

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

**“DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO CONTROLADO MEDIANTE TUBERÍA
PARA LA HACIENDA SAN FRANCISCO DE PASOCHOA.”**

UBICACIÓN: CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA PICHINCHA

AUTOR:

ARROBO MONCAYO ALVARO ANTONIO

BERTERO METTLER PIA EMILIA

DIRECTOR:

ING. HERNÁN ROMERO

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

QUITO, 2012

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

UNIDAD ACADÉMICA DE HIDRÁULICA Y SANITARIA

DISERTACIÓN DE GRADO

**“DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO CONTROLADO MEDIANTE TUBERÍA
PARA LA HACIENDA SAN FRANCISCO DE PASOCHOA.”**

UBICACIÓN: CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA PICHINCHA

DIRECTOR:

Ing. Hernán Romero

REVISOR

REVISOR

Ing. Miguel Araque

Ing. Héctor Cajas

DEDICATORIA

A los hacendados y trabajadores del campo, para que así, el trabajo dedicado a estas labores sean más eficientes y sustentables para la producción. Que sirva este trabajo como incentivo para mejora diaria de cada uno.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser quien nos ha dado todo lo que tenemos y lo que conseguimos. Un especial agradecimiento a nuestras familias que nos regalaron el tiempo y los recursos que demandó esta ardua labor. A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y profesores de la Facultad de Ingeniería, por las enseñanzas recibidas en las aulas; en especial a nuestro director y correctores por el apoyo brindado. A nuestros amigos y jefes de cada trabajo por la apertura, paciencia y respaldo dado en todo momento.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	II
Índice.....	III
Listado de Planos	VIII
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.-.....	1
1.1 Antecedentes.-.....	2
1.2 Objetivos.-.....	4
1.2.1 Objetivo general.-.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.-.....	4
1.3 Descripción general del proyecto.-.....	5
1.3.1 Ubicación geográfica.-.....	5
1.4 Estudio Socio Económico.-.....	8
1.4.1 Educación.-.....	9
1.4.2 Población.-.....	10
1.4.3 Vivienda.-.....	11
1.4.4 Principales actividades económicas.-.....	11
CAPITULO 2. INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO.-.....	13
2.1 Objetivo y Alcance.-.....	13

2.1.1 Objetivo.-	13
2.1.2 Alcance.-	13
2.2 Hidrología.-.....	13
2.3 Clima.-.....	15
2.3.1 Estaciones Meteorológicas.-.....	15
2.3.2 Precipitación.-.....	16
2.3.3 Temperatura.-.....	17
2.3.4 Nubosidad.-.....	20
2.3.5 Humedad.-.....	21
2.3.6 Viento.-.....	22
2.4 Estudios topográficos.-.....	23
2.4.1 Planimetría y Altimetría del Proyecto.-.....	23
2.5 Características físicas de los suelos. Identificación de los tipos de suelo.-.....	25
2.6 Producción agrícola actual.-.....	26
CAPITULO 3. DISEÑOS DEL PROYECTO.-	30
3.1 Datos para el diseño del sistema de riego-.....	30
3.1.1 Requerimientos de riego.-.....	33
3.1.2 Patrón de cultivos.-	49
3.1.2.1 Pastos Perennes.-.....	50
3.1.2.2 Pastos Anuales.-.....	51
3.1.2.3 Secuencia de Riego.-.....	52
3.1.3 Precipitaciones Anuales.-.....	54

3.1.4 Eficiencia de Riego.-	58
3.2 Bases de Diseño.-	59
3.2.1 Cálculo y diseño de la Obra de Captación de un Canal Existente.-	60
3.2.2 Generalidades.-	62
3.2.3 Parámetros de diseño.-	64
3.2.4 Cuadros de Cálculo tuberías de Conducción (Captación a Reservorio).- ..	65
3.2.5 Diámetro de la Tubería de Conducción (Línea 0).-	67
3.2.6 Obras complementarias (Pasos de agua, acueductos, etc.).-	67
3.3 Diseño de Redes Secundarias de zona de Riego.-.....	68
3.3.1 Cálculo y Diseño del Reservorio.-.....	68
3.3.2 Cálculo y Diseño de Redes Secundarias o de Distribución.-.....	76
3.3.3 Accesorios (Válvulas de control y de aire).-.....	84
CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE IMPACTOS AMBIENTALES.-.....	87
4.1 Introducción.-.....	87
4.2 Objetivos.-.....	88
4.2.1 Objetivo General.-.....	88
4.2.2 Objetivos Específicos.-.....	88
4.3 Marco Legal.-.....	88
4.4 Evaluación del Impacto Ambiental.-.....	97
4.5 Ficha Ambiental.-.....	98
4.6 Calificación del Impacto Ambiental.-.....	109
4.7 Lista de Chequeo del Proyecto de Riego.-.....	111

4.8 Matriz de Leopold.-	112
4.9 Resultados Generales de la Evaluación.-	123
4.10 Impactos Ambientales.-.....	124
4.10.1 Impactos positivos.-	124
4.10.2 Impactos negativos.-.....	125
4.10.3 Medidas de mitigación.-.....	129
CAPÍTULO 5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN.-.....	132
5.1 Especificaciones Técnicas, Definición y Forma de Pago.-.....	132
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO Y	
CRONOGRAMA.-	184
6.1. Conceptos generales.-.....	184
6.1.1 Costos indirectos por Administración Central.-.....	185
6.1.2 Costos indirectos de Obra.-.....	186
6.1.3 Costos Indirectos Totales del Proyecto de Riego Hacienda San Francisco de Pasochoa.-.....	186
6.2 Análisis de Precios Unitarios.-.....	187
6.3 Presupuesto del Proyecto de Riego de la Hcda. San Francisco de Pasochoa.-	239
6.4 Cronograma de Actividades.-	240
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-.....	242
7.1 Conclusiones.-.....	242
7.2 Recomendaciones.-.....	244

7.3 Bibliografía.....246

LISTADO DE PLANOS

ANEXO

LINEA 0 1

LINEA 1.....2

LINEA 2.....3

LINEA 3.....4

PERFIL LÍNEA 0.....5

PERFIL LÍNEA 1.....6

PERFIL LÍNEA 2.....7

PERFIL LÍNEA 3.....8

DETALLE RED RESERVORIO.....9

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.-

El agua es el recurso que proporciona la vida misma de cualquier ser vivo conocido en la actualidad, por esto se llama a este elemento indispensable. Se estima que del consumo mundial de agua un 70 por ciento está destinado a prácticas de agricultura y el 30 por ciento restante se comparte en consumo humano e industrial, según la FAO¹. Ya que en la actualidad existen problemas de escases de agua en algunos países del mundo y los habrá en muchos más durante las próximas décadas, el agua es un recurso que se debe cuidar desde ahora para garantizar la vida de futuras generaciones, especialmente optar por un menor gasto de agua en la agricultura modernizando los sistemas de riego.

Se calcula que en el Ecuador el 85 por ciento de agua utilizada es destinada a riego, pero la repartición del recurso no es equitativa, sino se ha dado prioridad a productores de gran escala para que puedan ser mejores en competir en el mercado internacional, dejando a un lado al pequeño productor. Estos datos fueron obtenidos por el SIPAE en un estudio realizado el 2008².

En el área agrícola del país, las adversidades a vencer se han incrementado debido a los largos veranos y caudales limitados de agua; esto hace que los agricultores y ganaderos busquen soluciones puntuales como la de tecnificar sus formas de cultivo y así aprovechen al máximo sus recursos hídricos. La mejor opción de hacerlo es diseñando

¹ <http://www.fao.org/docrep/003/t0800s/t0800s09.htm#b6-La%20utilización%20mundial%20de%20agua>

² SIPAE (Sistema de Investigación de la Problemática Agraria en el Ecuador),
<http://laruta.nu/es/articulos/problematika-del-agua-en-ecuador>

sistemas de riego según las necesidades que requieran los cultivos y así darles el agua suficiente para su óptimo desarrollo.

En el caso de la ganadería se necesitan cultivar pastos de diferentes tipos que requieren de cantidades específicas de agua para su crecimiento. Al brindar este recurso controlado a los cultivos de pasto se da una gran ayuda para crear un cronograma de ocupación de potreros, que garanticen una rotación específica sin verse afectados por los largos meses de verano donde los pastos escasean y hay baja de producción. Esto no solo mejora la producción sino que garantiza un alza de la calidad de los productos obtenidos, en el caso de la ganadería sería una leche o carne de mejor calidad.

En la actualidad la producción de la hacienda San Francisco de Pasochoa, de la cual se va a realizar el estudio es muy baja porque no tiene el adecuado sistema de riego que proporcione las cantidades necesarias de agua a los cultivos. Para mejorar esta situación se realizará una captación de un caudal de 2,34 litros / seg, valor de la adjudicación dada por la SENAGUA³, de las aguas que discurren por la quebrada Chusalongo1 proveniente del Pasochoa y río Pita para riego de alrededor de 30 Hectáreas.

1.1 Antecedentes.-

El estudio es una propuesta de diseño del sistema de riego por tubería para la hacienda San Francisco de Pasochoa, que tiene un área de 40 hectáreas. El terreno se encuentra en una zona rural en el cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, en las faldas del

³ Tomado de la sentencia dictada por la SENAGUA, PROCESO 2148-Rv. Quito, Julio 03 de 2008, pág. 3 cuadro renovación Hacienda San Francisco de Pasochoa.

Pasochoa. Este proyecto multiplicará la producción hasta dos veces lo actual, sin contar con el ahorro de agua que se tendrá y todas las personas que se beneficiarán de diferentes maneras.

La falta de incentivos e información que se tiene sobre este tema que ayudaría con la productividad, ha causado un impacto negativo en el sustento de las pequeñas y medianas haciendas que se dedican a la producción de leche, que se ven afectadas terriblemente por los inestables e impredecibles estados climáticos que se presentan.

Por esto con el desarrollo de este proyecto se quiere lograr estos propósitos:

- a) Facilidad de almacenamiento, captación y optimización de agua en el riego.
- b) Una mejora notable en la producción agrícola, generando procesos en la que cada persona involucrada adquiera cierto papel productivo económico y social.

La SENAGUA en conjunto con la Junta de Aguas del sector se ha propuesto hacer un rastreo y verificar la captación y conducción de la red principal, sus ramales y las acometidas de cada usuario de la zona para que cada hacienda o propiedad esté en pleno uso de el caudal asignado y de que ningún recurso esté siendo desperdiciado o tomado sin adjudicación; esto permite garantizar que cada uno de ellos tenga el agua necesaria y evitar así que otros se vean afectados por falta de la misma.

Esto explica porque un sistema de riego es la manera más adecuada del manejo de este recurso ya que muchas veces las haciendas no reciben agua suficiente para funcionar sin sistemas tecnificados.

Para formular el proyecto se han tomado como punto de partida los siguientes elementos:

- El caudal concesionado.
- La topografía de la ruta por donde pasa la tubería de conducción.
- El área de riego y requerimientos específicos.

El levantamiento topográfico con el que se cuenta ha sido realizado desde la captación hasta el ramal para distribución de caudales por donde pasará la tubería.

1.2 Objetivos.-

1.2.1 Objetivo general.-

El objetivo general de esta disertación de tesis es generar un diseño para un proyecto de riego preferentemente a gravedad, que sea ingenioso, eficiente y que optimice el uso del agua. La red deberá contribuir con la mejora de la producción y permita provisionar de agua a la propiedad en épocas de sequía, todo esto tomando en cuenta el limitado caudal que se tiene para el área y la topografía accidentada que complica nuestra labor.

1.2.2 Objetivos específicos.-

- Diseño de la captación del agua.
- Diseño del reservorio de acuerdo al caudal y a la superficie de riego.
- Diseño del desarenador.

- Determinar los diferentes tipos y diámetros de tubería de acuerdo a los caudales de diseño.
- Cálculo de volúmenes de obra, presupuesto, análisis de precios y cronograma valorado de trabajos.
- Determinar mediante el estudio de Impacto Ambiental los efectos negativos que pudieran ocasionarse y buscar las soluciones adecuadas para reducirlos.

1.3 Descripción general del proyecto.-

El proyecto que se analizará en esta disertación de tesis, es un sistema de riego. El cual se lo diseñará para que mediante conducción por tubería y utilizando la gradiente del terreno poder realizar el riego de los potreros mediante aspersion, diseñando todas las obras complementarias necesarias para este propósito.

1.3.1 Ubicación geográfica.-

El proyecto de riego para la Hacienda San Francisco de Pasochoa se sitúa en las faldas de este volcán. La hacienda se encuentra ubicada en el sector “El Taxo”, políticamente en la parroquia Cotogchoa, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha a una altura de 2980m aproximadamente.

Las coordenadas del proyecto de riego para la hacienda son:

Latitud $0^{\circ}25'3.80''S$

Longitud $78^{\circ}27'35.08''O$

Altitud 2980 msnm

REPÚBLICA DEL ECUADOR



Gráfico # 1.- Ubicación política del proyecto de riego para la Hacienda San Francisco de Pasochoa

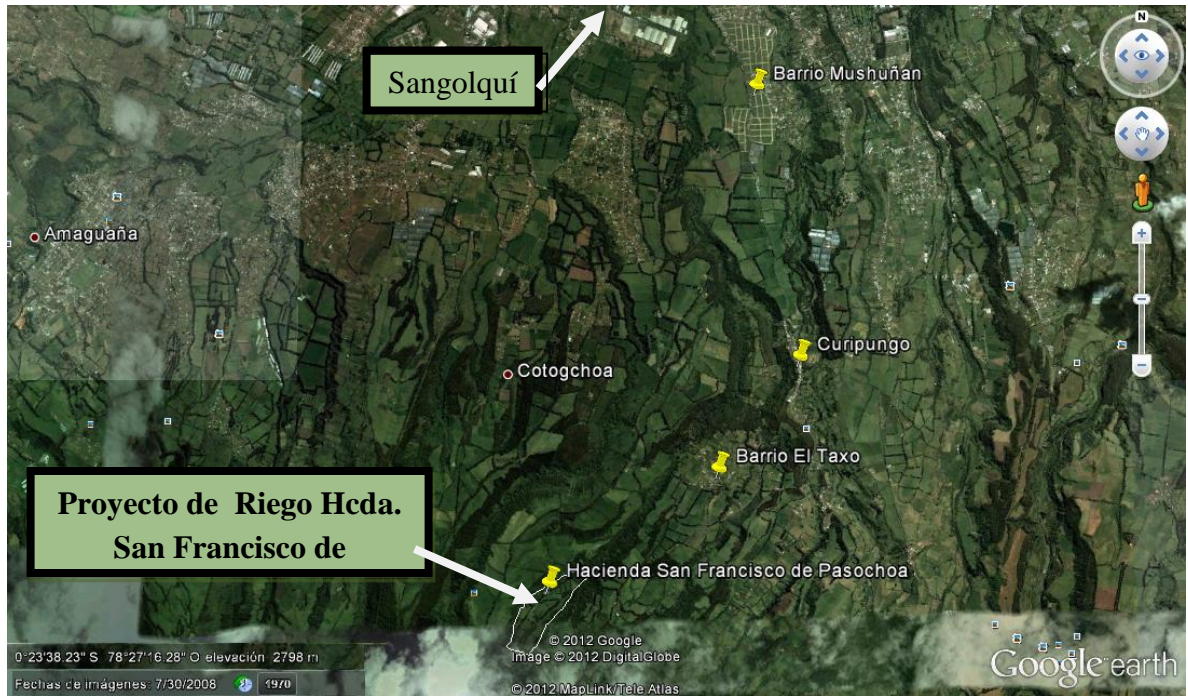


Gráfico # 2.- Ubicación Hacienda San Francisco de Pasochoa

1.4 Estudio Socio Económico.-

Cuando hablamos de aspectos socio-económicos nos referimos a detallar la forma de vida de las personas, en este caso los moradores de la hacienda San Francisco de Pasochoa. En esta hacienda así como las colindantes se dedican a la producción de leche, por lo que diríamos que es una zona rural dedicada esta actividad. Al ser una zona alejada de cualquier centro de comercio, escuelas, hospitales, etc.; las familias gastan bastante en transporte y tratan de no salir si no es necesario.

Los hogares y construcciones pertenecen a propietarios de la hacienda que dan vivienda a los empleados que trabajan allí. Por residencia viven 4 a 5 personas aproximadamente,

se tiene como referencia que por cada dos adultos hay 3 niños o adolescentes. El ingreso promedio familiar es de 450 dólares, ya que de cada familia trabajan dos personas, una a tiempo parcial y la otra a tiempo completo, lo demás son niños que van a la escuela. El pago es el salario básico que actualmente es de 292 dólares según los últimos cambios del sector laboral para tiempo completo, más horas extras trabajadas. Después de realizar una investigación y preguntar a los moradores sobre sus gastos, se obtuvo que los egresos familiares representados en porcentaje son los siguientes:

- Alimentación 33.36%
- Vestuario 12.01%
- Educación 13.40%
- Salud 7.94%
- Transporte 17.31%
- Gastos varios y ahorros 15.98%

1.4.1 Educación.-

Los establecimientos educativos a los que asisten los niños que viven en la hacienda se encuentran en el barrio Curipungo, ubicado a 7 kilómetros de allí, lo que explica el alto gasto de transporte de la familia, ya que la escuela más cercana que existe en el barrio el Taxo, a 2,5 kilómetros de la hacienda, se encuentra fuera de funcionamiento. Algunos de los jóvenes abandonan los estudios y se dedican a trabajar o estudiar alguna tecnología que les permita obtener un trabajo con mejor paga. Esto se debe a que los ingresos de la

familia obtenidos de la hacienda no son suficientes para un buen nivel de vida y no hay suficientes ingresos o trabajo como para contratar a más personas. El analfabetismo es un problema que se presenta en un 30% de los habitantes ya que muchos de los adultos no tuvieron la oportunidad de estudiar y trabajan desde tempranas edades, además la lejanía de esta zona no permite flexibilidad en horarios como para que los jóvenes estudien por la noche y trabajen a la vez.

1.4.2 Población.-

No se tienen datos concretos sobre la población existente en la zona, pero se sabe que los trabajadores que trabajan a tiempo completo provienen de la costa, especialmente la región de Manabí donde hay extrema pobreza por lo que han migrado de su lugar de origen. Un porcentaje pequeño que ocasionalmente trabaja en la hacienda y realizan trabajos como limpieza de acequias, mantenimiento de empedrados, entre otros; son serranos de edades avanzadas que han vivido allí por años en el sector de Cotogchoa, ellos tienen una vida muy ajustada y la falta de educación les ha impedido ascender en posición económica.. Estas personas obtienen trabajos de este tipo en las haciendas del sector y se trata de gente adulta, mayor de 45 años que ha hecho este tipo de oficio toda su vida.

Las haciendas aledañas y la de San Francisco de Pasochoa han preferido contratar gente de la costa debido que los habitantes de Cotogchoa y antiguos trabajadores de esta zona ya tienen terrenos propios y prefieren otro tipo de trabajo que les dé más independencia.

1.4.3 Vivienda.-

Las viviendas de los habitantes de la hacienda no son propias y pertenecen a los dueños de la misma. En el pasado las casas eran de adobe o mixtas con bloque; ahora se han sustituido con hogares nuevos hechos de bloque, hormigón y techos de zinc para una mayor comodidad de las familias, esto a costa de los hacendados para brindar mejor vida a sus empleados. Las viviendas cuentan con todo tipo de comodidades como son instalaciones eléctricas, baños, agua caliente y electrodomésticos que las familias adquieren con ayuda de los propietarios; por lo que a primera impresión dejan claro una apariencia de buena calidad de vida. Al ser un sector frío las casas no son amplias y tienen solamente las ventanas necesarias.

1.4.4 Principales actividades económicas.-

Según información recolectada, la población económicamente activa de la zona corresponde al 39%, ocupando las principales plazas de trabajo en:

- La Ganadería
- Agricultura
- El Comercio
- Empleos particulares

En la zona de las haciendas la gente se dedica a la ganadería, agricultura y unas pocas al comercio. En el pueblo de El Taxo, que está a dos kilómetros y medio de la hacienda San Francisco de Pasochoa, la mayoría de los moradores son gente mayor que tiene su terreno promedio de una a dos hectáreas, donde cultivan hortalizas o crían ganado en pocas cantidades. Los demás pobladores se dedican al comercio y los jóvenes que se han marchado es debido a que en la parroquia de Cotogchoa existe un gran parque industrial que ofrece muchas plazas de trabajo y esto les parece más atractivo que el trabajo de campo.

Algunas personas del pueblo El Taxo trabajan en la hacienda San Francisco de Pasochoa ocasionalmente para trabajos como limpieza de acequias, mantenimiento de empedrados, entre otros. Estas personas obtienen trabajos de este tipo en las haciendas del sector y se trata de gente adulta, mayor de 45 años que ha hecho este tipo de oficio toda su vida.

CAPITULO 2. INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO.-

2.1 Objetivo y Alcance.-

2.1.1 Objetivo.-

Obtener por medio de investigación y trabajos de campo los datos necesarios para realizar el proyecto de riego, como sería la topografía, hidrología, clima, la producción actual y el tipo de suelos.

2.1.2 Alcance.-

Para realizar los cálculos de la necesidad de agua que tiene la Hacienda San Francisco de Pasochoa, es necesario definir ciertas características climatológicas, de los cultivos y la topografía; estos estudios nos ayudan a obtener un mejor y certero resultado para la realización del proyecto.

2.2 Hidrología.-

La hidrología es aquella ciencia que estudia el agua, de forma más específica su distribución, circulación, variación y como interactúa con los seres vivos. Además de sus propiedades físicas y químicas en cualquiera de sus fases.

En ingeniería civil la rama de la hidrología es de suma importancia, puesto que se necesita saber el comportamiento del agua para cualquier proyecto relacionado con la misma y tener en cuenta la interacción de este elemento con el ambiente. La afectación que tendrían nuestras decisiones como ingenieros al construir diferentes obras en la naturaleza es crucial y nos ayuda a mitigar impactos ambientales y a saber el alcance que podemos brindar a los proyectos.

El principal objetivo de la hidrología es descifrar las interrelaciones entre el agua y el ambiente que se encuentra a su alrededor. Por esto esta ciencia se enfoca principalmente en el agua que tiene contacto con el suelo o superficies del mismo, y a la vez de los fenómenos que intervienen en el ciclo hidrológico que son: precipitación, escorrentía, evapotranspiración y el agua en los suelos.

Todos los pormenores de estos fenómenos son estudiados en subdisciplinas que abarcan millones de conceptos e información. Un ejemplo claro sería la hidrografía, que trata sobre la descripción y elaboración de los mapas de los cuerpos de agua, donde se pueden apreciar desde mares y océanos hasta ríos y cuencas hidrológicas, dependiendo la escala del mismo.

En estos últimos años en el mundo se ha tomado una conciencia más ecológica, lo que se ha traducido también para ingeniería en minimizar desperdicios de todo tipo, incluso del agua. Ahora la hidrología es una herramienta importante que nos ayuda no solo a garantizarla seguridad de una estructura o su funcionamiento sino a utilizar el menor recurso requerido posible, contribuyendo así con un avance en las mejoras de vida futura en el planeta.

2.3 Clima.-

La hacienda se encuentra en una zona en donde el clima puede variar en un alto porcentaje cada día. Sabiendo que la altura de la región donde se ubica la Hacienda San Francisco de Pasochoa está alrededor de los 2900 a 3100 msnm, la zona es intermedia entre una de vida Templada Interandina y frío Andino o Páramo, eso quiere decir que teóricamente la temperatura debe fluctuar desde los 3 grados centígrados hasta llegar a los 15 grados como temperatura máxima.

Los meses de junio a septiembre generalmente son los meses más calurosos y secos según la población del lugar. Se ha llegado a conocer de temperaturas en esta época de hasta 22 grados centígrados. El resto del año las lluvias son intermitentes, hay un poco de sol, y en el mes de abril se registran las lluvias más abundantes.

2.3.1 Estaciones Meteorológicas.-

Se investigó sobre las estaciones meteorológicas existentes en la cercanía de la hacienda y como resultado se encontró dos estaciones del Inamhi. La primera es la estación llamada Izobamba, con el código M003, que está a 3058m de altura y se encuentra a 15 km de distancia. Aún tomando en cuenta la lejanía de la estación, ésta se encuentra en un lugar con características similares en cuanto a altura, tipo de vegetación y clima; lo cual nos permite tomar en cuenta los datos de la misma para el estudio.

La segunda estación encontrada se llama Rumipamba, con código M353, se encuentra a 5km de la hacienda y a 2940m de altura. Esto hace que estos datos sean muy similares por no decir iguales a los de la propiedad a analizar, por lo que sí se van a tomar en cuenta en los estudios. Lamentablemente esta estación solo mide precipitaciones más no otros datos que tomaremos de la estación Izobamba.

2.3.2 Precipitación.-

La precipitación en esta zona se da intermitentemente entre los meses de octubre a junio, siendo marzo y abril los más lluviosos. Entre Junio y Septiembre se registra la época más seca del año y las precipitaciones pueden incluso llegar a ser nulas en algún mes de este período, que lo podríamos llamar veranillo.

En el gráfico #3, se representan los valores de las precipitaciones mensuales máximas, mín. y medias desde el año 1980 hasta el 2011. Vemos que el sector tiene baja cantidad de lluvia especialmente en los meses de junio, julio, agosto y primeros días de septiembre. Las precipitaciones máximas llegan en los meses de marzo, abril, mayo, octubre y noviembre.

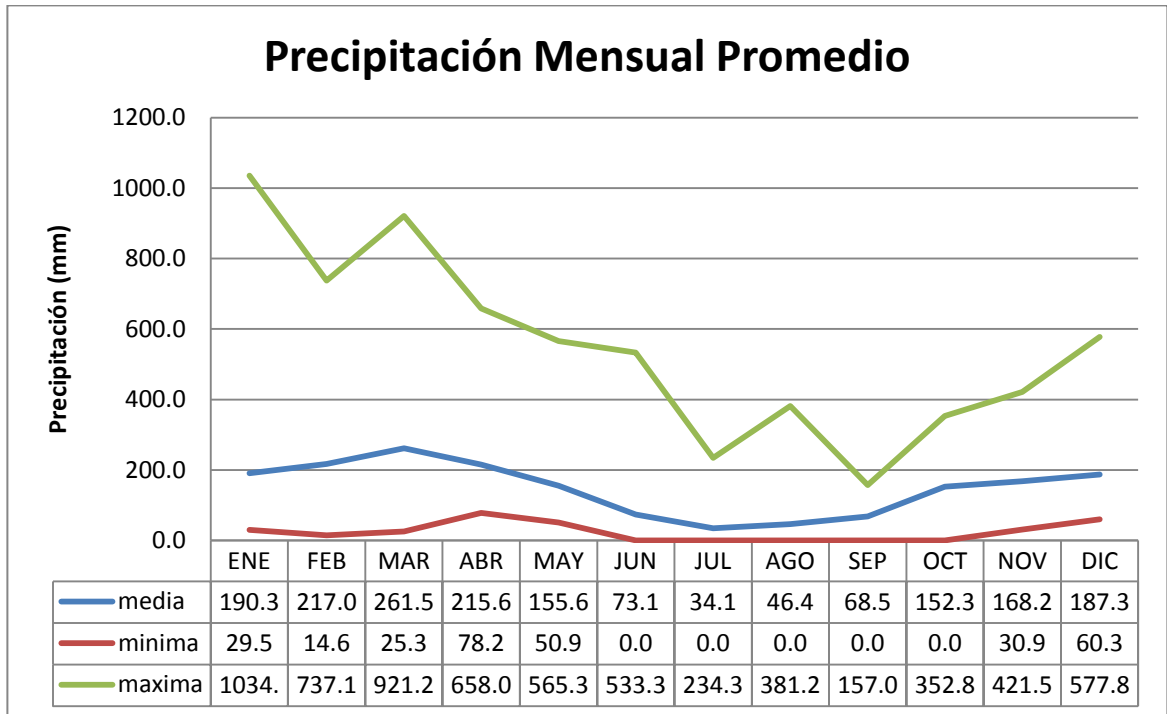


Grafico # 3.- Precipitación media de intensidad máxima, media y mínima.

Tomando en cuenta que existen años con gran cantidad de lluvia como se ve en el gráfico anterior en las precipitaciones máximas, el exceso de lluvia puede afectar los potreros de una manera mucho más agresiva que con un veranillo fuerte. Esto ocurre ya que debido a las grandes cantidades de agua el cultivo no se desarrolla bien y se producen lodazales que amenazan a la salud y bienestar de los animales.

2.3.3 Temperatura.-

Se sabe que en la zona donde se encuentra nuestro país la temperatura del día puede variar significativamente a lo largo del día. Lo mismo ocurre en el lugar de análisis; las mañanas y noches generalmente son los lapsos más fríos y en el día se dan las horas más

cálidas gracias a la luz solar. En tiempos de lluvia la temperatura no varía mucho en 24 horas, mientras que en el veranillo las madrugadas pueden causar heladas en los pastos y matarlos por completo y en las tardes debido a la falta de nubes hay presencia de vientos de gran velocidad. Según la tabla del Inamhi que se ve a continuación, que pertenece a la estación Izobamba, la temperatura media mensual en el período evaluado está alrededor de los 12 grados, esto siendo temperaturas medias diarias y reducida a una temperatura mensual promedio, por lo que es un dato inexacto en cuanto a temperaturas máximas y mínimas que se dan en el día.

MESES											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
12,3	12,2	12,3	12,3	12,4	12,3	12,0	12,3	12,4	12,3	11,8	11,9

Tabla # 1.- Temperatura media (GC). Estación Izobamba (M003) 1980 – 2011.

Los datos de las tablas de temperaturas mínimas y máximas nos dan datos veraces en cuanto a las temperaturas que se presentan durante el día. En la siguiente tabla se presentan valores mínimos, máximos, medios promedio mensuales.

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Media máx.	20,9	20,8	20,6	20,4	20,6	20,5	20,8	21,5	21,7	21,1	20,7	20,7
Media Mensual	12,3	12,2	12,3	12,3	12,4	12,3	12,0	12,3	12,4	12,3	11,8	11,9
Media mín.	3,1	3,4	3,6	4,0	3,7	3,3	2,3	2,1	2,2	2,5	2,0	2,5

Tabla # 2.- Temperatura media, máxima y mínima (GC). Estación Izobamba (M003)

1980 - 2011

Si hablamos de un promedio mensual, la temperatura de 12 grados centígrados concuerda con los datos del clima del siguiente mapa del ecuador en el Gráfico 4, donde se ve claramente que la ubicación de la estación izobamba M003 pertenece a la zona donde la temperatura promedio está entre los 12 y 14 grados.

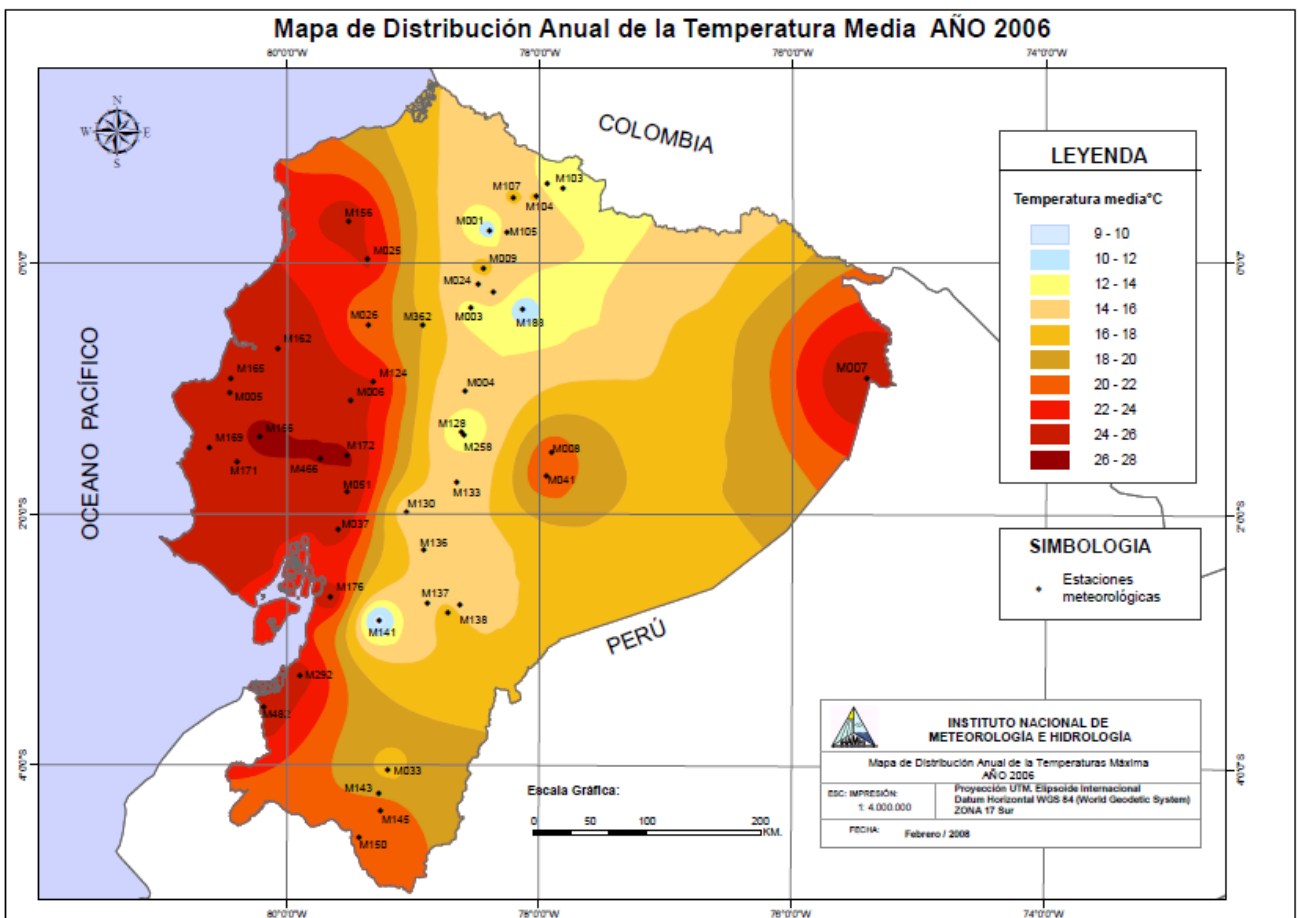


Gráfico # 4.- Mapa de distribución anual de la temperatura media año 2006 (INAMHI)

Las temperaturas mínimas en los últimos años, tomando en cuenta datos desde el 2008 hasta el 2011, indican que las mismas fluctúan entre 1 y 5 grados centígrados, siendo 1 grado la temperatura más baja registrada en el mes de agosto del 2010.

En la tabla 2 donde se tiene las temperaturas máximas absolutas del mes, tomando en cuenta el mismo período de años que consideramos anteriormente , tenemos que las temperaturas máximas fluctúan entre los 19,5 y los 23,5 grados centígrados; siendo 23,5 la mayor temperatura registrada en setiembre del año 2009.

Los datos que nos arrojan estas tablas claramente confirman que en época de verano, se dan las mayores y a la vez las menores temperaturas. Esto afecta al agricultor al producirse heladas debido a las grandes variaciones de temperaturas que se dan a lo largo del día.

2.3.4 Nubosidad.-

La nubosidad representa la fracción de cielo cubierto por nubes en un lugar en particular. Obviamente la nubosidad máxima se da en época de invierno donde existe mayor cantidad de nubes por la formación de lluvias.

Los cálculos de nubosidad son inexactos debido a que no se puede medir bien con presencia de niebla. En el Pasochoa la presencia de niebla es constante por ser una zona de gran altitud, lo que hace de las mediciones poco confiables. Lo que podemos asumir es nubosidad alta en invierno y escasa en los meses de verano.

2.3.5 Humedad.-

La humedad de un lugar específico se calcula en porcentaje y se la llama humedad relativa; esta humedad es aquella que se contiene en una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, considerando que no varíen las condiciones de presión atmosférica y temperatura. Esta es la forma más habitual de expresar la humedad en términos ambientales.

La humedad relativa media mensual en la zona del Pasochoa está alrededor del 80% en épocas invernales y del 70% en época de verano según las tablas del Inamhi en la estación Izobamba, como vemos a continuación.

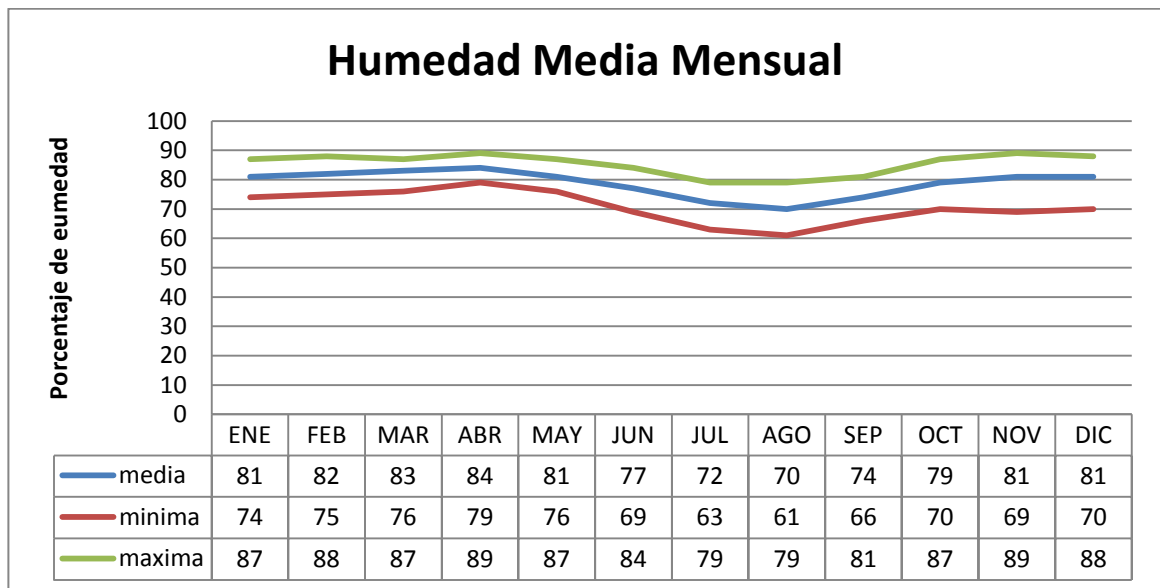


Grafico # 5.- Humedad Media (%). Estación Izobamba (M003) 1982 – 2011

2.3.6 Viento.-

El viento es la circulación del aire de un lugar a otro, esto implica que adquiere una velocidad. Este fenómeno se da cuando una masa de aire se vuelve menos densa y al aumentar temperatura asciende sobre otra capa de aire, dejando el espacio para que una capa de aire más fría tome su lugar. El viento también influye de cierta forma en las precipitaciones ya que cuando se concentra la humedad en una zona y esta asciende hasta una capa de aire más fría, se producen las precipitaciones.

Existen vientos generales y permanentes que circulan alrededor de todo el globo terráqueo creando una circulación general de la atmósfera y otros localizados provocados a causa de cambios meteorológicos de cada zona.

La distancia que recorre el aire por unidad de tiempo es la velocidad del viento. Se expresa en m/seg ó en km/h generalmente. Se denominan vientos suaves a los de velocidades aproximadas a los 10 km/h y los más fuertes alrededor de 300 km/ h.

