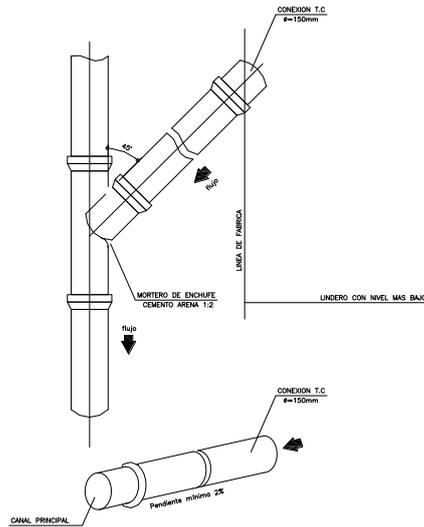


Figura 2.2: Esquema de conexión domiciliar

2.1.11 Sumideros.

Son estructuras que permitirán el ingreso de la escorrentía superficial de aguas lluvias, que corren por las cunetas, las mismas que se conectarán directamente a los pozos de revisión, con una tubería de 200 mm de diámetro y una pendiente entre el 2% al 11%.

Se emplearán aquellas estructuras o rejillas de hierro fundido que permitan el ingreso del flujo con cierta facilidad adecuándolas al terreno cuando la pendiente longitudinal de la calle sea alta.

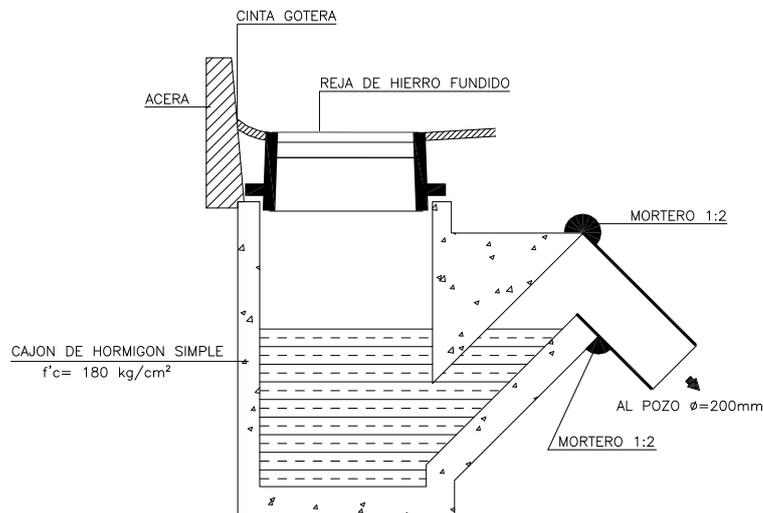


Figura 2.3: Esquema de sumidero

CAPÍTULO III

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO.

La hoja de cálculo, se ha realizado en Excel en cuyas primeras filas se tienen las bases de diseño que son generales y, en las primeras columnas se tienen los datos particulares de cada uno de los tramos; en el resto de columnas, se procesa el resto de la información.

3.1.1 Datos de Diseño.

Son generales para toda la hoja y contienen:

- a. Dotación de agua: 210 lt/hab/día
- b. Porcentaje de retorno: 70 %
- c. Período de retorno: 10 años
- d. Densidad poblacional: 40 hab/Ha
- e. Coeficiente de escorrentía: $C= 0.4$
- f. Diámetro mínimo: 250 mm

3.1.2 Datos de Ingreso.

✓ COLUMNA 1:

Nombre de la calle.

✓ COLUMNA 2:

Número de pozo, determinado para que el cálculo sea secuencial, es decir para cada ramal el cálculo empieza con el pozo más

alejado de la descarga, hasta llegar a la misma, intercalando en cada tramo los ramales que lo alimentan.

✓ COLUMNA 3:

Longitud del tramo entre los pozos que lo conforman, esta distancia será la horizontal medida de eje a eje, tomada de la lámina que contiene el diseño vertical entre ejes.

✓ COLUMNA 4:

Área parcial en hectáreas.

3.1.3 Resultados.

✓ COLUMNA 5: Área acumulada en hectáreas.

$$Ac$$

✓ COLUMNA 6: Área equivalente.

$$Ae = Ac * C$$

✓ COLUMNA 7: Tiempo de concentración.

$$tc = tc_{INICIAL} + \text{tiempo de flujo en el tramo}$$

✓ COLUMNA 8: Intensidad de lluvia (lt/s/Ha).

$$I = \frac{39.90 * T^{0.09}}{t^{1.98}} * [\ln(t + 3)]^{5.39} * (\ln T)^{0.11}$$

✓ COLUMNA 9: Caudal de aguas lluvias (lt/s).

$$Qp = I * Ae$$

✓ COLUMNA 10: Población acumulada (hab).

$$P_{AC} = Ae * Densidad$$

- ✓ COLUMNA 11: Caudal de aguas servidas (lt/s).

$$Q_{AS} = \frac{Dot * P_{AC} * 0.7^*}{86400}$$

(*) % de aportación del agua potable.

- ✓ COLUMNA 12: Factor de mayoración (M).

$$M = \frac{3.697}{Q^{0.073325}}$$

- ✓ COLUMNA 13: Caudal sanitario (lt/s).

$$Qs = Q_{AS} * M$$

- ✓ COLUMNA 14: Caudal de diseño (lt/s), considerando cada uno de los tramos con sus propias características.

$$Qd = Qp + Qs$$

- ✓ COLUMNA 15: Diámetro de la tubería (m).

$$D = \text{dato de ingreso}$$

- ✓ COLUMNA 16: Pendiente de diseño del proyecto (‰).

$$J = \text{dato de ingreso}$$

- ✓ COLUMNA 17: Velocidad a tubo lleno (m/s).

$$V = \frac{R^{2/3} * J^{1/2}}{\eta}$$

- ✓ COLUMNA 18: Caudal a tubo lleno (lt/s).

$$Q = \left(V * \pi * \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right) * 1000$$

- ✓ COLUMNA 19: Tiempo de flujo (min).

$$tf = \frac{L}{V * 60}$$

- ✓ COLUMNA 20: Relación de caudales.

$$\frac{Qd}{Q}$$

- ✓ COLUMNA 21: Velocidad de diseño (m/s).

$$V_{DIS} = \left(0.2812 + 5.2453 * \frac{Qd}{Q} - 18.8844 * \left(\frac{Qd}{Q} \right)^2 + 35.2216 * \left(\frac{Qd}{Q} \right)^3 - 30.5408 * \left(\frac{Qd}{Q} \right)^4 + 9.8056 * \left(\frac{Qd}{Q} \right)^5 \right) * V$$

- ✓ COLUMNA 22: Velocidad mínima de autolimpieza (m/s).

$$V_{MIN} = \left(0.2812 + 5.2453 * \frac{Qs}{Q} - 18.8844 * \left(\frac{Qs}{Q} \right)^2 + 35.2216 * \left(\frac{Qs}{Q} \right)^3 - 30.5408 * \left(\frac{Qs}{Q} \right)^4 + 9.8056 * \left(\frac{Qs}{Q} \right)^5 \right) * V$$

- ✓ COLUMNA 23: Calado (m).

- ✓ COLUMNA 24: Cota del terreno (m), dato de ingreso.

- ✓ COLUMNA 25: Cota del proyecto (m).

$$C_{PROYECTO} = C_{PROYECTO \text{ pozo ant.}} - (J \times L)$$

- ✓ COLUMNA 26: Corte en cada pozo (m).

$$\text{Corte} = \text{Cota}_{\text{TERRENO}} - \text{Cota}_{\text{PROYECTO}}$$

- ✓ COLUMNA 27: Observación y clases de tubería.

3.2 HOJA DE CÁLCULO.

A continuación se presentan los cálculos hidráulicos.

CAPÍTULO IV

MECÁNICA DE SUELOS

4.1 ALCANCE Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

Como parte de los estudios de campo los diferentes tipos de obras en la Ingeniería Civil, se presenta el Estudio de Suelos, el alcance de este estudio permitirá determinar las características de los materiales de los suelos en la zona de San Isidro de Pintag, así como también las condiciones generales del sector donde se implantarán las estructuras del sistema de alcantarillado y del sistema de tratamiento de aguas servidas.

Este análisis tiene como objetivos específicos los siguientes puntos:

- Determinar la naturaleza del subsuelo, por medio de la clasificación de los materiales encontrados y recuperados durante la ejecución de sondeos mecánicos.
- Conocer las condiciones físicas y características geomecánicas del subsuelo de fundación, por medio de toma de muestras alteradas y ensayos de laboratorio.
- Evaluar la capacidad admisible del subsuelo bajo las condiciones de trabajo de las estructuras y establecer los parámetros geomecánicos para el diseño de las cimentaciones.
- Emitir conclusiones y recomendaciones generales respecto al tipo de cimentación y excavaciones de zanja, tomando en cuenta las características específicas de cada una de las estructuras.

4.2 ESTRUCTURAS A CONSTRUIR.

En el presente proyecto se tiene considerado construir las siguientes obras:

- Colocación de tuberías para alcantarillado.
- Construcción de pozos de revisión.
- Obras de descarga.
- Tratamiento de Aguas Residuales.

4.3 TRABAJOS DE CAMPO.

Para la determinación de las características del subsuelo del terreno en los diferentes sectores en donde se construirán las obras se realizaron tres perforaciones mecánicas con ensayos SPT a cada metro, hasta 3.00 metros de profundidad en las zonas de descarga y en puntos dentro del trazado del alcantarillado.