La acción del viento puede afectar la eficiencia de aplicación del agua en riego por aspersión. El patrón de mojado de los aspersores es muy sensible a la acción del viento ya que este provoca que se aplique menos agua en el lado donde llega el viento y más agua en el lado contrario, por esto se debe tener muy en claro que velocidad tiene el viento en el sector.

2.4 Estudios topográficos.-

La hacienda San Francisco de Pasochoa, al estar ubicada en las faldas de la montaña, pertenece a una zona ladera donde la topografía es muy accidentada. El terreno se asemeja a una isla rodeada de quebradas que delimitan el predio.

El levantamiento topográfico con el que se cuenta se lo obtuvo de los propietarios de la zona, lo realizaron hace 2 años para legalizar el predio luego de una subdivisión. Estos planos son compatibles con la Cartografía Georeferenciada del cantón Rumiñahui. Se tienen las curvas de nivel del estudio topográfico de toda la hacienda y de la hacienda aledaña desde donde se realiza la captación. Este estudio topográfico es fundamental para el proyecto de riego puesto que es la base de donde mediante cálculos se obtendrá la presión del agua en cada uno de los potreros.

2.4.1 Planimetría y Altimetría del Proyecto.-

La captación del agua y su ubicación son datos fundamentales que nos permiten determinar varios factores. Por ejemplo en la HSFDP sabemos que la captación está ubicada a una altura de 3155msnm, 25 metros más alto que el reservorio donde se va a almacenar el agua de riego. En la parte inferior de la hacienda una de las cotas más bajas es de 2940 msnm aprox. lo que nos da una altura de presión de 190m, lo cual es más que suficiente para el riego e incluso hagan falta obras para achicar la presión o tuberías de mayor espesor.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la topografía del área de la hacienda, Allí también vemos el lugar de la captación que se encuentra fuera de la propiedad que se delimita allí mismo.

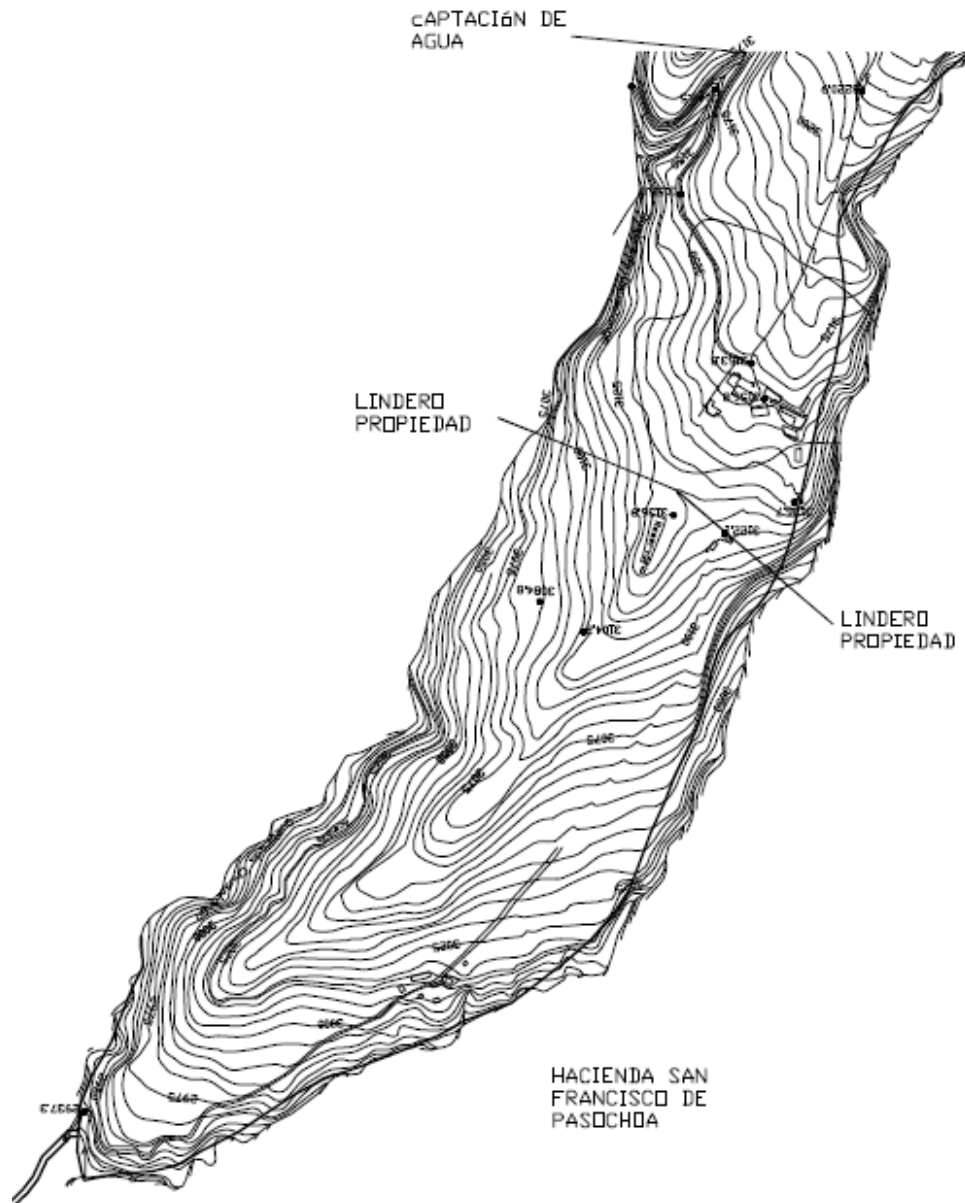


Gráfico # 6.- Mapa Topográfico de la propiedad a Analizar y del lugar de Captación.

2.5 Características físicas de los suelos. Identificación de los tipos de suelo

La clasificación de suelos consiste en la distinción de suelos de diferentes características, cada uno de estos grupos tiene variantes en cuanto a granulometría, comportamiento y propiedades cualitativas. Entre las propiedades cualitativas existen diferencias de color, olor y el tipo de partículas que se denotan al tacto.

El tipo de suelo en un proyecto de riego es de alta importancia, pues éste nos dirá con cuanta frecuencia hay que regar el mismo para obtener óptimos resultados. Por ejemplo un suelo arenoso escurrirá el agua mucho más rápido que un limo o arcilla; por lo tanto el suelo arenoso tendrá que ser regado con más frecuencia para los mismos resultados.

Hay varios métodos para identificar y clasificar un suelo. En este caso se usó el manual SUCS, que es un método manual-visual de clasificación de suelos. De este análisis con la obtención de muestras de suelo como se ve en la siguiente fotografía se obtuvo que:



Fotografía # 1.- Determinación del tipo de suelo con la tabla del SUCS en la hacienda.

Características del Suelo	
Color	Café Oscuro
Olor	Inexistente
Dilatancia	Lenta
Plasticidad	Baja
Partículas	Finas



Tipo de suelo	ML
---------------	----

Fotografía # 2.- Muestra de suelo

Descripción: Limo de baja plasticidad.

2.6 Producción agrícola actual.-

La producción de la hacienda se la mide cada quincena y es el resultado de la suma de litros de leche entregados al tanquero cada 2 o 3 días. Esta no solo depende de la calidad de los pastos sino también de variantes como descarte de ganado, exceso o escasez de agua, de la cantidad de vacas que se preñan y son trasladadas a otro rejo o vacas que han parido y retornan al ordeño.

A continuación en las siguientes tablas tenemos lo que es la producción de leche desde el año 2008 hasta el año 2011, dándonos la producción total mensual y un promedio diario.

Año 2008	1a Quincena	2a Quincena	Mes	Prom. Diario
Enero	3325,00 lt	3438,00 lt	6763,00 lt	218,16 lt
Febrero	3351,00 lt	3693,00 lt	7044,00 lt	251,57 lt
Marzo	966,00 lt	2962,13 lt	3928,13 lt	126,71 lt
Abril	3486,00 lt	2903,00 lt	6389,00 lt	212,97 lt
Mayo	2996,00 lt	3193,00 lt	6189,00 lt	199,65 lt
Junio	3805,00 lt	3242,00 lt	7047,00 lt	234,90 lt
Julio	3623,00 lt	2826,00 lt	6449,00 lt	208,03 lt
Agosto	2765,00 lt	4194,74 lt	6959,74 lt	224,51 lt
Septiembre	4313,00 lt	3454,00 lt	7767,00 lt	258,90 lt
Octubre	2679,00 lt	4974,00 lt	7653,00 lt	246,87 lt
Noviembre	4734,00 lt	5148,00 lt	9882,00 lt	329,40 lt
Diciembre	5497,00 lt	5651,00 lt	11148,00 lt	359,61 lt

Tabla # 3.- Producción leche año 2008 de Hacienda SFDP.

Año 2009	1a Quincena	2a Quincena	Mes	Prom. Diario
Enero	5648,00 lt	5426,00 lt	11074,00 lt	357,23 lt
Febrero	5151,00 lt	4833,00 lt	9984,00 lt	356,57 lt
Marzo	4420,00 lt	3173,00 lt	7593,00 lt	244,94 lt
Abril	3748,00 lt	3201,00 lt	6949,00 lt	231,63 lt
Mayo	3173,00 lt	4032,00 lt	7205,00 lt	232,42 lt
Junio	4033,00 lt	3828,00 lt	7861,00 lt	262,03 lt
Julio	3400,00 lt	4341,00 lt	7741,00 lt	249,71 lt
Agosto	3464,00 lt	3016,00 lt	6480,00 lt	209,03 lt
Septiembre	2556,00 lt	2198,00 lt	4754,00 lt	158,47 lt
Octubre	1706,00 lt	1404,00 lt	3110,00 lt	100,32 lt
Noviembre	1218,00 lt	1474,00 lt	2692,00 lt	89,73 lt
Diciembre	1568,00 lt	2010,00 lt	3578,00 lt	115,42 lt

Tabla # 4.- Producción leche año 2009 de Hacienda SFDP.

Año 2010	1a Quincena	2a Quincena	Mes	Prom. Diario
Enero	1944,00 lt	2276,00 lt	4220,00 lt	136,13 lt
Febrero	2401,00 lt	2190,00 lt	4591,00 lt	163,96 lt
Marzo	3706,00 lt	4937,00 lt	8643,00 lt	278,81 lt
Abril	3934,00 lt	3839,00 lt	7773,00 lt	259,10 lt
Mayo	3852,00 lt	3870,00 lt	7722,00 lt	249,10 lt
Junio	3710,00 lt	4110,00 lt	7820,00 lt	260,67 lt
Julio	3679,00 lt	4088,00 lt	7767,00 lt	250,55 lt
Agosto	4008,00 lt	4450,00 lt	8458,00 lt	272,84 lt
Septiembre	5040,00 lt	5098,00 lt	10138,00 lt	337,93 lt
Octubre	4658,00 lt	4358,00 lt	9016,00 lt	290,84 lt
Noviembre	4093,00 lt	3474,00 lt	7567,00 lt	252,23 lt
Diciembre	3962,00 lt	4589,00 lt	8551,00 lt	275,84 lt

Tabla # 5.- Producción leche año 2010 de Hacienda SFDP.

Año 2011	1a Quincena	2a Quincena	Mes	Prom. Diario
Enero	4531,00 lt	4179,00 lt	8710,00 lt	280,97 lt
Febrero	4587,00 lt	3517,00 lt	8104,00 lt	289,43 lt
Marzo	4335,00 lt	4358,00 lt	8693,00 lt	280,42 lt
Abril	3351,00 lt	3547,00 lt	6898,00 lt	229,93 lt
Mayo	2861,00 lt	3739,00 lt	6600,00 lt	212,90 lt
Junio	4581,00 lt	4865,00 lt	9446,00 lt	314,87 lt
Julio	4757,00 lt	4807,00 lt	9564,00 lt	308,52 lt
Agosto	4002,00 lt	4302,00 lt	8304,00 lt	267,87 lt
Septiembre	2263,00 lt	1662,00 lt	3925,00 lt	130,83 lt
Octubre	2034,00 lt	3404,00 lt	5438,00 lt	175,42 lt
Noviembre	2427,00 lt	2796,00 lt	5223,00 lt	174,10 lt
Diciembre	3137,00 lt	2873,00 lt	6010,00 lt	193,87 lt

Tabla # 6.- Producción leche año 2011 de Hacienda SFDP.

En resumen la producción de estos años se la puede apreciar mejor en el gráfico 7 que se ve a continuación. En este se puede diferenciar lo inconstante que es la producción de cada uno de los años.

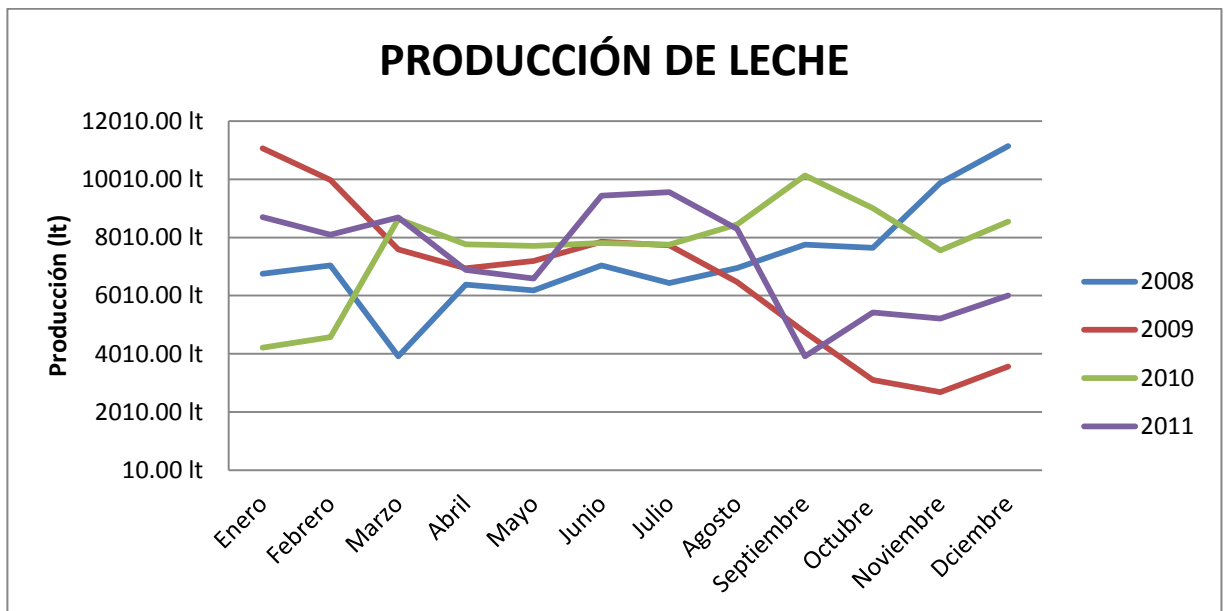


Gráfico # 7.- Producción de leche de la Hacienda SFDP período 2008-2011

CAPÍTULO 3. DISEÑOS DEL PROYECTO.-

3.1 Datos para el diseño del sistema de riego.-

En el proyecto a desarrollarse en la Hacienda San Francisco de Pasochoa, los datos necesarios para realizar el diseño del sistema de riego son:

- Área de riego.
- Tipo de cultivo.
- Topografía del sector a intervenir.
- Caudal adjudicado.
- Tipo de suelo.
- Distribución de potreros.

Tomando en cuenta estos factores y bajo los estudios realizados; explicados en el capítulo anterior, encontramos que se tiene un área de riego total de 23.65 ha. (Veinte y tres hectáreas con seis cientos cincuenta metros cuadrados). La cual está dividida en poteros entre 1.000 m² a 1.50 ha, aproximadamente. Un potrero es un campo de pastoreo con especies vegetales naturales o cultivadas con cercos, en este caso pastos. Se tiene 44 potreros los cuales deben ser regados.

Los datos de áreas antes dichas se pueden ver en la tabla siguiente. En estos potreros se tiene pastos que sirven para la alimentación del ganado lechero. Existen dos tipos de pastos que se encuentran sembrados, son pastos anuales y pastos perennes.

POTREROS	ÁREA	
1	3349,59 m ²	0,33 ha
2	3089,31 m ²	0,31 ha

3	3296,43 m ²	0,33 ha
4	3979,92 m ²	0,40 ha
5	4245,60 m ²	0,42 ha
6	4337,54 m ²	0,43 ha
7	4565,68 m ²	0,46 ha
8	6531,71 m ²	0,65 ha
9	5437,16 m ²	0,54 ha
10	6059,95 m ²	0,61 ha
11	3210,24 m ²	0,32 ha
12	2578,19 m ²	0,26 ha
13	2263,46 m ²	0,23 ha
14	6488,67 m ²	0,65 ha
15	2776,58 m ²	0,28 ha
16	4395,97 m ²	0,44 ha
17	6263,14 m ²	0,63 ha
18	4898,79 m ²	0,49 ha
19	3771,53 m ²	0,38 ha
20	6753,89 m ²	0,68 ha
21	4927,61 m ²	0,49 ha
22	7222,30 m ²	0,72 ha
23	5949,22 m ²	0,59 ha
24	11044,53 m ²	1,10 ha
25	4438,74 m ²	0,44 ha
26	5600,03 m ²	0,56 ha
27	4388,28 m ²	0,44 ha
28	11058,25 m ²	1,11 ha
29	17352,85 m ²	1,74 ha
30	5568,87 m ²	0,56 ha

31	1840,50 m ²	0,18 ha
32	13125,61 m ²	1,31 ha
33	5439,82 m ²	0,54 ha
34	9376,88 m ²	0,94 ha
35	3162,85 m ²	0,32 ha
36	3783,24 m ²	0,38 ha
37	3604,08 m ²	0,36 ha
38	2265,68 m ²	0,23 ha
39	14543,70 m ²	1,45 ha
40	5295,72 m ²	0,53 ha
41	4644,83 m ²	0,46 ha
42	622,05 m ²	0,06 ha
43	1998,80 m ²	0,20 ha
44	948,43 m ²	0,09 ha
TOTAL	236496,22 m²	23,65 ha

Tabla # 7.- Cuadro de áreas de potreros. Datos sacados del plano de levantamiento topográfico.

La topografía del lugar ya antes descrita en el capítulo 2, nos indica que el terreno es laderoso. Esto nos ayuda para lograr un diseño a gravedad de la conducción del agua. Para efectos del cálculo partimos de la adjudicación del agua otorgada por la SENAGUA, la cual nos indica que se tiene un caudal $Q = 2.34 \text{ l/s}^4$. El suelo encontrado bajo un análisis manual visual in-situ, se determinó que es un limo de baja plasticidad (ML), según la clasificación del SUCS. El tipo de suelo es influyente en el momento de diseñar, ya que dependiendo de sus características la filtración y escorrentía del agua

⁴ Tomado de la sentencia dictada por la SENAGUA, PROCESO 2148-Rv. Quito, Julio 03 de 2008, pág. 3 cuadro renovación Hacienda San Francisco de Pasochoa.

varía dependiendo de este. La distribución de porteros se puede apreciar en los planos adjuntos a esta tesis.

3.1.1 Requerimientos de riego.-

El requerimiento de agua en el proyecto viene dado por la cantidad de agua que necesita el cultivo. Existen dos factores importantes dentro de la necesidad del cultivo, la primera que es la transpiración de la planta y segundo la evaporación que existe desde el suelo. Determinado la necesidad de agua del cultivo, se puede establecer los volúmenes de agua requeridos.

Para encontrar la necesidad del cultivo se debe introducir un concepto importante, que es la evapotranspiración. Se conoce como evapotranspiración (ET), a la combinación de dos procesos separados, en los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo.⁵ La evaporación es el proceso en el cual el agua líquida se transforma en vapor de agua y se retira de la superficie donde se encontraba en su estado anterior. Mientras que la transpiración es el proceso por el cual el agua que existe en los tejidos de la planta se evapora y es liberada a la atmósfera. Estos procesos ocurren simultáneamente en los cultivos.

De forma esquemática se puede ver mejor en el gráfico 8, el proceso de la evapotranspiración de los cultivos y como se desenvuelve el agua en estos.

⁵ <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>

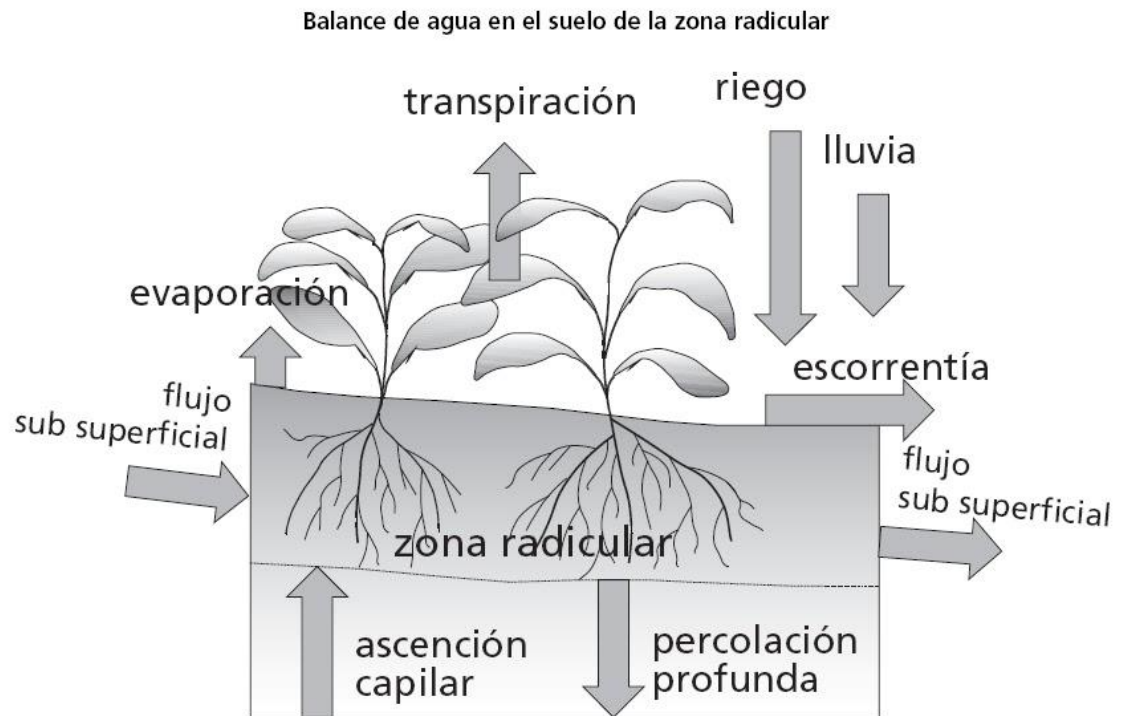


Gráfico # 8.- Gráfico esquemático de balance de agua en el suelo.⁶

Para la evaluación de la evapotranspiración de los cultivos, existen factores que se deben tomar en cuenta al momento de realizarla. Entre estos se encuentra la capa de suelo, la cantidad de follaje que tiene el cultivo y la cantidad de agua que existe en el suelo. La cantidad de agua necesaria para el cultivo dada a través de la evapotranspiración, viene dada por la cantidad faltante de agua y el tipo de suelo. Si al cultivo se le coloca agua en demasía saturará el suelo y podría dañar las raíces de la planta; provocando una disminución en la capacidad de absorber el agua del suelo de la misma. Entre otros

⁶ <http://elhocino-adra.blogspot.com/2011/08/cuanto-regar-necesidades-hidricas-del.html>

parámetros que se deben tomar en cuenta al evaluar la evapotranspiración son los manejos locales respecto al clima y al cultivo.

“Cuando las condiciones de campo difieran de las condiciones estándar, son necesarios factores de corrección para ajustar ET_c (ET_c aj). Estos factores de ajuste reflejan el efecto del ambiente y del manejo cultural de las condiciones de campo.”⁷

En el gráfico siguiente dado por la FAO, se muestra de forma esquemática la forma de realizar el cálculo de la evapotranspiración, tomando en cuenta los factores antes dichos para la evapotranspiración. A la vez se muestra las correcciones que se deben tomar en cuenta para que los datos encontrados sean lo más aproximado a la realidad del terreno y del cultivo a tratarse.

⁷ VARIOS AUTORES, “Evapotranspiración del cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”, ESTUDIO FAO RIEGO Y DRENAJE, Roma, 2006.

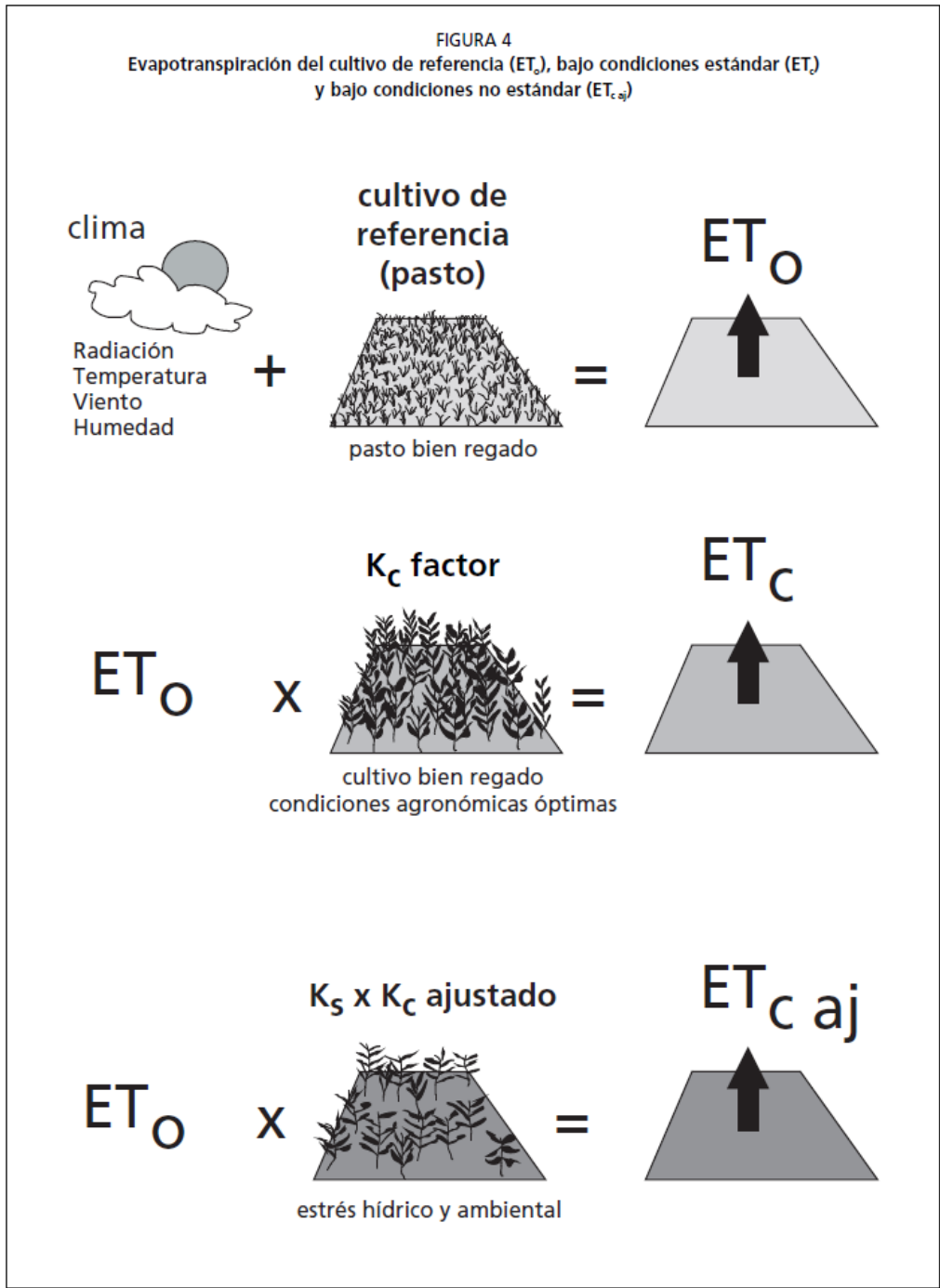


Gráfico # 9.- Evapotranspiración en los cultivos y su manejo.⁸

⁸ VARIOS AUTORES, “Evapotranspiración del cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”, ESTUDIO FAO RIEGO Y DRENAJE, Roma, 2006.

Para facilidades de los cálculos se tienen cuadros de aproximaciones de valores para la evapotranspiración del cultivo de referencia, esta tabla viene dada por la FAO. La tabla antes dicha toma en cuenta el factor de la región versus la temperatura promedio.

CUADRO 2

ET_o promedio para diferentes regiones agroclimáticas en mm día⁻¹

Regiones	Temperatura promedio durante el día (°C)		
	Templada ~10°C	Moderada 20°C	Caliente > 30°C
Trópicos y subtropicos			
- húmedos y subhúmedos	2 - 3	3 - 5	5 - 7
- áridos y semiáridos	2 - 4	4 - 6	6 - 8
Regiones templadas			
- húmedas y subhúmedas	1 - 2	2 - 4	4 - 7
- áridas y semiáridas	1 - 3	4 - 7	6 - 9

Tabla # 8.- Evapotranspiración de cultivos de referencia.⁹

Tomando como guía a esta tabla, con los datos recolectados en campo y del INAMHI; se puede encontrar el valor del ETo (Evapotranspiración del cultivo de referencia). De la tabla 1, expuesta en el capítulo 2 de esta tesis, se pueden encontrar los valores de la temperatura promedio de la zona donde se encuentra emplazada la hacienda. A lo cual como temperatura promedio se tiene aproximadamente 12° centígrados. La región dentro de la cual se encuentra el proyecto de riego es de trópico y subtropical. Con estos los parámetros el ETo para el cultivo está en 2 mm/día a 3 mm/día. Considerando la seguridad para los cálculos adoptaremos un valor de 3mm/día.

⁹ VARIOS AUTORES, “Evapotranspiración del cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”, ESTUDIO FAO RIEGO Y DRENAJE, Roma, 2006.

Para obtener el valor de bien regado en condiciones óptimas, es necesario multiplicar por el coeficiente del cultivo, asegurando así que el valor encontrado nos va a dar los mejores resultados para el riego del cultivo. La FAO nos da como definición de coeficiente de cultivo a:

“La relación ET_c/ET_o que puede ser determinada experimentalmente para diferentes cultivos y es conocida como Coeficiente del Cultivo (K_c), y se utiliza para relacionar ET_c a ET_o de manera que $ET_c = K_c \times ET_o$.”¹⁰

Con el valor de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o), se necesita encontrar el valor del coeficiente del cultivo (K_c) para determinar la evapotranspiración en condiciones estándar. Siendo ET_c la evapotranspiración del cultivo que se encuentra libre de enfermedades, sin limitaciones para su crecimiento, con humedad del suelo óptima, alcanzando la producción total en condiciones climáticas adecuadas.

Para encontrar los valores de K_c , existen varias formas. En esta tesis se tomará la forma más directa para encontrar el valor del coeficiente del cultivo, ya que no es el tema de investigación planteado. Por lo cual utilizaremos la figura 25 del documento de la FAO, “Evapotranspiración del cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”. En este gráfico se presenta la curva generalizada del coeficiente del cultivo, encontrado con el procedimiento del coeficiente único del cultivo. Para lo cual se plantea una relación entre el tiempo de en días del crecimiento de la planta y el coeficiente K_c .

¹⁰ VARIOS AUTORES, “Evapotranspiración del cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”, ESTUDIO FAO RIEGO Y DRENAJE, Roma, 2006.

En esta tesis para el cálculo del E_{Tc} , se tomará el valor de K_c referente a la etapa de tiempo “*mitad de temp.*”, como se indica en el gráfico subsiguiente (Gráfico 10). Esta consideración se la realiza ya que en este punto el valor de K_c es más alto y por lo tanto el E_{Tc} será mayor. Al obtener un valor de evapotranspiración estándar mayor que en otra etapa de crecimiento del cultivo, se está tomando y diseñando para las condiciones más extremas; en las que la planta va a requerir mayor cantidad de agua para su óptimo crecimiento.

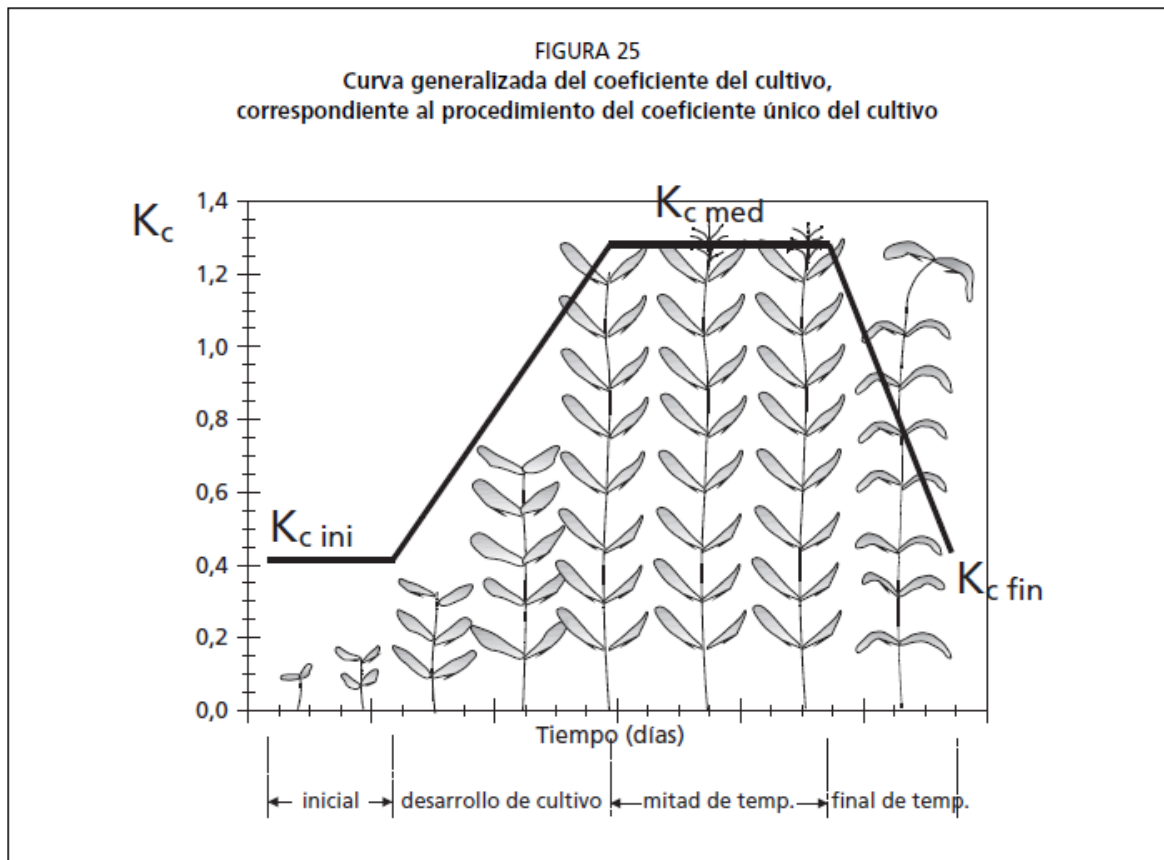


Gráfico # 10.- Curva generalizada del coeficiente del cultivo.¹¹

¹¹ VARIOS AUTORES, “Evapotranspiración del cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”, ESTUDIO FAO RIEGO Y DRENAJE, Roma, 2006.

A lo cual tomamos un valor de K_c igual a 1.20, para obtener el ET_c del cultivo en el proyecto de riego. El valor de K_c adoptado se justifica ya que el cultivo al cual se está regando ya se encuentra desarrollado y tiene mayor área de evapotranspiración. Además ya que el diseño se lo realiza para las épocas de verano en las cuales existe estiaje, se toma un valor alto de K_c , ya que llueve de forma esporádica hasta nula.

Con el valor de ET_c obtenido se sabe la cantidad de agua necesaria para el cultivo. Ya que se tiene el valor de la evapotranspiración estándar, este es el caudal necesario a ser regado en el área del proyecto.

Bajo las razones explicadas anteriormente podemos deducir las siguientes fórmulas y calcular los valores antes mencionados.

$$(Ecuación 1)^{12} \quad ET_c = K_c * ET_o$$

Donde:

- ET_c : Evapotranspiración estándar. (mm/día).
- K_c : Coeficiente del cultivo.
- ET_o : Evapotranspiración del cultivo de referencia. (mm/día)

$ET_o = 3$ mm/día. (Encontrado en tabla 8).

$K_c = 1.20$ (encontrado en gráfico 10).

Reemplazando los valores en la ecuación 1, encontramos:

¹² VARIOS AUTORES, “Evapotranspiración del cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”, ESTUDIO FAO RIEGO Y DRENAJE, Roma, 2006.

$$ETc = 3 \text{ mm/día} * 1.20 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$ETc = 3.60 \text{ mm/día.} = \text{Cantidad de agua necesaria} \quad (\text{Ecuación 1.1})$$

Transformado unidades de días a meses, se obtiene:

$$\text{Cantidad de Agua} = 3.60 \frac{\text{mm}}{\text{día}} * 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 108 \frac{\text{mm}}{\text{mes}} \quad (\text{Ecuación 1.2})$$

Aproximando resultado de ecuación 1.2:

$$\text{Cantidad de Agua} \approx 110 \frac{\text{mm}}{\text{mes}} \quad (\text{Ecuación 1.3})$$

Dependiendo del cultivo tenemos diferentes valores para riego mediante aspersión, es necesario ajustar el valor de dotación considerando que el riego no es ideal. Bajo algunos estudios se ha llegado a determinar la siguiente tabla.

Máximos porcentajes de agua aprovechable sugeridos de acuerdo a ETo y al cultivo

TIPO DE CULTIVO	ETo	
	BAJA DE 2 A 5 [mm/día]	MEDIA A ALTA DE 6 A 10 [mm/día]
Hortalizas	30 - 40	15 - 25
Frutales	40 - 50	20 - 35
Pastos	50 - 70	30 - 45
Cereales Algodón Oleaginosas Caña de azúcar Tabaco	60 - 70	40 - 55

Tabla # 9.- Máximos porcentajes de agua aprovechable sugeridos de acuerdo a ETo y al cultivo.¹³

Para lo cual el valor de la cantidad de agua necesaria encontrada en la ecuación 1.2, aproximando el valor en el procedimiento de la ecuación antes dicha 1.3, debe ser incrementado en un 30%. Este valor se lo deduce de la tabla 9, tomando en cuenta el tipo de cultivo y el ETo obtenido. Se toma el valor de 30% a incrementar ya que para pastos con un ETo igual a 3 mm/día, el porcentaje de agua aprovechable fluctúa entre 50 a 70.

¹³ <http://es.scribd.com/doc/98877769/Calculo-Necesidades-de-Riego>.

El incremento que se da es la diferencia al 100% de la dotación. El valor adoptado toma en cuenta que se está aprovechando el 70% del agua regada, ya que la pendiente del terreno ayuda a que el agua distribuida desde las partes superiores sea aprovechada por porciones de terreno más bajas. También se toma en cuenta que durante el día la hacienda tiene presencia de nubosidad en ella lo cual impide una evaporación mayor.

Caudal necesario =

*Cantidad de agua necesaria * 1 + (100% - % de aprovechamiento)*

(Ecuación 2)

Reemplazado valores en ecuación 2:

$$Caudal\ necesario = 110 \frac{mm}{mes} * [1 + (1 - 0.70)] \quad (Ecuación\ 2.1)$$

$$Caudal\ necesario = 143 \frac{mm}{mes} \quad (Ecuación\ 2.2)$$

$$Caudal\ necesario \approx 145 \frac{mm}{mes} \quad (Ecuación\ 2.3)$$

El valor encontrado (145mm) es la necesidad de agua al mes, este valor deberá ser multiplicado por el área del proyecto para así tener la demanda real del área de riego. Estos cálculos se presentan en la tabla siguiente (Tabla 10). En la cual se detalla el área de cada potrero y la necesidad de agua sin tomar en cuenta precipitaciones en mm/mes como en m³/mes. Teniendo al final de este la suma total de los volúmenes requeridos para todo el proyecto de riego. Con este dato podemos comparar con los valores obtenidos del INAMHI de la precipitación y saber en qué meses, cuánta agua hará falta que deberá ser adicionada por medio del sistema de riego en el proyecto.

POTREROS	ÁREA		Necesidad Agua (Area * Cantidad de agua necesaria)	
1	3349,59 m ²	0,33 ha	48,57 mm/mes	485,69 m ³ /mes
2	3089,31 m ²	0,31 ha	44,79 mm/mes	447,95 m ³ /mes
3	3296,43 m ²	0,33 ha	47,80 mm/mes	477,98 m ³ /mes
4	3979,92 m ²	0,40 ha	57,71 mm/mes	577,09 m ³ /mes
5	4245,60 m ²	0,42 ha	61,56 mm/mes	615,61 m ³ /mes
6	4337,54 m ²	0,43 ha	62,89 mm/mes	628,94 m ³ /mes
7	4565,68 m ²	0,46 ha	66,20 mm/mes	662,02 m ³ /mes
8	6531,71 m ²	0,65 ha	94,71 mm/mes	947,10 m ³ /mes
9	5437,16 m ²	0,54 ha	78,84 mm/mes	788,39 m ³ /mes
10	6059,95 m ²	0,61 ha	87,87 mm/mes	878,69 m ³ /mes
11	3210,24 m ²	0,32 ha	46,55 mm/mes	465,48 m ³ /mes
12	2578,19 m ²	0,26 ha	37,38 mm/mes	373,84 m ³ /mes
13	2263,46 m ²	0,23 ha	32,82 mm/mes	328,20 m ³ /mes
14	6488,67 m ²	0,65 ha	94,09 mm/mes	940,86 m ³ /mes
15	2776,58 m ²	0,28 ha	40,26 mm/mes	402,60 m ³ /mes
16	4395,97 m ²	0,44 ha	63,74 mm/mes	637,42 m ³ /mes
17	6263,14 m ²	0,63 ha	90,82 mm/mes	908,16 m ³ /mes
18	4898,79 m ²	0,49 ha	71,03 mm/mes	710,32 m ³ /mes
19	3771,53 m ²	0,38 ha	54,69 mm/mes	546,87 m ³ /mes
20	6753,89 m ²	0,68 ha	97,93 mm/mes	979,31 m ³ /mes
21	4927,61 m ²	0,49 ha	71,45 mm/mes	714,50 m ³ /mes
22	7222,30 m ²	0,72 ha	104,72 mm/mes	1047,23 m ³ /mes
23	5949,22 m ²	0,59 ha	86,26 mm/mes	862,64 m ³ /mes
24	11044,53 m ²	1,10 ha	160,15 mm/mes	1601,46 m ³ /mes
25	4438,74 m ²	0,44 ha	64,36 mm/mes	643,62 m ³ /mes
26	5600,03 m ²	0,56 ha	81,20 mm/mes	812,00 m ³ /mes
27	4388,28 m ²	0,44 ha	63,63 mm/mes	636,30 m ³ /mes
28	11058,25 m ²	1,11 ha	160,34 mm/mes	1603,45 m ³ /mes
29	17352,85 m ²	1,74 ha	251,62 /mes	2516,16 m ³ /mes
30	5568,87 m ²	0,56 ha	80,75 mm/mes	807,49 m ³ /mes
31	1840,50 m ²	0,18 ha	26,69 mm/mes	266,87 m ³ /mes
32	13125,61 m ²	1,31 ha	190,32 mm/mes	1903,21 m ³ /mes
33	5439,82 m ²	0,54 ha	78,88 mm/mes	788,77 m ³ /mes
34	9376,88 m ²	0,94 ha	135,96 mm/mes	1359,65 m ³ /mes
35	3162,85 m ²	0,32 ha	45,86 mm/mes	458,61 m ³ /mes
36	3783,24 m ²	0,38 ha	54,86 mm/mes	548,57 m ³ /mes
37	3604,08 m ²	0,36 ha	52,26 mm/mes	522,59 m ³ /mes

38	2265,68 m ²	0,23 ha	32,85 mm/mes	328,52 m ³ /mes
39	14543,70 m ²	1,45 ha	210,88 mm/mes	2108,84 m ³ /mes
40	5295,72 m ²	0,53 ha	76,79 mm/mes	767,88 m ³ /mes
41	4644,83 m ²	0,46 ha	67,35 mm/mes	673,50 m ³ /mes
42	622,05 m ²	0,06 ha	9,02 mm/mes	90,20 m ³ /mes
43	1998,80 m ²	0,20 ha	28,98 mm/mes	289,83 m ³ /mes
44	948,43 m ²	0,09 ha	13,75 mm/mes	137,52 m ³ /mes
TOTAL	236496,22 m²	23,65 ha	3429,20 mm/mes	34291,95 m³/mes

Tabla # 10.- Tabla de volúmenes de agua requerida por potrero mensualmente.

Para la dotación de agua en los potreros, se debe tomar en cuenta que los animales también toman agua en ellos y en el establo al momento del ordeño. Por esta razón, la dotación de agua para bebederos en el potrero se la realizará al menos con la mitad del caudal que consuman los animales. Es válido tener en cuenta la cantidad de agua para bebederos, ya que se la sacará de la misma línea de riego y esta influye de forma directa con la producción de leche de la hacienda.

El agua a ser conducida debe ser agua limpia y fresca. La FAO en su artículo, “Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta”¹⁴, nos indica que un bovino requiere de 40 a 100 litros por día. Esta cantidad depende de la edad del animal y su estado físico, de igual manera las condiciones atmosféricas y la cantidad de alimento seco que consuma. Hay que tomar en cuenta que un animal que produzca 8 litros de leche al día, como ejemplo, tomará mayor cantidad de agua; que uno que produzca menos. De igual manera se nos recomienda que por cada animal se deba tener al menos

¹⁴ <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1564s/a1564s03.pdf>

3 cm de agua en bebederos y como mínimo 70 litros por cada animal al día en verano y la mitad en épocas invernales.

En este mismo artículo ya mencionado de la FAO, no da como referencia, el valor de 7 litros de consumo de agua por cada 50 kilogramos de peso vivo. Entre los momentos más importantes en los que se debe tener en cuenta la dotación de agua a los animales, es en el momento de la lactancia. En los días en los que la producción de leche es mayor, la vaca requiere se le dé mayor cantidad de agua y alimento. También indica que un animal no lactante necesita 3 litros de agua por cada kilogramo de materia seca consumida aproximadamente y que los animales lactantes requieren de 2 a 4 litros de agua por litro de leche producido. De la misma manera en el documento citado se facilita una tabla (Tabla 11), en la cual se da el requerimiento de agua según la categoría, el consumo de materia seca y la temperatura.

CATEGORÍA	CONSUMO			
	Materia Seca (kg)	10° C	20° C	32° C
Tenera 90 kg	3	10	11	15
Vaquillona 270 kg	8	26	37	45
Vaca seca 600 kg	13	45	58	70
Vaca produciendo 18 litros/día	16	66	79	92
Vaca produciendo 30 litros/día	20	89	100	115

Tabla # 11.- Requerimiento de agua.¹⁵

En la hacienda se maneja un promedio de 90 cabezas de ganado bovino. A estos animales se los divide en hatos diferentes según su edad o circunstancia. En un grupo tendremos las terneras que van desde recién nacidas hasta los seis meses de edad; el

¹⁵ <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1564s/a1564s03.pdf>

promedio de peso de las mismas se encuentra en los 90 kg. Un segundo grupo serías las vaconas o en la tabla llamadas vaquillonas que se encuentran desde los 6 meses de edad hasta su primera preñez, que viene a darse alrededor de los dos años de edad; el promedio de peso de este grupo se ubica entre los 200 kg. Un tercer grupo sería el hato de ganado seco, que son todas aquellas vacas o vaconas que están en estado de preñez y no dan leche por lo que se las llama ganado seco; ellas pesan en promedio 600 kg cada una, que es el peso que tiene el ganado bovino en su madurez. El último grupo que tenemos, vendría a ser el cuarto y se compone por las vacas que se encuentran en producción de leche de hasta 18 lt/día, pesan igual alrededor de 600 kg y son las que consumen más agua que necesitan para producir. No se tomará en cuenta a vacas con producción de más litros por día, ya que debido a la altura del predio, al movimiento diario por no estar estabuladas y otros factores adicionales, no se tiene producción tan alta de leche en esta zona. De la tabla anterior, aplicada a nuestro proyecto se pueden desprender los siguientes resultados, con los datos de animales que se tienen en la hacienda.

CONSUMO DE AGUA CON TEMPERATURAS MÁXIMAS			
Descripción	Cantidad	Consumo Agua a 20° C	Consumo Total
Tenera (90 kg)	16	11	176
Vaquillona (200 kg)	18	37	666
Vaca Seca (600 kg)	30	58	1740
Vaca producción de 18 lt/día	25	79	1975
Consumo total de agua por día en litros			4557

Tabla # 12.- Consumo de agua ganado con temperatura máxima.

CONSUMO DE AGUA CON TEMPERATURA MEDIA			
Descripción	Cantidad	Consumo Agua a 10° C	Consumo Total
Tenera (90 kg)	16	10	160
Vaquillona (200 kg)	18	26	468
Vaca Seca (600 kg)	30	45	1350
Vaca producción de 18 lt/día	25	66	1650
Consumo total de agua por día en litros			3628

Tabla # 13.- Consumo de agua ganado con temperatura media.

Con fines prácticos se tomará la cantidad de agua necesaria para bebederos, con la temperatura máxima, porque se obtiene un valor más alto y abastece a los animales en condiciones críticas.

Se debe tomar en cuenta que estos cuatro grupos de ganado bovino se ubican en diferentes potreros. Por ejemplo las terneras se ubican en potreros pequeños cercanos al establo para un mayor control y las más pequeñas están dentro de un establo y todavía no se alimentan de pasto. Debido a esto tenemos que como resumen, se va a consumir 4557 litros de agua diarios de la red, que en época de verano y sequía. Este dato se debe considerar para el cálculo de abastecimiento de agua de riego, ya que es un valor considerable proveniente del reservorio que influye y va a restar agua para la red en verano. Los bebederos que se utilizarán en cada potrero serán con sistema de flotador, para evitar cualquier pérdida de agua procurando que el consumo sea mínimo.

3.1.2 Patrón de cultivos.-

Como se ha dicho anteriormente el área de riego que va a analizarse sólo contiene pastos para el ganado bovino. Los pastos son generalmente gramíneas que de manera natural o artificial (cultivadas) se encuentran mezcladas con leguminosas en un potrero. También se llama pastizal a un área donde predominan los pastos. Cada variedad de pasto tiene diferentes características que los diferencian a unos de otros, se los utiliza según los requerimientos del ganado, la topografía, la cantidad de terreno y los datos meteorológicos.

En el área de riego existen dos variedades de pasto que determinan el patrón de cultivos que se va a tener. Estos tipos de pasto son Pastos Perennes y Pastos Anuales. En porcentaje en la hacienda se tiene un 60% de pastos perennes en las zonas de menor pendiente y un 40% de pastos anuales en las zonas más laderasas.

Debemos tomar en cuenta que al ser la propiedad ubicada en altura, el desarrollo de los pastos no es el óptimo, por lo que se basará el estudio con los datos que se proporcionen por los trabajadores de la hacienda.

El patrón de cultivos es básicamente la rotación con la que se utilizan los potreros de la hacienda, debido a que existen diferentes tipos de pasto, la rotación estará definida por las características de cada uno de ellos dada por la especie y datos veraces que serán brindados por los habitantes de la misma. A continuación se conocen estas características y el tiempo de rotación de los dos tipos de pastizales que existen en el área de riego y posteriormente la secuencia del riego.

3.1.2.1 Pastos Perennes.-

Se llama pastos perennes a aquellos pastos que han sido alterados para soportar heladas así como sequías, son “mejorados”. Sus sistemas de raíces son lo suficientemente fuertes para sobrevivir a temperaturas muy bajas y después crecen de inmediato tan pronto cuando el clima mejora; en el Ecuador al carecer de inviernos extremos este pasto es muy bueno para soportar heladas que se dan a menudo en el Pasochoa. Su carácter es intensivo, esto quiere decir que crecen en un corto período de forma rápida y abundante. Este pasto está listo para el consumo del ganado cuando haya llegado a una altura de 18cm y cada rama tenga al menos 3 hojas. A continuación se muestra una fotografía de este tipo de pasto donde se pueden ver las ramas y las hojas en estado de madurez.



Fotografía # 3.- Pastos perennes de la Hacienda San Francisco de Pasochoa

El pasto perenne consume mucha agua y abono, se da mejor en zonas planas donde hay una mejor absorción de los mismos. Para un óptimo crecimiento se debe abonar muy seguido si es posible en cada rotación de ganado. Para la zona que se está analizando que

tiene pendiente, acorde con los datos de los trabajadores, se realiza la rotación de ganado cada 18 días. Esto quiere decir que en este tiempo el ganado puede entrar y comer en cada potrero con este tipo de pasto teniendo ya una madurez en la planta y que, por ende, el potrero se utilizará 18 veces al año aproximadamente. Así mismo se debe regar abono (para este pasto puede ser orgánico o químico) una vez que salgan para garantizar el crecimiento apropiado para la próxima rotación. Debemos recordar que al regar abono es fundamental el agua, puesto que el abono funciona con ella y absorbe agua una vez regado.

Este pasto se lo siembra cada 2 a 4 años, ya que al ser intensivo a su vez es vulnerable a la pisada del ganado y no le ayuda al estar en territorio con pendiente o en la altura como se tiene en este proyecto.

3.1.2.2 Pastos Anuales.-

Los pastos anuales son pastos de crecimiento lento ideales para lugares con topografía accidentada y de gran pendiente. Estos pastos duran más que otras variedades de pastos mejorados, hay que sembrarlos cada 7 a 10 años. Así como se muestran más longevos, la rotación en este tipo de pasto se da cada 45 a 60 días, lo que quiere decir que serán usados cada 7 u 8 veces al año aproximadamente, que es significativamente menor a los pastos perennes.

En la hacienda estos pastos se ubican en las partes más laderasas donde no convendría colocar pastos perennes. Tienen como ventaja que se deben abonar 2 veces al año, lo

cual es beneficioso en el aspecto económico. En la fotografía 4 se puede ver el pasto anual en terrenos inclinados en el proyecto de riego.



Fotografía # 4.- Pastos Anuales de la Hacienda San Francisco de Pasochoa

3.1.2.3.- Secuencia de Riego

Dado que no se puede regar de manera diaria todos los potreros, se establece que se regarán semanalmente. Para facilitar este proceso se formarán siete grupos de similar área que tendrán requerimientos de riego muy parecidos. Posteriormente en los cálculos se tomará el de mayor requerimiento para el diseño del reservorio y demás obras a realizarse.

Día	POTREROS	ÁREA	ÁREA TOTAL
1	20	0,68 ha	3,59 ha
	21	0,49 ha	
	22	0,72 ha	
	23	0,59 ha	
	24	1,10 ha	
2	17	0,63 ha	3,29 ha
	18	0,49 ha	
	19	0,38 ha	
	33	0,54 ha	
	34	0,94 ha	
	35	0,32 ha	
3	38	0,23 ha	3,03 ha
	39	1,45 ha	
	40	0,53 ha	
	41	0,46 ha	
	42	0,06 ha	
	43	0,20 ha	
	44	0,09 ha	
4	9	0,54 ha	3,32 ha
	10	0,61 ha	
	11	0,32 ha	
	12	0,26 ha	
	13	0,23 ha	
	14	0,65 ha	
	15	0,28 ha	
	16	0,44 ha	
5	29	1,74 ha	3,79 ha
	30	0,56 ha	
	31	0,18 ha	
	32	1,31 ha	
6	25	0,44 ha	3,29 ha
	26	0,56 ha	
	27	0,44 ha	
	28	1,11 ha	
	36	0,38 ha	
	37	0,36 ha	
7	1	0,33 ha	3,34 ha
	2	0,31 ha	
	3	0,33 ha	
	4	0,40 ha	
	5	0,42 ha	
	6	0,43 ha	
	7	0,46 ha	
	8	0,65 ha	
TOTAL	44	23,65 ha	23,65 ha

Tabla # 14.- Agrupaciones de potreros para riego semanal de área equivalente.

3.1.3 Precipitaciones Anuales.-

En esta sección del capítulo se muestra de mejor manera la cantidad de lluvia que existe en la zona de la hacienda. Los datos que se muestran a continuación, en las tablas siguientes, se los puede apreciar completos desde 1980 al 2011. Se tiene a su vez la cantidad media de la misma. Se presenta dos tablas las cuales se detalla la lluvia máxima durante 24 horas y en la otra la precipitación mensual.

Estos datos son muy importantes, ya que de esta manera se sabe cuánta agua cae sobre la zona de la hacienda. Del valor encontrado anteriormente del requerimiento de agua para los potreros, se sabe cuánta agua es necesaria en el potrero para que el pasto pueda crecer. Al comparar con la cantidad de agua de lluvia, se puede saber la cantidad de agua a ser dotada por medio del sistema de riego.

En estas tablas de descripción de la precipitación se tomarán los valores medios. Con estos valores se tiene una mayor certeza de que exista esta cantidad de agua dada por la lluvia. Para efectos de esta tesis se trabajará con los valores de precipitación mensual, ya que de esta forma los cálculos se harán mensualmente.

La comparación que se debe hacer es la cantidad de agua que requiere el pasto versus la lluvia. Si la cantidad de agua en las precipitaciones es mayor a lo que se requiere, no existe necesidad de dotar agua mediante el riego. De ser el caso contrario se procederá a regar mediante el sistema.

Es importante decir que el sistema de riego que se implementa va a estar en constante funcionamiento, porque es necesario abastecer de agua a los bebederos del potrero y del establo. La lluvia en si va a ser la fuente principal de dotación de agua para el pasto, mientras que el sistema de riego facilitará la complementación de agua necesaria a los mismos.

Con estas tablas es claro que los meses de estiaje son Junio, Julio, Agosto y Septiembre. Durante estos meses es cuando debe funcionar casi a su totalidad el sistema de riego. Se debe comparar los valores para saber en qué otros meses se debe dotar agua o si en el transcurso del año se lo debe hacer.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA														
UNIDAD ATENCIÓN AL USUARIO														
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)														
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLÓGICOS														
NOMBRE:		RUMIPAMBA-PICHINCHA				CODIGO:		M353						
PERÍODO:		1980 - 2011		LATITUD:		0 25 39.00		S		ELEVACION:		2940		
				LONGITUD:		78 24 57.00		W						
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1982	36.6	34.6	35.6	34.1	16.8	52.1	18.6	0.0	46.4	15.8	52.4	49.1	392.1	32.7
1983	39.0	32.5	34.4	46.1	43.9	5.6	18.6	28.6	12.3	32.7	31.9	33.8	359.4	30.0
1984	32.4	36.4	32.4	35.4	27.8	18.5	6.8	19.1	35.8	39.4	37.2	26.5	347.7	29.0
1985	25.6	14.6	48.4	16.8	19.6	6.8	13.5	6.8	16.8	15.6	25.6	40.2	250.3	20.9
1986	35.6	25.6	52.1	22.6	33.5	0.0	0.0	0.0	22.3	26.5	25.6	25.8	269.6	22.5
1987	38.0	15.6	49.4	47.0	25.6	21.5	35.6	25.8	32.6	32.4	36.6	25.6	385.7	32.1
1988	25.6	36.8	26.5	32.6	25.6	26.5	28.2	30.6	18.6	25.3	42.4	35.3	354.0	29.5
1989	31.1	23.8	25.8	35.6	18.6	22.6	0.0	13.0	22.5	35.6	32.6	35.8	297.0	24.8
1990	35.8	39.2	25.8	49.3	26.8	18.6	22.6	18.8	14.6	37.6	12.6	26.6	328.3	27.4
1991	33.6	33.6	49.4	35.6	25.8	15.6	12.8	0.0	31.2	25.8	25.8	38.4	327.6	27.3
1992	16.8	38.6	34.2	23.5	15.6	24.6	15.8	14.6	35.6	40.0	25.8	35.6	320.7	26.7
1993	25.6	38.7	18.5	41.1	32.6	12.6	12.3	0.0	24.4				205.8	22.9
1994	42.6	35.4	40.1	35.6	39.3	13.5	13.5	5.4	35.6	36.5	26.8	29.3	353.6	29.5
1995	18.6	43.7	36.5	29.6	30.4	13.5	17.6	31.5	0.0	27.5	28.1	40.0	317.0	26.4
1996	35.4	31.9	42.4	26.5	35.6	12.6	36.5	15.3	14.3	43.5	22.6	24.3	340.9	28.4
1997	39.3	52.2	41.4	23.7	22.5	55.6	29.6	7.5	26.1	31.1	45.3	24.5	398.8	33.2
1998	39.5	32.8	35.5			12.8	6.5	15.8	17.5	27.6	43.0		231.0	25.7
1999	62.4	61.7	39.4	18.5	25.6	27.8	7.6	14.3	34.2	16.7	48.3	37.7	394.2	32.9
2000	43.7	40.6	29.3	25.5	23.0	18.7	30.0	10.0	27.5	15.0			263.3	26.3
2002				33.6	24.2	16.8	11.5	10.2	11.1	24.0	24.0	24.3	179.7	20.0
2003	20.8	12.8	28.5	30.7	13.3	14.8	0.0	12.3	22.2	12.5	12.5	10.5	190.9	15.9
2004	12.4	14.5	9.5	18.6	15.4	9.7					17.4	38.1	135.6	17.0
2005	30.3	33.1	24.0	45.3	23.2	12.5	10.7	6.2	13.3	11.4	31.1	15.5	256.6	21.4
2006	28.6	38.1	45.8	28.0	31.0	43.4	0.0	4.5	0.0	12.3	18.3	14.0	264.0	22.0
2007	12.3	37.9	27.5	26.3	17.3	9.4	0.0	48.5	0.0	17.6	14.6	28.6	240.0	20.0
2008	25.4	39.4	45.5	44.5	48.8	85.3	17.8	25.8	20.0	23.2	36.2		411.9	34.3
2009	60.7	45.3	41.0	26.8	22.7	10.7	5.3	15.3	5.5	9.3	21.6	26.9	291.1	24.3
2010	20.0	12.5	6.3	25.7	26.3	16.7	14.6	8.9	9.5	12.5	25.8	30.3	209.1	17.4
2011	16.6	30.1	42.0	36.8	21.1	15.7	13.3	18.7	19.6		20.2	18.3	252.4	22.9
media	31.5	33.2	34.5	31.9	26.1	21.1	14.2	14.5	20.3	24.9	29.0	29.6	310.8	25.9
minima	12.3	12.5	6.3	16.8	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	12.5	10.5	93.5	7.8
maxima	62.4	61.7	52.1	49.3	48.8	85.3	36.5	48.5	46.4	43.5	52.4	49.1	636.0	53.0

Tabla # 15.- Precipitación máxima en 24h, estación Rumipamba

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA														
UNIDAD ATENCIÓN AL USUARIO														
PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)														
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLÓGICOS														
NOMBRE:		RUMIPAMBA-PICHINCH, CODIGO: M353												
PERÍODO:		1980 - 2011		LATITUD:			0 25 39,00 S			ELEVACION: 2940				
		LONGITUD:			78 24 57,00 W									
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1980	160	318	79	192		12		55	93	149	204	153	1414	141
1981	158	157	200	239	123	29	22	79	17	162	160	151	1497	125
1982	293	137	250	120	112	52	25	0	117	114	160	237	1617	135
1983	158	156	215	187	169	11	19	64	19	163	94	207	1463	122
1984	159	192	187	225	130	66	7	52	157	157	136	100	1568	131
1985	143	15	80	78	51	13	38	14	83	36	68	142	761	63
1986	154	101	195	141	98	0	0	0	49	177	121	78	1114	93
1987	114	84	223	181	76	34	55	65	63	197	121	69	1281	107
1988	95	149	52	243	141	62	28	49	87	133	296	296	1629	136
1989	225	151	247	149	55	103	0	13	122	251	103	75	1493	124
1990	90	211	143	226	51	25	23	55	34	209	34	137	1237	103
1991	153	153	308	148	119	48	25	0	100	85	190	216	1546	172
1992	74	183	131	92	55	31	16	40	133	117	116	100	1087	91
1993	171	189	139	157	113	25	17	0	85	133		238	1266	115
1994	193	135	283	208	103	26	19	5	47	169	183	198	1570	131
1995	62	148	182	154	129	32	59	78	0	147	142	146	1279	107
1996	254	196	236	196	180	48	72	40	27	201	71	123	1643	183
1997	280	140	201	112	82	177	34	8	62	165	296	129	1684	140
1998	79	113	174	129	123	27	29	43	31	142	288	94	1271	127
1999	205	328	180	152	127	97	8	36	101	92	165	235	1724	192
2000	272	243	268	194	299	116	70	29	156	88			1734	173
2002				101	114	65	22	15	11	247	191	347	1113	124
2003	98	22	217	311	173	92	0	29	142	162	145	60	1451	121
2004	69	136	45	219	197	33	0	0	0	0	96	332	1126	94
2005	129	283	238	190	83	20	32	12	53	85	196	113	1434	119
2006	303	542	745	234	181	213	0	8	0	113	236	139	2713	226
2007	30	163	488	295	289	17	0	63	0	200	168	310	2022	169
2008	329	737	921	603	565	533	234	381	108	353	422	578	5765	524
2009	1035	663	679	312	244	38	10	30	6	93	31	208	3347	304
2010	34	60	25	239	194	129	69	24	76	81	336	392	1658	151
2011	195	411	519	658	293	92	59	110	79	0	111		2526	230
media	190	217	262	216	156	73	34	46	69	152	168	187	1770	147
minima	30	15	25	78	51	0	0	0	0	0	31	60		
maxima	1035	737	921	658	565	533	234	381	157	353	422	578		

Tabla 16.- Precipitaciones mensual estación Rumipamba

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)				REQUERIMIENTO DE AGUA PARA PASTOS (mm)	AGUA PARA RIEGO mm
MESES	MÁXIMA	MEDIA	MÍNIMA		
ENERO	1034,9	190,3	29,5	145,0	45,3
FEBRERO	737,1	217,0	14,6	145,0	72,0
MARZO	921,2	261,5	25,3	145,0	116,5
ABRIL	658,0	215,6	78,2	145,0	70,6
MAYO	565,3	155,6	50,9	145,0	10,6
JUNIO	533,3	73,1	0,0	145,0	-71,9
JULIO	234,3	34,1	0,0	145,0	-110,9
AGOSTO	381,2	46,4	0,0	145,0	-98,6
SEPTIEMBRE	157,0	68,5	0,0	145,0	-76,5
OCTUBRE	352,8	152,3	0,0	145,0	7,3
NOVIEMBRE	421,5	168,2	30,9	145,0	23,2
DICIEMBRE	577,8	187,3	60,3	145,0	42,3

Tabla # 17.- Agua necesaria para riego mensualmente (-).

En esta tabla se observa el déficit de agua que existe durante el año. En en la columna de “AGUA PARA RIEGO”, los valores negativos, son la cantidad de agua que faltaría durante ese lapso de tiempo; para completar la cantidad de agua que se requiere para el crecimiento del pasto.

3.1.4 Eficiencia de Riego.-

La eficiencia de riego, según la ASOCAM, es el máximo aprovechamiento que se hace del agua.¹⁶ La eficiencia esta directamente asociada con las pérdidas de agua en la conducción y riego. La eficiencia de riego es medida en porcentaje, mientras más alto el porcentaje, mayor la eficiencia.

¹⁶ http://www.asocam.org/biblioteca/ECAM_Riego_Produccion_completo.pdf, pag. 48

La eficiencia del sistema se la toma 70%, ya que las pérdidas son pequeñas. Viendo en la tabla 9 de esta tesis, el porcentaje de aprovechamiento, es un valor recomendado por la FAO en base al ETo.

Hay que tomar en cuenta que el sistema al ser la conducción por tubería y a presión, son mínimas las pérdidas de volumen de agua. Pueden existir de haber roturas o fisuramiento en la tubería. Donde existirá pérdida de volumen sería en el reservorio por filtración, a lo cual se deberá revestir el mismo.

3.2 Bases de Diseño.-

Un sistema de riego por tubería consiste en un sistema controlado para el mejor aprovechamiento del agua existente, por lo que se debe tomar en cuenta principalmente la extensión y la forma del terreno aparte de la localización de la fuente de suministro de agua. En este caso en particular debido a las grandes diferencias de nivel que existen dentro de la propiedad el objetivo también es de realizar un sistema a gravedad sin la utilización de bombas.

Un sistema de riego está conformado por: una captación, desarenadores, tuberías principales y secundarias, válvulas, reservorios, entre otros.

3.2.1 Cálculo y diseño de la Obra de Captación de un Canal Existente

La captación es una estructura hidráulica destinada a derivar desde unos cursos de agua, río, arroyo, lago, canal, o incluso desde el mar; una parte del agua disponible en este, para ser utilizada en un fin específico como podría ser riego.

En el caso de sistemas en cuencas de montaña, como en la actual disertación, debido a las condiciones topográficas las posibilidades de desarrollo de embalses son limitadas. Por tal motivo, es usual la utilización de una derivación directa de los volúmenes de agua requeridos y su conducción a través de canales, galerías y/o tuberías, para atender la demanda que se presenta en el sistema de recepción.

Cada intervención sobre el recurso hídrico, origina alteraciones en los caudales aguas abajo de la estructura de captación, por lo que su aplicación deberá considerar al mismo tiempo la satisfacción de la demanda definida por el proyecto y los impactos sobre sectores ubicados en niveles inferiores. En este proyecto el caudal adjudicado es el total del agua proveniente en el punto de captación en la época más seca de la Quebrada Chusalongo, por lo que no se tendrá problemas en niveles inferiores al entubar el mismo.

En este caso la captación ya se encuentra realizada (fotografías 5 y 6), consiste de un tanque que se abastece de agua limpia que llega mediante un canal. Al ser un caudal bajo de 2,34 l/s permanentes de agua cristalina proveniente de la montaña, se puede abastecer al sistema desde la captación con una tubería conectada directamente al tanque. Este tanque de captación sirve también el propósito de desarenador, esto debido a que tiene

una división que permite que las partículas finas se queden en el primer tramo del tanque, permitiendo así su limpieza.



Fotografía # 5.- Canal y tanque de captación en la hacienda San Francisco de Pasochoa

Ya existe en la hacienda una línea de distribución que lleva el agua de la captación al reservorio, pero es ineficiente debido a su trazado y su diámetro es inferior al necesario ya que fue construida sin previos cálculos. Por esto se ha tomado la decisión de mantener esta línea y realizar una nueva. Esto servirá para captar la mayor cantidad de agua posible, y en época de estiaje cerrar la línea antigua y funcionar con el nuevo trazado para un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos.



Fotografía # 6.- Tanque de Captación Hacienda San Francisco de Pasochoa.

3.2.2 Generalidades.-

Para la distribución de agua para riego se tomará el agua del reservorio que será construido en la parte superior de la hacienda, por lo que desde allí se comienza cualquier línea de riego con presión 0, ya que el reservorio se encuentra a cielo abierto.

Desde la captación de agua sale la “Línea 0” hacia el reservorio, de allí salen tres ramales (Líneas 1,2 y 3), estos fueron dimensionados de tal forma que se aprovecha al máximo las pendientes del terreno para tener presiones adecuadas para riego por gravedad sin requerir de bombas, además de evitar la necesidad de tanques rompedores.

Para efectos de cálculo, se utilizó el programa Watercad (Versión estudiantil), tomando en cuenta que se diseñó con tubería de PVC y la fórmula de Hazen- Williams. Esta fórmula empírica calcula la pérdida de energía del flujo hidráulico a lo largo de la misma por efecto del rozamiento, es decir el cálculo de la pérdida de carga y tiene los siguientes componentes de esta forma:

$$h = 10,674 \cdot [Q^{1,852} / (C^{1,852} \cdot D^{4,871})] \cdot L$$

En donde:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- Q: caudal (m³/s)
- C: coeficiente de rugosidad (adimensional)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- L: longitud de la tubería (m)

En la siguiente tabla se muestran los valores del coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams para diferentes materiales:

COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES				
Material	C		Material	C
Asbesto cemento	140		Hierro galvanizado	120
Latón	130-140		Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100		Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130		Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113		Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100		Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90		Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83		Acero rolado	110
Concreto	120-140		Lata	130
Cobre	130-140		Madera	120
Hierro dúctil	120		Hormigón	120-140

Tabla # 18.- Coeficiente de Hazen-Williams para diversos materiales.

El coeficiente de rugosidad utilizado para el cálculo en la tubería del proyecto de riego es de PVC o plástico por lo que se tomó el valor de $C=150$.

3.2.3 Parámetros de diseño.-

Tubería:

- La velocidad mínima será adoptada de acuerdo a los materiales en suspensión, pero en ningún caso será menor de 0.6 m/s.

- La velocidad máxima admisible será de 9 m/s en PVC tal como afirman fabricantes con certificación INEN.
- Para el cálculo de las tuberías que trabajen a presión se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams.
- La presión que soportan las tuberías de PVC no deberán superar los 50 m de H₂O por motivos de seguridad, aunque su especificación diga que soportan 80 m de H₂O.

3.2.4 Cuadros de Cálculo tuberías de Conducción (Captación a Reservorio).-

En los siguientes cuadros se muestra todos los resultados arrojados por el programa Watercad by Haestad Methods (Versión Estudiantil), además de datos de la red de conducción desde la captación al reservorio denominada Línea 0. Hay dos tipos de tablas, una que muestra datos y resultados de cada punto de la Línea 0 y otra de cada tramo de tubería. Existen tres redes de distribución de agua para riego que se calcularán posteriormente.

La presión de agua con la que se llega al reservorio es de 20 m de H₂O, lo que es más que suficiente para este propósito. A lo largo de la línea se deben colocar ciertas válvulas para evitar acumulación de aire en la tubería y otras de compuerta y desagüe por si se necesita realizar un mantenimiento de la misma o cerrar el flujo.

Los planos que se ha tomado de referencia para los siguientes cálculos se encuentran en el Anexo 1.

TABLA DE PRESION DINÁMICA EN PUNTOS DE DEMANDA						
LINEA: 0, DESDE CAPTACIÓN A RESERVORIO						
Label	Elevation (m)	Type	Base Flow (l/s)	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
OB	3,144.39	Demand	0.00	0.00	3,153.90	9.60
OC	3,150.67	Demand	0.00	0.00	3,153.80	3.30
OD	3,151.35	Demand	0.00	0.00	3,153.54	2.50
OE	3,151.27	Demand	0.00	0.00	3,153.54	2.60
OF	3,152.52	Demand	0.00	0.00	3,153.25	1.20
OG	3,134.40	Demand	0.00	0.00	3,147.09	18.70
OK	3,129.61	Demand	2.34	2.34	3,144.66	21.00

Tabla # 19.- Tabla datos en cada punto de la Línea 0

TABLA DE CÁLCULOS EN TUBERIA POR TRAMOS										
LINEA: 0, DESDE CAPTACIÓN A RESERVORIO										
Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Control Status	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
OA-OB	65.16	110	PVC	150	Open	2.34	3,154.09	3,154.03	0.06	0.99
OB-OC	32.5	110	PVC	150	Open	2.34	3,154.03	3,153.99	0.03	1
OC-OD	89.28	110	PVC	150	Open	2.34	3,153.99	3,153.90	0.09	0.99
OD-OE	70.88	110	PVC	150	Open	2.34	3,153.90	3,153.83	0.07	1
OE-OF	98.42	110	PVC	150	Open	2.34	3,153.83	3,153.74	0.1	0.99
OF-OG	212.22	75	PVC	150	Open	2.34	3,153.74	3,153.11	0.62	2.94
OG-OK	83.44	50	PVC	150	Open	2.34	3,153.11	3,150.69	2.42	29.04

Tabla 20.- Tabla de datos de cada tubería de la Línea 0

3.2.5 Diámetro de la Tubería de Conducción (Línea 0).-

Para el cálculo de la línea 0, que va desde la captación en la Quebrada Chusalongo hasta el reservorio, se han calculado diámetros de tuberías en el programa Watercad tomando en cuenta que se cumpla con todos los parámetros y bases de diseño antes mencionados. En su mayoría el diámetro de la conducción es de 110mm y varía después a 75 y 50 mm para mantener presiones favorables.

Sabemos que desde el tanque de captación la tubería sale con una presión de 0. Al final de la línea 0 se llega al reservorio con una presión de 21m H₂O, que es más que suficiente para el propósito que debe cumplir. Después de realizados los cálculos se puede ver que no hace falta la colocación de un tanque rompepresión.

Esta línea de conducción llevará agua de forma más eficiente al reservorio de lo que llevaba la anterior, por lo que en épocas de sequía se tendrá mucho más agua a la que se acostumbraba.

3.2.6 Obras complementarias (Pasos de agua, acueductos, etc.).-

Tanque Rompe Presión: Son estructuras que se intercalan en las líneas de conducción con el objeto de disminuir la presión dinámica a la que están sometidas las tuberías a 0. En este caso se ha diseñado el sistema con una combinación de diámetros en tuberías para controlar presiones y no tener necesidad de los mismos.

Obras de arte: Son aquellas obras adicionales para facilitar la construcción de la obra planteada que se necesitan para atravesar obstáculos como caminos, quebradas, etc. En

este caso se diseñarán anclajes y soportes cuando la pendiente longitudinal sea mayor a 30 grados y forme curvas horizontales para evitar desplazamientos de la tubería

3.3 Diseño de Redes Secundarias de zona de Riego.-

En esta sección se muestran todos los cálculos y criterios utilizados para diseñar todo el sistema de distribución de agua para riego. Comenzando por el cálculo del reservorio y posteriormente con los cálculos de las 3 redes de distribución, las válvulas a usarse en el proyecto y las cajas donde se ubicarán las mismas. En el caso de existir obras de arte, estas serán explicadas con mayor detalle en este mismo segmento.

3.3.1 Cálculo y Diseño del Reservorio.-

Ubicación: Existe la excavación de un reservorio en la Hacienda en la parte más alta de la misma. Este reservorio es un proyecto que quedó inconcluso y que se puede completar y rehabilitar. La cota en la que se encuentra el mismo es de 3136 msnm y tiene una profundidad de 5m aprox. por el momento.

Forma: La forma del reservorio es rectangular por lo que se diseñó de la misma manera para facilidad de construcción. Las paredes son casi de forma vertical debido a que el tipo de suelo lo permite. Las dimensiones de excavación actual son 8m*40m*5m.