Los sondeos mecánicos se realizaron a percusión con limpieza manual del pozo utilizando para el efecto un sistema de doble polea, montado sobre un trípode.

Durante el avance de las perforaciones, se registraron valores de “N” para los últimos 30 centímetros de penetración de un muestrario del tipo tubo partido. Estos valores así como las características de los suelos encontrados se indican en los registros de perforación.

Las muestras alteradas recuperadas a diferentes profundidades durante la prueba SPT, fueron clasificadas en sitio por los realizadores del presente proyecto, mediante el método Clasificación Manual Visual propuesto por la SUCS.

4.4 TRABAJOS DE LABORATORIO.

Con las muestras alteradas recuperadas durante el avance de los sondeos, se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Contenido de Humedad.
- SPT.
- Granulometría.
- Límites.

Los resultados obtenidos en estos ensayos, sirvieron para clasificar a los suelos de acuerdo al Sistema Unificado SUCS y AASHTO, los cuales permitieron conocer la estratigrafía del subsuelo.

Estos ensayos se llevaron a cabo siguiendo los procesos especificados por el INEN y ASTM. Los resultados de estos ensayos se encuentran en las hojas de resultados de los mismos.

4.5 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Las observaciones realizadas durante los trabajos de campo, así como los resultados de los ensayos de laboratorio, permiten definir las condiciones que presenta el subsuelo en los sectores donde se realizaron las investigaciones.

A continuación se muestra un resumen de los ensayos de laboratorio realizados:

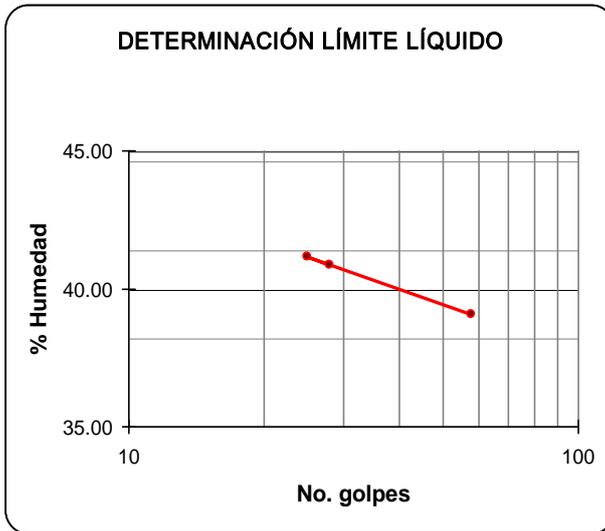
Cuadro 4.1: CLASIFICACIÓN DE SUELOS (POZO 1)

CLIENTE: EMAAP-Q

PROYECTO: San Isidro de Pintag

COORDENADAS		CLASIFICACIÓN SUELOS	
PERFORACIÓN No.	P-1	FECHA	10-JUL-006
MUESTRA No.	1		
PROFUNDIDAD	3 m		

	TARA	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO TARA (g)	% HUMEDAD (g)	% HUMEDAD PROMEDIO
1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	1	33.10	17.10	11.10	26.67	23.44
	1	40.60	21.00	11.30	20.21	
2. LIMITE LIQUIDO	58	14.40	13.50	11.20	39.13	LL = 41.14
	31	15.50	14.30	11.30	40.00	
	28	15.30	14.10	11.20	41.38	
3. LIMITE PLASTICO	1	11.30	11.20	10.90	33.33	36.67
	1	12.00	11.80	11.30	40.00	



4. GRANULOMETRÍA			
PESO IN.		295.20 g (W/D) d	
PESO IN. PARA CALCULO		295.20 g	
TAMIZ ESTÁNDAR	PESO RET.CUM.	PORCENTAJE	
		RETENIDO	PASA
2"		0	100
1 1/2"		0	100
1"		0	100
3/4"		0	100
1/2"		0	100
3/8"	0.00g	0	100
No 4	51.70g	18	82
No 10	186.30g	63	37
No 40	260.60g	88	12
No 200	284.20g	96	4

RESUMEN

5. TIPO DE SUELOS EN %	
GRAVA	18%
ARENA	79%
LIMO/ARC.	4%

LL=	41.1%
LP=	36.7%
IP=	4.5%

SUCS:	SW/SP
AASHTO:	A-1-a
IG(86):	0

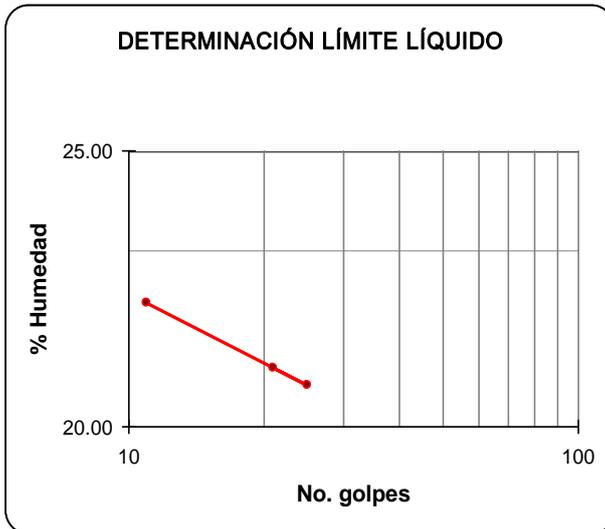
Cuadro 4.2: CLASIFICACIÓN DE SUELOS (POZO 2)

CLIENTE: EMAAP-Q

PROYECTO: San Isidro de Pintag

COORDENADAS		CLASIFICACIÓN SUELOS	
PERFORACIÓN No.	P-2		
MUESTRA No.	2		
PROFUNDIDAD	3 m	FECHA	10-JUL-006

	TARA	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO TARA (g)	% HUMEDAD (g)	% HUMEDAD PROMEDIO
1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	1	39.10	21.80	11.30	16.48	15.35
	1	45.40	25.50	11.50	14.21	
2. LIMITE LIQUIDO	11	14.70	3.90	9.40	19.64	LL = 20.75
	13	19.10	5.92	11.10	25.44	
	21	17.60	4.90	11.20	20.16	
3. LIMITE PLASTICO	1	10.10	9.60	9.40	25.00	16.83
	1	5.10	9.60	4.40	8.65	



4. GRANULOMETRÍA			
PESO IN.		333.40 g (W/D) d	
PESO IN. PARA CALCULO		333.40 g	
TAMIZ ESTÁNDAR	PESO RET.CUM.	PORCENTAJE	
		RETENIDO	PASA
2"		0	100
1 1/2"		0	100
1"		0	100
3/4"		0	100
1/2"		0	100
3/8"	0.00g	0	100
No 4	44.30g	13	87
No 10	172.70g	52	48
No 40	286.40g	86	14
No 200	321.90g	97	3

RESUMEN

5. TIPO DE SUELOS EN %	
GRAVA	13%
ARENA	83%
LIMO/ARC.	3%

LL=	20.7%
LP=	16.8%
IP=	3.9%

SUCS:	SW/SP
AASHTO:	A-1-a
IG(86):	0

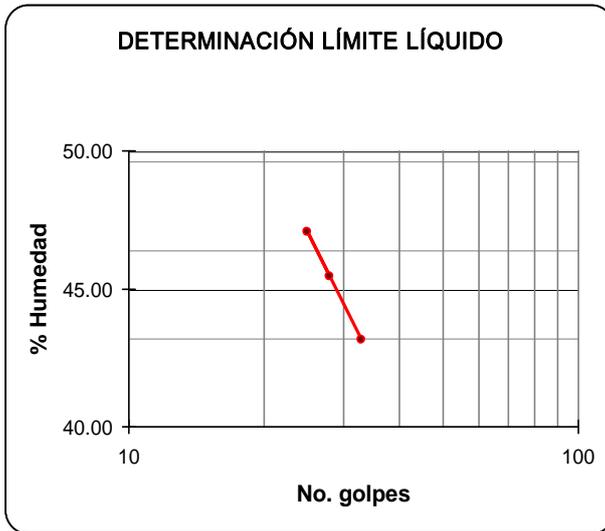
Cuadro 4.3: CLASIFICACIÓN DE SUELOS (POZO 3)

CLIENTE: EMAAP-Q

PROYECTO: San Isidro de Pintag

COORDENADAS		CLASIFICACIÓN SUELOS	
PERFORACIÓN No.	P-3	FECHA	10-JUL-006
MUESTRA No.	1		
PROFUNDIDAD	3 m		

	TARA	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO TARA (g)	% HUMEDAD (g)	% HUMEDAD PROMEDIO
1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	1	32.40	14.50	11.20	54.24	42.12
	1	36.80	17.90	11.60	30.00	
2. LIMITE LIQUIDO	33	18.60	16.40	11.30	43.14	LL = 47.04
	30	25.30	23.70	20.10	44.44	
	28	16.10	14.60	11.30	45.45	
3. LIMITE PLASTICO	1	10.00	9.80	9.10	28.57	44.29
	1	10.10	9.95	9.70	60.00	