Entrada de Agua: Se denomina así al mecanismo por el cual el agua ingresa al reservorio y lo va llenando. En este caso el agua de la captación llega por tubería a un tanque que

tiene como propósito eliminar cualquier partícula que haya ingresado a la conducción, para después enviar el agua al reservorio.

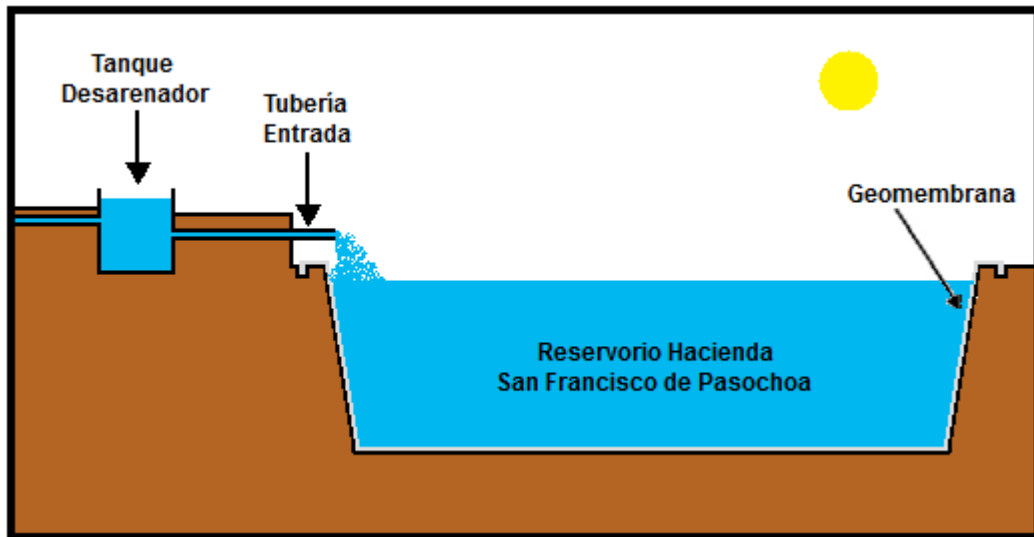


Gráfico # 11.- Esquema del reservorio y la entrada de caudal.

Toma de Fondo: Es la obra ubicada al fondo del reservorio a través de la cual el agua almacenada en el reservorio pasa a las obras de salida para ser distribuida.

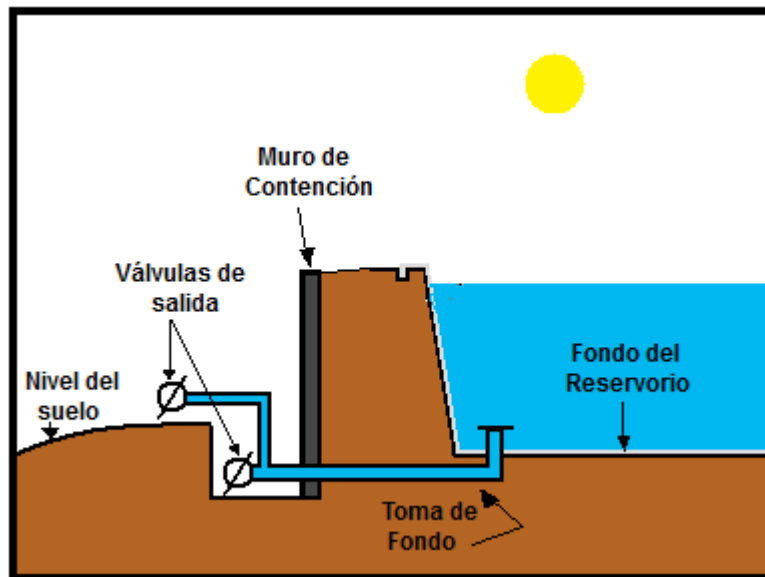


Gráfico # 12.- Ejemplo de toma de fondo Reservorio.

Impermeabilización: Es necesario impedir filtraciones en el reservorio mediante geomembrana, que causarían desperdicio de agua y posibles afectaciones a la estructura del mismo. La geomembrana recubre toda la superficie del reservorio (Gráfico # 11).

Trinchera: Se la realiza para la sujeción de la geomembrana, posteriormente se rellena y compacta con tierra del sitio, como se ve en el siguiente gráfico:

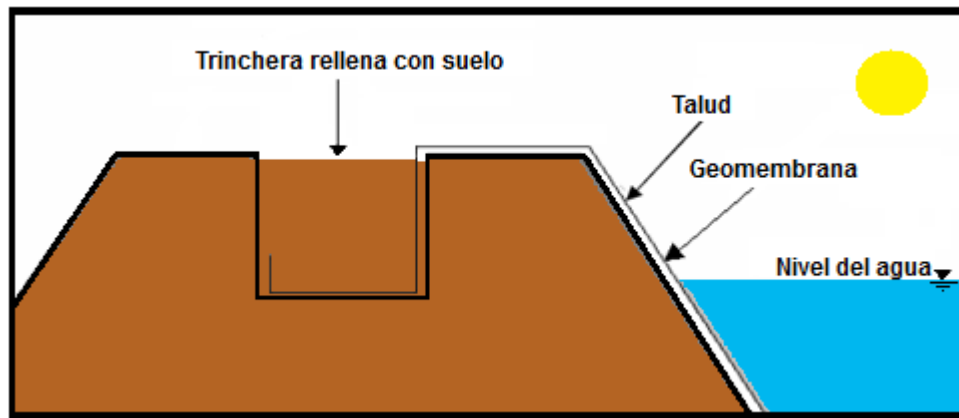


Gráfico # 13.- Impermeabilización y Trinchera.

Dimensionamiento del Reservorio

De acuerdo con lo dicho anteriormente en la disertación, existirá un solo reservorio capaz de proveer el agua suficiente para riego de la zona productiva. Los potreros se regarán una vez por semana, teniendo así 7 zonas de riego que corresponden a cada día de la misma, como vemos a continuación:

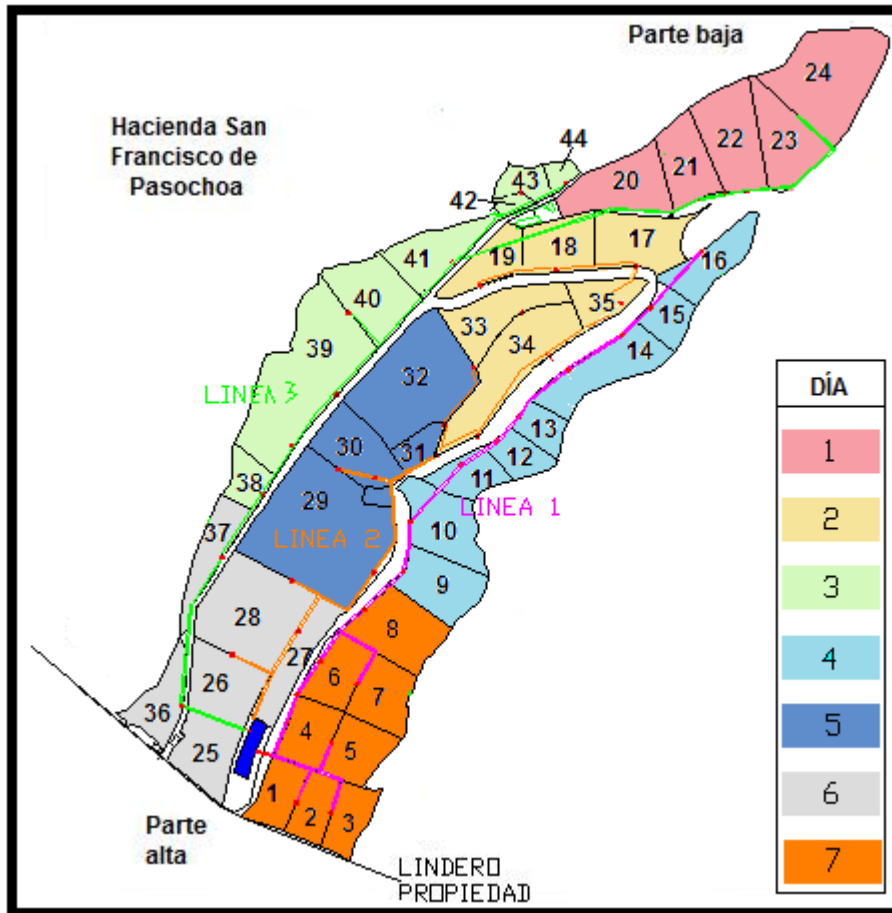


Gráfico # 14.- Plano Zonas de Riego

DÍA 1			
POTREROS	ÁREA	Necesidad Agua Riego (Requerimiento menos lluvia)	Caudal para 6h de riego continuo
20	0,68 ha	749,01 m ³ /mes	8,09 l/s
21	0,49 ha	546,47 m ³ /mes	5,90 l/s
22	0,72 ha	800,95 m ³ /mes	8,65 l/s
23	0,59 ha	659,77 m ³ /mes	7,13 l/s
24	1,10 ha	1224,84 m ³ /mes	13,23 l/s
TOTAL	3,59 ha	3981,04 m³/mes	43,01 l/s
DÍA 2			
POTREROS	ÁREA	Necesidad Agua Riego (Requerimiento menos lluvia)	Caudal para 6h de riego continuo
17	0,63 ha	694,58 m ³ /mes	7,50 l/s

18	0,49 ha	543,28 m ³ /mes	5,87 l/s
19	0,38 ha	418,26 m ³ /mes	4,52 l/s
33	0,54 ha	603,28 m ³ /mes	6,52 l/s
34	0,94 ha	1039,90 m ³ /mes	11,23 l/s
35	0,32 ha	350,76 m ³ /mes	3,79 l/s
TOTAL	3,29 ha	4643,68 m³/mes	39,43 l/s
DÍA 3			
POTREROS	ÁREA	Necesidad Agua Riego (Requerimiento menos lluvia)	Caudal para 6h de riego continuo
38	0,23 ha	251,26 m ³ /mes	2,71 l/s
39	1,45 ha	1612,90 m ³ /mes	17,42 l/s
40	0,53 ha	587,30 m ³ /mes	6,34 l/s
41	0,46 ha	515,11 m ³ /mes	5,56 l/s
42	0,06 ha	68,99 m ³ /mes	0,75 l/s
43	0,20 ha	221,67 m ³ /mes	2,39 l/s
44	0,09 ha	105,18 m ³ /mes	1,14 l/s
TOTAL	3,03 ha	3362,40 m³/mes	36,32 l/s
DÍA 4			
POTREROS	ÁREA	Necesidad Agua Riego (Requerimiento menos lluvia)	Caudal para 6h de riego continuo
9	0,54 ha	602,98 m ³ /mes	6,51 l/s
10	0,61 ha	672,05 m ³ /mes	7,26 l/s
11	0,32 ha	356,02 m ³ /mes	3,85 l/s
12	0,26 ha	285,92 m ³ /mes	3,09 l/s
13	0,23 ha	251,02 m ³ /mes	2,71 l/s
14	0,65 ha	719,59 m ³ /mes	7,77 l/s
15	0,28 ha	307,92 m ³ /mes	3,33 l/s
16	0,44 ha	487,51 m ³ /mes	5,27 l/s
TOTAL	3,32 ha	3683,01 m³/mes	39,79 l/s
DÍA 5			
POTREROS	ÁREA	Necesidad Agua Riego (Requerimiento menos lluvia)	Caudal para 6h de riego continuo
29	1,74 ha	1924,43 m ³ /mes	20,79 l/s
30	0,56 ha	617,59 m ³ /mes	6,67 l/s
31	0,18 ha	204,11 m ³ /mes	2,20 l/s
32	1,31 ha	1455,63 m ³ /mes	15,72 l/s
TOTAL	3,79 ha	4201,76 m³/mes	45,39 l/s

DÍA 6			
POTREROS	ÁREA	Necesidad Agua Riego (Requerimiento menos lluvia)	Caudal para 6h de riego continuo
25	0,44 ha	492,26 m ³ /mes	5,32 l/s
26	0,56 ha	621,04 m ³ /mes	6,71 l/s
27	0,44 ha	486,66 m ³ /mes	5,26 l/s
28	1,11 ha	1226,36 m ³ /mes	13,25 l/s
36	0,38 ha	419,56 m ³ /mes	4,53 l/s
37	0,36 ha	399,69 m ³ /mes	4,32 l/s
TOTAL	3,29 ha	4637,98 m³/mes	39,38 l/s
DÍA 7			
POTREROS	ÁREA	Necesidad Agua Riego (Requerimiento menos lluvia)	Caudal para 6h de riego continuo
1	0,33 ha	371,47 m ³ /mes	4,01 l/s
2	0,31 ha	342,60 m ³ /mes	3,70 l/s
3	0,33 ha	365,57 m ³ /mes	3,95 l/s
4	0,40 ha	441,37 m ³ /mes	4,77 l/s
5	0,42 ha	470,84 m ³ /mes	5,09 l/s
6	0,43 ha	481,03 m ³ /mes	5,20 l/s
7	0,46 ha	506,33 m ³ /mes	5,47 l/s
8	0,65 ha	724,37 m ³ /mes	7,82 l/s
TOTAL	3,34 ha	3703,59 m³/mes	40,01 l/s

Tabla # 21.- Caudal necesario de riego para cada grupo de potreros en 6 h al día.

Cada grupo tiene similares características de área y requerimientos de agua que se regarán durante seis horas seguidas, una vez por semana. Para el diseño del reservorio se estableció que tendrá una capacidad de almacenamiento para dos días de riego con el caudal más crítico diario de la red, que corresponde al día 5. Para calcular el volumen de agua que deberá tener el reservorio, se necesitó el caudal de este día particular y realizar los siguientes cálculos:

Caudal para riego (Día 5) = 45,39 l/s

Tiempo diario riego = 6 h

Días riego = 2 días

$$\text{Tiempo total de riego} = \frac{6 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hora}} * 2 \text{ días} = 43200 \text{ seg} \quad (1)$$

De la fórmula general de Volumen, tenemos datos de caudal y tiempo por lo que se calculará el volumen necesario para el reservorio.

$$V = Q * t$$

$$V = 45,39 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} * 43200 \text{seg}$$

$$V = 1960848 \text{ lt}$$

$$V = 1960,85 \text{ m}^3 \quad (2)$$

Ahora que se calculó el volumen que debe tener el reservorio, se necesita calcular las dimensiones. Como la hacienda ya tiene una excavación que servirá para la construcción del mismo, se tratará de cuadrar la excavación alargada ya realizada con la nueva obra a realizarse allí. Por lo que se supondrá un reservorio de esta manera:

La altura de la excavación actual tiene 5m, de los cuales 0,5m corresponden a una altura al tope de la toma de fondo para evitar recolección de sedimentos y basuras, y otros 0,5m que serán libres en la parte superior del reservorio como se ve en el gráfico 14. Por este motivo se calculó con 4 m de altura de agua que podrá ser absorbida por la toma. Las paredes ya excavadas son prácticamente verticales sin pendiente como se ve en el gráfico.

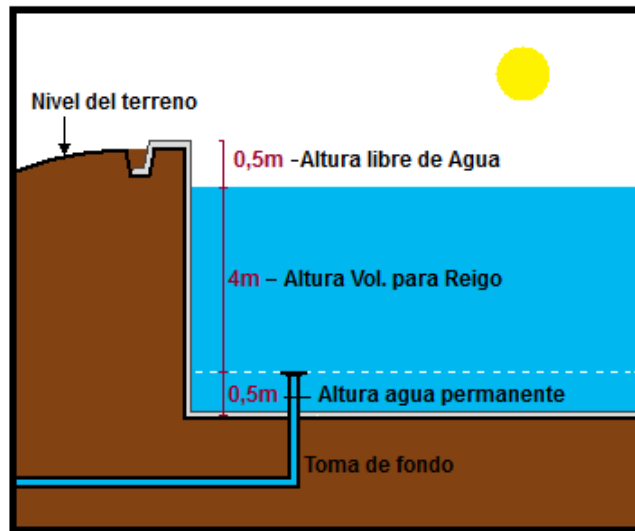
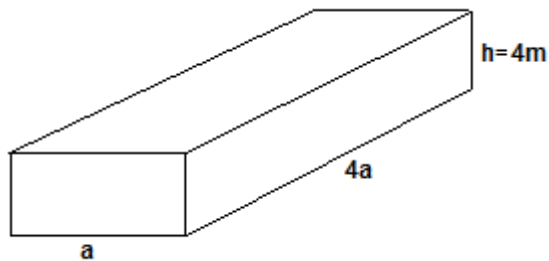


Gráfico # 14.- Alturas de agua dentro del reservorio.

Ahora que se tiene el volumen necesario calculamos a de esta manera:



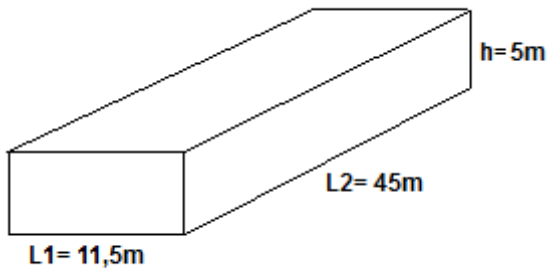
$$4a * a * 4m = 1960,848 m^3$$

$$a^2 = \frac{1960,848 m^3}{16m}$$

$$a = \sqrt{\frac{1960,848 m^2}{16}}$$

$$a = 11,07 m (3)$$

Por facilidad de construcción se tomará como L1 =11,5m y L2=45m. Entonces las dimensiones del reservorio quedan establecidas así:



Sabiendo esto el volumen real a almacenarse es de:

$$\text{Volumen Total} = 11,5m * 45m * 4,5m = \mathbf{2328,75 m^3} \quad (4)$$

De los cuales solo se utilizarán: ∴

$$\text{Volumen Uso} = 2328,75 m^3 - 11,5 m * 45 m * 0,5 m = \mathbf{2070 m^3} \quad (5)$$

$$2070 m^3 \quad (5) > 1960,85 m^3 \quad (2) \quad \therefore \text{Cumple el requerimiento.}$$

La superficie del reservorio que será cubierta de geotextil es de 1310 m² tomando en cuenta una longitud de 2m del mismo para realizar la trinchera. Las dimensiones actuales excavadas son de 8m*40m*5m por lo que se debe excavar un volumen faltante de 987,5 m³

3.3.2 Cálculo y Diseño de Redes Secundarias o de Distribución.-

Como se ha mencionado anteriormente se han propuesto tres ramales de distribución de agua de riego, estos se denominan Línea 1, Línea 2 y Línea 3. A continuación podemos preciar los diferentes ramales que salen del reservorio.

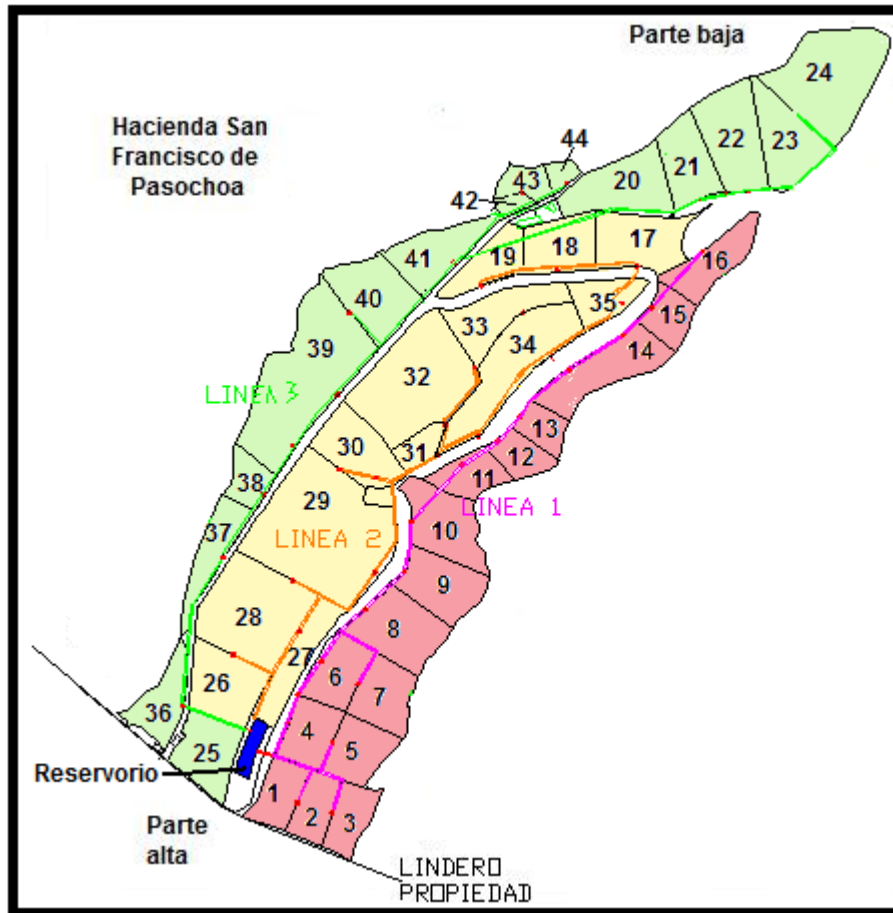


Gráfico # 15.- Plano esquemático de área de terreno que cubre cada línea de riego.

Se han introducido en el programa Watercad todos los datos necesarios para el cálculo de diámetros, velocidad y presiones admisibles. El diseño ha sido influido también por el criterio que se ha adquirido durante la carrera de Ingeniería Civil de la PUCE, tomando en cuenta que se deben mantener ciertas presiones en todos los puntos de riego, sin sobrepasar el admisible de la tubería, esto quiere decir que se analizaron pérdidas, presión estática y presión dinámica. Para el análisis se consideró para tuberías de PVC con unión de cemento solvente (EC) una presión de trabajo de 0,80 MPa.

TABLA DE PRESION DINÁMICA EN PUNTOS DE DEMANDA						
LINEA: 1, DESDE RESERVORIO A POTRERO # 16						
Label	Elevation (m)	Type	Base Flow (l/s)	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
1B	3.122,03	Demand	0,00	0	3.130,54	8,5
1D	3.113,48	Demand	4,77	4,77	3.129,41	15,9
1E	3.105,62	Demand	5,20	5,2	3.128,81	23,1
1F	3.099,40	Demand	0,00	0	3.128,37	28,9
1AA	3.086,53	Demand	0,00	0	3.128,37	41,8
1AB	3.090,69	Demand	5,47	5,47	3.128,36	37,6
1G	3.095,12	Demand	7,82	7,82	3.128,04	32,9
1H	3.088,65	Demand	6,51	6,51	3.116,55	27,8
1I	3.086,71	Demand	0	0	3.112,22	25,5
1J	3.084,40	Demand	7,26	7,26	3.108,78	24,3
1K	3.074,40	Demand	3,85	3,85	3.101,52	27,1
1M	3.070,28	Demand	3,09	3,09	3.098,41	28,1
1N	3.068,82	Demand	2,71	2,71	3.096,63	27,8
1O	3.066,73	Demand	0	0	3.095,89	29,1
1P	3.055,78	Demand	3,88	3,88	3.089,71	33,9
1Q	3.047,90	Demand	3,88	3,88	3.085,00	37
1R	3.045,48	Demand	3,33	3,33	3.083,54	38
1T	3.037,74	Demand	5,27	5,27	3.082,41	44,6
1U	3.109,02	Demand	0	0	3.130,48	21,4
1V	3.106,38	Demand	0	0	3.130,47	24
1W	3.096,49	Demand	0	0	3.130,47	33,9
1X	3.099,10	Demand	3,95	3,95	3.130,47	31,3
1Y	3.114,40	Demand	7,71	7,71	3.130,46	16
1Z	3.102,30	Demand	5,09	5,09	3.130,47	28,1
Tabla 22.- Cálculos y datos en cada punto de la Línea 1						

TABLA DE CÁLCULOS EN TUBERIA POR TRAMOS										
LINEA: 1, DESDE RESERVORIO A POTRERO # 16										
Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Control Status	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
1A-1B	22,36	200	PVC	150	Open	79,79	3.131,06	3.130,54	0,52	23,39
1B-1D	74,47	200	PVC	150	Open	63,04	3.130,54	3.129,41	1,13	15,12
1B-1U	46,82	200	PVC	150	Open	16,75	3.130,54	3.130,48	0,06	1,3
1D-1E	45,72	200	PVC	150	Open	58,27	3.129,41	3.128,81	0,6	13,07
1E-1F	40,07	200	PVC	150	Open	53,07	3.128,81	3.128,37	0,44	10,99
1F-1AA	47,99	200	PVC	150	Open	5,47	3.128,37	3.128,37	0,01	0,16
AA-1A	41,21	200	PVC	150	Open	5,47	3.128,37	3.128,36	0,01	0,17
1F-1G	37,51	200	PVC	150	Open	47,6	3.128,37	3.128,04	0,34	8,98
1G-1H	60,92	110	PVC	150	Open	39,78	3.128,04	3.116,55	11,49	188,58
1H-1I	31,94	110	PVC	150	Open	33,27	3.116,55	3.112,22	4,33	135,45
1I-1J	25,38	110	PVC	150	Open	33,27	3.112,22	3.108,78	3,44	135,43
1J-1K	84,64	110	PVC	150	Open	26,01	3.108,78	3.101,52	7,27	85,85
1K-1M	48,76	110	PVC	150	Open	22,16	3.101,52	3.098,41	3,11	63,81
1M-1M	36,72	110	PVC	150	Open	19,07	3.098,41	3.096,63	1,77	48,32
1N-1O	20,47	110	PVC	150	Open	16,36	3.096,63	3.095,89	0,74	36,38
1P-1Q	72,2	75	PVC	150	Open	12,48	3.089,71	3.085,00	4,72	65,34
1Q-1R	44,51	75	PVC	150	Open	8,6	3.085,00	3.083,54	1,46	32,78
1R-1T	85,33	75	PVC	150	Open	5,27	3.083,54	3.082,41	1,13	13,24
1U-1V	9,86	200	PVC	150	Open	9,04	3.130,48	3.130,47	0	0,42
1U-1Y	41,11	200	PVC	150	Open	7,71	3.130,48	3.130,46	0,01	0,31
1V-1W	28,25	200	PVC	150	Open	3,95	3.130,47	3.130,47	0	0,08
1V-1Z	36,22	200	PVC	150	Open	5,09	3.130,47	3.130,47	0,01	0,14
1W-1X	38,98	200	PVC	150	Open	3,95	3.130,47	3.130,47	0	0,09
10-1P	57,24	75	PVC	150	Open	16,36	3.095,89	3.089,71	6,17	107,87

Tabla 23.- Cálculos y datos de cada tramo de tubería de la Línea 1

TABLA DE PRESION DINÁMICA EN PUNTOS DE DEMANDA						
LINEA: 2, DESDE RESERVORIO A POTRERO # 19						
Label	Elevation (m)	Type	Base Flow (l/s)	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
2B	3.122,22	Demand	0	0	3.127,16	4,9
2C	3.109,38	Demand	9,68	9,68	3.125,14	15,7
2D	3.104,40	Demand	0	0	3.123,80	19,4
2E	3.102,15	Demand	0	0	3.123,01	20,8
2F	3.097,39	Demand	6,93	6,93	3.121,85	24,4
2G	3.090,71	Demand	0	0	3.118,47	27,7
2I	3.079,64	Demand	0	0	3.113,32	33,6
2K	3.079,91	Demand	2,2	2,2	3.110,32	30,3
2AA	3.073,63	Demand	0	0	3.108,14	34,4
2AB	3.064,56	Demand	7,86	7,86	3.106,19	41,5
2AC	3.054,64	Demand	6,52	6,52	3.090,42	35,7
2L	3.079,48	Demand	5,62	5,62	3.109,39	29,9
2M	3.073,23	Demand	0	0	3.102,64	29,4
2N	3.061,11	Demand	5,62	5,62	3.097,76	36,6
2P	3.053,35	Demand	3,79	3,79	3.079,47	26,1
2Q	3.040,12	Demand	7,5	7,5	3.073,58	33,4
2S	3.033,41	Demand	5,87	5,87	3.069,39	35,9
2T	3.029,41	Demand	0,01	0,01	3.069,01	39,5
2U	3.030,25	Demand	4,52	4,52	3.068,51	38,2
2V	3.109,36	Demand	11,13	11,13	3.127,13	17,7
2W	3.095,26	Demand	11,35	11,35	3.123,77	28,5
2X	3.073,38	Demand	3,34	3,34	3.111,80	38,3
2Y	3.064,38	Demand	10,27	10,27	3.109,76	45,3
2Z	3.079,40	Demand	7,86	7,86	3.110,00	30,5

Tabla 24.- Cálculos y datos en cada punto de la Línea 2

TABLA DE CÁLCULOS EN TUBERIA POR TRAMOS										
LINEA: 2, DESDE RESERVORIO A POTRERO # 19										
Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Control Status	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
2A-2B	54,01	200	PVC	150	Open	110,07	3.129,45	3.127,16	2,29	42,44
AA-2A	22,87	75	PVC	150	Open	14,38	3.108,14	3.106,19	1,94	84,94
AB-2A	81,4	50	PVC	150	Open	6,52	3.106,19	3.090,42	15,77	193,74
2B-2C	57,89	200	PVC	150	Open	98,94	3.127,16	3.125,14	2,02	34,84
2B-2V	50,47	200	PVC	150	Open	11,13	3.127,16	3.127,13	0,03	0,61
2C-2D	46,76	200	PVC	150	Open	89,26	3.125,14	3.123,80	1,35	28,79
2D-2E	34,9	200	PVC	150	Open	77,91	3.123,80	3.123,01	0,78	22,38
2D-2W	37,07	200	PVC	150	Open	11,35	3.123,80	3.123,77	0,02	0,63
2E-2F	51,98	200	PVC	150	Open	77,91	3.123,01	3.121,85	1,16	22,38
2F-2G	44,28	160	PVC	150	Open	70,98	3.121,85	3.118,47	3,39	76,46
2G-2I	67,34	160	PVC	150	Open	70,98	3.118,47	3.113,32	5,15	76,47
2I-2K	58,2	160	PVC	150	Open	57,37	3.113,32	3.110,32	3	51,55
2I-2X	19,76	75	PVC	150	Open	13,61	3.113,32	3.111,80	1,52	76,72
2K-2L	50,09	160	PVC	150	Open	32,93	3.110,32	3.109,39	0,92	18,44
2K-2Z	35,04	160	PVC	150	Open	22,24	3.110,32	3.110,00	0,31	8,92
2L-2M	71,85	110	PVC	150	Open	27,31	3.109,39	3.102,64	6,75	93,97
2M-2N	51,9	110	PVC	150	Open	27,31	3.102,64	3.097,76	4,88	93,97
2P	100,6	75	PVC	150	Open	21,69	3.097,76	3.079,47	18,29	181,85
2P-2Q	46,25	75	PVC	150	Open	17,9	3.079,47	3.073,58	5,89	127,42
2Q-2S	89,81	75	PVC	150	Open	10,4	3.073,58	3.069,39	4,19	46,62
2S-2T	37,92	75	PVC	150	Open	4,53	3.069,39	3.069,01	0,38	10
2T-2U	50,15	75	PVC	150	Open	4,52	3.069,01	3.068,51	0,5	9,96
2X-2Y	44,87	75	PVC	150	Open	10,27	3.111,80	3.109,76	2,04	45,54
2Z-2AA	65,15	110	PVC	150	Open	14,38	3.110,00	3.108,14	1,87	28,65

Tabla 25.- Cálculos y datos de cada tramo de tubería de la Línea 2

TABLA DE PRESION DINÁMICA EN PUNTOS DE DEMANDA						
LINEA: 3, DESDE RESERVORIO A POTRERO # 44						
Label	Elevation (m)	Type	Base Flow (l/s)	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
3B	3.108,98	Demand	4,53	4,53	3.127,15	18,1
3D	3.092,22	Demand	0	0	3.115,22	23
3E	3.081,18	Demand	4,32	4,32	3.108,66	27,4
3G	3.067,69	Demand	2,71	2,71	3.100,69	32,9
3H	3.056,91	Demand	5,81	5,81	3.094,99	38
3I	3.048,08	Demand	5,81	5,81	3.089,21	41
3J	3.042,21	Demand	0	0	3.084,96	42,7
3V	3.030,35	Demand	8,98	8,98	3.084,32	53,9
3K	3.035,03	Demand	3,17	3,17	3.068,26	33,2
3M	3.024,15	Demand	5,56	5,56	3.041,01	16,8
3W	3.016,75	Demand	0	0	3.040,81	24
3X	3.012,20	Demand	0	0	3.037,43	25,2
3AA	3.008,51	Demand	3,14	3,14	3.036,55	28
3Z	3.004,39	Demand	1,14	1,14	3.037,04	32,6
3N	3.015,66	Demand	8,09	8,09	3.035,37	19,7
3O	3.014,33	Demand	0	0	3.033,94	19,6
3P	3.012,15	Demand	5,9	5,9	3.033,28	21,1
3R	3.015,28	Demand	8,55	8,55	3.032,48	17,2
3S	3.010,58	Demand	7,13	7,13	3.032,11	21,5
3T	2.986,21	Demand	0	0	3.030,41	44,1
3U	2.984,40	Demand	13,23	13,23	3.028,93	44,4

Tabla 26.- Cálculos y datos en cada punto de la Línea 3

TABLA DE CÁLCULOS EN TUBERIA POR TRAMOS										
LINEA: 3, DESDE RESERVORIO A POTRERO # 44										
Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Control Status	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
3A-3B	82,94	200	PVC	150	Open	88,07	3.129,48	3.127,15	2,33	28,08
3B-3D	115,41	160	PVC	150	Open	83,54	3.127,15	3.115,22	11,93	103,4
3D-3E	63,43	160	PVC	150	Open	83,54	3.115,22	3.108,66	6,56	103,4
3E-3G	85,07	160	PVC	150	Open	79,22	3.108,66	3.100,69	7,97	93,72
3G-3H	64,86	160	PVC	150	Open	76,51	3.100,69	3.094,99	5,7	87,87
3H-3I	76,12	160	PVC	150	Open	70,7	3.094,99	3.089,21	5,78	75,91
3I-3J	65,65	160	PVC	150	Open	64,89	3.089,21	3.084,96	4,25	64,76
3J-3K	47,13	110	PVC	150	Open	55,91	3.084,96	3.068,26	16,69	354,21
3J-3V	52,99	110	PVC	150	Open	8,98	3.084,96	3.084,32	0,63	11,98
3K-3M	85,72	110	PVC	150	Open	52,74	3.068,26	3.041,01	27,25	317,92
3M-3N	187,36	160	PVC	150	Open	42,9	3.041,01	3.035,37	5,64	30,09
3M-3W	67,71	110	PVC	150	Open	4,28	3.041,01	3.040,81	0,21	3,04
3N-3O	70,03	160	PVC	150	Open	34,81	3.035,37	3.033,94	1,43	20,44
3O-3P	32,58	160	PVC	150	Open	34,81	3.033,94	3.033,28	0,67	20,44
3P-3R	55,14	160	PVC	150	Open	28,91	3.033,28	3.032,48	0,8	14,49
3R-3S	48,15	160	PVC	150	Open	20,36	3.032,48	3.032,11	0,36	7,57
3S-3T	69,26	110	PVC	150	Open	13,23	3.032,11	3.030,41	1,7	24,55
3T-3U	60,53	110	PVC	150	Open	13,23	3.030,41	3.028,93	1,49	24,55
3W-3X	38,03	50	PVC	150	Open	4,28	3.040,81	3.037,43	3,38	88,85
3X-3AA	17,43	50	PVC	150	Open	3,14	3.037,43	3.036,55	0,87	50,05
3X-3Z	50,86	50	PVC	150	Open	1,14	3.037,43	3.037,04	0,39	7,67

Tabla 27.- Cálculos y datos de cada tramo de tubería de la Línea 3

3.3.3 Accesorios (Válvulas de control y de aire).-

Válvulas de aire: Se deben colocar para facilitar la salida de aire que se acumula en las partes altas de las tuberías que trabajan a presión, ya que están dificultando el flujo y lo interrumpen o minoran. La acumulación de aire puede producir flujo intermitente así como cavitación en las tuberías, otras veces ocurre que las bolsas de aire arrastradas producen un aumento súbito en los caudales.

Por lógica se debe colocar las válvulas de aire en los sitios más altos de la tubería, en donde la pendiente cambia de menos a más ya que allí será el foco de acumulación de aire. En tramos horizontales las válvulas de aire se ubicarán a distancias no mayores de 2.5 Km.

Válvulas de desagüe: Se colocarán en los sitios bajos de la conducción, sirven para la limpieza de manera programada de los sedimentos que puedan existir dentro de la tubería. El diámetro de la válvula de desagüe no puede ser mayor al diámetro de la conducción ni menor a la mitad. El diámetro de la tubería de desagüe deberá permitir el desalojo del volumen de agua en un tiempo no mayor de 6h.

Válvulas de seccionamiento: Son válvulas de compuerta que se colocan para parar el flujo de agua si es necesario, también se usa en tramos para tareas de ampliación y para aislar tramos que necesitan mantenimiento pero continuando con el servicio en el resto de ésta.

Las válvulas de seccionamiento se deben colocar cada 3 km. cuando la conducción está formada por una sola tubería y hasta 5 Km cuando la conducción está formada por 2 o más tuberías. Se debe considerar que esto causará el incremento del costo del proyecto. Para la hacienda que se está analizando se usarán solamente válvulas de compuerta debido a que permiten que el agua salga de una manera paulatina, disminuyendo así riesgos de un golpe de ariete que puede llegar a romper la tubería. Las válvulas globo que cumplen el mismo propósito se abren con un giro de 1/4, lo que libera o cierra el flujo drásticamente, estas válvulas pueden ser riesgosas en esta topografía por el desnivel que existe y el golpe de ariete que se va a producir por lo que se corrobora lo dicho anteriormente.

El criterio usado para la colocación de las válvulas se estableció:

- En cada punto que tenga salida para riego o sea desagüe.
- Al principio de una ramal secundario con varias derivaciones en caso de necesitar limpieza o reparación, y al final de cada ramal en el punto más bajo.
- Al inicio de cada línea de riego (Línea 1, 2 y 3)
- En la salida y llegada de la captación.

Cámara de válvulas: Se refiere a la construcción de cámaras donde se instalarán válvulas, purgas y desfogue. Estos elementos pueden ser parte del sistema a construir y se deberán diseñar individualmente según la necesidad y preferencia de material.

Por cada válvula de desfogue, hay el mismo número de cámaras de válvulas. Estas ayudarán con la limpieza de la tubería o permitirán vaciarla en caso de necesitarse una

reparación o mantenimiento. La cámara será de 30x30 cm, con armadura mínima y subirá desde el punto de desfogue hasta la superficie donde tendrá una tapa de control.