4. GRANULOMETRÍA			
PESO IN.		256.10 g (W/D) d	
PESO IN. PARA CALCULO		256.10 g	
TAMIZ ESTÁNDAR	PESO RET.CUM.	PORCENTAJE	
		RETENIDO	PASA
2"		0	100
1 1/2"		0	100
1"		0	100
3/4"		0	100
1/2"		0	100
3/8"	0.00g	0	100
No 4	8.80g	3	97
No 10	93.80g	37	63
No 40	216.30g	84	16
No 200	247.60g	97	3

RESUMEN

5. TIPO DE SUELOS EN %	
GRAVA	3%
ARENA	93%
LIMO/ARC.	3%

LL=	47.0%
LP=	44.3%
IP=	2.8%

SUCS:	SW/SP
AASHTO:	A-1-b
IG(86):	0

Cuadro 4.4: ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (POZO 1)

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)						
ESPE		TIPO DE MUESTRA		REGISTRO DE PERFORACIÓN		SONDEO No.
		SPT: ENSAYO DE PENETRAC. ESTÁNDAR		LOCALIZACIÓN: Barrio San Isidro de Pintag		P-1
		MUESTRA INALTERADA		FECHA: 10-JUL-006		HOJA: 1 de 1
		TP: TESTIGO PARAFINADO		PROFUNDIDAD: 3 m		
		A: MUESTRA ALTERADA		UTM		
PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR CAPA (m)	ESTRATIGRAFÍA	DESCRIPCIÓN MANUAL VISUAL	W%	GOLPES	N(SPT)
0.0						0
1.0			Arena gradada, arena con grava, con pocos o sin finos: de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.	28.7	2,3,4	7
2.0			Arena gradada, arena con grava, con pocos o sin finos: de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.	39.5	4,4,6	10
3.0			Arena gradada, arena con grava, con pocos o sin finos: de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.	42.6	4, 8,12	20
FIN SONDEO			sin finos: de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.			
4.0						

0.0 - 1.0	SW/SP
1.0 - 2.0	SW/SP
2.0 - 3.0	SW/SP

Cuadro 4.5: ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (POZO 2)

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)						
ESPE		TIPO DE MUESTRA		REGISTRO DE PERFORACIÓN		SONDEO No.
		SPT: ENSAYO DE PENETRAC. ESTÁNDAR		LOCALIZACIÓN: Barrio San Isidro de Pintag		P-2
		MUESTRA INALTERADA		FECHA: 10-JUL-006		HOJA: 1 de 1
		TP: TESTIGO PARAFINADO		PROFUNDIDAD: 3 m		
		A: MUESTRA ALTERADA		UTM		
PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR CAPA (m)	ESTRATIGRAFÍA	DESCRIPCIÓN MANUAL VISUAL	W%	GOLPES	N(SPT)
0.0						0
1.0			Arena gradada, arena con grava, con pocos o sin finos: de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.	27.5	2,2,3	5
2.0			Arena gradada, arena con grava, con pocos o sin finos: de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.	32.9	1,1,3	4
3.0			Arena gradada, arena con grava, con pocos o sin finos: de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.	30	5,7,11	18
FIN SONDEO			sin finos: de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.			
4.0						

0.0 - 1.0	SW/SP
1.0 - 2.0	SW/SP
2.0 - 3.0	SW/SP

Cuadro 4.6: ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (POZO 3)

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)						
ESPE		TIPO DE MUESTRA SPT: ENSAYO DE PENETRAC. ESTÁNDAR EMUESTRA INALTERADA TP: TESTIGO PARAFINADO A: MUESTRA ALTERADA	REGISTRO DE PERFORACIÓN LOCALIZACIÓN: Barrio San Isidro de Pintag FECHA: 10-JUL-006 PROFUNDIDAD: 3 m UTM			SONDEO No. P-3 HOJA: 1 de 1
PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR CAPA (m)	ESTRATIGRAFÍA	DESCRIPCIÓN MANUAL VISUAL	W%	GOLPES	N(SPT)
0.0						0
1.0			Arena gradada, arena con grava, con pocos o sin finos; de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.	46.2	3,5,8	13
2.0			Arena gradada, arena con grava, con pocos o sin finos; de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.	40.8	4,6,10	16
3.0			Arena gradada, arena con grava, con pocos o sin finos; de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.	40.7	10,15,18	33
FIN SONDEO			sin finos; de color café; de plasticidad baja a media; de compacidad media.			
4.0						

Prof (m)	Nsp
0	0
1	13
2	16
3	33

Prof (m)	CLASIFICACIÓN (SUCS)
1.0	SW/SP
2.0	SW/SP
3.0	SW/SP

$$I_c = \frac{1.71}{(N_{60})^{1.4}}$$

$$I_c = 0.179$$

$$q_{adm} = \frac{2.5}{B^{0.7} \cdot I_c}$$

$$q_{adm} = 13.92 \text{ T/m}^2$$

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1.1 Conclusiones.

- ✓ En el subsuelo de los sitios investigados, se encontró una arena de plasticidad media a baja.
- ✓ Los suelos presentan un bajo contenido de humedad y su coloración es constante.
- ✓ En ninguna de las perforaciones se encontró un nivel freático alto.
- ✓ En base a los ensayos de SPT se puede concluir que la capacidad de carga de estos suelos es muy buena.

4.1.2 Recomendaciones.

- ✓ En la excavación de zanjas se recomienda la utilización de un colchón de arena para la colocación de la tubería.
- ✓ Las cimentaciones de las estructuras serán calculadas de acuerdo a la capacidad de carga del suelo a diferente profundidad.

CAPÍTULO V

DESCARGA

5.1 SEPARADOR DE CAUDALES.

En el pozo P31, se considera necesario la ubicación y diseño de un separador de caudales, con el propósito de disminuir el caudal que transporta las tuberías, el caudal sanitario continuaría hacia el pozo P32 y el excedente se descarga en una quebrada pequeña del lugar, a través de un dissipador pozo de bandejas.

El separador de caudales tiene por objeto transportar las aguas servidas por el conducto, aguas abajo y descargar el excedente en este caso las aguas lluvia en un lugar en donde la afectación sea mínima. Durante el invierno las aguas residuales son diluidas por la presencia de las aguas lluvias.

Para el respectivo caso, por ser el caudal sanitario pequeño, se ha optado por una estructura sencilla y fácil de construir pero que es funcional, la cual se puede observar en esquema presentado a continuación:

$$Q \text{ sanitario} = 10.37 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ pluvial} = 2176 \text{ l/s}$$

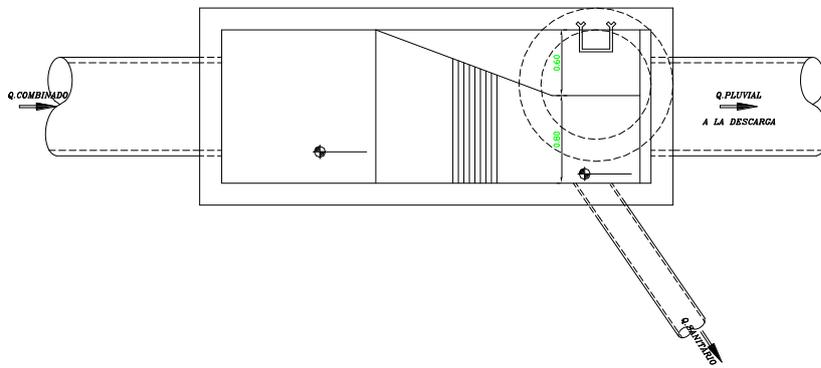


Figura 5.1: Esquema del separador de caudales

Se decidió que en este lugar es conveniente la ubicación y diseño del separador de caudales, además por cuanto el cuerpo receptor que sería el cauce de la quebrada La Clemencia esta aproximadamente a 150 m y la cota de descarga es la 2749.835 m, para lo cual se empleará un dissipador tipo pozo de bandejas.

Los datos de partida de esta obra son:

Cota terreno	2764.257	m
Caudal sanitario	10.37	l/s
Caudal pluvial	2176.00	l/s

Caudal semicombinado hasta	103.70	l/s	
Velocidad del caudal total	10.96	m/s	
Velocidad caudal sanitario	0.92	m/s	
Relación de dilución	1 a 10	máximo sanitario a pluvial	
Desnivel de calculo	0.10	m	
Sección de entrada	0.80 x 0.80	m	cajón de hormigón
Tubería de salida	250	mm	
Longitud de la descarga	78.00	m	
Pendiente media	15	%	
Tipo de descarga	Disipador de tipo bandejas		

Para la construcción se recomienda que se utilice hormigones de resistencia alta como ser 280 Kg/cm² para todas aquellas obras que tendrán la circulación del agua de manera permanente, tal es el caso de los canales y colectores de sección cuadrada, como los que se tiene en la parte final del tramo.

5.2 DISIPADOR TIPO POZO DE BANDEJAS.

El proyecto en el Barrio San Isidro de Pintag, requiere un disipador para vencer un desnivel de aproximadamente 9.35 m, se ha adoptado, conjuntamente con los funcionarios de la EMAAP-Q un descargador tipo pozo de bandejas.