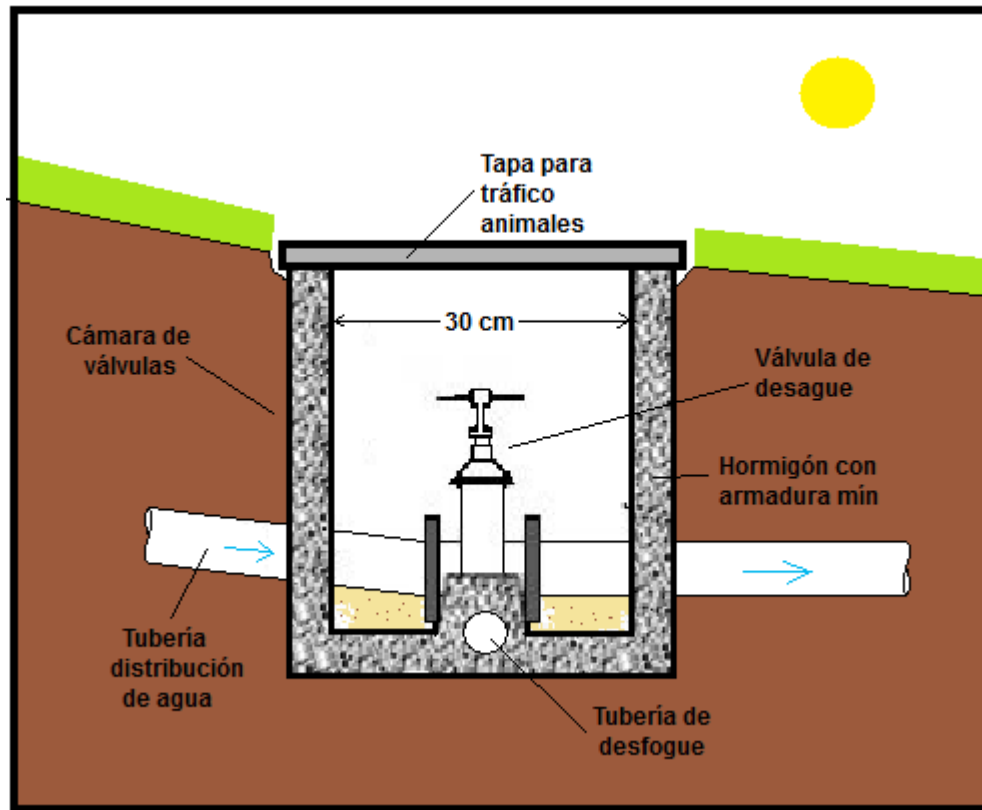


Gráfico # 16.- Cámara de válvulas para realizar desagüe de tuberías o revisión.

Válvula limitadora de caudal: Su función es impedir que el caudal sobrepase un nivel prefijado con independencia de las variaciones de presión y caudal que pueda haber en la conducción aguas arriba. Utiliza un piloto regulador y una placa difusora. Esta placa permite el paso de un caudal determinado para cada presión de trabajo.

CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE IMPACTOS AMBIENTALES.-

4.1 Introducción.-

En la actualidad es infaltable realizar un estudio de impacto ambiental ya que estamos más concientes de la importancia del medio ambiente y de su conservación. Este estudio nos ayuda a ver qué tipo de impactos tenemos, sean positivos o negativos y si son reversibles, permanentes u otros. Una vez que tenemos estos datos, mas áreas de influencia y factores afectados podemos reducir impactos negativos y potenciar los positivos, afectando lo menos posible al medio ambiente.

El ser humano siempre ha buscado mejoras en cuanto a producción, en este caso aumentar la leche que se produce en la hacienda, que está ligada directamente al pasto del que se alimentan las vacas. Por este motivo se ha tenido que buscar formas de transportar el agua a todas las áreas posibles, teniendo que desviar aguas superficiales especialmente de ríos y quebradas alterando el medio ambiente.

Obviamente mientras más grande es el proyecto de riego se suman los impactos negativos en el medio ambiente, por eso como ingenieros civiles debemos realizar este análisis para determinar la magnitud de los impactos, se lo llama también evaluación del impacto ambiental con las siglas EIA.

4.2 Objetivos.-

4.2.1 Objetivo General.-

Realizar una evaluación de impacto ambiental de las obras a realizarse del sistema de riego controlado que se realizaría en la Hacienda San Francisco de Pasochoa, ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui.

4.2.2 Objetivos Específicos.-

- Identificar la naturaleza y magnitud de los impactos tanto positivos como negativos que causaría las obras civiles de este proyecto en el medio ambiente.
- Realizar un análisis de las obras proyectadas, revisar el área de influencia y la posible afectación que tendría en el medio ambiente.
- Con los resultados obtenidos elaborar un Plan de Manejo Ambiental para fijar recomendaciones tanto en la ejecución de las obras civiles como en el manejo del sistema de riego para minimizar o mitigar los posibles daños causados.

4.3 Marco Legal.-

Para poder definir la base legal en la cual se encuentra el proyecto de riego controlado se debe hacer referencia a las leyes relacionadas con el manejo ambiental:

De la Constitución Política de la República del Ecuador (2008):

- El artículo 23, reconoce, entre otros los siguientes derechos civiles: el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación; la inviolabilidad del domicilio; el derecho a transitar libremente por el territorio nacional y escoger su residencia; la libertad de empresa y la libertad de trabajo; la libertad de asociación; el derecho a una calidad de vida que asegure la salud, la alimentación y nutrición, agua potable, saneamiento ambiental, educación, trabajo empleo, recreación, vivienda y otros servicios sociales necesarios, el derecho de propiedad en los términos que señala la ley y, la seguridad jurídica.
- En los artículos del 86 al 91 se establece que es deber del Estado garantizar a la población un medio ambiente sano. Se declara de interés público y se regulará conforme a la Ley: la preservación del medio ambiente, la preservación y recuperación ambiental y el sistema nacional de áreas naturales protegidas. Se consagra además la participación de la comunidad para toda decisión estatal que afecte al medio ambiente. Se señala que el Estado debe tomar medidas orientadas al uso de tecnologías limpias, a estímulos tributarios, a expedir normas ambientales. Se prohíbe la fabricación, tenencia y uso de armas químicas y desechos tóxicos. Se determina la responsabilidad por daños ambientales y se reconoce el derecho de las personas de emprender acciones para la protección ambiental.

De la Ley de Gestión Ambiental (Julio de 1999):

- Para obtener los objetivos determinados en la Constitución Política que reconoce a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación; el interés público de la preservación del medioambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país; establece un sistema nacional de áreas naturales y protegidas y de esta manera garantiza un desarrollo sustentable, establece la normativa jurídica ambiental y la correspondiente estructura institucional adecuada.
- En la Ley de Gestión Ambiental se establece el ámbito y los principios de la Ley, el régimen institucional de la gestión ambiental: el desarrollo sustentable, la autoridad ambiental, el sistema descentralizado de gestión ambiental, la participación de las instituciones del estado. Determina los instrumentos de Gestión Ambiental en los campos de: la planificación, la evaluación de impacto ambiental y el control ambiental, los mecanismos de participación social, los sistemas de capacitación y difusión. Determina los instrumentos de aplicación de las normas ambientales, establece el financiamiento para la ejecución de los programas de control y preservación ambiental; En este título se determina que las tasa por vertidos y otros cargos que fijen las municipalidades con fines de protección y conservación ambiental serán administradas por las mismas e invertidos en el mantenimiento y protección ecológica de la jurisdicción en que fueron generados.

- Se determina de igual manera los sistemas de protección de los derechos ambientales, las acciones civiles, las acciones administrativas y contencioso-administrativas. Establece una reforma a la Ley de Régimen Municipal en la que determina que las municipalidades de acuerdo a su posibilidades financieras establecerán unidades de gestión ambiental que actuarán temporal o permanentemente y al final del artículo 213 de la Ley de Régimen Municipal determina que se agregue que: Los Municipios y Distritos Metropolitanos efectuarán su planificación siguiendo los principios de conservación, desarrollo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. De la misma manera reforma las Leyes de Régimen Provincial, de Hidrocarburos, de Minería, del sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, La Ley de Tierras Baldías y Colonización, el Código de la Salud, La Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y de Vida Silvestre.
- Las instituciones del estado con competencia ambiental forman parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. Este sistema constituye el mecanismo de coordinación transectorial, integración y cooperación entre los distintos ámbitos de gestión ambiental y manejo de recursos naturales; subordinado a las disposiciones técnicas de la autoridad ambiental.

De las leyes Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (24 de agosto de 1981) y de Creación del Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre, INEFAN (16 de septiembre de 1992)

- Establece que la flora y fauna silvestres son de dominio del estado y corresponde al Ministerio de Agricultura y Ganadería su protección, conservación y administración, para lo cual ejercerá las siguientes funciones: prevenir y controlar la contaminación del suelo y de las aguas así como la degradación del medio ambiente; entre otras.
- Preservar los recursos sobresalientes de fauna y flora silvestres, paisajes, reliquias histórica y arqueológicas, fundamentados en principios ecológicos.
- Cualquiera que sea la finalidad se prohíbe contaminar el medio ambiente terrestre, acuático o aéreo.

Codificación de las Leyes: Forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre, Preservación de áreas de reserva y parques naturales, Gestión Ambiental, Prevención y control de la contaminación ambiental, Protección de la Biodiversidad en el Ecuador (R.O. No. 418 10-09-2004)

- Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre Capítulo III, Art. 71.- En estas áreas sólo se ejecutarán las obras de infraestructura que autorice el Ministerio del Ambiente.
- Título V disposiciones generales, Art. 101.- En los proyectos de desarrollo rural o industriales, construcción de carreteras, obras de regadío, hidroeléctricas u otras, que pudieran originar deterioro de los recursos naturales renovables, el

MAE y demás instituciones del sector público afectadas, determinarán las medidas y valores que los ejecutores de tales proyectos u obras deban efectuar o asignar, para evitar dicho deterioro o para la reposición de tales recursos.

- Capítulo II De la evaluación de impacto ambiental y del control ambiental. Art. 24.- En obras de inversión públicas o privadas, las obligaciones que se desprendan del sistema de manejo ambiental, constituirán elementos del correspondiente contrato. La evaluación del impacto ambiental, conforme con el reglamento especial será formulada y aprobada previamente a la expedición de la autorización administrativa emitida por el Ministerio del ramo.
- Art 26.- En las contrataciones que, conforme a esta Ley deban contar con estudios de impacto ambiental, los documentos precontractuales contendrán las especificaciones, parámetros, variables y características de esos estudios y establecerán las obligaciones de los contratistas de prevenir y mitigar los impactos ambientales
- Título IV del financiamiento, Art. 38.- Las tasas por vertidos y otros cargos que fijen las municipalidades con fines de protección y conservación ambiental serán administradas por las mismas, así como los fondos que recauden otros organismos competentes, serán administrados directamente por dichos organismos e invertidos en el mantenimiento y protección ecológica de la jurisdicción en que fueren generados.

Código de la Salud (Febrero de 1971):

- Establece derechos, obligaciones y normas relativas a la protección, fomento, reparación y rehabilitación de la salud individual y colectiva.
- Determina que las excretas, aguas servidas, residuos industriales no podrán descargarse directa e indirectamente en quebradas, ríos, lagos, acequias o en cualquier curso de agua para uso doméstico, agrícola, industrial o de recreación, a menos que previamente sean tratadas por métodos que las hagan inofensivas para la salud.
- Establece además que ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo o las aguas, residuos sólidos, líquidos o gaseosos sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud.

Reglamento de seguridad para la construcción de obras públicas (Enero 1998):

- Establece normas de seguridad para diversos tipos de construcción, sistemas de protección, condiciones de trabajo, a nivel de construcción de altura, de excavaciones, cimentaciones; Trabajo con maquinaria pesada de obra, precauciones generales de seguridad, dotaciones de seguridad, inspecciones, manejo y utilización de la maquinaria, señalización para construcción o reparación de calles y carreteras, elementos de protección personal, condiciones de higiene y de medicina laboral y preventiva.

De la Ley de Régimen Provincial (10 de Febrero de 1969):

- La Constitución Política del Estado modifica las competencias a los Consejos Provinciales, otorgándoles atribuciones para la promoción y ejecución de obras de alcance provincial en materia de vialidad, medio ambiente, riego y manejo de cuencas y microcuencas hidrográficas dentro de su jurisdicción y exclusivamente en las áreas rurales.
- Los consejos provinciales, de acuerdo con sus posibilidades establecerán unidades de gestión ambiental que actuarán permanente o temporalmente.

De la Ley de Aguas (Mayo de 1972, Enero de 1973, Octubre de 1994):

- Determina que las aguas de los ríos, lagos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes y las subterráneas afloradas o no, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión, accesión o cualquier otro modo de apropiación. Determina además que son obras de carácter nacional la conservación, preservación e incremento de los recursos hidrológicos.
- Prohíbe toda contaminación de las aguas que afecten a la salud humana o al desarrollo de la flora o la fauna. A fin de lograr las mejores disponibilidades de las aguas, el ex -INERHI, hoy CRNH, prevendrá en lo posible, la disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación correspondientes.

Reglamento para la aplicación de la Ley de Aguas (Enero de 1973):

- Para los efectos de aplicación del artículo 22 de la Ley de Aguas se considera como “agua contaminada” toda aquella corriente o no que presente deterioro de sus características físicas, químicas o biológicas, debido a la influencia de cualquier elemento o materia sólida, líquida, gaseosa, radioactiva o cualquier otra substancia y que den por resultado la limitación parcial o total de ellas para el uso doméstico, industrial, agrícola, de pesca, recreativo y otros.
- Para los fines de la Ley de Aguas, se considera “cambio nocivo” al que se produce por influencia de contaminantes sólidos, líquidos o gaseosos, por el depósito de material o cualquier otra acción susceptible de causar o incrementar el grado de deterioro del agua, modificando sus cualidades físicas, químicas o biológicas”.

Autoridad Ambiental responsable de la aprobación de los EIA´s

- La Ley de Gestión Ambiental (R.O. N° 245 – 30 de julio de 1999), en el título II “Del régimen Institucional de la Gestión Ambiental” capítulo III establece el “Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental”. Los Municipios y Consejos Provinciales como Instituciones del Estado forman parte de este sistema descentralizado.
- En el título III: “Instrumentos de Gestión Ambiental”, en el capítulo II: “De la Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental”, en el Art. 19.- “Las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente

a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio; en el Art. 20.- “Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo”.

4.4 Evaluación del Impacto Ambiental.-

Se llama evaluación de impacto ambiental o estudio de impacto ambiental (EIA) al análisis, previo a la ejecución de un proyecto, además de las posibles consecuencias del mismo sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales que estos están en condiciones de proporcionar.

La EIA se ha vuelto preceptiva en muchas legislaciones. Las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas y como consecuencia podría darse la paralización definitiva del proyecto. Este estudio o evaluación se refiere siempre a un proyecto único, ya definido en sus particulares tales como: tipo de obra, materiales a usarse, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.¹⁷

El Plan de Manejo Ambiental del Sistema de Riego a Gravedad de La Hacienda “San Francisco de Pasochoa” seguirá una estrategia de preservación del medio ambiente, procurando promover el desarrollo socioeconómico en el áreas de influencia del

¹⁷ <http://www.ecuadorambiental.com/estudios-impacto-ambiental.html>

proyecto, lo cual servirá como referencia en futuros proyectos de la zona y este plan también tendrá aplicación durante y después de la ejecución de las obras físicas.

Para poder realizar un análisis de Impacto Ambiental correcto, debemos observar los posibles impactos que el proyecto de riego puede ocasionar con la construcción y posteriormente cuando el sistema entre en uso.

Actualmente la hacienda cuenta con un tanque de captación (también desarenador) y línea de conducción al reservorios, la excavación del reservorio, un tanque desarenador, un tanque de captación de agua para uso doméstico y un sistema de riego a gravedad rústico el cual solo sirve a una parte de la hacienda. Por ésta razón se debe construir las líneas de distribución de agua de riego, terminar el reservorio, también otra línea de conducción al reservorio que tendrá un mejor trazado y se dejará la antigua bajo tierra para recolectar más agua en época invernal. Para todas estas obras se debe tratar de causar el menor impacto ambiental posible.

4.5 Ficha Ambiental.-

Se necesita identificar el proyecto y para esto se usa una ficha ambiental que facilita el proceso de evaluación de impacto ambiental.

Nombre del Proyecto:	Estudio de Factibilidad para el Sistema de Riego de la Hacienda San Francisco de Pasochoa
-----------------------------	---

Localización del Proyecto:	Provincia: Pichincha Cantón: Rumiñahui Parroquia: Cotogchoa Comunidad: El Taxo
-----------------------------------	---

Auspiciado por:	Ministerio	-
	Gobierno Provincial	-
	Gobierno Municipal	-
	Org. De inversión/desarrollo	-
	Otro (especifique): Propietarios y usuarios de la Hacienda San Francisco de Pasochoa	X

Tipo del Proyecto:	Abastecimiento de agua	X
	Agricultura y ganadería	-
	Amparo y bienestar social	-
	Protección áreas naturales	-
	Educación	-
	Electrificación	-
	Hidrocarburos	-
	Industria y comercio	-
	Minería	-
	Pesca	-
	Salud	-
	Saneamiento ambiental	-
	Turismo	-
Vialidad y transporte	-	
Otros: (especificar)	-	

Descripción resumida del proyecto:

La Hacienda San Francisco de Pasochoa necesita manejar el agua de tal manera que la producción de la hacienda mejore y no existan desperdicios debido a la escases que sufre la zona, por lo que la opción más adecuada es crear un sistema de riego que cumpla con estas necesidades. Por esto en los estudios de prefactibilidad se ha analizado las siguientes obras:

- 1) Reemplazo del sistema de acequias por un sistema de riego por tubería controlado
- 2) La construcción de 1 reservorio en la parte superior para garantizar la distribución de agua constante a lo largo de todo el año.
- 3) Lograr un diseño que permita regar las partes secas y que sirva como pauta para optimizar el sistema de riego en la zona.

Nivel de los estudios técnicos del proyecto:	Idea o prefactibilidad	x
	Factibilidad	-
	Definitivo	-

Categoría del Proyecto:	Construcción	x
	Rehabilitación	-
	Ampliación o mejoramiento	x
	Mantenimiento	-
	Equipamiento	-
	Capacitación	-
	Apoyo	-
Otro (especificar):	-	

Datos del Promotor/Auspiciente:

Nombre:	Pia Emilia Bertero Mettler
Dirección:	Quito
Provincia:	Pichincha

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

Localización

Región geográfica:	Costa	-
	Sierra	x
	Oriente	-
	Insular	-
Coordenadas:		
	Geográficas	x
	UTM	-
<p>Superficie del área de influencia directa: 23,65 ha</p> <p>Latitud 0°25'3.80"S Longitud 78°27'35.08"O</p>		
Altitud:	A nivel del mar	-
	Entre 0 y 500 msnm	-
	Entre 501 y 2.300 msnm	-
	Entre 2.301 y 3.000 msnm	x
	Entre 3.001 y 4.000 msnm	x
	Más de 4000 msnm	-

Clima

Temperatura	Cálido-seco (0-500 msnm)	-
	Cálido-húmedo (0-500 msnm)	-
	Subtropical (500-2.300 msnm)	-
	Templado (2.300-3.000 msnm)	x
	Frío (3.000-4.500 msnm)	x
	Glacial, Menor a 0 oC en altitud (>4.500 msnm)	-

Geología, geomorfología y suelos

Ocupación actual del área de influencia:	Asentamientos humanos	x
	Áreas agrícolas o ganaderas	x
	Áreas ecológicas protegidas	-
	Bosques naturales o artificiales	-
	Fuentes hidrológicas y cauces naturales	-
	Manglares	-
	Zonas arqueológicas	-
	Zonas con riqueza hidrocarburífera	-
	Zonas con riquezas minerales	-
	Zonas de potencial turístico	-
	Zonas de valor histórico, cultural o religioso	-
	Zonas escénicas únicas	-
	Zonas inestables con riesgo sísmico	-
	Zonas reservadas por seguridad nacional	-
Otra: (especificar)	-	
Pendiente del suelo:	Llano: El terreno es plano. Las pendientes son menores que el 30%.	-
	Ondulado: El terreno es ondulado. Las pendientes son suaves (entre 30% y 100 %).	x
	Montañoso: El terreno es quebrado. Las pendientes son mayores al 100 %.	-
Tipo de suelo:	Arcilloso	-
	Arenoso	-
	Semi-duro	x
	Rocoso	-
	Saturado	-
Calidad del suelo:	Fértil	x
	Semi-fértil	-
	Erosionado	-
	Otro (especifique)	-
	Saturado	-

Permeabilidad del suelo:	Alta: El agua se infiltra fácilmente en el suelo. Los charcos de lluvia desaparecen rápidamente.	x
	Media: El agua tiene ciertos problemas para infiltrarse en el suelo. Los charcos permanecen algunas horas después de que ha llovido.	-
	Baja: El agua queda detenida en charcos por espacio de días. Aparecen aguas estancadas.	-
Condiciones de drenaje:		
	Muy Buena: No existen estancamientos de agua, aún en época de lluvias	x
	Buena: Existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que desaparecen a las pocas horas de cesar las precipitaciones	-
	Mala: Las condiciones son malas. Existen estancamientos de agua, aún en épocas cuando no llueve	-

Hidrología

Fuentes:	Agua superficial	x
	Agua subterránea	-
	Agua de mar	-
	Ninguna	-
Nivel freático:		
	Alto	-
	Profundo	x
Precipitaciones:		
	Altas: Lluvias fuertes y constantes	x
	Medias: Lluvias en época invernal o esporádicas	-
	Bajas: Casi no llueve en la zona	-

Aire

Calidad del aire:	Pura: No existen fuentes contaminantes que lo alteren	x
	Buena: El aire es respirable, presenta malos olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones leves en ojos y garganta.	-
	Mala: El aire ha sido poluído. Se presentan constantes enfermedades bronquio-respiratorias. Se verifica irritación en ojos, mucosas y garganta.	-
Recirculación de aire:	Muy Buena: Brisas ligeras y constantes. Existen frecuentes vientos que renuevan la capa de aire	x
	Buena: Los vientos se presentan sólo en ciertas épocas y por lo general son escasos.	-
	Mala	-
Ruido:	Bajo: No existen molestias y la zona transmite calma.	x
	Tolerable: Ruidos admisibles o esporádicos. No hay mayores molestias para la población y fauna existente.	-
	Ruidoso: Ruidos constantes y altos. Molestia en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia. Aparecen síntomas de sordera o de irritabilidad.	-

Caracterización del Medio Biótico

Ecosistema:	Páramo	x
	Bosque pluvial	-
	Bosque nublado	x
	Bosque seco tropical	-
	Ecosistemas marinos	-
	Ecosistemas lacustres	-

Flora

Tipo de Cobertura Vegetal:	Bosques	X
	Arbustos	-
	Pastos	X
	Cultivos	X
	Matorrales	-
	Sin vegetación	-
Importancia de la Cobertura Vegetal:	Común del sector	X
	Rara o endémica	-
	En peligro de extinción	-
	Protegida	-
	Intervenida	-
Uso de la Vegetación:	Alimenticio	X
	Comercial	-
	Medicinal	-
	Ornamental	X
	Construcción	-
	Fuente de semilla	-
	Mitológico	-
	Otro (especifique):	-

Fauna Silvestre

Tipología:	Microfauna	X
	Insectos	X
	Anfibios	X
	Peces	-
	Reptiles	-
	Aves	X
	Mamíferos	X

Importancia:	Común	X
	Rara o única especie	-
	Frágil	-
	En peligro de extinción	-

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SOCIO-CULTURAL

Demografía

Nivel de Consolidación del Área de Influencia:	Urbana	-
	Periférica	-
	Rural	X
Tamaño de la población:	Entre 0 y 1.000 habitantes	X
	Entre 1.001 y 10.000 habitantes	-
	Entre 10.001 y 100.000 habitantes	-
	Más de 100.00 habitantes	-
Características Étnicas de la Población:	Mestizos	X
	Indígena	-
	Negros	-
	Otro (especificar):	-

Infraestructura social

Abastecimiento de agua:	Agua potable	-
	Conex. domiciliaria	-
	Agua de lluvia	X
	Grifo público	-
	Servicio permanente	-
	Racionado	X
	Tanquero	-
	Acarreo manual	-
	Ninguno	-

Evacuación de Aguas Servidas:	Alcantarillado sanitario	-
	Alcantarillado Pluvial	-
	Fosas sépticas	x
	Letrinas	-
	Ninguno	-
Evacuación de Aguas Lluvias:	Alcantarillado Pluvial	-
	Drenaje superficial	x
	Ninguno	x
Desechos sólidos:	Barrido y recolección	x
	Botadero a cielo abierto	-
	Relleno sanitario	-
	Otro (especificar):	-
Electrificación:	Red energía eléctrica	x
	Plantas eléctricas	-
	Ninguno	-
Transporte público:	Servicio Urbano	-
	Servicio intercantonal	-
	Rancheras o Camionetas de Alquiler	x
	Canoa	-
	Otro (especifique):	-
Vialidad y accesos:	Vías principales	-
	Vías secundarias	-
	Caminos vecinales	-
	Vías urbanas	-
	Otro (especifique): Vías internas de la propiedad	x
Telefonía:	Red domiciliaria	-
	Cabina pública	-
	Ninguno	x

Actividades Socio-Económicas

Aprovechamiento y Uso de la Tierra:	Residencial	-
	Comercial	-
	Recreacional	-
	Productivo	X
	Baldío	-
	Otro (especificar):	-
Tenencia de la Tierra:	Terrenos privados	X
	Terrenos comunales	-
	Terrenos municipales	-
	Terrenos estatales	-
Organización social:	Primer grado: Comunal, barrial	X
	Segundo grado: Pre-cooperativas, cooperativas	-
	Tercer grado: Asociaciones, federaciones, unión de organizaciones	-
	Otra	-

Aspectos Culturales

Lengua:	Castellano	X
	Nativa	-
	Otro (especificar):	-
Religión:	Católicos	X
	Evangélicos	-
	Otra (especifique):	-
Tradiciones:	Ancestrales	-
	Religiosas	X
	Populares	X
	Otras (especifique):	-

Medio Perceptual

Paisaje y turismo:	Zonas con valor paisajístico	x
	Atractivo turístico	-
	Recreacional	-
	Otro (especificar): No presenta	-

Riesgos Naturales e Inducidos

Peligro de Deslizamientos:	Inminente: La zona es muy inestable y se desliza con relativa frecuencia	-
	Latente: La zona podría deslizarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.	-
	Nulo: La zona es estable y prácticamente no tiene peligro de deslizamientos.	x
Peligro de Terremotos:	Inminente: La tierra tiembla frecuentemente	-
	Latente: La tierra tiembla ocasionalmente (está cerca de o se ubica en fallas geológicas).	x
	Nulo: La tierra, prácticamente, no tiembla.	-

4.6 Calificación del Impacto Ambiental.-

Existen varias maneras para determinar o calificar el Impacto Ambiental, para el presente proyecto se realizará la evaluación del impacto ambiental mediante una lista de chequeo y la matriz de Leopold. En primer lugar se efectuará una lista de chequeo, que es un método general de fácil aplicación que analiza el proyecto integral de manera general para identificar impactos directos, mientras que la matriz de Leopold permitirá evaluar los impactos ambientales individualmente, asignando una magnitud e importancia a cada uno de los posibles impactos. Para entender bien las diferencias de estos dos métodos a continuación una breve descripción de cada uno de ellos:

Lista de Chequeo: Son relaciones en categorías de factores ambientales a partir de las cuales se identifican los impactos producidos por un proyecto o actividad. Estas listas de chequeo son elaboradas según el tipo de proyecto, identificando los elementos del medio que resultan impactados por las actividades desarrolladas. La mayor ventaja que presentan las listas de chequeo es que identifican casi todas las áreas de impacto, sin embargo representan básicamente un método de identificación cualitativo, limitándose su alcance en el proceso de EIA y no establecen interrelaciones entre un impacto y otro.

Matriz de Leopold: La matriz de Leopold es un método cuantitativo de evaluación de impacto ambiental. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en la naturaleza. El sistema consiste en una matriz con columnas que representan actividades de un proyecto, y en las filas se representan factores ambientales como aire, agua, etc. Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, uno indica la magnitud (de -10 a +10) y el segundo la importancia (de 1 a 10) del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental.

Las medidas de magnitud e importancia tienden a estar relacionadas, pero no necesariamente son similares. La magnitud puede ser medida en términos de cantidad: Área afectada de suelo, volumen de agua contaminada. La importancia se determina con un criterio más subjetivo, por ejemplo si la magnitud de un riachuelo que se erosiona es grande puede no ser tan importante en relación con el medio ambiente.

4.7 Lista de Chequeo del Proyecto de Riego.-

LISTA DE CHEQUEO

PROYECTO: Hacienda San Francisco de Pasochoa

	Factor Ambiental	Si	No	No Aplica
1	Aire			
	Calidad del Aire	x		
	Nivel de polvo		x	
	Olores		x	
	Nivel de ruido		x	
2	Suelo			
	Productividad Agraria	x		
	Uso del Suelo	x		
	Erosionabilidad		x	
	Formas Topográficos	x		
	Concentración de Nitrógenos	x		
	Plagicidad	x		
	Salinidad	x		
	Humedad	x		
Infiltración	x			
3	Agua			
	Calidad del Agua	x		
	Contaminación		x	
	Disminución de Caudal	x		
	Cambio de Uso		x	
4	Clima			
	Drenaje	x		
	Erosión		x	
	Sedimentación	x		
	Temperatura			x
	Precipitaciones			x
5	Medio Biótico			
	Pérdida de Biodiversidad		x	
	Efecto sobre especies endémicas	x		
	Efecto sobre especies protegidas		x	
6	Paisaje			
	Calidad del paisaje	x		
	Visibilidad		x	
7	Territorial			
	Uso Agrícola	x		
	Densidad de uso	x		
	Asentamientos Poblacionales			x

8	Infraestructura		
	Sistema de Agua Potable		x
	Sistema de Riego	x	
	Sistema de Redes Eléctricas		x
9	Población		
	Estilos de vida	x	
	Salud		x
	Relaciones Sociales	x	
	Patrimonios Culturales		x
	Nivel de Empleo	x	
	Ingresos para la economía local	x	

4.8 Matriz de Leopold.-

Para efectuar la Matriz de Leopold, el primer paso consiste en la identificación de las interacciones existentes, por esto se deben de tomar en cuenta todas las actividades que pueden tener lugar debido al proyecto. Se recomienda crear una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto. Posteriormente se consideran todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con cada acción.

Cada cuadrícula marcada con una diagonal admite dos valores:

Magnitud: Valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada la cual se coloca en la esquina superior izquierda. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, tienen un signo + para los efectos positivos y - para los negativos.

Importancia: Valor ponderal, que da el peso del potencial impacto, se escribe en la esquina inferior derecha del cuadro como se muestra en el gráfico siguiente. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre el medio y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden de importancia colocado sin signo.

Rango	Magnitudes e Importancias
1 a 3	Efectos positivos o negativos bajos
4 a 7	Efectos positivos o negativos moderados
8 a 10	Efectos positivos o negativos altos

Tablas # 28 y 29.- Leyenda de la Matriz de Leopold para cada celda.

Una vez llenas las cuadrículas el siguiente paso es evaluar o interpretar los valores colocados. A continuación se incluyen las listas de factores ambientales que pudieran verse impactados y la de acciones probables de un proyecto.

Tabla # 30. Acciones listadas en el eje horizontal de la matriz de Leopold.

<p>ACCIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>[Acciones propuestas las cuales pueden causar impacto ambiental]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 	<p>A. Modificación del régimen</p>	a. Introducción de flora o fauna exóticas
		b. Controles biológicos
		c. Modificación de hábitat
		d. Alteración de la cobertura vegetal del suelo
		e. Alteración del flujo de agua subterránea
		f. Alteración de patrones de drenaje
		g. Control de ríos y modificación de flujo
		h. Canalización
		i. Irrigación
		j. Modificación del clima
		k. Quema de bosques
		l. Pavimentación
		m. Ruido y vibraciones
	<p>B. Transformación del terreno y construcción</p>	a. Urbanización
		b. Sitios y edificios industriales
		c. Aeropuertos
		d. Carreteras y puentes
		e. Caminos y senderos
		f. Ferrocarriles
		g. Cables y ascensores
		h. Líneas de transmisión, gasoductos y corredores
		i. Barreras, incluyendo cercas
		j. Dragado y enderezamiento de canales
k. Revestimiento de canales		
l. Canales		

		m. Presas y embalses
		n. Muelles, malecones, marinas, y terminales marítimos
		o. Estructuras de altamar
		p. Estructuras de recreación
		q. Perforación y voladura
		r. Corte y relleno
		s. Túneles y estructuras subterráneas
	C. Explotación de recursos	a. Perforación y voladura
		b. Excavación de superficie
		c. Excavación del subsuelo
		d. Perforación de pozos
		e. Dragado
		f. Tala de bosques
		g. Pesca comercial y caza
	D. Procesamiento	a. Agricultura
		b. Ganadería y pastoreo
		c. Plantas de engorde de ganado
		d. Plantas de producción de leche
		e. Generación de energía
		f. Procesamiento de minerales
		g. Industria metalúrgica
		h. Industria química
		i. Industria textil
j. Automóviles y aeronaves		
k. Refinación de petróleo		

		l. Alimentos
		m. Madera
		n. Pulpa y papel
		o. Almacenamiento de productos
	E. Modificación del terreno	a. Control de erosión y terrazas
		b. Sellado de minas y control de desechos
		c. Rehabilitación de minas a tajo abierto
		d. Paisajismo
		e. Dragado de puertos
		f. Drenaje de humedales y pantanos
	F. Renovación de recursos	a. Reforestación
		b. Gestión de vida silvestre
		c. Recarga de agua subterránea
		d. Aplicación de fertilizantes
		e. Reciclaje de residuos
	G. Cambios en el tráfico	a. Red ferroviaria
		b. Automóviles
		c. Camiones
		d. Transporte de carga
		e. Aviones
f. Ríos y canales		
g. Botes de placer		
h. Senderos		
i. Cables y ascensores		
j. Comunicación		
k. Tuberías y conductos forzados		

	H. Emplazamiento y tratamiento de residuos	a. Vertido en los océanos
		b. Rellenos sanitarios
		c. Colocación de residuos mineros
		d. Almacenamiento debajo del terreno
		e. Eliminación de basura
		f. Inundación de pozos de petróleo
		g. Colocación de pozos de petróleo
		h. Agua de enfriamiento industrial
		i. Aguas servidas municipales, incluyendo irrigación
		j. Descarga de efluentes municipales
		k. Lagunas de estabilización y oxidación
		l. Tanques sépticos, comerciales y domésticos
		m. Emisiones de chimeneas al aire libre
	n. Lubricantes usados	
	I. Tratamientos químicos	a. Fertilización
		b. Deshielo de carreteras
		c. Estabilización de suelos
		d. Control de malezas
		e. Control de insectos con pesticidas
	J. Accidentes	a. Explosiones
		b. Vertidos y filtraciones
		c. Falla operacional
	K. Otros	a. A ser determinado
b. A ser determinado		

Tabla # 31. Factores listados en el eje vertical de la matriz de Leopold.

Tabla # 31. Factores listados en el eje vertical de la matriz de Leopold.			
<p>FACTORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>[Características y condiciones existentes en el medio ambiente]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 	<p>A. Características físicas y químicas</p>	<p>1. Tierra</p>	a. Recursos minerales
			b. Materiales de construcción
			c. Suelos
			d. Forma del terreno
			e. Ondas electromagnéticas y radiación de fondo
			f. Condiciones físicas únicas
		<p>2. Agua</p>	a. Superficial
			b. Océano
			c. Subterránea
			d. Calidad del agua
			e. Temperatura
			f. Recarga
			g. Nieve, hielo y hielo perenne
		<p>3. Atmósfera</p>	a. Calidad del aire (gases, partículas)
			b. Clima (micro, macro)
			c. Temperatura
		<p>4. Procesos</p>	a. Avenidas
			b. Erosión
			c. Deposición (sedimentación, precipitación)
			d. Solución
			e. Adsorción (intercambio iónico)
			f. Compactación y asentamiento
			g. Estabilidad de taludes (deslizamientos)

			h. Esfuerzo-deformación (terremotos)
			i. Movimientos de masas de aire
	B. Condiciones biológicas	1. Flora	a. Árboles
			b. Arbustos
			c. Pastos
			d. Productos agrícolas
			e. Microflora
			f. Plantas acuáticas
			h. Especies en peligro
			h. Barreras
			i. Corredores
		2. Fauna	a. Pájaros
			b. Animales terrestres, incluyendo reptiles
			c. Peces y moluscos
			d. Organismos béticos
			e. Insectos
			f. Microfauna
			g. Especies en peligro
			h. Barreras
i. Corredores			
C. Factores culturales	1. Uso de la tierra	a. Vida silvestre y espacios abiertos	
		b. Humedales	
		c. Bosques	
		d. Pastoreo	

			e. Agricultura
			f. Residencial
			g. Comercial
			h. Industrial
			i. Minería y extracción de materiales
		2. Recreación	a. Caza
			b. Pesca
			c. Navegación por placer
			d. Natación
			e. Camping y caminatas
			f. Salidas al campo
			g. Centros de vacaciones y placer
		3. Interés estético y humano	a. Vistas escénicas
			b. Calidad de vida silvestre
			c. Calidad de espacio abierto
			d. Diseño del paisaje
			e. Condiciones físicas únicas
			f. Parques y reservas forestales
			g. Monumentos
			h. Especies o ecosistemas raros y únicos
i. Sitios y objetos históricos o arqueológicos			
j. Presencia de elementos raros			
4. Aspectos culturales	a. Patrones culturales (estilo de vida)		
	b. Salud y seguridad		

			c. Empleo
			d. Densidad de población
		5. Facilidades y actividades humanas	a. Estructuras
			b. Red de transporte
			c. Redes de servicios
			d. Manejo de residuos
	e. Barreras		
	f. Corredores		
	D. Relaciones ecológicas	a. Salinización de recursos hídricos	
		b. Eutroficación	
		c. Insectos vectores de enfermedades	
		d. Cadenas tróficas	
		e. Salinización del terreno	
		f. Aumento del área arbustiva	
		g. Otros	
	E. Otros	a. A ser determinado	
		b. A ser determinado	

Matriz de Leopold del proyecto Hacienda San Francisco de Pasochoa			Etapa de Construcción					Etapa de Operación	Etapa de Mantenimiento		Resultados		
Acciones propuestas de posibles Impactos Ambientales			Limpieza y Desbroce	Movimientos de Tierras	Transporte, Acarreo y Distribución de Materiales	Ejecución de Estructuras	Instalación de Tuberías	Desalojo de Escombros	Distribución de Caudales	Mantenimiento y limpieza de	Mantenimiento y limpieza del reservorio y desarenadores		
Características Físico-Químicas	Tierra	Suelos	-2	-2	-2	-1	-2	-1	-1			-13	-93
		Características físicas particulares	-2	-1	-1	-2	-2	-1	-1			-14	
	Agua	Superficial	-1	-1			-1	-1	-3	-1	-1	-15	
		Calidad del agua	-1	-2				-1	-3	-2	-2	-19	
	Atmósfera	Calidad del aire	-2	-3	-2	-2	-1	-1				-11	
	Procesos	Erosión	-3	-2			-1		-4			-21	
Condiciones Biológicas	Flora	Árboles	-3						+1			-8	-116
		Plantas y Arbustos	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1			-11	
		Pastos	-3	-3	-1	-1	-2	+2	+4			-8	
		Cultivos	-1			-2	-2		+3			1	
		Microflora	-2	-2	-1	-2	-2	-1	+2	-1	-2	-17	
	Fauna	Aves	-2	-1		-1	-1	-1	-2			-11	
		Animales Terrestres	-3	-2	-1	-2	-2	-2	+2			-15	
		Insectos	-4	-4	-1	-2	-3	-1	+4		-2	-20	
		Microfauna	-3	-4	-1	-3	-3		+2		-3	-27	
	Factores Culturales	Uso del Suelo	Vida Silvestre y espacios abiertos	-4	-2	-1	-3	-2	-1	-2			
Pastoreo			-4	-2	-2	-3	-2		+4			-21	
Agricultura			-3	-3	-1		-1		+4			-3	
Recreación		Camping y caminatas	-2	-1		-1	-1		-2			-12	
Intereses Estéticos y Humanos		Calidad de Vida Silvestre	-3	-2	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-27	
		Calidad de Espacios Abiertos	-3	-2	-1	-3		-1	-3			-33	
Aspectos Culturales		Salud y Seguridad	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-2	-1	-2	-25	
		Empleo	+2	+3	+2	+3	+4	+2	+2	+2	+3	48	
Relaciones Ecológicas	Salinización de Recursos Hídricos							-3	-1	-2	-18	-33	
	Salinización de Superficies							-3	-1	-2	-15		
Resultados			-103	-62	-15	-65	-43	-10	-17	-7	-30	-352	
			-298					-17	-37				

4.9 Resultados Generales de la Evaluación.-

Una vez concluida la lista de chequeo y la matriz de Leopold observamos que el proyecto presenta varias alteraciones al medio ambiente, estas en su mayoría son causadas en la etapa de construcción, que es donde ocurren las acciones más drásticas para crear el sistema de riego, posteriormente en la etapa de operación se producen los impactos más positivos y el momento de mantenimiento algunos impactos negativos pero de mucho menor intensidad. Esto lo demuestra claramente la Matriz de Leopold que tiene un total de -298 puntos en la etapa de construcción, luego disminuye drásticamente a -17 puntos en operación y finalmente en mantenimiento se tiene un total de -37 puntos. En este caso la operación del sistema causa los menores daños, esto se debe a que el sistema funciona con la gravedad y no utiliza bombas que aumentarían los impactos negativos de forma considerable; esto es muy conveniente, pues el sistema pasará en su mayoría en esta etapa de operación. De igual manera pudimos observar los efectos y características ambientales más afectadas, de manera general las más afectadas son las condiciones biológicas con -116 y le siguen muy cerca los factores culturales con -110 puntos, características físico-químicas con -93 y finalmente las relaciones ecológicas con -33 puntos. Posteriormente mencionaremos con mayor detalle los impactos ambientales positivos y negativos provocados en cada fase y sus posibles medidas de mitigación en cada uno de ellos.