5.2.1 Datos.

$$Q = 2.20 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$d = 0.80 \text{ m} \quad \text{Altura colector o tubería de entrada}$$

$$D = 0.80 \text{ m} \quad \text{Altura colector o tubería de salida}$$

$$B = 2.40 \text{ m} \quad \text{Ancho o diámetro de la estructura}$$

$$\text{Desnivel} = 9.35 \text{ m} \quad \text{Desnivel entre solera de entrada y salida}$$

$$N^{\circ} = 4 \quad \text{Número de bandejas (par)}$$

$$h \text{ calculada} = \frac{\text{Desnivel} - 1.2 \cdot d - 1.5 \cdot D}{N^{\circ} - 1} = 2.38 \text{ m}$$

$$h \text{ asumida} = 2.00 \text{ m} \quad \text{Altura entre gradas disipadoras}$$

5.2.2 Cálculos.

$$q = Q/B$$

$$= 2.20 / 2.40$$

$$q = 0.92 \text{ m}^3/\text{s.m}$$

$$Y_C = \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3}$$

$$= (0.92^2 / 9.81)^{1/3}$$

$$Y_C = 0.44 \text{ m} \quad Y_P > Y_C$$

$$h/B = 2.00 / 2.40$$

$$h/B = 0.83$$

$$K_V = 0.4594 \left(\frac{h}{B} \right)^5 - 3.1594 \left(\frac{h}{B} \right)^4 + 7.8728 \left(\frac{h}{B} \right)^3 - 9.1131 \left(\frac{h}{B} \right)^2 + 7.3711 \left(\frac{h}{B} \right) + 1.9063$$

$$K_V = 4.937$$

$$Kq = -0.0296\left(\frac{h}{B}\right)^5 + 0.1914\left(\frac{h}{B}\right)^4 - 0.4263\left(\frac{h}{B}\right)^3 + 0.3282\left(\frac{h}{B}\right)^2 + 0.1611\left(\frac{h}{B}\right) + 0.8205$$

$$Kq = 1.016$$

$$H_v = Kq \cdot q^{2/3}$$

$$= 1.016 \cdot (0.92)^{2/3}$$

$$H_v = 0.96 \text{ m} \quad \text{Altura de vórtice}$$

$$V = K_v \cdot q^{1/3}$$

$$= 4.937 \cdot (0.92)^{1/3}$$

$$V = 4.80 \text{ m/s}$$

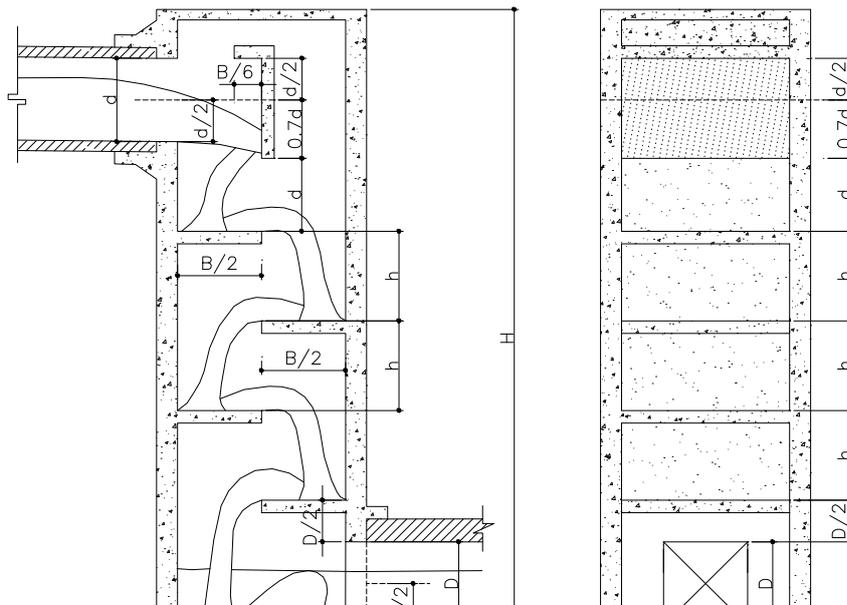


Figura 5.2: Esquema del dissipador tipo pozo de bandejas

5.3 CARACTERÍSTICAS DEL CUERPO RECEPTOR.

Previo a la descarga de las aguas servidas se realizó el estudio de los cuerpos receptores, en función de los usos consultivos que tiene las aguas debajo de las descargas.

El vertido del Barrio San Isidro de Pintag, se lo realiza en la quebrada la Clemencia, la misma que tiene un ancho de 5 m y una profundidad de 9 m en la zona de la descarga. Su caudal en tiempo de estiaje es de 1.1 m³/s, mientras que para el invierno el caudal puede llegar a 2.4 m³/s, además el agua de esta quebrada no tiene uso agrícola ni ganadero, puesto que posee un sistema de riego totalmente independiente.

5.3.1 Estudio Sanitario.

Para este proyecto se ha considerado lo siguiente:

- ✓ Usos potenciales de la quebrada.
- ✓ Normas de calidad que garanticen los usos previos.
- ✓ Criterios sobre las descargas.

Los criterios adoptados para determinar las características de calidad de los cuerpos receptores son:

- ✓ PH del agua.

- ✓ Oxígeno disuelto (OD).
- ✓ Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).
- ✓ Demanda química de oxígeno (DQO).
- ✓ Sólidos suspendidos totales.
- ✓ Sólidos suspendidos volátiles.

5.3.2 Calidad de las Agua.

5.3.2.1 Cuerpo receptor.

La calidad de las aguas del cuerpo receptor fueron determinadas una vez recogidas muestras del curso de agua que va a ser afectado, los datos de estos análisis se presentan en el siguiente anexo.

5.3.2.2 Características de las aguas servidas.

La calidad de las aguas servidas del barrio corresponde, a aguas medianamente cargadas, el $\text{DBO}_5 = 120 \text{ mg/l}$, $\text{OD} = 0 \text{ mg/l}$ y MPH como E. Coli de 10^6 .

5.3.2.3 Capacidad de dilución del cuerpo receptor.

Para determinar el grado de tratamiento, este esta condicionado a la capacidad de asimilación y dilución del cuerpo receptor por lo que a continuación se realiza un balance de masas de la mezcla.

$$C_M = \frac{Q_{AS} \cdot C_{AS} + Q_R \cdot C_R}{Q_{AS} + Q_R}$$

$$DBO_5 = \frac{5000 \cdot 20 + 5.9 \cdot 120}{5005.9}$$

$$DBO_5 = 20.12 \text{ colonias}/_{10ml}$$

$$E. COLI = \frac{5000 \cdot 80 + 5.9 \cdot 10^6}{5005.9}$$

$$E. COLI = 1258.51 \text{ colonias}/_{10ml}$$

Como se puede apreciar, la quebrada La Clemencia presenta debido a su caudal mínimo, una gran dilución que permite concluir que el tratamiento necesario es el *primario*.

5.4 TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS.

Tomando en cuenta la anterior recomendación, la realidad social y económica de los habitantes de la zona del proyecto, así como el área disponible para la implantación de una planta depuradora de aguas servidas, se ha adoptado un tratamiento primario.

El tratamiento primario, es la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, para disminuir la carga del tratamiento biológico, en caso de ser necesario. Los sólidos removidos en el proceso tienen que ser procesados antes de su disposición final, siendo los más usados los procesos de digestión anaeróbica y lechos de secado.

De varios procesos de tratamiento primarios existentes para las aguas residuales, para el proyecto se ha seleccionado el tanque Imhoff.

5.4.1 Tanques Imhoff

Son tanques de sedimentación primaria en los cuales se incorpora la digestión de lodos en un compartimiento localizado en la parte inferior. Para el diseño de la zona de sedimentación se considerará un volumen mínimo de 1500 litros, utilizando los siguientes criterios:

- a) Se determinará el área requerida para el proceso con una carga superficial de $1 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$.
- b) El período de retención nominal será entre 1 h a 1.5 h. del producto de la carga superficial y el período de retención se obtendrá la profundidad.
- c) Alternativamente se dimensionará la cámara de decantación con una tasa de 30 litros por habitante.
- d) El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados, hacia la arista central será del 67% al 80%.
- e) En la arista central se dejará una abertura para el paso de los sólidos de 0.15 m a 0.2 m.

- f) El borde libre será entre 0.3 m a 0.6 m
- g) Las estructuras de entrada y salida, así como otros parámetros de diseño serán los mismos que para los sedimentadores rectangulares convencionales.

Para el diseño del comportamiento del almacenamiento y digestión de lodos (zona de digestión) se considerará un volumen mínimo de 3000 litros, utilizando los siguientes criterios:

- a) El compartimiento será dimensionado para almacenar lodos durante un período de 60 d, al cabo de el cual se considerará completa la digestión. Para el efecto se determinará la cantidad de sólidos en suspensión removida, en forma similar que para un sedimentador primario. El volumen se determinará considerando la destrucción del 50% de sólidos volátiles, con una densidad de 1.05 kg/l y un contenido promedio de sólidos del 12.5% (al peso).
- b) Alternativamente se determinará el volumen del compartimiento de lodos considerando un espacio de 60 litros por habitante.
- c) El fondo del compartimiento tendrá la forma de un tronco de pirámide, cuyas paredes tendrán una inclinación de 30° a 45° con respecto a la horizontal.

Para el diseño de la superficie libre entre las paredes del digestor y las del sedimentador (zona de espumas) se considerará un volumen mínimo de 1500 litros, usando los siguientes criterios:

- a) El espaciamiento libre será de 0.6 m como mínimo.

- b) La superficie libre total será por lo menos 20% y preferiblemente 30% del área total del compartimiento de digestión.
- c) Alternativamente se determinará el volumen de la zona de espumas usando una tasa de 30 litros por habitante.

Las facilidades de remoción de lodos digeridos deben ser diseñadas en forma similar que para sedimentadores primarios, considerando que los lodos son retirados para secado en forma intermitente. Para el efecto se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) El diámetro mínimo de las tuberías de remoción de lodos será de 20 cm.
- b) La tubería de remoción de lodos debe estar 15 cm. por encima del fondo del tanque.
- c) Para remoción hidráulica del lodo se requiere por lo menos una carga hidrostática de 1.5 m.

5.4.2 Diseño del Tanque.

5.4.2.1 Datos.

Población:	1525 hab.
Dotación:	210 l/hab·día
Aporte:	80%
Q infiltración:	1.78 l/s
Aporte de lodo:	30 l/hab.
Período de retención:	1 hora
Carga superficial (Cs):	24 m ³ /m ² .día

Pendiente paredes (β):	60°
Ángulo θ :	30°
Espacio libre:	0.5 m
Profundidad zona neutra:	0.48 m

5.4.2.2 Caudal de diseño.

$$Q_d = Q_{AS} + Q_{inf}$$

$$Q_{AS} = 256200 \text{ l/día}$$

$$Q_{inf} = 153792 \text{ l/día}$$

$$Q_d = 409992 \text{ l/día}$$

5.4.2.3 Volumen de la cámara de sedimentación.

$$V_S = \text{Período de retención} \times Q_d$$

$$V_S = 17.08 \text{ m}^3 \quad \text{asumo} \quad V_S = 17 \text{ m}^3$$

5.4.2.4 Volumen de la cámara de digestión.

$$V_d = 15\% \times V_{día \text{ promedio}}$$

$$V_d = 61.50 \text{ m}^3$$

5.4.2.5 Área superficial de la cámara de digestión.

$$A_S = Q_d / C_s$$

$$A_S = 17.08 \text{ m}^2$$

5.4.2.6 Dimensión de la cámara de digestión.

$$L/a = 2.5 \quad L = 2.5 \times a$$

$$A_S = a \times L = 2.5 \times a^2$$

$$a = 2.61 \text{ m} \quad L = 6.54 \text{ m}$$

Se asumen los siguientes valores:

$$a = 3.50 \text{ m}$$

$$L = 7.00 \text{ m}$$

$$A_S = 24.50 \text{ m}^2$$

5.4.2.7 Área de ventilación.

$$A_V = 30\% \times A_S$$

$$A_V = 7.35 \text{ m}^2$$

5.4.2.8 Ancho del ducto de ventilación.

$$a = A_V / 2 \times L$$

$$a = 0.53 \text{ m} \quad \text{asumo} \quad a = 0.6 \text{ m}$$

5.4.2.9 Profundidad de la cámara de sedimentación.

$$\tan \beta = h / (L_1/2 - a)$$

$$L_1 = 4.7 \text{ m}$$

$$L_1/2 - a = 1.75 \text{ m}$$

$$h = 1.52 \text{ m} \quad \text{asumo} \quad h = 1.50 \text{ m}$$

5.4.2.10 Comprobación de Vs.

$$V_s = 18.57 \text{ m}^3 > 17 \text{ m}^3$$

5.4.2.11 Dimensionamiento de la cámara de digestión.

$$S_1 = 1.15 \text{ m}$$

$$\tan \theta = 2 X / (L_1 - S_1)$$

$$X = 1.02 \text{ m}$$

5.4.2.12 Volumen de la tolva.

$$V_P = (X/3) \times (A_s + A_i + \sqrt{(A_s \times A_i)})$$

$$A_s = 16.45 \text{ m}^2$$

$$A_i = 1.32 \text{ m}^2$$

$$V_P = 7.66 \text{ m}^3$$

Para los dos lados: $V_P = 15.33 \text{ m}^3$

5.4.2.13 Volumen restante.

$$V_R = V_d - V_P$$

$$V_R = 45.67 \text{ m}^3$$

Altura para este volumen:

$$h = V_R / \text{Área total}$$

$$\text{Área total} = 32.90 \text{ m}^2$$

$$h = 1.39 \text{ m} \quad \text{asumo} \quad h = 1.40 \text{ m}$$

$$H_{TOTAL} = 4.90 \text{ m}$$

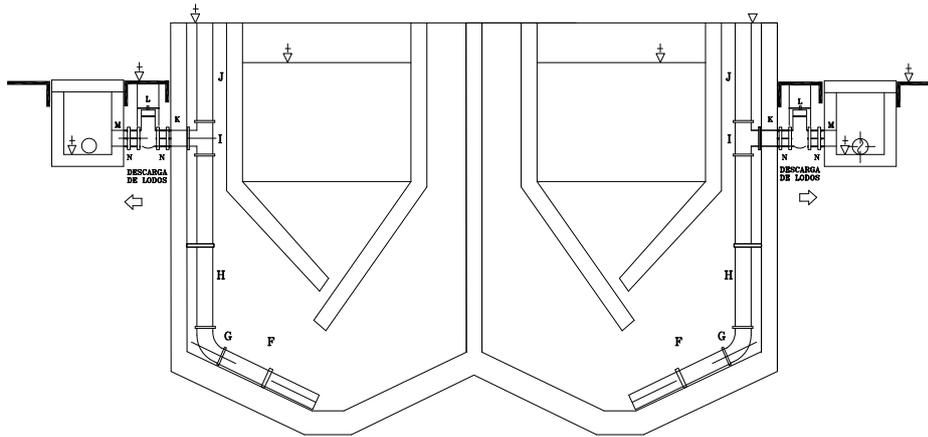


Figura 5.3: Esquema del Tanque IMHOFF

CAPÍTULO VI

ESTUDIOS DE IMPACTOS AMBIENTALES

6.1 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL ESTUDIO DE I. A.

El estudio de impactos ambientales ha sido ejecutado con la finalidad de tratar con eficiencia la variable ambiental desde las primeras etapas que implican al proyecto, de acuerdo con la corriente mundial de desarrollo sostenido. Para el desarrollo del mismo se deben seguir tres etapas bien marcadas que son:

- ✓ Diagnóstico
- ✓ Identificación y evaluación de impactos ambientales
- ✓ Plan de medidas de mitigación

Un impacto ambiental es el resultado de la ejecución de un proyecto que produce una o más alteraciones en el medio o en algunos de los componentes del medio; dichas alteraciones pueden ser positivas o negativas, por lo tanto los impactos también son positivos o negativos. De

ahí, que un impacto ambiental es cualquier cambio físico-químico, biológico, cultural y/o socioeconómico, que se puede atribuir a actividades humanas relacionadas con la ejecución de un proyecto.

En la etapa de *Diagnóstico* se debe realizar un inventario de todas las condiciones actuales reinantes, tanto físicas, bióticas, socioeconómicas y culturales de la región en estudio, antes de que se ejecute el proyecto, para así poder tener una visión global del medio y proceder a su análisis respectivo.

Para ello se debe realizar un reconocimiento pormenorizado del sector, para ir anotando cómo se encuentra cada sector en lo referente al uso del suelo, al tipo de pobladores, tipo de flora, fauna, etc.

En la *Identificación de Impactos Ambientales* se procede a realizar un resumen de todos los cambios que sufrirán ya sea el suelo, el aire, la flora, la fauna, el agua, la población en si misma, la producción ganadera y agrícola del sector, cambios por ruidos, polvo, gases, y en fin todo tipo de alteraciones que se las pueda catalogar como positivas o negativas en la ejecución del proyecto.

Todo este análisis va resumido en una matriz que nos permite visualizar más rápidamente y hace más comprensible el entendimiento de todos los cambios que se estén suscitando. Una adecuada identificación de impactos ambientales dentro de un determinado proyecto, garantiza una valoración y prioridad objetiva de las alteraciones sobre el entorno natural y, sobre todo, permite diseñar y formular medidas de control y mitigación específicos, ajustados a la realidad del proyecto.

Para poder identificar los impactos ambientales que el proyecto pueda ocasionar al entorno natural, debe conocerse, como primer paso, todo el proyecto en detalle; esto es, ubicación, principales actividades durante todo el proceso de instalación del proyecto (construcción, operación y mantenimiento), tipos de trabajos que deben realizarse en el área proyectada, y otros tipos de información básica que permita conocer cuál es el alcance del proyecto frente a la situación actual del entorno.

Este levantamiento de información permite a los analistas y técnicos predecir con bastante precisión los posibles impactos (obras y actividades realizadas antes, durante y después de la ejecución del proyecto) sobre el medio ambiente.

Para identificar los impactos ambientales, se debe realizar una *Prioridad* de ellos, que consisten en ordenar o jerarquizar dichos impactos de acuerdo a su grado de magnitud, e intensidad. Esta prioridad permite al mismo tiempo dar un tratamiento particular a todos y cada uno de los impactos identificados, con el propósito de minimizar su potencial negativo sobre el medio ambiente.

Hecho esto se procede a la Calificación de Impactos Ambientales, etapa en la que se debe evaluar dentro de un rango alto=10, medio=5, y bajo=1, a cada uno de los impactos identificados en la parte anterior de este estudio ambiental. También se define si la realización del proyecto será de carácter positivo o negativo.

Finalmente, de estos datos se puede llegar a determinar si es o no factible la realización del proyecto.