4.10 Impactos Ambientales.-

Para la realización de cualquier obra civil se busca mejorar condiciones de vida del ser humano, en especial en proyectos de donde se busca proveer de agua para consumo o riego, pero de igual manera como se mejora también puede causar impactos ambientales, siendo un impacto ambiental el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos, siendo positivos o a su vez negativos, los cuales vamos a nombrar a continuación:

4.10.1 Impactos positivos.-

Dentro de los mayores impactos positivos observados están:

- Mejoramiento de productividad agrícola con la siembra de pastos y si se quiere nuevos cultivos. (avena, alfalfa, etc.)
- Optimización del consumo y calidad del agua para los pastos.
- Mejoramiento del microclima al humedecer la parte seca, permitiendo así condiciones biológicas aptas para flora y fauna.
- Aumento de empleo durante la construcción, operación y mantenimiento del sistema, como en la producción de leche de la hacienda.
- Incremento en los ingresos económicos de la hacienda que permiten una mayor inversión en la misma.
- Mayor control en los cultivos y en áreas productivas.

- Sistema que serviría como modelo de optimización para otras propiedades de la zona con similares condiciones.
- Revalorización de la propiedad debido al incremento de productividad y por ende utilidades.
- El ganado crece en mejores condiciones y produce más leche, por ende se revaloriza.
- A simple vista mejora el paisaje con pastos más verdes en época de sequía.

4.10.2 Impactos negativos.-

Pudimos observar una mayor cantidad de impactos negativos que positivos, especialmente en la etapa de construcción, ya que se modifica características y condiciones ambientales existentes para crear el sistema de riego. Para ordenar estos impactos los mencionaremos según la fase del proyecto en los cuales se encuentran:

Etapas de Construcción:

Características Físico-Químicas:

- La calidad del agua empeorará, al ser usada durante la obra para otros usos, de igual manera el agua superficial puede ser contaminada con materiales de construcción y debido a que su curso natural será modificado.
- Al desviar agua de acequias o quebradas para la construcción de estas líneas de riego, se alteran características físicas del suelo por donde transita el agua.

- El aire y su calidad se verán afectados debido a que se generará polvo en los movimientos de tierra y al ejecutar las obras, también existirá maquinaria de construcción que al operar generará una mayor cantidad de CO₂ que es perjudicial para el ambiente.
- Al remover vegetación natural del suelo y realizar además movimientos de tierra se puede producir erosión en el mismo.

Condiciones Biológicas:

- En el proyecto existe flora variada nativa de la zona, como árboles, arbustos, pastos y micro-flora, las cuales al momento de realizar el desbroce serían eliminados de manera permanente, y más aún con la ejecución de las obras.
- De igual manera existe una variedad de animales nativos de la zona, tanto terrestres como aves, los cuales el momento de realizar la limpieza, desbroce y movimiento de tierras quedarían sin hábitat, y más aún con un mayor número de personas en el lugar y con maquinaria se alejarían de la zona por el movimiento y ruido causado.

Factores Culturales

- El uso del suelo cambiaría totalmente desde el momento que se hace el desbroce, en especial de la vida silvestre como mencionamos anteriormente, pero también de los espacios abiertos, no se podrá hacer pastoreo de animales.
- No se podrá hacer actividades de recreación en los espacios abiertos debido a las obras a ejecutarse.

- La calidad de la vida silvestre y de los espacios abiertos será modificada por el uso maquinaria y por el trabajo de obreros.
- Durante la construcción puede existir levantamiento de polvo que produzca molestias a la salud de los habitantes de la propiedad y de los obreros.
- La estética de los espacios abiertos se verá afectada, dando una percepción diferente e incómoda en el paisaje.

Etapas de Operación:

Características Físico-Químicas

- Al iniciar la distribución de caudales y empezar la producción de pastos, el suelo estará mucho más exigido y perderá nutrientes mucho más rápido. Podría también causarse erosión.
- Debido al uso de abonos, la calidad del agua se verá afectada a largo plazo, contaminando tanto el agua superficial como la subterránea.

Condiciones Biológicas

- Algunos animales pueden ser ahuyentados por el sonido de los aspersores.

Factores Culturales

- Se perderán áreas de recreación existentes.
- La calidad de la vida silvestre se verá disminuida, y la calidad de los espacios abiertos de igual manera en forma permanente al destinar los mismos a usos agrícolas.
- El uso de ciertos químicos podrían afectar la salud de residentes de la zona.

Relaciones Ecológicas

- En la fase de operación con el permanente uso de suelo en cultivos se puede producir una salinización tanto de los recursos hídricos como de la superficie por una sobre explotación del suelo para uso agrícola, y en especial el uso de químicos para mejoramiento de los cultivos.

Etapa de Mantenimiento:

Características Físico-Químicas

- Cuando se realice el mantenimiento de las tuberías y el reservorio, se afectaría la calidad de las aguas superficiales con los lodos resultantes del mantenimiento.

Condiciones Biológicas

- La microflora, microfauna e insectos que existan en el reservorio, tanques y cerca a las tuberías se verían afectados el momento de hacer el mantenimiento de la misma al remover los lodos que son su hábitat.

Factores Culturales

- Al desechar los lodos el momento que se hace el mantenimiento de tuberías y reservorio se afecta la calidad de la vida silvestre y la salud de las personas que vivan en las cercanías al exponerlos a lodos que contienen en su mayoría partículas finas los cuales al secarse pueden producir polvo.

Relaciones Ecológicas

- De igual manera estos lodos con una mayor cantidad de finos afectarían a los recursos hídricos y al suelo contribuyendo a su salinización.

4.10.3 Medidas de mitigación.-

Los impactos negativos mencionados anteriormente pueden ser mitigados si se toman las medidas necesarias para disminuir al máximo los mismos, las cuales se mencionan a continuación:

Previo a la ejecución de obras:

- Se informará a los moradores de la hacienda todos los aspectos relacionados al proyecto de riego a construirse, dando a conocer las fases constructivas e importancia del mismo, para así conocer opiniones y que conozcan los beneficios del sistema de riego implementarse.
- Esto ayuda también a que la gente esté predispuesta a las molestias que van a ocasionarse.

Durante la ejecución de obras:

- Para evitar una afectación a la calidad del aire, se deberá humedecer el mismo de manera que se evite la aparición de polvo.
- Tener un plan de eliminación de desechos y desperdicios para que sean dispuestos en un lugar apropiado en las diferentes fases de la ejecución del proyecto, de manera que se no se contamine el agua o el suelo.

- En caso de encontrar animales silvestres, reubicarlos en áreas cercanas donde no exista afectación del proyecto. A los animales que actualmente se alimentan en la hacienda, serán reubicados a zonas no afectadas, donde tampoco sientan la presencia de los trabajos.
- Disminuir al mínimo la pérdida de vegetación durante la ejecución de obras, mediante un plan técnico y capacitación a los trabajadores.
- Tener un cronograma de trabajos definido y cumplirlo, de manera que no se afecte más allá de lo previsto las actividades normales de la hacienda y sus moradores.
- Construir protecciones al sistema de riego para que personas ajenas al proyecto no lo modifiquen o alteren su normal funcionamiento, y así cumplir con los planes previstos ambientales. Para esto también sirve letreros de información y prohibición para acercarse.

Durante la operación:

- Mantener una regularización en la distribución de caudales para evitar exceso o falta de agua en los diferentes lotes de la hacienda.
- Realizar análisis del suelo periódicamente para analizar su composición con los porcentajes de químicos existentes en el mismo, y así poder determinar la cantidad necesaria de fertilizantes.

- Realizar análisis del agua periódicamente para determinar su calidad, y en caso de existir contaminación analizar la fuente de la misma, controlarla y en caso de ser necesario realizar tratamiento a estas aguas.
- Capacitar al personal para el buen manejo del sistema y controlar así mal uso del agua que escasea en la zona.

Durante el mantenimiento:

- Disponer de lugares adecuados para los lodos resultantes del mantenimiento de tuberías y reservorio.

CAPÍTULO 5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN.-

5.1 Especificaciones Técnicas, Definición y Forma de Pago.-

Para el proyecto de sistema de riego por tubería para la Hacienda San Francisco de Pasochoa, se deben cumplir todas las especificaciones técnicas que se encuentran a continuación, con la finalidad de evitar confusiones y facilitar los trabajos. Cada rubro tendrá su especificación y código, con su respectiva definición y forma de pago.

1.1, 1.2- REPLANTEO Y NIVELACIÓN

DEFINICIÓN: Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base de los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción.

ESPECIFICACIONES: Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberán colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

FORMA DE PAGO: El replanteo se medirá en metros lineales (1.1), con aproximación a dos decimales en el caso de zanjas y por metro cuadrado en el caso de estructuras (1.2). El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

1.3 DESBROCE, LIMPIEZA Y DESBOSQUE

DEFINICIÓN: Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción los árboles, incluidas sus raíces, arbustos, hierbas, etc., y cualquier vegetación en las áreas de construcción, áreas de servidumbre de mantenimiento y proceder a la disposición final en forma satisfactoria para el fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce y limpieza.

ESPECIFICACIONES: Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Todo el material proveniente del desbroce y limpieza deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción, en los sitios donde señale el ingeniero fiscalizador o los planos.

El material aprovechable proveniente del desbroce será propiedad del contratante y deberá ser estibado en los sitios que se indique, no pudiendo ser utilizado por el constructor sin previo consentimiento de aquél.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desbroce efectuados indebidamente dentro de las zonas de construcción, serán de la responsabilidad del constructor.

Las operaciones de desbroce y limpieza deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción.

Cuando se presenten árboles que obligatoriamente deben ser retirados para la construcción, será desde sus raíces tomando todas las precauciones del caso para evitar daños en las áreas circundantes. Deben ser medidos y cuantificados para proceder al pago por metro cúbico de desbosque.

FORMA DE PAGO: El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales. El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria, equipos y herramientas, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el constructor fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto, o disponga el ingeniero fiscalizador de la obra.

2.1, 2.2- EXCAVACIONES

DEFINICIÓN: Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar elementos estructurales, la planta de tratamiento, las tuberías y colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones, y conservar éstas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

ESPECIFICACIONES: La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos, en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del ingeniero fiscalizador.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir el trabajo de los obreros y para ejecutar un buen relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0,40 m, (en este caso se tomará 60cm el ancho) sin entibados; la profundidad mínima para zanjas será 0,60 m más el diámetro exterior del tubo más 0,05 m al fondo que corresponderán al espacio necesario para conformar la cama de arena de apoyo para la tubería.

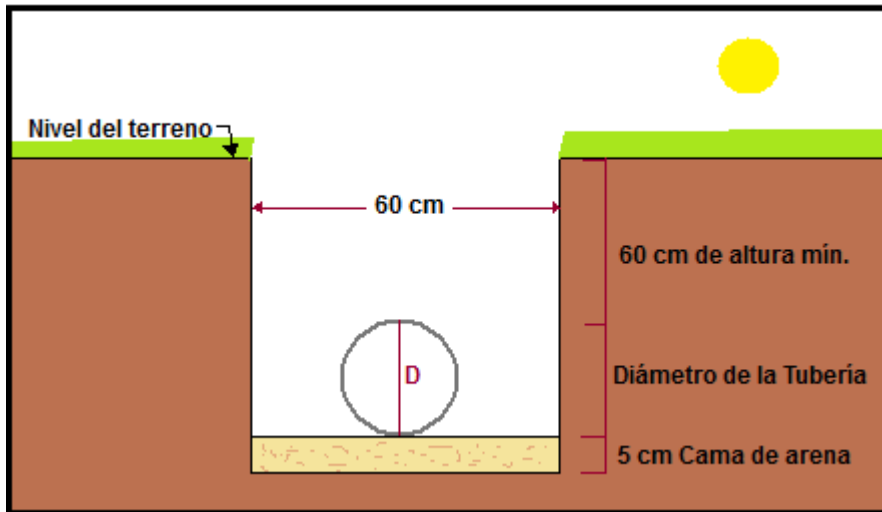


Gráfico # 17.- Esquema de colocación de tubería.

En ningún caso se excavará, tan profundo que la tierra de base de los tubos sea aflojada o removida.

Las excavaciones deberán ser afinadas de tal forma que cualquier punto de las paredes no difiera en más de 5cm de la sección del proyecto, cuidándose de que esta desviación no se haga en forma sistemática.

La ejecución de los últimos 10cm de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería o fundición del elemento estructural. Si por exceso de tiempo transcurrido entre la conformación final de la zanja y el tendido de las tuberías, se requiere un nuevo trabajo antes de tender la tubería, éste será por cuenta del constructor.

Se debe vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación, hasta que termine el relleno, incluyendo la instalación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de siete días calendario, salvo en las condiciones especiales que serán absueltas por el ingeniero fiscalizador.

Cuando a juicio del ingeniero fiscalizador, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del ingeniero fiscalizador sea conveniente.

Si los materiales de fundación natural son aflojados y alterados por culpa del constructor, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado, compactado, usando un material conveniente aprobado por el ingeniero fiscalizador y a costo del contratista.

Excavación a mano en tierra: (2.2) Se entenderá por excavación a mano sin clasificar la que se realice en materiales que pueden ser aflojados por los métodos ordinarios, aceptando presencia de fragmentos rocosos cuya dimensión máxima no supere los 5cm, y el 40% del volumen excavado.

Excavación a máquina en tierra: (2.1) Se entenderá por excavación a máquina de zanjas la que se realice según el proyecto para la fundición de elementos estructurales, alojar la tubería o colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar, limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y conservación de las excavaciones por el tiempo que se requiera hasta una satisfactoria colocación de la tubería.

Excavación a máquina en tierra, comprenderá la remoción de todo tipo de material (sin clasificar) no incluido en las definiciones de roca, conglomerado y fango.

FORMA DE PAGO: La excavación sea a mano o a máquina se medirá en metros cúbicos (m^3) con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del fiscalizador. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto sin la autorización debida, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al constructor. El pago se realizará por el volumen realmente excavado.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

Se tomarán en cuenta las sobre excavaciones cuando éstas sean debidamente aprobadas por el ingeniero fiscalizador.

Los rasanteos de zanjas, conformación y compactación de subrasante, conformación de rasante de vías y la conformación de taludes se medirán en metros cuadrados (m^2) con aproximación a la décima.

2.3-RELLENOS

DEFINICIÓN: Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para cerrar con materiales y técnicas apropiadas las excavaciones que se hayan realizado para alojar tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

ESPECIFICACIONES

Relleno: En este caso se usará como relleno material de sitio y compactación adecuada en caminos de menor importancia tal y como se describe posteriormente. El constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Las estructuras fundidas en sitio no serán cubiertas de relleno hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas. El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras.

La primera parte del relleno, que debe incluir una sección de 0,05 a 0,08 m de espesor con el fin de ser utilizada como cama de apoyo para la tubería, se hará invariablemente empleando en ella arena fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30cm sobre la superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería, el relleno se hará en su totalidad con el material indicado. Como norma general, el apisonado hasta los 60cm sobre la tubería será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano.

Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30cm sobre ella o cualquier otra estructura.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente se

terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras lo suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, o cualquier otra protección que el fiscalizador considere conveniente. En cada caso particular el ingeniero fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes.

Compactación: El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación de la zanja, así en calles de poca importancia o de tráfico menor y, en zonas donde no existen calles ni posibilidad de expansión de la población se requerirá el 90 % de compactación del ASSHTO-T180.

Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad del material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

Material de relleno excavado: En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, con el que, previo el visto bueno del ingeniero fiscalizador, se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un

peso específico en seco menor de 1600 kg/m³. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

1. No debe contener material orgánico.
2. En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5cm.
3. Deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

FORMA DE PAGO: El relleno y compactación de zanjas que efectúe el constructor le será medido para fines de pago en m³, con aproximación de dos decimales. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones. El material empleado en el relleno de sobre excavación o derrumbes imputables al constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

2.4-ACARREO Y TRANSPORTE DE MATERIALES.

DEFINICIÓN:

Acarreo: Se entenderá por acarreo de material producto de excavaciones la operación de cargar y transportar dicho material hasta los bancos de desperdicio o almacenamiento que se encuentren en la zona de libre colocación, que señale el proyecto y/o el ingeniero fiscalizador. El acarreo comprenderá también la actividad de movilizar el material producto de las excavaciones, de un sitio a otro, dentro del área de construcción de la

obra y a una distancia mayor de 100m, medida desde la ubicación original del material, en el caso de que se requiera utilizar dicho material para reposición o relleno. Si el acarreo se realiza en una distancia menor a 100 m, su costo se deberá incluir en el rubro que ocasione dicho acarreo.

El acarreo se podrá realizar con carretillas, al hombro o mediante cualquier otra forma aceptable para su cabal cumplimiento.

Si existiesen zonas en el proyecto a las que no se puede llegar hasta el sitio mismo de construcción de la obra con materiales pétreos y otros, sino que deben ser descargados cerca de ésta debido a que no existen vías de acceso carrozables, el acarreo de estos materiales será considerado dentro del análisis del rubro.

Transporte: Se entiende por transporte todas las tareas que permiten llevar al sitio de obra todos los materiales necesarios para su ejecución, para los que en los planos y documentos de la obra se indicará cuales son; y el desalojo desde el sitio de obra a los lugares terminados por el fiscalizador, de todos los materiales producto de las excavaciones, que no serán aprovechados en los rellenos y deben ser retirados. Este rubro incluye: carga, transporte y volteo final.

ESPECIFICACIONES:

Acarreo: El acarreo de materiales producto de las excavaciones o determinado por documentos de la obra, autorizados por la fiscalización, se deberá realizar por medio de equipo mecánico adecuado en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción de tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes. Incluyen las actividades de carga, transporte y volteo.

Transporte: El transporte se realizará del material autorizado por el fiscalizador y a los sitios dispuestos por la fiscalización, este trabajo se ejecutará con los equipos adecuados, y de tal forma que no cause molestias a los usuarios de las vías ni a los moradores de los sitios de acopio.

El transporte deberá hacerse a los sitios señalados y por las rutas de recorrido fijadas por el fiscalizador, si el contratista decidiera otra ruta u otro sitio de recepción de los materiales desalojados o transportados, la distancia para el pago será aquella determinada por el fiscalizador.

FORMA DE PAGO:

Acarreo: Los trabajos de acarreo de material producto de la excavación se medirán para fines de pago en la forma siguiente:

El acarreo del material producto de la excavación en una distancia dentro de la zona de libre colocación se medirá para fines de pago en metros cúbicos (m³) con dos decimales de aproximación, de acuerdo a los precios estipulados en el contrato, para el concepto de trabajo correspondiente.

Por zona de libre colocación se entenderá la zona comprendida entre el área de construcción de la obra y 1 (uno) kilómetro alrededor de la misma.

Transporte: El transporte para el pago será calculado como el producto del volumen realmente transportado, por la distancia desde el centro de gravedad del lugar de las excavaciones hasta el sitio de descarga señalado por el fiscalizador.

Para el cálculo del transporte, el volumen transportado será el realmente excavado,

medido en metros cúbicos en el sitio de obra, y la distancia en kilómetros y fracción de kilómetro será la determinada por el fiscalizador en la ruta definida desde la obra al sitio de depósito.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

PROTECCIÓN Y ENTIBAMIENTO

DEFINICIÓN: Protección y entibamiento son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes de la excavación, e impedir o retardar la penetración del agua subterránea, sea en zanjas u otros.

ESPECIFICACIONES: El constructor deberá realizar obras de entibado, soporte provisional, bombeo, en aquellos sitios donde se encuentren estratos aluviales sueltos, permeables o deleznales, que no garanticen las condiciones de seguridad en el trabajo. Donde se localizarán viviendas cercanas, se deberán considerar las separaciones y las medidas de soporte provisionales que aseguren la estabilidad de las estructuras.

Protección apuntalada: Las tablas se colocan verticalmente contra las paredes de la excavación y se sostienen en esta posición mediante puntales transversales, que son ajustados en el propio lugar.

El objeto de colocar las tablas contra la pared es sostener la tierra e impedir que el puntal transversal se hunda en ella. El espesor y dimensiones de las tablas, así como el espaciamiento entre los puntales dependerán de las condiciones de la excavación y del criterio de la fiscalización.

Este sistema apuntalado es una medida de precaución, útil en las zanjas relativamente estrechas, con paredes de cangahua, arcilla compacta y otro material cohesivo. No debe usarse cuando la tendencia a la socavación sea pronunciada.

Esta protección es peligrosa en zanjas donde se hayan iniciado deslizamientos, pues da una falsa sensación de seguridad.

Protección en caja: La protección en caja está formada por tablas horizontales sostenidas contra las paredes de la zanja por piezas verticales, sujetas a su vez por puntales que no se extienden a través de la zanja. Este tipo de protección se usa en el caso de materiales que no sean suficientemente cohesivos para permitir el uso de tablones y en condiciones que no hagan aconsejable el uso de protección vertical, que sobresale sobre el borde de la zanja mientras se está colocando. La protección en caja se va colocando a medida que avanzan las excavaciones. La longitud no protegida en cualquier momento no debe ser mayor que la anchura de tres o cuatro tablas.

Protección vertical: Esta protección es el método más completo y seguro de revestimiento con madera. Consiste en un sistema de largueros y puntales transversales dispuestos de tal modo que sostengan una pared sólida y continua de planchas o tablas

verticales, contra los lados de la zanja. Este revestimiento puede hacerse así completamente impermeable al agua, usando tablas machihembradas, láminas de acero, etc.

La armadura de protección debe llevar un puntal transversal en el extremo de cada larguero y otro en el centro.

Si los extremos de los largueros están sujetos por el mismo puntal transversal, cualquier accidente que desplace un larguero se transmitirá al inmediato y puede causar un desplazamiento continuo a lo largo de la zanja, mientras que un movimiento de un larguero sujeto independientemente de los demás, no tendrá ningún efecto sobre éstos.

FORMA DE PAGO: La colocación de entibados será medida en m² del área colocada directamente a la superficie de la tierra, el pago se hará al constructor con los precios unitarios estipulados en el contrato.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

3.1-ACERO DE REFUERZO

DEFINICIÓN (Acero en barras): El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras, pozos, tanques, disipadores de energía, alcantarillas, descargas, cajas de revisión, etc., de

conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

ESPECIFICACIONES: El constructor suministrará, dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario; estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el ingeniero fiscalizador de la obra. Se usarán barras redondas corrugadas con esfuerzo de fluencia de 4200kg/cm², grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM-A 615 o ASTM- A 617. El acero usado o instalado por el constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

Las distancias a que deben colocarse las varillas de acero que se indique en los planos serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos.

Antes de procederse a su colocación, las varillas de acero deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras substancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden sumergidas en el hormigón.

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferiblemente metálicos, o moldes de hormigón simple, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de éste. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor forma la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor está en la obligación de suministrar

los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto, o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

FORMA DE PAGO: La medición del suministro y colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos (Kg.) con aproximación a la décima, para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el constructor, se verificará el acero colocado en la obra, con la respectiva planilla de aceros del plano estructural.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

3.2- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

DEFINICIÓN: Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente, para que soporten el vaciado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Desencofrado se refiere a aquellas actividades mediante las cuales se retiran los encofrados de los elementos fundidos, luego de que ha transcurrido un tiempo prudencial, y el hormigón vertido ha alcanzado cierta resistencia.

ESPECIFICACIONES: Los encofrados contruidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo

suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1cm.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, que formarán el encofrado, por sí solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón.

Antes de depositar el hormigón, las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados, de origen mineral.

Los encofrados metálicos pueden ser rectos o curvos. De acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada. En caso de ser tablero metálico de tol, su espesor no debe ser inferior a 2 mm.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que la fiscalización autorice su remoción, y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.

La remoción se autorizará y efectuará tan pronto como sea factible; para evitar demoras

en la aplicación del compuesto para sellar o realizar el curado con agua, y permitir la más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el constructor dará a conocer a la fiscalización los métodos y material que empleará para construcción de los encofrados.

La autorización previa del fiscalizador para el procedimiento del colado no relevará al constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la fiscalización para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al constructor el cálculo de elementos encofrados que justifiquen esa exigencia.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

FORMA DE PAGO: Los encofrados se medirán en metros cuadrados (m^2) con aproximación de dos decimales.

Al efecto, se medirán directamente en la estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estén en contacto con los encofrados empleados.

No se medirán para efectos de pago las superficies de encofrado empleadas para confinar hormigón que debió ser vaciado directamente contra la excavación y que debió ser encofrada por causa de sobre excavaciones u otras causa imputables al constructor,

ni tampoco los encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto. La obra falsa de madera para sustentar los encofrados estará incluida en el pago.

El constructor podrá sustituir, al mismo costo, los materiales con los que está constituido el encofrado (otro material más resistente), siempre y cuando se mejore la especificación, previa la aceptación del ingeniero fiscalizador.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

3.3-HORMIGONES

DEFINICIÓN: Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante, de la mezcla de cemento Pórtland, agua y agregados pétreos (áridos) en proporciones adecuadas; puede tener aditivos con el fin de obtener cualidades especiales.

ESPECIFICACIONES:

Generalidades: Estas especificaciones técnicas incluyen todas las características que deberán cumplir los materiales que formarán parte del hormigón a ser fabricado, así como los procesos que se tendrán que seguir para obtener un hormigón correctamente dosificado, transportado, manipulado y vertido. De esta manera se obtendrán los acabados y resistencias requeridas.

Clases de hormigón: Las clases de hormigón a utilizar en la obra serán aquellas señaladas en los planos u ordenadas por el fiscalizador.

La clase de hormigón está relacionada con la resistencia requerida, el contenido de cemento, el tamaño máximo de agregados gruesos, contenido de aire y las exigencias de la obra para el uso del hormigón.

Se reconocen 3 clases de hormigón, conforme se indica a continuación:

TIPO DE HORMIGÓN	f c (Kg/cm²)
HS	210
HS	180
HS	140

Tabla # 32.- Tipos de hormigón

El hormigón de 210 kg/cm² está destinado al uso en estructuras, pozos o tanques.

El hormigón de 180 kg/cm² está destinado al uso en cajas de revisión domiciliarias o sumideros.

El hormigón de 140 kg/cm² está destinado al uso en replantillos.

Todos los hormigones a ser utilizados en la obra deberán ser diseñados en un laboratorio calificado por la entidad contratante. El contratista realizará diseños de mezclas, y mezclas de prueba con los materiales a ser empleados que se acopien en la obra, y sobre esta base y de acuerdo a los requerimientos del diseño entregado por el laboratorio, dispondrá la construcción de los hormigones. Los cambios en la dosificación contarán

con la aprobación del fiscalizador.

Normas: Forman parte de estas especificaciones todas las regulaciones establecidas en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

Materiales:

Cemento

Todo el cemento será el Pórtland tipo 1P, de una calidad tal que cumpla con la norma INEN 152.

Requisitos: no deberán utilizarse cementos de diferentes marcas en una misma fundición. Los cementos nacionales que cumplen con estas condiciones son los cementos Pórtland: Holcim, Chimborazo, Guapán y Selva Alegre.

A criterio del fabricante, pueden utilizarse aditivos durante el proceso de fabricación del cemento, siempre que tales materiales, en las cantidades utilizadas, hayan demostrado que cumplen con los requisitos especificados en la norma INEN 1504.

El cemento será almacenado en un lugar perfectamente seco y ventilado, bajo cubierta y sobre tarimas de madera. No es recomendable colocar más de 14 sacos uno sobre otro y tampoco deberán permanecer embodegados por largo tiempo.

El cemento Pórtland que permanezca almacenado a granel más de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, será nuevamente muestreado y ensayado y deberá cumplir con los requisitos previstos, antes de ser usado.

La comprobación del cemento, indicado en el párrafo anterior, se referirá a los diferentes tipos de ensayo, como se ve en la tabla a continuación con la respectiva fórmula del caso:

TIPO DE ENSAYO	ENSAYO INEN
Análisis químico	INEN 152
Finura	INEN 196, 197
Tiempo de fraguado	INEN 158, 159
Consistencia normal	INEN 157
Resistencia a la compresión	INEN 488
Resistencia a la flexión	INEN 198
Resistencia a la tracción	AASHTO T-132

Tabla # 33.- Ensayos para cemento

Si los resultados de las pruebas no satisfacen los requisitos especificados, el cemento será rechazado.

Cuando se disponga de varios tipos de cemento éstos deberán almacenarse por separado y se los identificará convenientemente para evitar que sean mezclados.

Agregado fino

Los agregados finos para hormigón de cemento Pórtland estarán formados por arena natural, arena de trituración (polvo de piedra) o una mezcla de ambas.

La arena deberá ser limpia, silícica (cuarzosa o granítica), de mina o de otro material inerte con características similares. Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas, materias orgánicas, esquistos o pizarras. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables. Igualmente no se permitirá el uso del agregado fino con contenido de humedad superior al 8 %.

Los requerimientos de granulometría deberá cumplir con la norma INEN 872: Áridos para hormigón.

Requisitos: El módulo de finura no será menor que 2,4 ni mayor que 3,1; una vez que se haya establecido una granulometría, el módulo de finura de la arena deberá mantenerse estable, con variaciones máximas de $\pm 0,2$, en caso contrario el fiscalizador podrá disponer que se realicen otras combinaciones, o en último caso rechazar este material.

Ensayos y tolerancias: Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico especificado en la norma INEN 697.

El peso específico y unitario de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma IN EN 856 y INEN 858.

El árido fino debe estar libre de cantidades dañinas e impurezas orgánicas, para lo cual se empleará el método de ensayo INEN 855. Se rechazará todo material que produzca un color más oscuro que el patrón.

Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede ser utilizado, si la decoloración se debe principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas discretas similares.

También puede ser aceptado si, la resistencia relativa calculada a los 7 días, de acuerdo con la norma INEN 866, no sea menor del 95%.

El árido fino para utilizar en hormigón que estará en contacto con agua, sometido a una prolongada exposición de la humedad atmosférica o en contacto con la humedad del suelo, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento, en una cantidad suficiente para producir una expansión excesiva del mortero o del hormigón.

Si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el árido fino puede utilizarse siempre que se lo haga con un cemento que contenga menos del 0,6 % de álcalis calculados como óxido de sodio.

El árido fino sometido a 5 ciclos de inmersión y secado para el ensayo de resistencia a la disgregación (norma INEN 863) debe presentar una pérdida de masa no mayor del 10 %, si se utiliza sulfato de sodio; o 15 %, si se utiliza sulfato de magnesio. El árido fino que no cumple con estos porcentajes puede aceptarse siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya mostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una intemperie similar a la cual va estar sometido el hormigón por elaborar con dicho árido.

Todo el árido fino que se requiera para ensayos debe cumplir los requisitos de muestreo establecidos en la norma INEN 695.

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se estipula en la norma INEN 872.

Los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

AGREGADO FINO	% DEL PESO
Material que pasa el tamiz No. 200	3,00
Arcillas y partículas desmenuzables	0,50
Hulla y lignite	0,25
Otras sustancias dañinas	2,00
Total máximo permisible	4,00

Tabla # 34. Porcentajes permisibles sustancias indeseables

Agregado grueso

Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Pórtland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de éstas que cumplan con los requisitos de la norma INEN 872.

Se empleará ripio limpio de impurezas, materias orgánicas y otras sustancias perjudiciales; para este efecto se lavará perfectamente. Se recomienda no usar el ripio que tenga formas alargadas o de plaquetas.

También podrá usarse canto rodado triturado a mano o ripio proveniente de cantera natural siempre que tenga forma cúbica o piramidal, debiendo ser rechazado el ripio que contenga mas del 15 % de formas planas o alargadas.

La producción y almacenamiento del ripio se efectuará dentro de tres grupos granulométricos separados, designados de acuerdo al tamaño nominal máximo del agregado y según los siguientes requisitos:

TAMIZ INEN	% MASA QUE DEBE PASAR POR LOS TAMICES		
Aberturas cuadradas	No.4 a 3/4"(19 mm)	3/4" a 1 1/2"(38mm)	1 / a 2" (76mm)
3" (76 mm)			90 -100
2" (50 mm)		100	20 - 55
1 1/2" (38 mm)		90 - 100	0 - 10
1" (25 mm)	100	20 - 45	0 - 5
3/8"(19mm)	90 - 100	0-10	
3/8(10 mm)	30-55	0-5	
No. 4 (4.8mm)	0-5		

Tabla # 35.- Granulometría requerida

En todo caso los agregados para el hormigón de cemento Pórtland cumplirán las exigencias granulométricas que se indican en la tabla 3 de la norma INEN 872.

Ensayos y tolerancias: Las exigencias de granulometrías serán comprobadas por el ensayo granulométrico INEN 696.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 857.

Porcentajes máximos de substancias extrañas en los agregados, los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de substancias indeseables y condicionantes de los agregados.

AGREGADO GRUESO	% DEL PESO
Solidez, sulfato de sodio, pérdidas en cinco ciclos:	12,00
Abrasión - Los Ángeles (pérdida):	35,00
Material que pasa tamiz No. 200:	0,50
Arcilla:	0,25
Hulla V lignito:	0,25
Partículas blandas o livianas:	2,00
Otros:	1,00

TABLA # 36.- Porcentajes permisibles de substancias indeseables

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido grueso no debe exceder los límites que se estipulan en la norma INEN 872.

Agua

El agua para la fabricación del hormigón será potable, libre de materias orgánicas y aceites; tampoco deberá contener substancias dañinas como ácidos y sales, deberá cumplir con la norma INEN 1108.

Agua Potable: Requisitos. El agua que se emplee para el curado del hormigón cumplirá también los mismos requisitos que el agua de amasado.

Aditivos

Esta especificación tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los aditivos químicos que pueden agregarse al hormigón para que éste desarrolle ciertas características especiales requeridas en obra.

En caso de usar aditivos, estos estarán sujetos a aprobación previa de fiscalización. Se demostrará que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y rendimiento del hormigón en todos los elementos donde se emplee aditivos. Se respetarán las proporciones y dosificaciones establecidas por el productor.

Los aditivos que se empleen en hormigones cumplirán las siguientes normas:

Aditivos para hormigones. Aditivos químicos. Requisitos. Norma INEN PRO 1969

Aditivos para hormigones. Definiciones. Norma INEN PRO 1844

Aditivos reductores de aire. Norma INEN 191, 152

Los aditivos reductores de agua, retardadores y acelerantes deberán cumplir la "Especificación para aditivos químicos para concreto" (ASTM - C - 490) y todos los demás requisitos que ésta exige.

Amasado de Hormigón

Se recomienda realizar el amasado a máquina en lo posible. El hormigón se mezclará hasta conseguir una distribución uniforme de los materiales. En caso de utilizar hormigoneras no se sobrecargará su capacidad; el tiempo mínimo de mezclado será de 1,5 minutos, con una velocidad de por lo menos 14 r.p.m.

El agua será dosificada por medio de cualquier sistema de medida controlado, corrigiéndose la cantidad que se coloca en la hormigonera de acuerdo a la humedad que

contengan los agregados. Pueden utilizarse las pruebas de consistencia para regular estas correcciones.

3.3- MANIPULACIÓN Y VACIADO DEL HORMIGÓN

Manipulación: La manipulación del hormigón en ningún caso deberá tomar un tiempo mayor a 30 minutos. Antes del vaciado, el constructor deberá proveer de canalones, elevadores y plataformas adecuadas a fin de transportar el hormigón en forma correcta hacia los diferentes niveles de consumo. En todo caso no se permitirá que se deposite el hormigón desde una altura tal que se produzca la separación de los agregados.

El equipo necesario, tanto para la manipulación como para el vaciado, deberá estar en perfecto estado, limpio y libre de materiales usados y extraños.

Vaciado: Para la ejecución y control de los trabajos, se podrán utilizar las recomendaciones del ACI 614 - 59 o las ASTM. El constructor deberá notificar al fiscalizador el momento en que se realizará el vaciado del hormigón fresco, de acuerdo con el cronograma, planes y equipos ya aprobados. Todo proceso de vaciado, a menos que se justifique en algún caso específico, se realizará bajo la presencia del fiscalizador.

El hormigón debe ser colocado en obra dentro de los 30 minutos después de amasado, debiendo para el efecto, estar los encofrados listos y limpios; asimismo deberán estar colocados, verificados y comprobados todas las armaduras y chicotes; en estas condiciones, cada capa de hormigón deberá ser vibrada a fin de desalojar las burbujas de aire y oquedades contenidas en la masa; los vibradores podrán ser de tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, de inmersión o de superficie, etc. De ser

posible, se colocará en obra todo el hormigón de forma continua.

Cuando sea necesario interrumpir la colocación del hormigón, se procurará que ésta se produzca fuera de las zonas críticas de la estructura, o en su defecto se procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente diseñada según los requerimientos del caso y aprobados por la fiscalización.