A continuación procedemos a la elaboración del *Plan de Mitigación* de Impactos Ambientales, que como su nombre lo indica, no es más que proponer una serie de soluciones para minimizar las acciones negativas resultantes de la ejecución del proyecto, y a maximizar las acciones positivas, producto también de la ejecución del mismo.

6.2 OBJETIVOS.

- ✓ Seleccionar alternativas del sistema de alcantarillado, que sean óptimas desde una perspectiva ambiental, destacando aquellas variantes que no sean ambientalmente realizables.
- ✓ Determinar los efectos ambientales sobre el medio, generados por las acciones del proyecto en sus fases de construcción, operación y mantenimiento. Cuantificar el impacto y poner las medidas preventivas y correctivas para eliminar, mitigar o compensar dichos efectos.

6.3 CONSIDERACIONES LEGALES Y REGULATORIAS.-

Las siguientes regulaciones se han tomado en cuenta para la ejecución del proyecto:

- ✓ La Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y sus reglamentos; que dictan normas para la prevención de la contaminación de los recursos como el aire, agua y suelo, y para la preservación, mejoramiento y restauración del ambiente.
- ✓ El Código de la Salud; que dicta normas específicas sobre la calidad del agua potable, sobre la eliminación de excretas, de aguas servidas y pluviales, sobre la recolección y eliminación final de los residuos sólidos.

- ✓ La Ley de Agua y su reglamento, que regula el aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales y establece normas específicas para el control de la contaminación de los recursos de ríos, lagos y reservorios.

6.4 DIAGNÓSTICO.

En la presente etapa empezaremos haciendo una descripción de las condiciones actuales de el barrio afectado por el proyecto y su entorno, luego de lo cual, procederemos a determinar el área de influencia, tanto directa como indirecta, que se vería afectada con la implantación del mismo.

6.4.1 Descripción de las Condiciones Actuales del Proyecto.

Para realizar esta descripción fue necesario un reconocimiento de campo pormenorizado, con el fin de detallar en forma precisa el uso del suelo, los componentes del medio, zonas de protección, agrícolas, y más, especificando exactamente cada una de ellas. Además, se hace referencia también al tipo de población del área en estudio.

El proyecto se halla ubicado en la parroquia de Pintag, perteneciente al Distrito Metropolitano de Quito. Las viviendas se encuentran construidas de hormigón armado, y sus habitantes laboran tanto en el sector urbano como rural de Quito, también muchos de sus moradores han empleado sus lotes para la agricultura. Esta zona es parcialmente habitada, por lo que posee gran cantidad de espacios verdes. Tiene un bajo flujo vehicular que consiste en vehículos livianos, el mismo que va desde las viviendas hasta la avenida principal.

Los habitantes se dividen en varias clases sociales. Algunos viven en condiciones muy humildes y de lo que se pudo observar se dedican en gran escala a la agricultura, crianza de porcinos y aves de corral, y por otro lado existe un grupo que posee alto nivel económico.

6.4.2 Determinación de las Áreas de Influencia.

6.4.2.1 Área de Influencia Directa (AID).

El área de influencia directa está determinada por el ámbito de influencia de los impactos previstos, los mismos que se pueden producir a corto o largo plazo, ser de corta o extensa duración, pueden ser acumulativos, reversibles o irreversibles. Estos son atribuibles a las actividades necesarias para la construcción, operación y mantenimiento.

En este proyecto trabajamos con un área de influencia directa de 26.18 Ha.

6.4.2.2 Área de Influencia Indirecta (All).

El área de influencia indirecta representa la zona donde las actividades económicas y los servicios van a aumentar en próximos 20 a 40 años. Los impactos indirectos en el All, son aquellos causados por ese aumento de actividades socio-económicas e influencias etno-culturales y las consecuencias derivadas de los impactos directos.

Para este proyecto, consideraremos como All a toda el área comprendida en el Barrio San Isidro de Pintag, que tiene una

longitud de 8.3 Km, y en las próximas décadas se espera un crecimiento poblacional y productivo bastante considerable, debido a la ejecución de la obras en el sector.

✓ *FUENTE DE MATERIALES.*- Luego de un detallado reconocimiento de campo, podemos indicar que no existe una mina que nos permita obtener el material necesario para la ejecución del presente proyecto, por lo que se deberá traer el mismo desde la ciudad de Quito, lo que encarecerá los costos.

6.4.3 Caracterización del Medio Ambiente Físico.

En la caracterización del medio ambiente físico, hemos considerado las siguientes variables:

CLIMA.- Nuestro proyecto se encuentra en un piso climático superior al de la ciudad de Quito, de climas frío y templado con una temperatura promedio anual de 16° C.

GEOLOGÍA.- De los mapas geológicos del sector que involucra el proyecto, se determinó las características geológicas del sector.

SUELOS.- El sector del proyecto presenta un suelo arenoso de plasticidad media a baja, con un bajo contenido de humedad y coloración constante, además la capacidad de carga de este suelo es muy buena.

HIDROLOGÍA.- A lo largo de todo el proyecto la quebrada La Clemencia atraviesa el mismo, esta no presenta un caudal muy

grande en épocas de sequía y posee un caudal considerable en épocas de lluvia, obteniendo estos datos de los moradores del sector.

RUIDO.- Se presenta información sobre los niveles de ruido actuales en su área de influencia y se identifica también, las zonas del proyecto susceptibles de ser alteradas por el ruido y vibraciones en las etapas de construcción y operación.

La intensidad de ruido es prácticamente baja, es decir, que el área en estudio es tranquila.

CALIDAD DEL AIRE.- El aire que podemos respirar en la región es puro y fresco y no existen fábricas ni alto tráfico vehicular que pudieran contaminar el aire con la producción de humo.

En la etapa de ejecución, el aire se verá afectado por la polución ocasionada por las máquinas, pero de igual forma este efecto será temporal y reversible, por lo que no es un efecto altamente preocupante.

6.4.4 Caracterización del Medio Ambiente Biológico.

Como paso preliminar para la caracterización del medio ambiente biológico, hemos determinado que el grado de intervención que ha sufrido dicha área es muy alto, pudiendo establecerlo dentro de un 90% en todo el proyecto, quedando únicamente un 10% de áreas aledañas (generalmente las partes altas) con características naturales propias de la región.

FLORA.- La vegetación ha sufrido un reducción mínima en su densidad y composición florística. En el sector podemos encontrar las siguientes especies vegetales:

- ✓ Pasto natural.
- ✓ Matorrales de Chilca blanca, negra y chaparros.
- ✓ Cabuya.
- ✓ Orejuela.
- ✓ Nigua.
- ✓ Lecheros.
- ✓ Remanentes de bosques conformados por bajos eucaliptos.

En la región no se han detectado plantas en peligro de extinción ni áreas de bosques que estén siendo deforestadas. En definitiva, el lugar está dominado por suelos agrícolas y de pastoreo.

FAUNA.- Al igual que la flora, la fauna nativa propia de la región ha ido desapareciendo paulatinamente, dado el alto grado de intervención humana en el lugar. Muchas especies están a punto de desaparecer, víctimas de la cacería indiscriminada. Sin embargo, en los lugares aledaños al sector, en los ríos y bosques, se pueden encontrar todavía animales tales como:

Tabla 6.1: Fauna nativa propia del sector

MAMÍFEROS	AVES	INSECTOS
Ratón de campo	Mirlos	Mariposas
Ovejas	Golondrinas	Hormigas
Chivos	Colibrí	Cucarachas
Conejo de monte	Jilguero	Moscas
	Gorrión	Ciempiés
	Tórtolas	

- Existe una gran variedad de insectos y arácnidos que no constan en el cuadro.
- Información proporcionada por pobladores del área de influencia del proyecto.

6.4.5 Caracterización del Medio Ambiente Humano.

6.4.5.1 División Política – Administrativa.

El proyecto se encuentra localizado en la Provincia de Pichincha, en el Distrito Metropolitano de Quito, en la parroquia de Pintag.

6.4.5.2 Demografía.

Las tasas de crecimiento demográfico no son altas, son estables, existe un promedio de 3 y 4 hijos por familia. La población económicamente activa (PEA) está comprendida por la gente desde los 14 hasta los 55 años de edad. La densidad poblacional es de 40 hab/Ha.

Datos estadísticos reflejan una estabilidad de los habitantes, justificada por la preferencia de vivir en un ambiente de paz natural que no les ofrecen las grandes ciudades.

Las viviendas de los poblados son generalmente de una sola planta y están construidas de ladrillo u hormigón.

6.4.5.3 Infraestructura Social.

El barrio objeto de estudio posee agua potable, luz eléctrica, red telefónica y el transporte está a cargo de la cooperativa General Pintag.

6.4.5.4 Actividades Económicas.

USO ACTUAL DEL SUELO.- La región se caracteriza por ser netamente utilizada para vivienda y para el aspecto agrícola.

USO POTENCIAL DEL SUELO.- Esta región necesita de un control técnico y científico, para que sea completamente utilizado para la vivienda pudiendo en un futuro no muy lejano ser una de las posibles soluciones para la sobresaturación de Quito.

ESTRUCTURA Y TENENCIA DE LA TIERRA.- Algunas de las casas son arrendadas, otras son casa de campo en las cuales sus propietarios pasan los fines de semana y los días feriados, y hay personas que viven permanentemente en el barrio.