Las jornadas de trabajo, si no se estipula lo contrario, deberán ser tan largas, como sea posible, a fin de obtener una estructura completamente monolítica, o en su defecto establecer las juntas de construcción ya indicadas.

El vaciado de hormigón para condiciones especiales debe sujetarse a lo siguiente:

Vaciado del hormigón bajo agua: se permitirá colocar el hormigón bajo agua tranquila, siempre y cuando sea autorizado por el ingeniero fiscalizador y que el hormigón contenga veinticinco (25) por ciento más cemento que la dosificación especificada. No se pagará compensación adicional por ese concepto extra. No se permitirá vaciar hormigón bajo agua que tenga una temperatura inferior a 5°C

Vaciado del hormigón en tiempo cálido: la temperatura de los agregados, agua y cemento será mantenida al más bajo nivel práctico. La temperatura del cemento en la hormigonera no excederá de 50°C y se debe tener cuidado para evitar la formación de bolas de cemento.

La subrasante y los encofrados serán totalmente humedecidos antes de colocar el hormigón.

La temperatura del hormigón no deberá bajo ninguna circunstancia exceder de 32°C y a menos que sea aprobado específicamente por la supervisión, debido a condiciones

excepcionales, la temperatura será mantenida a un máximo de 27°C.

Un aditivo retardante reductor de agua que sea aprobado será añadido a la mezcla del hormigón de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se deberá exceder el asentamiento de cono especificado.

Consolidación: El hormigón armado o simple será consolidado por vibración y otros métodos adecuados aprobados por el fiscalizador. Se utilizarán vibradores internos para consolidar hormigón en todas las estructuras. Deberá existir suficiente equipo vibrador de reserva en la obra, en caso de falla de las unidades que estén operando.

El vibrador será aplicado en intervalos horizontales, con una separación máxima entre inmersión e inmersión del aparato de 75cm; por períodos cortos de 5 a 15 segundos, inmediatamente después de que ha sido colocado. El apisonado, varillado o paleteado será ejecutado a lo largo de todas las caras para mantener el agregado grueso alejado del encofrado y obtener superficies lisas.

Pruebas de consistencia y resistencia: Se controlará periódicamente la resistencia requerida del hormigón. Se ensayarán en muestras cilíndricas de 15,3cm (6") de diámetro por 30,5cm (12") de altura, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM, C172, C192, C31 Y C39.

A excepción de la resistencia del hormigón simple en replantillo, que será de 140 kg/cm², todos los resultados de los ensayos de compresión, a los 28 días, deberán cumplir con la resistencia requerida, como se especifique en planos. No más del 10 % de los resultados de los ensayos (a los 7 días y 28 días) deberán tener valores inferiores.

La cantidad de ensayos a realizar será de por lo menos uno (4 cilindros por ensayo, uno roto a los 7 días y los tres a los 28 días), para cada estructura individual.

Los ensayos que permitan ejercer el control de calidad de las mezclas de concreto, deberán ser efectuados por el fiscalizador, inmediatamente después de la descarga de las mezcladoras. El envío de los 4 cilindros para cada ensayo se hará en caja de madera.

Si el transporte del hormigón desde las hormigoneras hasta el sitio de vaciado fuera demasiado largo y sujeto a evaporación apreciable, se tomarán las muestras para las pruebas de consistencia y resistencia junto al sitio de la fundición.

La uniformidad de las mezclas, será controlada según la especificación ASTM - C39.

Su consistencia será definida por el fiscalizador y será controlada en el campo, ya sea por el método del factor de compactación del ACI, o por los ensayos de asentamiento, según ASTM - C143. En todo caso la consistencia del hormigón será tal que no se produzca la disgregación de sus elementos cuando se coloque en obra.

Siempre que las inspecciones y las pruebas indiquen que se ha producido la segregación de una amplitud que vaya en decremento de la calidad y resistencia del hormigón, se revisará el diseño, disminuyendo la dosificación de agua o incrementando la dosis de cemento, o ambos. Dependiendo de esto, el asentamiento variará de 7 - 10cm.

Curado del Hormigón: El constructor deberá contar con los medios necesarios para efectuar el control de la humedad, temperatura y curado del hormigón, especialmente durante los primeros días después de vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

El curado del hormigón deberá seguir las recomendaciones del Comité 612 del ACI.

De manera general, se podrá utilizar los siguientes métodos: esparcir agua sobre la superficie del hormigón ya suficientemente endurecida; utilizar mantas impermeables de papel, compuestos químicos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM - C309, también podrá utilizarse arena o aserrín en capas y con la suficiente humedad.

El curado con agua deberá realizarse durante un tiempo mínimo de 14 días y comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido.

Además de los métodos antes descritos, podrá curarse al hormigón con cualquier material saturado de agua, o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga las superficies continuamente, no periódicamente, húmedas. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos húmedos, a fin de que la superficie del hormigón fresco permanezca tan fría como sea posible.

El agua que se utilice en el curado, deberá satisfacer los requerimientos de las especificaciones para el agua utilizada en las mezclas de hormigón.

El curado de membrana podrá ser realizado mediante la aplicación de algún dispositivo o compuesto sellante que forme una membrana impermeable que retenga el agua en la superficie del hormigón. El compuesto sellante será pigmentado en blanco y cumplirá los requisitos de la especificación ASTM C309, su consistencia y calidad serán uniformes para todo el volumen a utilizar.

El constructor presentará los certificados de calidad del compuesto propuesto y no podrá utilizarlo si los resultados de los ensayos de laboratorio no son los deseados.

Reparaciones: Cualquier trabajo de hormigón que no se halle bien conformado, sea que muestre superficies defectuosas, aristas faltantes, etc., al desencofrar, será reformado en el lapso de 24 horas después de quitados los encofrados.

Las imperfecciones serán reparadas por mano de obra experimentada bajo la aprobación y presencia del fiscalizador, y serán realizadas de tal manera que produzcan la misma uniformidad, textura y coloración del resto de las superficies, para estar de acuerdo con las especificaciones referentes a acabados.

Las áreas defectuosas deberán picarse, formando bordes perpendiculares y con una profundidad no menor a 2,5 cm. El área a reparar deberá ser de por lo menos 225 cm², en caso de ser menor se picará en el lugar del daño hasta obtener el área mencionada.

Según el caso para las reparaciones se podrá utilizar pasta de cemento, morteros, hormigones, incluyendo aditivos, tales como ligantes, acelerantes, expansores, colorantes, cemento blanco, etc. Todas las reparaciones se deberán conservar húmedas por un lapso de 5 días.

Cuando la calidad del hormigón fuere defectuosa, todo el volumen comprometido deberá reemplazarse a satisfacción del fiscalizador.

Tolerancias: El constructor deberá tener mucho cuidado en la correcta realización de las estructuras de hormigón, de acuerdo a las especificaciones técnicas de construcción y de acuerdo a los requerimientos de planos estructurales, deberá garantizar su estabilidad y comportamiento.

El fiscalizador podrá aprobar o rechazar e inclusive ordenar rehacer una estructura cuando se hayan excedido los límites tolerables que se detallan a continuación:

Tolerancia para estructuras de hormigón armado:

- a) Desviación de la vertical (plomada):
 - En 3 m 6m
 - En 6 m 10mm
- b) Variaciones en las dimensiones de las secciones transversales en los espesores de losas y paredes:
 - En menos 6mm
 - En más 12mm
- c) Reducción en espesores: menos del 5% de los espesores especificados
- d) Variaciones de las dimensiones con relación a elementos estructurales individuales, de posición definitiva: en construcciones enterradas dos veces las tolerancias anotadas antes.

Tolerancias para colocación de acero de refuerzo:

- a) Variación del recubrimiento de protección:
 - Con 50mm de recubrimiento: 6mm
 - Con 76mm de recubrimiento: 12mm
- b) Variación en el espaciamiento indicado: 10mm

Dosificación

Los hormigones deberán ser diseñados de acuerdo a las características de los agregados.

C= Cemento

A = Arena

R = Ripio o grava

Ag. = Agua

Los agregados deben ser de buena calidad, libres de impurezas, materia orgánica, y tener adecuada granulometría.

El agua será libre de aceites, sales, ácidos y otras impurezas.

FORMA DE PAGO: El hormigón será medido en metros cúbicos con dos decimales de aproximación, determinándose directamente en la obra las cantidades correspondientes.

Las estructuras de hormigón prefabricado se medirán en unidades.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

3.2- MORTEROS

DEFINICIÓN: Mortero es la mezcla homogénea de cemento, arena y agua en proporciones adecuadas.

ESPECIFICACIONES: Los componentes de los morteros se medirán por volumen mediante recipientes especiales de capacidad conocida.

Se mezclarán convenientemente hasta que el conjunto resulte homogéneo en color y plasticidad, tenga consistencia normal y no haya exceso de agua.

El mortero podrá prepararse a mano o con hormigonera, según convenga de acuerdo con el volumen que se necesita.

En el primer caso la arena y el cemento, en las proporciones indicadas, se mezclarán en seco hasta que la mezcla adquiera un color uniforme, agregándose después la cantidad de agua necesaria para formar una pasta trabajable. Si el mortero se prepara en la hormigonera tendrá una duración mínima de mezclado de 1 / minutos. El mortero de cemento debe ser usado inmediatamente después de preparado, por ningún motivo debe usarse después de 40 minutos de preparado, ni tampoco rehumedecido, mucho menos de un día para otro.

La dosificación de los morteros varía de acuerdo a las necesidades siguientes:

- a) Masilla de dosificación 1:0, utilizada regularmente para alisar los enlucidos de todas las superficies en contacto con el agua.
- b) Mortero de dosificación 1:2, utilizado regularmente en enlucidos de obras de captación, superficies bajo agua, enlucidos de base y zócalos de pozos de revisión, con impermeabilizante para enlucidos de fosas de piso e interiores de paredes de tanques.
- c) Mortero de dosificación 1:3, utilizado regularmente en enlucidos de superficie en

contacto con el agua, exteriores de paredes de tanques.

- d) Mortero de dosificación 1:6, utilizado regularmente para mamposterías sobre el nivel de terreno y enlucidos generales de paredes.
- e) Mortero de dosificación 1:7, utilizado regularmente para mamposterías de obras provisionales.

FORMA DE PAGO: Los morteros de hormigón se medirán en metros cúbicos, con dos decimales de aproximación. Se determinaran las cantidades directamente en obras y en base de lo indicado en el proyecto y las órdenes del ingeniero fiscalizador.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

5.1-RÓTULOS Y SEÑALES

DEFINICIÓN: Es indispensable que, conjuntamente con el inicio de la obra el contratista, suministre e instale un letrero de información del proyecto.

ESPECIFICACIONES: El letrero será de tol recubierto con pintura anticorrosiva y esmalte de colores, asegurado a un marco metálico; será construido en taller y se sujetará a las especificaciones de trabajos en metal y pintura existentes para el efecto, y a entera satisfacción del fiscalizador.

LOCALIZACIÓN: Deberá ser colocado en un lugar visible y que no interfiera al tránsito vehicular ni peatonal.

FORMA DE PAGO: El suministro e instalación del rótulo con características del proyecto se medirá en metros cuadrados con aproximación de un decimal.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

5.2-PELDAÑOS

DEFINICIÓN: Se entenderá por estribo o peldaño de hierro, el conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos a las varillas de acero y luego colocarlas en las paredes de las estructuras del sistema, con la finalidad de tener acceso a ellos.

ESPECIFICACIONES: El constructor suministrará, dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario y de la calidad estipulada en los planos; estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el ingeniero fiscalizador de la obra. El acero usado o instalado por el constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

El acero deberá ser doblado en forma adecuada y en las dimensiones que indiquen los planos, previamente a su empleo en las estructuras de tanques, cámaras o pozos.

Las distancias a que deben colocarse los estribos de acero será las que se indique en los planos, la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser los que se consignan en los planos.

Antes de procederse a su colocación, los estribos de hierro deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras substancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden empotrados en la pared de hormigón del pozo. El empotramiento de los estribos deberá ser simultáneo con la fundición de las paredes de manera que quede como una unión monolítica.

FORMA DE PAGO: La colocación de estribos de acero se medirá en unidades; el pago se hará de acuerdo con los precios unitarios estipulados en el contrato.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

5.4-TRABAJOS FINALES DE LIMPIEZA

DEFINICIÓN: El trabajo de limpieza final de obra consiste en la eliminación de basura, escombros y materiales sobrantes de la construcción en toda el área, dentro de los límites de la obra.

ESPECIFICACIONES: La limpieza final de la obra se llevará a cabo con el equipo adecuado a las condiciones particulares del terreno, lo cual deberá decidirse de común acuerdo con el fiscalizador.

No se permitirá la quema de la basura, los restos de materiales y residuos producto de las obras deberán ser dispuestos en sitios aprobados conforme con la fiscalización.

FORMA DE PAGO: La medida será el número de metros cuadrados de limpieza con aproximación de dos decimales. El pago será por la cantidad de metros cuadrados de limpieza ejecutados, al precio establecido en el contrato.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

4.31 a 4.35-SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PLÁSTICA PVC

DEFINICIÓN: Comprende el suministro, instalación y prueba de la tubería plástica, la cual corresponde a conductos circulares provistos de un empalme adecuado, que garantice la hermeticidad de la unión, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

ESPECIFICACIONES: La tubería plástica a suministrar deberá cumplir con las siguientes normas:

- Sello de calidad según norma NTE INEN 1373 segunda revisión "Tubos de PVC para presión unión por sellado elastomérico (E/Z) "y "Tubos de PVC para presión Espigo Campana (E/C)
- Requisitos: El oferente presentará su propuesta para la tubería plástica, siempre sujetándose a la NORMA INEN NTE 1373, tubería de presión, en función de cada serie y diámetro, a fin de facilitar la construcción de conducción y permitir optimizar el sistema.
- La superficie interior de la tubería deberá ser lisa. En el precio de la tubería a ofertar se deberán incluir las uniones correspondientes.

INSTALACIÓN Y PRUEBA DE LA TUBERÍA PLÁSTICA

DEFINICIÓN: Corresponde a todas las operaciones que debe realizar el constructor, para instalar la tubería y luego probarla, a satisfacción de la fiscalización.

Entiéndase por tubería de plástico todas aquellas tuberías fabricadas con un material que contiene como ingrediente principal una sustancia orgánica de gran peso molecular. La tubería plástica de uso generalizado se fabrica de materiales termoplásticos.

Dada la poca resistencia relativa de la tubería plástica contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje.

Las pilas de tubería plástica deberán colocarse sobre una base horizontal durante su

almacenamiento, y se las hará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. La altura de las pilas y en general la forma de almacenamiento será la que recomiende el fabricante.

Debe almacenarse la tubería de plástico en los sitios que autorice el ingeniero fiscalizador de la obra, de preferencia bajo cubierta, o protegida de la acción directa del sol o recalentamiento.

No se deberá colocar ningún objeto pesado sobre la pila de tubos de plástico.

Dado el poco peso y gran manejabilidad de las tuberías plásticas, su instalación es un proceso rápido. A fin de lograr el acoplamiento correcto de los tubos para los diferentes tipos de uniones, se tomará en cuenta lo siguiente:

Uniones soldadas con solventes:

Las tuberías de plástico de espiga y campana se unirán por medio de la aplicación de una capa delgada del pegante suministrado por el fabricante.

Se limpian primero las superficies de contacto con un trapo impregnado con solvente y se las lija, luego se aplica una capa delgada de pegante, mediante una brocha o espátula.

Dicho pegante deberá ser uniformemente distribuido eliminando todo exceso, si es necesario se aplicarán dos o tres capas. A fin de evitar que el borde liso del tubo remueva el pegante en el interior de la campana formada, es conveniente preparar el extremo liso con un ligero chaflán. Se enchufa luego el extremo liso en la campana dándole una media vuelta aproximadamente, para distribuir mejor el pegante. Esta unión no deberá ponerse en servicio antes de las 24 horas de haber sido confeccionada.

Procedimiento de instalación:

Las tuberías serán instaladas de acuerdo a las alineaciones y pendientes indicadas en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales 1,00m fuera de la zanja, o con el sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicular al eje de la zanja.

La instalación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor a 5 milímetros, de la alineación o nivel del proyecto. Cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se colocará de tal forma que descansa en toda su superficie el fondo de la zanja, que se lo prepara previamente utilizando una cama de material granular fino, preferentemente arena.

No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madera y/o soportes de cualquier otra índole.

La instalación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana quede situada hacia la parte más alta del tubo.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazándose los deteriorados por cualquier causa.

Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineación recta, a menos que el tubo sea visitable por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces en los colectores marginales.

No se permitirá la presencia de agua en la zanja durante la colocación de la tubería para evitar que flote o se deteriore el material pegante:

1) Adecuación del fondo de la zanja:

A costo del contratista, el fondo de la zanja en una altura no menor a 10cm en todo su ancho, debe adecuarse utilizando material granular fino, por ejemplo arena.

2) Juntas:

Las juntas de las tuberías de plástico serán las que se indica en la NORMA INEN 2059.- SEGUNDA REVISIÓN. El oferente deberá incluir en el costo de la tubería el costo de la junta que utilice para unir la tubería.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas. Las superficies de los tubos en contacto deberán quedar rasantes en sus uniones. Cuando por cualquier motivo sea necesaria una suspensión de trabajos, deberá corcharse la tubería con tapones adecuados.

Una vez terminadas las juntas con pegamento, éstas deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua de la zanja hasta que haya secado el material pegante; así mismo se las protegerá del sol.

A medida que los tubos plásticos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno de material fino compactado a cada lado de los tubos para mantenerlos en el sitio y luego se realizará el relleno total de las zanjas según las especificaciones respectivas.

Cuando por circunstancias especiales, en el lugar donde se construya un tramo

conducción, esté la tubería a un nivel inferior del nivel freático, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y la exfiltración.

La impermeabilidad de los tubos plásticos y sus juntas, serán probados por el constructor en presencia del ingeniero fiscalizador y según lo determine este último, en una de las dos formas siguientes:

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate, deberán llenar los siguientes requisitos:

- Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería, cuando más.
- Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- Resistencia a roturas.
- Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.
- Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- No deben ser absorbentes.
- Economía de costos de mantenimiento.

PRUEBA HIDROSTÁTICA ACCIDENTAL

Esta prueba consistirá en dar a la parte más baja de la tubería, una carga de agua que no excederá una altura de presión de 2 m. Se hará anclando con relleno de material

producto de la excavación, la parte central de los tubos y dejando completamente libre las juntas de los mismos. Si las juntas están defectuosas y acusarán fugas, el constructor procederá a descargar las tuberías y rehacer las juntas defectuosas. Se repetirán estas pruebas hasta que no existan fugas en las juntas y el ingeniero fiscalizador quede satisfecho. Esta prueba hidrostática accidental se hará solamente en los casos siguientes:

- Cuando el ingeniero fiscalizador tenga sospechas fundadas de que las juntas están defectuosas.
- Cuando el ingeniero fiscalizador, reciba provisionalmente, por cualquier circunstancia un tramo existente.
- Cuando las condiciones del trabajo requieran que el constructor rellene zanjas en las que, por cualquier circunstancia, se puedan ocasionar movimientos en las juntas; en este último caso el relleno de las zanjas servirá de anclaje de la tubería.

PRUEBA HIDROSTÁTICA SISTEMÁTICA

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental. Consiste en vaciar, el contenido de 5 m³ de agua, que desagüe con una manguera de 15cm (6") de diámetro, dejando correr el agua libremente a través del tramo a probar. El contratista colocará una bomba para evitar que se forme un tirante de agua. Esta prueba tiene por objeto comprobar que las juntas estén bien hechas, ya que de no ser así presentarán fugas en estos sitios. Esta prueba debe hacerse antes de rellenar las zanjas. Si se

encuentran fallas o fugas en las juntas al efectuar la prueba, el constructor procederá a reparar las juntas defectuosas, y se repetirán las pruebas hasta que no se presenten fallas y el ingeniero fiscalizador apruebe.

El ingeniero fiscalizador solamente recibirá del constructor tramos de tubería totalmente terminados habiéndose verificado previamente la prueba de permeabilidad y comprobado que la tubería se encuentra limpia, libre de escombros u obstrucciones en toda su longitud.

FORMA DE PAGO: El suministro, instalación y prueba de las tuberías de plástico se medirá en metros lineales, con dos decimales de aproximación. Su pago se realizará a los precios estipulados en el contrato.

Se tomará en cuenta solamente la tubería que haya sido aprobada por la fiscalización.

Las muestras para ensayo que utilice la fiscalización y el costo del laboratorio son de cuenta del contratista.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

6.4-MEDIDAS PARA CONTROL DE POLVO

DEFINICIÓN: Esta medida consiste en la aplicación de agua como paliativo para controlar el polvo que se producirá por la construcción de la obra, por el tráfico público que transita por el proyecto, etc.

ESPECIFICACIONES: El agua será distribuida de modo uniforme por un carro cisterna el cual irá a una velocidad máxima de 5 km/h equipado con un sistema de rociador a presión. La hora de aplicación será determinada de acuerdo con el grado de afectación, el cual se establecerá en obra.

Para evitar la generación de polvo al transportar material producto de excavaciones, movimiento de tierra, movimiento de escombros, construcción de la red y sus estructuras, se cubrirá con lona el material transportado por los volquetes.

Se ejecutará este procedimiento mientras dure la obra, especialmente el movimiento de tierra y escombros.

FORMA DE PAGO: La unidad es por miles de litros o m³ y se pagará a los precios que consten en el contrato.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

6.4-MEDIDAS PARA PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE

DEFINICIÓN: Establece pautas para prevenir y controlar los efectos ambientales negativos que se generan por efecto de las emisiones de gases contaminantes producidos por la maquinaria, equipos a combustión y vehículos de transporte pesado, que son utilizados para la ejecución del proyecto.

ESPECIFICACIONES: El contratista está obligado a controlar las emisiones de humos y gases mediante un adecuado mantenimiento de sus equipos y maquinaria propulsados por motores de combustión interna.

FORMA DE PAGO: Los trabajos que deban realizarse dentro de esta medida, por su naturaleza, no se pagarán en forma separada, sino que se consideran incluidos en los rubros del contrato.

6.4-MEDIDAS PARA PREVENCIÓN Y CONTROL DE RUIDOS Y VIBRACIONES

DEFINICIÓN: El ruido es todo sonido indeseable percibido por el receptor y que al igual que las vibraciones puede generar repercusiones en la salud humana y también en la fauna que habita en el sector y animales domésticos.

ESPECIFICACIONES: Por orden del fiscalizador, la maquinaria, equipos y vehículos de transporte que genere ruidos superiores a 75dB, deben ser movilizadas desde los sitios de obra a los talleres para ser reparados y solo retornar una vez que se cumpla la norma.

FORMA DE PAGO: Estos trabajos no serán medidos ni pagados por separado, dado que está bajo responsabilidad del contratista el mantenimiento y buen estado en lo que respecta al funcionamiento de sus equipos y maquinaria.

6.4-MEDIDAS AMBIENTALES PARA TRATAMIENTO DE ESCOMBRERAS

DEFINICIÓN: Se trata de los sitios destinados al depósito de escombros o botaderos, los cuales recibirán el material que se extraerá en la excavación de tierra para la construcción del sistema.

ESPECIFICACIONES: El lugar de depósito de material producto de las excavaciones que se ejecutarán en la obra lo determinarán en sitios donde crea conveniente dicha acción.

Procedimiento de Trabajo:

El procedimiento de esta actividad lo determinará la autoridad competente, responsable de la reubicación y utilización de estos materiales.

FORMA DE PAGO: No se pagará valor alguno por escombreras o similares.

6.4-EDUCACIÓN Y CONCIENCIACIÓN AMBIENTAL

DEFINICIÓN: Este programa conlleva la ejecución de una serie de actividades cuya finalidad es la de fortalecer el conocimiento y puesta en práctica de principios de convivencia en los grupos focales: la población directamente involucrada y el personal técnico y obrero que ejecuta y está en contacto permanente con la obra y el entorno.

ESPECIFICACIONES: El cumplimiento de esta medida debe ser realizado de una manera planificada y pondrá a consideración los contenidos, cronograma y metodología de ejecución para su aprobación. Se utilizará principalmente el método de charlas de concienciación, las cuales estarán dirigidas a los habitantes del sector que están directamente relacionados tanto con el desarrollo de la obra civil como con su funcionamiento y explotación final.

Los temas a desarrollar en estas charlas se especificarán en el estudio definitivo de impacto ambiental.

FORMA DE PAGO: Este rubro no será pagado.

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA.-

Para mejor manejo del proyecto de riego en la Hacienda San Francisco de Pasochoa, se presenta el siguiente presupuesto con el análisis de precios unitarios y cronograma.

6.1. Conceptos Generales.-

El análisis de precios unitarios es un estudio previo, para conocer el valor de cada proceso que se va a realizar en obra. El análisis desglosa el material, mano de obra, transporte y equipo requerido.

El costo directo de una obra, es la suma de todos los valores que conforman el proyecto.

Los costos indirectos son todos aquellos costos que no están físicamente presentes en el producto final, pero son necesarios para su ejecución. En este caso se ha calculado un supuesto de costos indirectos de una empresa cualquiera.

Los costos indirectos se dividen en dos ramas:

- Costos indirectos por administración central.
- Costos indirectos de obra.

Para encontrar el sobreprecio o a su vez el porcentaje de costos indirectos en relación de los costos directos se utiliza la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Precio Venta}}{\text{Costo Directo}} = \frac{\text{Costo Directo} + \text{Costos Indirectos (Adm. Central y Obra)}}{\text{Costo Directo}} \quad 18$$

¹⁸Apuntes, Ing. Estuardo Páez, Criterios para el cálculo de costos indirectos de una obra,PUCE.

6.1.1 Costos indirectos por Administración Central.-

Son los costos indirectos aplicables a todas las obras en curso. En los costos por administración central se contempla lo siguiente:

<u>COSTOS INDIRECTOS DE ADMINISTRACION CENTRAL</u>				
COSTOS DE OPERACIÓN OFICINA CENTRAL				
RUBRO	COSTO			
Agua	15.00 \$/mes			
Electricidad	15.00 \$/mes			
Teléfono	60.00 \$/mes			
Internet	20.00 \$/mes			
Útiles Oficina	100.00 \$/mes			
Peaje	10.00 \$/mes			
Gasolina	150.00 \$/mes			
	TOTAL	370.00 \$/mes		
DEPRECIACION DE VEHICULOS Y EQUIPOS DE OFICINA				
RUBRO	V. Unidad	Cantidad	Costo total	Costo Dep. Mes
Computadoras	\$ 1,200.00	2	\$ 2,400.00	66.67 \$/mes
Impresora	\$ 300.00	1	\$ 300.00	8.33 \$/mes
Vehículo	\$ 20,000.00	1	\$ 20,000.00	333.33 \$/mes
Seguro carro	\$ 2,100.00	1	\$ 2,100.00	35.00 \$/mes
Mobiliario	\$ 12,000.00	1	\$ 12,000.00	100.00 \$/mes
			TOTAL	543.33 \$/mes
VARIOS				
RUBRO	Costo Anual			Costo/ Mes
AGASAJOS	\$ 400.00			33.33 \$/mes
ALARMA Y MONITOREO	\$ 480.00			40.00 \$/mes
			TOTAL	73.33 \$/mes
COSTOS INDIRECTOS ADM CENTRAL =		986.67		\$/mes

Tabla # 37.- Cálculo de Costos Indirectos de Administración Central

6.1.2 Costos indirectos de Obra.-

Los costos indirectos en obra son:

<u>COSTOS INDIRECTOS DE OBRA</u>			
COSTOS DE OPERACIÓN EN OBRA			
RUBRO			COSTO
LINEA ELÉCTRICA			\$ 200.00
AGUA			\$ 100.00
INSUMOS BODEGA			\$ 20.00
AGSAJO FIN ESTRUC			\$ 100.00
AGSAJO NAVIDEÑO			\$ 200.00
INFORMES, ESTUDIOS TÉCNICOS			\$ 3,000.00
	CANTIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
PRUEBAS HIDROSANITARIAS	15	\$ 35.00	\$ 525.00
TRANSPORTE	15	\$ 20.00	\$ 300.00
		SUB TOTAL	\$ 825.00
		COSTO INDIRECTO OBRA	\$ 4,445.00

Tabla # 38.- Cálculo de Costos Indirectos de Obra

6.1.3 Costos Indirectos Totales del Proyecto de Riego Hacienda San

Francisco de Pasochoa.-

Mediante la utilización de la fórmula descrita anteriormente, se encontró el factor de sobre costo de la obra (FSC), el cual dio un valor de 1.20. Lo cual indica que el porcentaje ha tomarse es del 20% del costo directo de la obra, como costo indirecto de la

misma. Este valor es necesario para la ejecución del proyecto. Todos estos valores toman en cuenta un tiempo de ejecución de la obra de 10 meses. El cronograma de actividades que se van a realizar se muestra posteriormente.

A continuación se muestra la tabla de los valores totales de costos indirectos para el proyecto, donde ya se toman en cuenta los valores de costos por administración central y de la obra:

COSTO DIRECTO (C.D.)	\$ 266,101.04
HONORARIOS 9.50 % C.D.	\$ 25,281.94
UTILIDAD (5% C.D.)	\$ 13,306.29
COSTO INDIRECTO	\$ 39,593.61
FACTOR DE SOBRECOSTO (FSC)	1.20
% COSTO INDIRECTO	20%
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	\$ 319,350.85

Tabla # 39.- Resultados de Costos Indirectos del proyecto.

6.2 Análisis de Precios Unitarios.-

El análisis de precios unitarios que se presenta a continuación es una referencia para estimar los costos del proyecto. No se ha estimado en porcentaje la herramienta menor, sino se ha tomado el valor necesario para cada rubro analizado.

Diseño de Sistema de Riego Controlado Mediante Tubería para la Hacienda San Francisco de Pasochoa

Oferente: **Ing. Álvaro Arrobo e Ing. Pia Bertero**
 Fecha: **Nov. 2012**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **REPLANTEO Y NIVELACIÓN ZANJA**
 CODIGO: **C01.10** UNIDAD: **ml** CANTIDAD: **4,613.6500** Rendimiento: **0.01**

Especificaciones:

A.- Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%
Accesorios de topografía	glb	1.0000	0.5000	0.50000	
Subtotal A:				0.50000	75.32%

B.- Equipo

Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Equipo de topografía completo	h	1.00	0.0100	7.1000	0.07100	
Subtotal B:				0.07100	10.70%	

C.- Mano de Obra

Rendimiento de cuadrilla un/h: **0.01**

Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%
Cadenero -Cat.II	1.00	3.3320	3.3320	0.03332	
Topografo -TOP 4	1.00	5.9510	5.9510	0.05951	
Subtotal C:				0.09283	13.98%
Costo Total Directos:				0.66383	100.00%
Costo Indirectos:				0.13277	20.00%
Precio Unitario Total:				0.80000	

RUBRO: REPLANTEO NIVELACIÓN RESERVORIO						
CODIGO: C01.20	UNIDAD: m²	CANTIDAD: 517.5000	Rendimiento: 0.05			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Accesorios de topografía	glb	1.0000	0.5000	0.50000		
Subtotal A:				0.50000	36.54%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Equipo de topografía completo	h	1.00	0.0530	7.1000	0.37630	
Subtotal B:				0.37630	27.50%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h: 0.05	
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Cadenero -Cat.II	1.00	3.3320	3.3320	0.17660		
Topografo -TOP 4	1.00	5.9510	5.9510	0.31540		
Subtotal C:				0.49200	35.96%	
Costo Total Directos:				1.36830	100.00%	
Costo Indirectos:				0.27366	20.00%	
Precio Unitario Total:				1.64000		

RUBRO:	DESBROCE, LIMPIEZA Y DESBOSQUE						
CODIGO:	C01.30	UNIDAD:	m²	CANTIDAD:	567.5000	Rendimiento:	0.10
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
		Subtotal A:			0.00000	0.00%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	1.00	0.1000	0.5000	0.05000	
		Subtotal B:			0.05000	5.34%	
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.10
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Maestro Mayor Secap -Cat.V		1.00	5.4560	5.4560	0.54560		
Albañil -Cat.III		1.00	3.3990	3.3990	0.33990		
		Subtotal C:			0.88550	94.66%	
Costo Total Directos:					0.93550	100.00%	
Costo Indirectos:					0.18710	20.00%	
Precio Unitario Total:					1.12000		

RUBRO: EXCAVACIÓN A MAQUINA		UNIDAD: m³		CANTIDAD: 987.5000	Rendimiento: 0.01	
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
		Subtotal A:		0.00000	0.00%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Volquete Hino KY200 de 8 m ³	h	1.00	0.0076	18.0000	0.13752	
Cargadora frontal CAT 950 F	h	14.90	0.0076	35.0000	3.98426	
Excavadora Cat 320 L	h	1.00	0.0076	40.0000	0.30560	
		Subtotal B:		4.42738	98.29%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.01
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Chofer clase d -CHOF D	2.00	4.8745	9.7491	0.07448		
Peón -Cat.I	0.10	3.1900	0.3190	0.00244		
		Subtotal C:		0.07692	1.71%	
Costo Total Directos:				4.50430	100.00%	
Costo Indirectos:				0.90086	20.00%	
Precio Unitario Total:				5.41000		

RUBRO:	EXCAVACION A MANO						
CODIGO:	C02.20	UNIDAD:	m³	CANTIDAD:	15,455.3800	Rendimiento:	0.65
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
		Subtotal A:			0.00000	0.00%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	1.00	0.6500	0.5000	0.32500	
		Subtotal B:			0.32500	6.73%	
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.65
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I		2.00	3.1900	6.3800	4.14700		
Maestro Mayor Secap -Cat.V		0.10	5.4560	0.5456	0.35464		
		Subtotal C:			4.50164	93.27%	
		Costo Total Directos:			4.82664	100.00%	
		Costo Indirectos:			0.96533	20.00%	
		Precio Unitario Total:			5.79000		

RUBRO: RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL DE SITIO						
CODIGO: C02.30	UNIDAD: m³	CANTIDAD: 15,233.9248	Rendimiento: 0.73			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Subtotal A:				0.00000	0.00%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	1.00	0.7250	0.5000	0.36250	
Subtotal B:				0.36250	12.41%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.73
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	2.31275		
Albañil -Cat.III	0.10	3.3990	0.3399	0.24643		
Subtotal C:				2.55918	87.59%	
Costo Total Directos:				2.92168	100.00%	
Costo Indirectos:				0.58434	20.00%	
Precio Unitario Total:				3.51000		

RUBRO: ACARREO Y TRANSPORTE DE MATERIALES						
CODIGO: C02.40	UNIDAD: m³	CANTIDAD: 1,283.7500	Rendimiento: 0.07			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Subtotal A:				0.00000	0.00%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Volquete Hino KY200 de 8 m ³	h	0.50	0.0650	18.0000	0.58500	
Subtotal B:				0.58500	52.74%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h: 0.07	
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.20735		
Chofer clase d -CHOF D	1.00	4.8745	4.8745	0.31684		
Subtotal C:				0.52419	47.26%	
Costo Total Directos:				1.10919	100.00%	
Costo Indirectos:				0.22184	20.00%	
Precio Unitario Total:				1.33000		

RUBRO: ACERO DE REFUERZO		CODIGO: C03.10		UNIDAD: kg	CANTIDAD: 75.8400	Rendimiento: 0.03
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Alambre de amarre # 18	kg	0.0100	2.1812	0.02181		
Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2	kg	1.0500	1.2800	1.34400		
Discos de corte	u	0.0040	3.0900	0.01236		
Subtotal A:				1.37817	78.99%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	1.00	0.0320	0.5000	0.01600	
Amoladora	h	0.40	0.0320	0.7000	0.00896	
Subtotal B:				0.02496	1.43%	
C.- Mano de Obra						
						Rendimiento de cuadrilla un/h: 0.03
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Albañil -Cat.III	2.00	3.3990	6.7980	0.21754		
Maestro Mayor Secap -Cat.V	0.10	5.4560	0.5456	0.01746		
Ayudante Albañil -Cat.II	1.00	3.3320	3.3320	0.10663		
Subtotal C:				0.34162	19.58%	
Costo Total Directos:				1.74475	100.00%	
Costo Indirectos:				0.34895	20.00%	
Precio Unitario Total:				2.09000		

RUBRO:		CAJA DE VALVULAS PARA DESAGUE INC. REPLANTILLO DE HORMIGÓN 140KG/CM2					
CODIGO:	C03.20	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	15.0000	Rendimiento:	6.00
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Alambre de amarre # 14		kg	0.7500	1.9751	1.48136		
Cemento		saco	0.0300	6.7980	0.20394		
Ripio		m3	0.0020	13.3900	0.02678		
Arena		m3	0.0020	13.3900	0.02678		
Agua		m3	0.0010	0.8240	0.00082		
Encofrado corriente		m2	1.8000	2.0806	3.74508		
Subtotal A:					5.48476	10.69%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	1.00	6.0000	0.5000	3.00000	
Subtotal B:					3.00000	5.85%	
C.- Mano de Obra		Rendimiento de cuadrilla un/h:				6.00	
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Plomero -Cat.V		1.00	3.3990	3.3990	20.39400		
Peón -Cat.I		1.00	3.1900	3.1900	19.14000		
Maestro Mayor Secap -Cat.V		0.10	5.4560	0.5456	3.27360		
Subtotal C:					42.80760	83.46%	
Costo Total Directos:					51.29236	100.00%	
Costo Indirectos:					10.25847	20.00%	
Precio Unitario Total:					61.55000		

RUBRO:	HORMIGON 210 kg/cm² PARA CAJAS DESAGUE						
CODIGO:	C03.30	UNIDAD:	m³	CANTIDAD:	25.7344	Rendimiento:	0.75
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%		
Cemento	saco	7.0000	8.5000	59.50000			
Ripio	m3	0.5000	17.0000	8.50000			
Arena	m3	0.4200	17.0000	7.14000			
Agua	m3	0.2200	0.9240	0.20328			
Subtotal A:				75.34328	84.40%		
B.- Equipo							
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%	
Herramienta menor	h	4.00	1.0000	0.5000	2.00000		
Subtotal B:				2.00000	2.24%		
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.75
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%		
Peón -Cat.I	2.00	3.1900	6.3800	4.78500			
Albañil -Cat.III	2.00	3.3990	6.7980	5.09850			
Maestro Mayor Secap -Cat.V	0.50	5.4560	2.7280	2.04600			
Subtotal C:				11.92950	13.36%		
Costo Total Directos:				89.27278	100.00%		
Costo Indirectos:				17.85456	20.00%		
Precio Unitario Total:				107.13000			