6.5 IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Esta constituye la segunda fase del estudio de impactos ambientales del proyecto, la misma que tiene como objetivos primordiales, los siguientes puntos:

- ✓ Identificación de impactos
- ✓ Predicción de la magnitud

- ✓ Interpretación de impactos
- ✓ Comunicación de resultados

Se utiliza el Método de la Matriz de Leopold, para obtener la información referente a los componentes del medio (físico, biótico y socioeconómico), se completa con varias visitas de campo y muestreos mediante encuestas de opinión. Para la evaluación de impacto ambiental se identifican las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos a los factores ambientales identificados de acuerdo a su importancia.

La importancia de los efectos se establece de acuerdo a varias características (área de influencia, duración y carácter). Se establece la importancia de los factores según el caso, con lo que se pueden transformar a unidades de impacto ambiental homogéneas.

6.5.1 Identificación de Impactos Ambientales.

Considerando el análisis de la matriz de identificación de impactos ambientales en las que se relaciona las acciones del proyecto y el cambio de los componentes importantes del medio se han considerado de manera general los siguientes impactos:

6.5.1.1 Fase de Construcción.

a. IMPACTOS.

RECURSO SUELOS

- ✓ El movimiento de tierras provocará variación en la cantidad de suelo.
- ✓ Estabilidad.

RECURSO AIRE

- ✓ Variación de la cantidad de aire.

RECURSO AGUA

- ✓ Calidad físico-químico del agua.
- ✓ Sedimentación y precipitación.
- ✓ Cambios en el drenaje natural.

RECURSO PAISAJE

- ✓ Desmejoramiento de la calidad visual.
- ✓ Cambios en el paisaje debido a los movimientos de tierra.
- ✓ Cambios en el paisaje por la presencia de equipos estacionarios.

RECURSO POBLACIONAL

- ✓ Alteración en el modo de vida y vivienda.
- ✓ Desarrollo regional (incremento de servicios).
- ✓ Cambios en la salud y la seguridad.
- ✓ Interferencia en la red de servicios.

RECURSO FLORA

- ✓ Alteración de la flora del sector.

RECURSO FAUNA

- ✓ Alteración de la fauna del sector.

b. ACCIONES.

MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN

- ✓ Alteración de la capa vegetal.
- ✓ Alteración de la hidrología superficial.
- ✓ Sistema de alcantarillado.
- ✓ Ruidos y vibraciones.

TRANSFORMACIÓN DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN

- ✓ Construcción de zanjas.
- ✓ Vertidos de desechos sólidos y líquidos.

MODIFICACIONES DEL TRÁNSITO

- ✓ Tránsito automotriz.

6.5.1.2 Fase de Operación y Mantenimiento.

a. *IMPACTOS.*

RECURSO AIRE

- ✓ Emanaciones de gases.

RECURSO DE AGUA

- ✓ Calidad físico-químico del agua.
- ✓ Acumulación de sedimentos en el sistema.

RECURSO POBLACIONAL

- ✓ Cambios en la salud y la seguridad.
- ✓ Interferencia en la red de servicios.
- ✓ Plusvalía.

b. *ACCIONES.*

MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN

- ✓ Alteración de las condiciones de drenaje y disposición de aguas servidas.
- ✓ Alcantarillado.
- ✓ Deterioro de la red.

ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

- ✓ Eliminación.

✓ Nuevas condiciones.

ACCIDENTES

✓ Fallas operacionales.

6.5.2 Evaluaciones de Impactos Ambientales.

Una vez identificados los impactos ambientales, se procede a calificarlos y evaluarlos. A continuación se indican los parámetros de valoración considerados:

Tabla 6.2: Parámetros de evaluación de impactos ambientales

TIPO	CLASIFICACIÓN	VALORACIÓN
MAGNITUD (M)	ALTA	10
	MEDIA	5
	BAJA	1
INTENSIDAD (I)	ALTA	10
	MEDIA	5
	BAJA	1

El método empleado para la evaluación de los Impactos Ambientales es la MATRIZ DE LEOPOLD.

Cuadro 6.1: MATRIZ REDUCIDA DE IMPACTOS AMBIENTALES

MEDIO SUSCEPTIBLE DE ALTERARSE	FASE DE CONSTRUCCION									IMPACTOS POSITIVOS	IMPACTOS NEGATIVOS	Σ IMPACTOS	
	ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES												
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	C1	C2	E1				
Alteración de la calidad del suelo	-2 2				-4 2	1 2		1 1			2	2	-9
Estabilidad		-1 1			-2 2	-3 4	1 1				1	3	-16
Calidad del aire	-3 2				-2 1						0	2	-8
Calidad físico-química del agua y quebradas	-1 1	-2 2	-4 3						-3 3		0	4	-26
Sedimentación y precipitación	-2 2	-2 2									0	2	-8
Afectación del drenaje natural		-3 2	-3 2		-2 2				-3 2		0	4	-22
Paisaje	-1 1					-1 1			-2 2	-3 3	0	4	-15
Cambios en el estilo de vida y vivienda	-3 2		3 2	-2 2	-1 1					-4 3	1	4	-17
Desarrollo regional	-3 3	-2 2	3 3	-2 2			-2 1	-2 2	-3 3		1	6	-23
Afectación a la salud y seguridad			-2 2	-3 2						-5 4	0	3	-30
Interferencia en la red de servicios			-5 5							-4 3	0	2	-37
Flora	-3 2	-2 2									0	2	-10
Fauna	-1 1			-2 2	-2 2					-1 1	0	4	-10
NÚMERO DE IMPACTOS POSITIVOS	0	0	2	0	0	1	1	1	0		5		
NÚMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS	9	6	4	4	6	2	1	4	6			42	
VALORACIÓN PONDERADA	-38	-23	-32	-18	-23	-11	-1	-22	-63				-231

ACCIONES

A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN

A1: Alteración de la capa vegetal
 A2: Alteración de hidrología superficial
 A3: Sistema de alcantarillado
 A4: Ruidos y vibraciones

B. TRANSFORMACIÓN DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN

B1: Construcción de zanjas
 B2: Corte y relleno

C. ALTERACIÓN DE LA TIERRA

C1: Control de la erosión y terracéo
 C2: Vertido de desechos sólidos y líquidos

E. MODIFICACIÓN DEL TRÁNSITO

E1: Tránsito automotriz

Cuadro 6.2: MATRIZ REDUCIDA DE IMPACTOS AMBIENTALES

<i>MEDIO SUSCEPTIBLE DE ALTERARSE</i>	FASE DE OPERACION Y MANTENIMIENTO ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES						IMPACTOS POSITIVOS	IMPACTOS NEGATIVOS	Σ IMPACTOS
	A1	A2	A3	F1	F2	G1			
Calidad físico-química del agua y quebradas	-2 1			5 4	4 4	-3 3	2	2	25
Emanación de gases		-1 1		-4 2	-4 3	-3 3	0	4	-30
Inundaciones				-1 1		-1 1	0	2	-2
Acumulación de sedimentos en el sistema		-3 4		-3 3	-4 3	-4 3	0	4	-45
Afectación a los servicios		2 2	-2 1	4 3	4 3	-2 2	3	2	22
Afectación a la salud y seguridad	3 2		-3 3	-3 3		-4 4	1	3	-28
Plusvalía		6 4					1	0	24
NÚMERO DE IMPACTOS POSITIVOS	1	2	0	2	2	0	7		
NÚMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS	1	2	2	4	2	6		17	
VALORACIÓN PONDERADA	4	15	-11	5	4	-51			-34

ACCIONES

A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN

A1: Alteración de las condiciones de drenaje y
disposición de aguas servidas

A2: Alcantarillado

A3: Deterioro de la red

F. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

F1: Eliminación

F2: Nuevas conexiones

G. ACCIDENTES

G1: Fallas operacionales

6.5.3 Conclusiones y Recomendaciones.

- En conclusión el proyecto es ambientalmente viable, pues los puntajes obtenidos así lo demuestran; siempre y cuando se apliquen las respectivas medidas correctivas a fin de disminuir los impactos negativos que se propondrán a continuación.

6.6 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Las medidas de mitigación tienen la finalidad de prevenir, reducir, recomendar y compensar los impactos ambientales negativos que se presentarán durante la ejecución del proyecto.

Se consideran medidas preventivas, correctivas y de mitigación de los impactos negativos. A continuación se presenta la identificación de las medidas correctivas, las mismas que se encuentran en íntima relación con los efectos e impactos ambientales registrados anteriormente, las mismas que por su globalidad permiten acciones conjuntas para toda la zona del proyecto.

6.6.1 Control de Sedimentos.

Debe evitarse el arrojado de materiales y escombros en las quebradas, debiendo efectuarse esta actividad únicamente en la vía, para en lo posible no interferir con la escorrentía superficial. El sitio seleccionado para aplicar esta medida es botadero de El Inga. Adicionalmente se recomienda que antes de comenzar con los trabajos, se capacite al personal de trabajadores, sobre técnicas de

construcción y sobre nociones generales ambientales relacionadas con las distintas áreas de trabajo.

6.6.2 Acopio de Cobertura Vegetal.

Esta medida es primordial, para agilizar la recuperación de la capa vegetal en todas las áreas a excavarse o a rellenarse.

6.6.3 Revegetación.

Esta actividad se ejecutará para todas las zonas descubiertas en los frentes de trabajo, zonas de descarga y en las zonas donde se haya retirado la capa vegetal en la excavación.

6.6.4 Salud Ocupacional.

Esta medida se aplicará para atender de manera digna y adecuada a todo el personal ocupado en los diferentes trabajos, considerando en cada caso los riesgos potenciales y la prevención de accidentes de trabajo. En los diferentes frentes, el contratista deberá establecer la metodología más adecuada que permita minimizar los riesgos y deberá proveer de la vestimenta básica como cascos protectores, botas de goma, mascarillas para polvo, etc.

6.6.5 Control de Ruido, Aire y Derrames Puntuales.

Es necesario controlar el ruido de la maquinaria y las emanaciones de humo, polvo y elementos volátiles y posibles derrames de contaminantes. Para cumplir este objetivo es necesario verificar el

buen estado de la maquinaria en todas sus partes. Si el trabajo se realiza en verano es aconsejable humedecer los suelos acopiados durante la excavación, para evitar la suspensión de partículas finas en el aire, atentatorias a la salud y a las condiciones de vida de la comunidad.

6.6.6 Estructuras de Servicio.

Para evitar la interrupción de las vías que son utilizadas por los moradores del sector, se utilizará el siguiente método para el paso de caminos: se suspenderá el tránsito vehicular por un tiempo igual al que representa la excavación y la colocación de la tubería que pasa por el camino, a la cual se acoplarán los ramales de aguas abajo, una vez que ésta haya sido emplazada.

El tránsito vehicular será restablecido inmediatamente después de que estas actividades se hayan realizado y se haya habilitado el ancho de la vía, aunque esta habilitación sea provisional.

Si por la excavación o transporte de tuberías se afectan tuberías de agua potable, el contratista deberá notificar este evento y procederá a reparar el daño ocasionado, habilitando el servicio que tenía la estructura antes del daño.

6.6.7 Rotulación Ambiental.

La regulación de normas y reglamentos para la circulación y comportamiento en le área de influencia, requiere de una buena

señalización y un mecanismo de difusión de lo que es prohibido, esta deberá tener los siguientes componentes:

- ✓ Letreros de señalización contra ruido (0.60m x 0.40m).
- ✓ Letreros que ilustren el límite de velocidad (35 Km/h).
- ✓ Letreros que ilustren se encuentra trabajando personal (0.60m x 0.60m).
- ✓ Letreros que indiquen peligro (1.80m x 0.60m).

Los carteles serán elaborados preferiblemente en madera tratada, serán colocados sobre un tubo y pintados con pintura fluorescente.

6.6.8 Plan de Difusión y Educación Ambiental.

Estará orientado especialmente a los pobladores del sector, que directa o indirectamente estén involucrados en el buen uso del sistema de alcantarillado, para evitar la obstrucción en el mismo.

6.7 ESPECIFICACIONES AMBIENTALES.

6.7.1 Generalidades.

El objetivo de estas especificaciones es que el proyecto en todas sus fases, no produzca cambios ambientales nocivos a causa de las actividades relacionadas con su construcción.

Para esto, en forma general, el contratista y su personal deberán evitar introducir modificaciones innecesarias en el ambiente y paisajes por efecto de las actividades derivadas de la construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Control de trabajos.-

Los trabajos deberán ser ejecutados de acuerdo con las normas de la buena construcción, con las especificaciones técnicas respectivas, y a satisfacción de la EMAAP-Q. Previo al inicio de las obras, el contratista hará una cuidadosa planificación para determinar que normas de construcción pueden ser llevadas a cabo para producir los menores efectos ambientales nocivos. Para esto, el contratista deberá suministrar a la Fiscalización un “Programa quincenal de tareas de construcción”, que deberá estar disponible al inicio de cada semana.

Ejecución de la Obra.-

Previamente a la ejecución de cada uno de los componentes del proyecto, incluso de obras menores el constructor presentará a la Fiscalización información apropiadamente detallada sobre las áreas que ocupará, el volumen y procedencia de los materiales que utilizará y el tipo de métodos constructivos que empleará.

En los casos cuando se encuentre conveniente introducir modificaciones menores en el diseño de uno o más componentes del proyecto, para adoptarlo a las condiciones encontradas en el sitio de la obra, el constructor presentará, además de los planos relacionados con ingeniería, esquemas y otros documentos relacionados con la parte ambiental.

Capacitación y Educación del Personal.-

Previo a la ejecución de las obras, el contratista deberá impartir al personal sobre normas de seguridad, la manera cómo deberán ser

ejecutadas las actividades encomendadas a cada trabajador y estándares ambientales mínimos que deben ser respetados.

Seguridad y Señalización.-

Durante la construcción, el contratista deberá proveer todas las medidas y precauciones necesarias para la circulación de equipos, maquinaria y vehículos en la zona del proyecto, para lo cual dispondrá de una señalización adecuada diurna y nocturna, ésta última en caso de requerirse, se ajustará a las normas de seguridad existentes en el país.

El contratista tendrá además, la responsabilidad de eventuales perjuicios provocados por las actividades de su personal.

Transporte de Materiales.-

El constructor deberá tomar las medidas pertinentes para asegurar que los vehículos se carguen de manera que no se exceda la carga. Todo el material que sea encontrado fuera de lugar, a causa de descuido en el transporte, como restos de hormigón, rocas, restos de vegetación, etc., serán retirados por el contratista y sin derecho a pago. En caso de no hacerlo, se podrá ordenar el retiro del material a terceros, a costo del contratista.

Uso y Mantenimiento de Tránsito.-

El contratista, durante la ejecución de las obras, deberá evitar la suspensión de libre tránsito por los caminos existentes. Sin embargo, en case de verse obligado como consecuencia de eventualidades, deberá poner a disposición caminos auxiliares o habilitar desvíos para permitir un tránsito seguro.

Adicionalmente, deberán colocar la señalización pertinente para este caso y reprogramar sus actividades para recuperar el tiempo perdido por esta eventualidad. Las especificaciones técnicas ambientales están detalladas más adelante.

CAPÍTULO VII

PRESUPUESTO

Para el cálculo del presupuesto del proyecto, se tomó como base los precios unitarios con los que trabaja la EMAAP-Q al mes de junio del año 2006, los mismos que se encuentran dolarizados.

Los volúmenes de obra se calcularon sobre la base de las características mismas del proyecto, obtenidas de los juegos de planos, en los cuales constan los tipos de materiales y cantidades a utilizarse.

Adicionalmente, se encuentra calculado el Cronograma de Trabajo en donde se encuentra determinado los períodos aproximados de cada uno de los rubros.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES.

- a) El proyecto presentado mejorará las condiciones de vida de los moradores del Barrio San Isidro de Pintag, permitiendo una correcta evacuación tanto de aguas servidas, como de aguas de tipo pluvial.
- b) El sistema de alcantarillado diseñado es de tipo combinado, tomando en cuenta los Parámetros de Diseño de Alcantarillado de la EMAAP-Q para todo el Distrito Metropolitano.
- c) El alcantarillado combinado facilita la descontaminación de aguas servidas, transportando las aguas residuales hasta la plantas de tratamiento y aliviando los caudales pluviales en crecidas, cuyos excesos se evacuarán hacia la quebrada La Clemencia, con cargas contaminantes mínimas que no afectarán al entorno.
- d) Se ha considerado, que las conexiones domiciliarias partan de la respectiva caja de revisión, en cada uno de los lotes, evitando que se conecten directamente a la red principal.
- e) Puesto que el tratamiento a efectuarse con las aguas servidas es de tipo primario, se estableció que el tanque Imhoff reúne las condiciones técnicas y económicas más apropiadas para el sector.

8.2 RECOMENDACIONES.

- a) Es importante una buena metodología y técnica constructiva, de modo que se garantice la resistencia de los materiales, una correcta colocación de las tuberías e impermeabilidad en las juntas, un correcto colado y fundición del hormigón, y la correcta disposición de las armaduras para evitar fisuras, exposición del acero de refuerzo, etc. que atentan directamente con la durabilidad de la obra.
- b) En el sector existen viviendas construidas hacia la ladera de la quebrada La Clemencia, las cuales no podrán conectarse al sistema de alcantarillado por lo que se recomienda que estas construyan una Unidad Básica de Saneamiento (UBS), tipo MIDUVI, la cual cuenta con una fosa séptica que recoge únicamente las excretas y, las aguas de lavabos y duchas son dispuestas hacia un enrocado y sus afluentes pueden ser utilizados para riego.
- c) Se deberá realizar un mantenimiento periódico de la red, con el fin de garantizar un funcionamiento óptimo durante su período de diseño.
- d) Las estructuras especiales como colectores, separador de caudales, dissipador tipo pozo de bandejas y tanque Imhoff, deben ser construidas con hormigón de alta resistencia ($f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$).

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Ing. Miguel Arias O., M.A.O. Apuntes de Alcantarillado. Escuela Politécnica del Ejército.

- ✓ Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Quito, EMAAP-Q. Plan Maestro de Alcantarillado de la Ciudad de Quito.
- ✓ Ricardo Alfredo López Cualla, R.A.L.C. (1995). Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillado. 2ª Edición. Colombia. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- ✓ Ing. Giovanni Rivadeneira, G.R. (2003). Manual de Operación y Mantenimiento del Tanque Imhoff.
- ✓ Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI. Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.
- ✓ Proyecto Ríos Orientales, PRO. Estudios de Población, Demanda y Oferta de Agua Potable e Industria de Proyectos Orientales.
- ✓ Azevedo Álvarez, A.A. (1975). Manual de Hidráulica. Editorial Harla.