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA D200mm						
CODIGO: C04.10	UNIDAD: u	CANTIDAD: 13.0000	Rendimiento: 3.00			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
VÁLVULA DE COMPUERTA D200MM	U	1.0000	390.0000	390.00000		
Brida 200MM INCLUYE ESPÁRRAGOS	u	1.0000	121.0000	121.00000		
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
Subtotal A:				512.27720	94.95%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	3.0000	0.5000	3.00000	
Subtotal B:				3.00000	0.56%	
C.- Mano de Obra						
				Rendimiento de cuadrilla un/h:	3.00	
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	2.00	3.1900	6.3800	19.14000		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	5.09850		
Subtotal C:				24.23850	4.49%	
Costo Total Directos:				539.51570	100.00%	
Costo Indirectos:				107.90314	20.00%	
Precio Unitario Total:				647.42000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA D160mm						
CODIGO: C04.20	UNIDAD: u	CANTIDAD: 9.0000	Rendimiento: 2.50			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
Válvula compuerta 160mm PVC entre bridas	u	1.0000	85.9700	85.97000		
Brida 6"	u	1.0000	121.0000	121.00000		
Subtotal A:				208.24720	89.98%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	3.0000	0.5000	3.00000	
Subtotal B:				3.00000	1.30%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h:	2.50
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	2.00	3.1900	6.3800	15.95000		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	4.24875		
Subtotal C:				20.19875	8.73%	
Costo Total Directos:				231.44595	100.00%	
Costo Indirectos:				46.28919	20.00%	
Precio Unitario Total:				277.74000		

RUBRO:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA D110mm					
CODIGO:	C04.30	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	10.0000	Rendimiento:	2.25
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega		galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920		
Válvula compuerta 110 mm		u	1.0000	196.8300	196.83000		
Subtotal A:					198.10720	90.34%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	2.00	3.0000	0.5000	3.00000	
Subtotal B:					3.00000	1.37%	
C.- Mano de Obra		Rendimiento de cuadrilla un/h: 2.25					
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I		2.00	3.1900	6.3800	14.35500		
Plomero -Cat.V		0.50	3.3990	1.6995	3.82388		
Subtotal C:					18.17888	8.29%	
Costo Total Directos:					219.28608	100.00%	
Costo Indirectos:					43.85722	20.00%	
Precio Unitario Total:					263.14000		

RUBRO:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA D75mm						
CODIGO:	C04.40	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	6.0000	Rendimiento:	1.85	
Especificaciones:								
A.- Materiales								
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%		
Polipega		galón	0.0200	30.9000	0.61800			
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920			
VÁLVULA DE COMPUERTA 75MM		u	1.0000	130.0000	130.00000			
Subtotal A:					131.27720	92.89%		
B.- Equipo								
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%	
Herramienta menor		h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000		
Subtotal B:					1.00000	0.71%		
C.- Mano de Obra		Rendimiento de cuadrilla un/h:					1.85	
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%		
Peón -Cat.I		1.00	3.1900	3.1900	5.90150			
Plomero -Cat.V		0.50	3.3990	1.6995	3.14408			
Subtotal C:					9.04558	6.40%		
Costo Total Directos:					141.32278	100.00%		
Costo Indirectos:					28.26456	20.00%		
Precio Unitario Total:					169.59000			

RUBRO:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA D50mm					
CODIGO:	C04.50	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	109.0000	Rendimiento:	1.16
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega		galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920		
VÁLVULA DE COMPUERTA 50MM		u	1.0000	62.4000	62.40000		
Subtotal A:					63.67720	84.32%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	1.00	1.0000	0.5000	0.50000	
Subtotal B:					0.50000	0.66%	
C.- Mano de Obra		Rendimiento de cuadrilla un/h:				1.16	
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I		2.00	3.1900	6.3800	7.40080		
Plomero -Cat.V		1.00	3.3990	3.3990	3.94284		
Subtotal C:					11.34364	15.02%	
Costo Total Directos:					75.52084	100.00%	
Costo Indirectos:					15.10417	20.00%	
Precio Unitario Total:					90.63000		

RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALVULAS DE AIRE D50mm						
CODIGO:	C04.60	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	8.0000	Rendimiento:	1.16
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%		
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800			
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920			
VÁLVULA DE AIRE 50MM	U	1.0000	58.5800	58.58000			
Subtotal A:				59.85720	89.97%		
B.- Equipo							
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%	
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000		
Subtotal B:				1.00000	1.50%		
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	1.16
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%		
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	3.70040			
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	1.97142			
Subtotal C:				5.67182	8.53%		
Costo Total Directos:				66.52902	100.00%		
Costo Indirectos:				13.30580	20.00%		
Precio Unitario Total:				79.83000			

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE'S D200mm		CODIGO: C04.70		UNIDAD: u	CANTIDAD: 18.0000	Rendimiento: 0.30
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
TEE 200MM PVC	u	1.0000	62.5000	62.50000		
Subtotal A:				63.77720	96.28%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	1.51%	
C.- Mano de Obra						
						Rendimiento de cuadrilla un/h: 0.30
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.95700		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.50985		
Subtotal C:				1.46685	2.21%	
Costo Total Directos:				66.24405	100.00%	
Costo Indirectos:				13.24881	20.00%	
Precio Unitario Total:				79.49000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE'S D160mm		CODIGO: C04.80		UNIDAD: u	CANTIDAD: 23.0000	Rendimiento: 0.25
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
TEE 160MM PVC	u	1.0000	50.5000	50.50000		
Subtotal A:				51.77720	95.88%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	1.85%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.25
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.42488		
Subtotal C:				1.22238	2.26%	
Costo Total Directos:				53.99958	100.00%	
Costo Indirectos:				10.79992	20.00%	
Precio Unitario Total:				64.80000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE'S D110mm						
CODIGO: C04.90	UNIDAD: u	CANTIDAD: 25.0000	Rendimiento: 0.25			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Poli pega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
TEE 110MM PVC	u	1.0000	12.5000	12.50000		
Subtotal A:				13.77720	79.99%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	1.00	0.2000	0.5000	0.10000	
Subtotal B:				0.10000	0.58%	
C.- Mano de Obra						
				Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.25	
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V	3.00	3.3990	10.1970	2.54925		
Subtotal C:				3.34675	19.43%	
Costo Total Directos:				17.22395	100.00%	
Costo Indirectos:				3.44479	20.00%	
Precio Unitario Total:				20.67000		

RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE'S D75mm						
CODIGO:	C04.10	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	21.0000	Rendimiento:	0.25
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega		galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920		
TEE 75MM PVC		u	1.0000	6.5000	6.50000		
Subtotal A:					7.77720	50.57%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	1.00	1.0000	0.5000	0.50000	
Subtotal B:					0.50000	3.25%	
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.25
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Maestro Mayor Secap -Cat.V		1.00	5.4560	5.4560	1.36400		
Albañil -Cat.III		3.00	3.3990	10.1970	2.54925		
Peón -Cat.I		4.00	3.1900	12.7600	3.19000		
Subtotal C:					7.10325	46.18%	
Costo Total Directos:					15.38045	100.00%	
Costo Indirectos:					3.07609	20.00%	
Precio Unitario Total:					18.46000		

RUBRO:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE'S D50mm						
CODIGO:	C04.11	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	20.0000	Rendimiento:	0.25	
Especificaciones:								
A.- Materiales								
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%		
Polipega		galón	0.0200	30.9000	0.61800			
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920			
TEE 50MM PVC		u	1.0000	3.5500	3.55000			
Subtotal A:					4.82720	73.70%		
B.- Equipo								
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%	
Herramienta menor		h	1.00	1.0000	0.5000	0.50000		
Subtotal B:					0.50000	7.63%		
C.- Mano de Obra		Rendimiento de cuadrilla un/h:					0.25	
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%		
Peón -Cat.I		1.00	3.1900	3.1900	0.79750			
Plomero -Cat.V		0.50	3.3990	1.6995	0.42488			
Subtotal C:					1.22238	18.66%		
Costo Total Directos:					6.54958	100.00%		
Costo Indirectos:					1.30992	20.00%		
Precio Unitario Total:					7.86000			

RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 90° D200mm						
CODIGO:	C04.12	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	2.0000	Rendimiento:	0.50
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%		
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800			
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920			
CODO 90 200MM PVC	u	1.0000	72.9000	72.90000			
Subtotal A:				74.17720	94.59%		
B.- Equipo							
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%	
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000		
Subtotal B:				1.00000	1.28%		
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.50
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%		
Peón -Cat.I	1.50	3.1900	4.7850	2.39250			
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.84975			
Subtotal C:				3.24225	4.13%		
Costo Total Directos:				78.41945	100.00%		
Costo Indirectos:				15.68389	20.00%		
Precio Unitario Total:				94.10000			

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 90° D110mm		CODIGO: C04.13		UNIDAD: u	CANTIDAD: 1.0000	Rendimiento: 0.250
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO 90 110MM PVC	u	1.0000	10.1100	10.11000		
Subtotal A:				11.38720	83.67%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	7.35%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.25
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.42488		
Subtotal C:				1.22238	8.98%	
Costo Total Directos:				13.60958	100.00%	
Costo Indirectos:				2.72192	20.00%	
Precio Unitario Total:				16.33000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 90° D75mm						
CODIGO: C04.14	UNIDAD: u	CANTIDAD: 1.0000	Rendimiento: 0.25			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO 90 75MM PVC	u	1.0000	3.2200	3.22000		
Subtotal A:				4.49720	66.93%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	14.88%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.25
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.42488		
Subtotal C:				1.22238	18.19%	
Costo Total Directos:				6.71958	100.00%	
Costo Indirectos:				1.34392	20.00%	
Precio Unitario Total:				8.06000		

RUBRO:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 90° D50mm					
CODIGO:	C04.15	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	1.0000	Rendimiento:	0.25
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega		galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO 90 50MM PVC		u	1.0000	2.1500	2.15000		
Subtotal A:					3.42720	60.66%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:					1.00000	17.70%	
C.- Mano de Obra					Rendimiento de cuadrilla un/h:		0.25
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I		1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V		0.50	3.3990	1.6995	0.42488		
Subtotal C:					1.22238	21.64%	
Costo Total Directos:					5.64958	100.00%	
Costo Indirectos:					1.12992	20.00%	
Precio Unitario Total:					6.78000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 45° D200mm		CODIGO: C04.16		UNIDAD: u	CANTIDAD: 9.0000	Rendimiento: 0.50	
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega		galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO DE 45 200MM PVC		u	1.0000	42.9800	42.98000		
Subtotal A:					44.25720	91.25%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:					1.00000	2.06%	
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h: 0.50	
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I		1.50	3.1900	4.7850	2.39250		
Plomero -Cat.V		0.50	3.3990	1.6995	0.84975		
Subtotal C:					3.24225	6.69%	
Costo Total Directos:					48.49945	100.00%	
Costo Indirectos:					9.69989	20.00%	
Precio Unitario Total:					58.20000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 45° D160mm		CODIGO: C04.17		UNIDAD: u	CANTIDAD: 9.0000	Rendimiento: 0.40
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO 45 160MM PVC	u	1.0000	35.5000	35.50000		
Subtotal A:				36.77720	91.10%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	2.48%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.40
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.50	3.1900	4.7850	1.91400		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.67980		
Subtotal C:				2.59380	6.42%	
Costo Total Directos:				40.37100	100.00%	
Costo Indirectos:				8.07420	20.00%	
Precio Unitario Total:				48.45000		

RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 45° D110mm						
CODIGO:	C04.18	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	11.0000	Rendimiento:	0.25
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%		
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800			
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920			
CODO 45 110MM PVC	u	1.0000	7.5500	7.55000			
Subtotal A:				8.82720	79.89%		
B.- Equipo							
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%	
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000		
Subtotal B:				1.00000	9.05%		
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.25
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%		
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750			
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.42488			
Subtotal C:				1.22238	11.06%		
Costo Total Directos:				11.04958	100.00%		
Costo Indirectos:				2.20992	20.00%		
Precio Unitario Total:				13.26000			

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 45° D75mm		CODIGO: C04.19		UNIDAD: u	CANTIDAD: 6.0000	Rendimiento: 0.25
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO 45 75MM PVC	u	1.0000	3.2200	3.22000		
Subtotal A:				4.49720	66.93%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	14.88%	
C.- Mano de Obra						
						Rendimiento de cuadrilla un/h: 0.25
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.42488		
Subtotal C:				1.22238	18.19%	
Costo Total Directos:				6.71958	100.00%	
Costo Indirectos:				1.34392	20.00%	
Precio Unitario Total:				8.06000		

RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 45° D50mm						
CODIGO:	C04.20	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	2.0000	Rendimiento:	0.25
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega		galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO 45 50MM PVC		u	1.0000	2.1500	2.15000		
Subtotal A:					3.42720	60.66%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:					1.00000	17.70%	
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.25
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I		1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V		0.50	3.3990	1.6995	0.42488		
Subtotal C:					1.22238	21.64%	
Costo Total Directos:					5.64958	100.00%	
Costo Indirectos:					1.12992	20.00%	
Precio Unitario Total:					6.78000		

RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 22.5° D200mm						
CODIGO:	A4.21	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	9.0000	Rendimiento:	0.50
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Poli pega		galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO DE 22.5 200MM PVC		U	1.0000	72.9000	72.90000		
Subtotal A:					74.17720	84.30%	
B.- Equipo							
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%	
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000		
Subtotal B:					1.00000	1.14%	
C.- Mano de Obra				Rendimiento de cuadrilla un/h:		0.50	
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I		1.50	3.1900	4.7850	2.39250		
Plomero -Cat.V		0.50	3.3990	1.6995	0.84975		
Peón -Cat.I		6.00	3.1900	19.1400	9.57000		
Subtotal C:					12.81225	14.56%	
Costo Total Directos:					87.98945	100.00%	
Costo Indirectos:					17.59789	20.00%	
Precio Unitario Total:					105.59000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 22.5° D160mm		CODIGO: A4.22		UNIDAD: u	CANTIDAD: 11.0000	Rendimiento: 0.40
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO 22.5 160MM PVC	u	1.0000	48.8000	48.80000		
Subtotal A:				50.07720	93.30%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	1.86%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.40
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.50	3.1900	4.7850	1.91400		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.67980		
Subtotal C:				2.59380	4.83%	
Costo Total Directos:				53.67100	100.00%	
Costo Indirectos:				10.73420	20.00%	
Precio Unitario Total:				64.41000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 22.5° D110mm		CODIGO: A4.23		UNIDAD: u	CANTIDAD: 25.0000	Rendimiento: 0.25
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO 22.5 110MM PVC	u	1.0000	10.1100	10.11000		
Subtotal A:				11.38720	83.67%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	7.35%	
C.- Mano de Obra						
						Rendimiento de cuadrilla un/h: 0.25
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.42488		
Subtotal C:				1.22238	8.98%	
Costo Total Directos:				13.60958	100.00%	
Costo Indirectos:				2.72192	20.00%	
Precio Unitario Total:				16.33000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 22.5° D75mm						
CODIGO: A4.24	UNIDAD: u	CANTIDAD: 4.0000	Rendimiento: 0.25			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO 22.5 75MM PVC	u	1.0000	3.5400	3.54000		
Subtotal A:				4.81720	68.43%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	14.21%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.25
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.42488		
Subtotal C:				1.22238	17.36%	
Costo Total Directos:				7.03958	100.00%	
Costo Indirectos:				1.40792	20.00%	
Precio Unitario Total:				8.45000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 22.5° D50mm		CODIGO: C04.25		UNIDAD: u	CANTIDAD: 1.0000	Rendimiento: 0.25
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
CODO 22.5 50MM PVC	u	1.0000	2.7800	2.78000		
Subtotal A:				4.05720	64.61%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	15.92%	
C.- Mano de Obra						
						Rendimiento de cuadrilla un/h: 0.25
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.42488		
Subtotal C:				1.22238	19.47%	
Costo Total Directos:				6.27958	100.00%	
Costo Indirectos:				1.25592	20.00%	
Precio Unitario Total:				7.54000		

RUBRO:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIÓN 200 - 160					
CODIGO:	C04.26	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	21.0000	Rendimiento:	0.40
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega		galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920		
REDUCCIÓN 200 A 160 MM		u	1.0000	39.4000	39.40000		
Subtotal A:					40.67720	93.23%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:					1.00000	2.29%	
C.- Mano de Obra		Rendimiento de cuadrilla un/h:				0.40	
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I		1.00	3.1900	3.1900	1.27600		
Plomero -Cat.V		0.50	3.3990	1.6995	0.67980		
Subtotal C:					1.95580	4.48%	
Costo Total Directos:					43.63300	100.00%	
Costo Indirectos:					8.72660	20.00%	
Precio Unitario Total:					52.36000		

RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIÓN 160 - 110						
CODIGO:	A4.27	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	46.0000	Rendimiento:	0.30
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Poli pega		galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920		
Reducción 160-110mm		u	1.0000	15.1400	15.14000		
Subtotal A:					16.41720	86.94%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:					1.00000	5.30%	
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.30
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I		1.00	3.1900	3.1900	0.95700		
Plomero -Cat.V		0.50	3.3990	1.6995	0.50985		
Subtotal C:					1.46685	7.77%	
					Costo Total Directos:	18.88405	100.00%
					Costo Indirectos:	3.77681	20.00%
Precio Unitario Total:					22.66000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIÓN 110 - 90						
CODIGO: C04.28	UNIDAD: u	CANTIDAD: 71.0000	Rendimiento: 0.25			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
Reducción 110-90mm	U	1.0000	2.5500	2.55000		
Subtotal A:				3.82720	63.26%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	16.53%	
C.- Mano de Obra						
				Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.25	
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.42488		
Subtotal C:				1.22238	20.21%	
				Costo Total Directos:	6.04958	100.00%
				Costo Indirectos:	1.20992	20.00%
Precio Unitario Total:				7.26000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIÓN 90 - 75						
CODIGO: C04.29	UNIDAD: u	CANTIDAD: 71.0000	Rendimiento: 0.25			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
Reducción 90-75mm	u	1.0000	3.1300	3.13000		
Subtotal A:				4.40720	66.48%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	15.08%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h: 0.25	
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.42488		
Subtotal C:				1.22238	18.44%	
Costo Total Directos:				6.62958	100.00%	
Costo Indirectos:				1.32592	20.00%	
Precio Unitario Total:				7.96000		

RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIÓN 75 -50						
CODIGO:	C04.30	UNIDAD:	u	CANTIDAD:	92.0000	Rendimiento:	0.25
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%		
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800			
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920			
Reducción 75-50 mm	u	1.0000	2.5400	2.54000			
Subtotal A:				3.81720	63.20%		
B.- Equipo							
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%	
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000		
Subtotal B:				1.00000	16.56%		
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.25
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%		
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.79750			
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.42488			
Subtotal C:				1.22238	20.24%		
				Costo Total Directos:	6.03958	100.00%	
				Costo Indirectos:	1.20792	20.00%	
Precio Unitario Total:				7.25000			

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PLÁSTICA PVC D200mm						
CODIGO: C04.31	UNIDAD: ml	CANTIDAD: 926.5900	Rendimiento: 0.08			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
TUBERÍA PLÁSTICA PVC D200MM	u	1.0000	22.8333	22.83333		
Subtotal A:				24.11053	94.54%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	3.92%	
C.- Mano de Obra						
				Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.08	
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.25520		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.13596		
				0.0000	0.00000	
Subtotal C:				0.39116	1.53%	
Costo Total Directos:				25.50169	100.00%	
Costo Indirectos:				5.10034	20.00%	
Precio Unitario Total:				30.60000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PLÁSTICA PVC D160mm						
CODIGO: C04.32	UNIDAD: ml	CANTIDAD: 1,118.7500	Rendimiento: 0.08			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
TUBERÍA PLÁSTICA PVC D160MM	u	1.0000	22.5000	22.50000		
Subtotal A:				23.77720	94.47%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	3.97%	
C.- Mano de Obra						
				Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.08	
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.25520		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.13596		
Subtotal C:				0.39116	1.55%	
Costo Total Directos:				25.16836	100.00%	
Costo Indirectos:				5.03367	20.00%	
Precio Unitario Total:				30.20000		

RUBRO:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PLÁSTICA PVC D110mm					
CODIGO:	C04.33	UNIDAD:	ml	CANTIDAD:	1,237.3100	Rendimiento:	0.08
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega		galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920		
TUBERÍA PLÁSTICA PVC D110MM		u	1.0000	9.5000	9.50000		
Subtotal A:					10.77720	88.57%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:					1.00000	8.22%	
C.- Mano de Obra				Rendimiento de cuadrilla un/h:		0.08	
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I		1.00	3.1900	3.1900	0.25520		
Plomero -Cat.V		0.50	3.3990	1.6995	0.13596		
Subtotal C:					0.39116	3.21%	
Costo Total Directos:					12.16836	100.00%	
Costo Indirectos:					2.43367	20.00%	
Precio Unitario Total:					14.60000		

RUBRO:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PLÁSTICA PVC D75mm					
CODIGO:	C04.34	UNIDAD:	ml	CANTIDAD:	883.7300	Rendimiento:	0.08
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega		galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia		galón	0.0400	16.4800	0.65920		
TUBERÍA PLÁSTICA PVC D75mm		u	1.0000	3.1333	3.13333		
Subtotal A:					4.41053	76.02%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:					1.00000	17.24%	
C.- Mano de Obra		Rendimiento de cuadrilla un/h:				0.08	
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I		1.00	3.1900	3.1900	0.25520		
Plomero -Cat.V		0.50	3.3990	1.6995	0.13596		
Subtotal C:					0.39116	6.74%	
Costo Total Directos:					5.80169	100.00%	
Costo Indirectos:					1.16034	20.00%	
Precio Unitario Total:					6.96000		

RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PLÁSTICA PVC D50mm						
CODIGO: C04.35	UNIDAD: ml	CANTIDAD: 447.2700	Rendimiento: 0.08			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0033	30.9000	0.10300		
Polilimpia	galón	0.0067	16.4800	0.10987		
TUBERÍA PLÁSTICA PVC D50mm	u	1.0000	2.3667	2.36667		
Subtotal A:				2.57953	64.96%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	25.18%	
C.- Mano de Obra						
				Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.08	
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.25520		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.13596		
Subtotal C:				0.39116	9.85%	
Costo Total Directos:				3.97069	100.00%	
Costo Indirectos:				0.79414	20.00%	
Precio Unitario Total:				4.76000		

RUBRO: CAJA DE PROTECCIÓN DE VÁLVULAS (TUBO PVC)						
CODIGO: C04.36	UNIDAD: ml	CANTIDAD: 39.0000	Rendimiento: 0.60			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Polipega	galón	0.0200	30.9000	0.61800		
Polilimpia	galón	0.0400	16.4800	0.65920		
TUBERÍA PLÁSTICA PVC D200mm	u	1.0000	6.8500	6.85000		
TAPA PLÁSTICA	u	1.0000	29.0000	0.00000		
Subtotal A:				8.12720	67.38%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	8.29%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.60
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	1.91400		
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	1.01970		
Subtotal C:				2.93370	24.32%	
Costo Total Directos:				12.06090	100.00%	
Costo Indirectos:				2.41218	20.00%	
Precio Unitario Total:				14.47000		

RUBRO:	CAMA DE ARENA						
CODIGO:	C04.37	UNIDAD:	m³	CANTIDAD:	221.4552	Rendimiento:	0.70
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%		
ARENA	m ³	0.3500	15.0000	5.25000			
Subtotal A:				5.25000	42.97%		
B.- Equipo							
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%	
Herramienta menor	h	2.00	0.3000	0.5000	0.30000		
Volquete Hino KY200 de 8 m ³	h	1.00	0.2200	18.0000	3.96000		
Subtotal B:				4.26000	34.86%		
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.70
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%		
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	2.23300			
Plomero -Cat.V	0.20	3.3990	0.6798	0.47586			
Subtotal C:				2.70886	22.17%		
				Costo Total Directos:	12.21886	100.00%	
				Costo Indirectos:	2.44377	20.00%	
Precio Unitario Total:				14.66000			

RUBRO: RÓTULOS Y SEÑALES		CODIGO: C05.10		UNIDAD: u	CANTIDAD: 2.0000	Rendimiento: 1.00
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
RÓTULO	u	1.0000	98.0000	98.00000		
Subtotal A:				98.00000	94.33%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	2.00	1.0000	0.5000	1.00000	
Subtotal B:				1.00000	0.96%	
C.- Mano de Obra						
						Rendimiento de cuadrilla un/h: 1.00
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	3.19000		
Alabañil	0.50	3.3990	1.6995	1.69950		
Subtotal C:				4.88950	4.71%	
				Costo Total Directos:	103.88950	100.00%
				Costo Indirectos:	20.77790	20.00%
Precio Unitario Total:				124.67000		

RUBRO: PELDAÑO		UNIDAD: u		CANTIDAD: 1.0000		Rendimiento: 1.00	
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Viga Madera		u	1.0000	8.0000	8.00000		
Tablón madera		u	1.0000	4.5000	4.50000		
Subtotal A:					12.50000	76.22%	
B.- Equipo							
Descripción		Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor		h	1.00	1.0000	0.5000	0.50000	
Subtotal B:					0.50000	3.05%	
C.- Mano de Obra					Rendimiento de cuadrilla un/h:		1.00
Descripción		Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Albañil		1.00	3.3990	3.3990	3.39900		
Subtotal C:					3.39900	20.73%	
Costo Total Directos:					16.39900	100.00%	
Costo Indirectos:					3.27980	20.00%	
Precio Unitario Total:					19.68000		

RUBRO:	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GEOMALLA INC. TRANSPORTE						
CODIGO:	C05.30	UNIDAD:	m²	CANTIDAD:	1,310.0000	Rendimiento:	0.10
Especificaciones:							
A.- Materiales							
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%		
GEOMALLA	m ²	1.0000	8.9300	8.93000			
Subtotal A:				8.93000	92.36%		
B.- Equipo							
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%	
Herramienta menor	h	1.00	0.5000	0.5000	0.25000		
Subtotal B:				0.25000	2.59%		
C.- Mano de Obra							
						Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.10
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%		
Peón -Cat.I	1.00	3.1900	3.1900	0.31900			
Plomero -Cat.V	0.50	3.3990	1.6995	0.16995			
	0.00	0.0000	0.0000	0.00000			
Subtotal C:				0.48895	5.06%		
Costo Total Directos:				9.66895	100.00%		
Costo Indirectos:				1.93379	20.00%		
Precio Unitario Total:				11.60000			

RUBRO: TRABAJOS FINALES LIMPIEZA						
CODIGO: C05.40	UNIDAD: m²	CANTIDAD: 4,613.0000	Rendimiento: 0.30			
Especificaciones:						
A.- Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U	Costo Total	%	
Subtotal A:				0.00000	0.00%	
B.- Equipo						
Descripción	Marca/Tipo	Cantidad	# horas	Costo Hora	Costo Total	%
Herramienta menor	h	1.00	1.0000	0.5000	0.50000	
Volquete Hino KY200 de 8 m ³	h	1.00	0.0100	18.0000	0.18000	
Subtotal B:				0.68000	24.66%	
C.- Mano de Obra						
					Rendimiento de cuadrilla un/h:	0.30
Descripción	Cantidad	Valor hora	Costo cuadrilla/h	Costo Total	%	
Peón -Cat.I	2.00	3.1900	6.3800	1.91400		
Maestro Mayor	0.10	5.4560	0.5456	0.16368		
Subtotal C:				2.07768	75.34%	
Costo Total Directos:				2.75768	100.00%	
Costo Indirectos:				0.55154	20.00%	
Precio Unitario Total:				3.31000		

6.3 Presupuesto del Proyecto de Riego de la Hcda. San Francisco de Pasochoa.-

CÓDIGO	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1.00	OBRAS PRELIMINARES				
1.10	REPLANTEO Y NIVELACIÓN ZANJA	ml	4613.65	0.80	3690.92
1.20	REPLANTEO NIVELACIÓN RESERVORIO	m ²	517.50	1.64	848.70
1.30	DESBROCE, LIMPIEZA Y DESBOSQUE	m ²	567.50	1.12	635.60
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.10	EXCAVACIÓN A MAQUINA	m ³	987.50	5.41	5342.38
2.20	EXCAVACION A MANO	m ³	15455.38	5.79	89486.65
2.30	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL DE SITIO	m ³	15233.92	3.51	53471.08
2.40	ACARREO Y TRANSPORTE DE MATERIALES	m ³	1283.75	1.33	1707.39
3.00	ESTRUCTURAS				
3.10	ACERO DE REFUERZO	kg	75.84	2.09	158.51
3.20	CAJA DE VALVULAS PARA DESAGUE	u	15.00	61.55	923.25
3.30	HORMIGON 210 kg/cm ² PARA CAJAS DESAGUE	m ³	25.73	107.13	2756.92
4.00	TUBERÍAS Y ACCESORIOS				
4.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA D200mm	u	13.00	647.42	8416.46
4.20	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA D160mm	u	9.00	277.74	2499.66
4.30	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA D110mm	u	10.00	263.14	2631.40
4.40	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA D75mm	u	6.00	169.59	1017.54
4.50	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA D50mm	u	109.00	90.63	9878.67
4.60	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALVULAS DE AIRE D50mm	u	8.00	79.83	638.64
4.70	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE'S D200mm	u	18.00	79.49	1430.82
4.80	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE'S D160mm	u	23.00	64.80	1490.40
4.90	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE'S D110mm	u	25.00	20.67	516.75
4.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE'S D75mm	u	21.00	18.46	387.66
4.11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEE'S D50mm	u	20.00	7.86	157.20
4.12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 90° D200mm	u	2.00	94.10	188.20
4.13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 90° D110mm	u	1.00	16.33	16.33
4.14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 90° D75mm	u	1.00	8.06	8.06
4.15	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 90° D50mm	u	1.00	6.78	6.78
4.16	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 45° D200mm	u	9.00	58.20	523.80
4.17	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 45° D160mm	u	9.00	48.45	436.05
4.18	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 45° D110mm	u	11.00	13.26	145.86
4.19	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 45° D75mm	u	6.00	8.06	48.36
4.20	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 45° D50mm	u	2.00	6.78	13.56
4.21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 22.5° D200mm	u	9.00	105.59	950.31
4.22	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 22.5° D160mm	u	11.00	64.41	708.51
4.23	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 22.5° D110mm	u	25.00	16.33	408.25
4.24	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 22.5° D75mm	u	4.00	8.45	33.80
4.25	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO 22.5° D50mm	u	1.00	7.54	7.54
4.26	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIÓN 200 - 160	u	21.00	52.36	1099.56
4.27	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIÓN 160 - 110	u	46.00	22.66	1042.36
4.28	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIÓN 110 - 90	u	71.00	7.26	515.46
4.29	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIÓN 90 - 75	u	71.00	7.96	565.16
4.30	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCIÓN 75 - 50	u	92.00	7.25	667.00
4.31	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PLÁSTICA PVC D200mm	ml	926.59	30.60	28353.65
4.32	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PLÁSTICA PVC D160mm	ml	1118.75	30.20	33786.25
4.33	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PLÁSTICA PVC D110mm	ml	1237.31	14.60	18064.73

4.34	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PLÁSTICA PVC D75mm	ml	883.73	6.96	6150.76
4.35	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PLÁSTICA PVC D50mm	ml	447.27	4.76	2129.01
4.36	CAJA DE PROTECCIÓN DE VÁLVULAS (TUBO PVC)	u	39.00	14.47	564.33
4.37	CAMA DE ARENA	m ³	221.46	14.66	3246.53
5.00	OTROS				
5.10	RÓTULOS Y SEÑALES	u	2.00	124.67	249.34
5.20	PELDAÑO	u	1.00	19.68	19.68
5.30	SUMINISTRO E INSTALACIÓN GEOMALLA INC. TRANSPORTE	m ²	1310.00	11.60	15196.00
5.40	TRABAJOS FINALES LIMPIEZA	m ²	4613.00	3.31	15269.03
5.50	SEGURIDAD PERSONAL	u	1.00	500.00	500.00
6.00	AMBIENTAL				
6.10	MEDIDAS PREVENTIVAS AMBIENTALES	u	1.00	350.00	350.00
TOTAL					\$ 319,350.85

Tabla # 40.- Presupuesto del Proyecto de Riego

Este presupuesto no incluye el IVA.

Toma en cuenta precios Unitarios con costos indirectos del 20%.

6.4 Cronograma de Actividades.-

Para realizar este cronograma se ha tomado en cuenta un tiempo de ejecución de la obra de riego de 10 meses. Se han agrupado los rubros de una misma naturaleza como son las tuberías con accesorios y el colocado de los mismos, que vendrían a ser parte de una misma acción.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10							
Proyecto de Riego Hacienda San Francisco de Pasochoa		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.00 OBRAS PRELIMINARES																																													
1.10	REPLANTEO Y NIVELACIÓN ZANJA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.20	REPLANTEO NIVELACIÓN RESERVORIO			■	■	■	■	■	■																																				
1.30	DESBROCE, LIMPIEZA Y DESBOSQUE	■	■	■																																									
2.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS																																													
2.10	EXCAVACIÓN A MAQUINA					■	■	■	■																																				
2.20	EXCAVACION A MANO		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.30	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL DE SITIO					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.40	ACARREO Y TRANSPORTE DE MATERIALES					■	■	■	■																																				
3.00 ESTRUCTURAS																																													
3.10	ACERO DE REFUERZO									■	■	■	■																																
3.20	CAJA DE VALVULAS PARA DESAGUE									■	■	■	■																																
3.30	HORMIGON 210 kg/cm² PARA CAJAS DESAGUE									■	■	■	■																																
4.00 TUBERÍAS Y ACCESORIOS																																													
4.00	INSTALACIÓN TUBERÍAS Y ACCESORIOS					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5.00 OTROS																																													
5.10	RÓTULOS Y SEÑALES																																												■
5.20	PELDAÑO	■																																											
5.30	SUMINISTRO E INS. GEOMALLA INC.									■	■	■	■																																
5.40	TRABAJOS FINALES LIMPIEZA																																												■
5.50	SEGURIDAD PERSONAL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6.00 AMBIENTAL																																													
6.10	MEDIDAS PREVENTIVAS AMBIENTALES	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabla # 41.- Cronograma de Actividades

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

7.1 Conclusiones.-

- El sistema de riego por tubería brinda facilidad al propietario de la hacienda San Francisco de Pasochoa, el cual gozará de los beneficios de este servicio. La implementación de la red de riego incide directamente en la producción, ya que al tener un crecimiento uniforme y controlado de los pastos ayuda a que el ganado lechero tenga buena alimentación todo el año, incrementando así la producción. De esta manera el desarrollo de la agronomía y economía del sector se verá favorecida.
- El crecimiento constante de los pastos gracias al riego, ayuda a que la hacienda tenga una rotación de ganado por potrero más rápida, lo que permite tener una mayor cantidad de vacas que resultará en una directa alza de la producción.
- Se optó por utilizar las obras de captación existentes en la hacienda, ya que estas abastecen a los requisitos del proyecto. La captación se la realiza desde una quebrada, allí por medio de un canal se conduce el agua hasta un tanque. Desde ese lugar se manda el agua hasta el reservorio. De esta manera se toma la cantidad de agua necesaria para el proyecto, sin realizar un impacto mayor al ambiente.
- Al realizar la modelación hidráulica de la conducción a presión del proyecto, los resultados encontrados muestran que el funcionamiento no excede las presiones admisibles de los diámetros de tubería utilizados.

- Debido al dimensionamiento a lo largo de la red, se genera la pérdida dinámica suficiente para no realizar tanques rompe-presiones. A su vez con los diámetros usados se llega a tener la presión necesaria en cada punto, para así realizar el riego mediante aspersores.
- El comportamiento meteorológico del sitio del proyecto influye directamente en el requerimiento de agua para los cultivos, ya que en época de verano la evapotranspiración aumenta y la provisión natural de agua por lluvia disminuye. Por lo que es necesario el abastecimiento de agua de riego. Los caudales requeridos para la hacienda se obtuvieron mediante el cálculo dado en el CAPÍTULO 3, en donde utilizaron las fórmulas dadas por la FAO.
- En base a los requerimientos de agua para el cultivo calculados y a la topografía del sector, se optó por realizar la distribución de caudales en tres ramales, los mismos que conducen el agua a cada parcela de terreno. El cálculo del dimensionamiento de la tubería se lo realizó con el programa WATERCAD.
- La presentación del presupuesto de obra se lo realizó de manera conjunta con costos indirectos y APUS, para tener una clara visión del costo del proyecto. Se estimó que el tiempo de realización del mismo es de 10 meses.
- La realización del proyecto ayuda a que se aproveche de mejor manera el recurso hídrico. A su vez disminuye considerablemente el desperdicio de agua por evaporación y pérdidas por filtración. Al realizarse la conducción por tubería, disminuye el riesgo de daños en los caminos circundantes de la hacienda. Se ha previsto que los excedentes de agua se los canalice a través de los canales existentes en la hacienda.

7.2 Recomendaciones.-

- Se recomienda seguir las especificaciones técnicas dadas para la colocación o fabricación, de los distintos elementos y materiales a ser utilizados en el proyecto.
- La excavación de zanjas para tubería se deberá hacer a mano, ya que la topografía del terreno compromete la seguridad de las personas y equipos. Por lo cual solamente se utilizará maquinaria donde sea necesario. A su vez el introducir maquinaria en los potreros perjudica al cultivo en la zona de excavación. Además en el periodo de construcción el personal deberá tener el material de seguridad adecuado para cada actividad.
- Las líneas de tubería deben colocarse con al menos 60 cm bajo el nivel natural del terreno, ya que al arar las parcelas se puede ver comprometida la tubería.
- El reservorio y el sistema de tuberías, se recomienda limpiar antes y después del invierno. Además en el periodo de operación del sistema, se debe realizar mantenimiento cíclico de la red.
- El personal contratado para la realización de la construcción debe estar capacitado para realizar las actividades y así obtener materiales e instalaciones de la red de calidad. A su vez se recomienda capacitar al personal que va a manejar la red, con charlas que dicte el constructor para su buen uso.
- Al realizar el riego es necesario que se realice un horario para el mismo, recomendando que se respeten los tiempos de riego, para asegurar la dotación de agua necesaria y evitar cualquier desperdicio de la misma.

- Se recomienda dar mantenimiento continuo a los canales existentes de la hacienda, ya que estos serán utilizados para captar los excedentes que existan en la red, además de las aguas lluvias.
- Se debe respetar el diseño realizado de la red, para así no tener inconvenientes en la construcción, presupuesto, ni en operación de la misma. En el caso de algún cambio, se recomienda que sea verificado por un profesional capacitado.
- Recomienda en la etapa de construcción, realizar primero la línea de mayor importancia para el proyecto. De esta manera se potenciará aun más la eficiencia y producción para la hacienda.

7.3 Bibliografía.-

- **Sviatoslav, Krochin.** “Diseño Hidráulico”, Editorial de la Escuela Politécnica Nacional, Tercera Edición, 1986, Quito, Ecuador.
- **FAO** (1976). “Pequeñas Obras Hidráulicas”, Estudio FAO, Riego y Drenaje 26-1 y 2. FAO, Roma.
- **USBR** (1972) “Diseño de Presas Pequeñas”, United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, CECOSA. 3ª Impresión en Español, México, D.F.
- **USBR** (1974) “Design of Small Channel Structures”, United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Denver Colorado, USA.
- **Manual del ingeniero civil.-** Tomo III .
- **Cámara de la Construcción de Quito.-** Manual de Costos de la Construcción CAMECO
- **Subsecretaria de Saneamiento Ambiental.-** Normas para Estudios y Diseños para Obras de Riego.
- **I.I.E.** (1981) “Manual de diseño de Obras Civiles”, Serie Hidrotecnia (Hidrología e Hidráulica), CFE, Instituto de Investigación Eléctrica, México, D.F.
- **SRH** (1971). “Proyecto de Zonas de Riego”, Dir. de Proyectos de Grande Irrigación, México, D.F.