

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

**APLICACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA A UN
SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE:
COMUNIDAD DE SAN PABLO DE KANTESIYA
ZONA RURAL DEL CANTÓN SAN ROQUE
PROVINCIA DE SUCUMBÍOS.**

MARCELO SUÁREZ ONTANEDA

Disertación de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero
Civil

Quito, 8 de Diciembre 2010

Dedicatoria

A mi madre y mi padre por su incondicional motivación y amor, por darme un regalo tan preciado como la educación. A mi hermana y mis hermanos por ser un apoyo en todo momento.

A todas las comunidades rurales del Ecuador que sueñan con acceder a servicios básicos de calidad, con miras a conseguir un desarrollo pleno.

Agradecimiento

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a

- Ingeniero Hernán Romero, director de esta disertación, por su ayuda durante la realización de la misma.
- Ingeniero Patricio Torres por su tiempo y dedicación en la revisión del texto.
- Ingeniero Benigno Santos por su colaboración como revisor de la tesis.
- La Pontificia Universidad Católica de Quito por darme la oportunidad de realizar mi carrera en el centro de educación superior más prestigioso del país.
- Todas las amistades que de una u otra manera contribuyeron para la culminación de mi carrera universitaria.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO 1. – LA ENERGÍA	6
1.1. Potencial de energía en el mundo.....	6
1.1.1. Energía del sol.....	8
1.1.2. Relación entre el consumo de energía y el potencial a producir.....	9
1.1.3. Energía verde	10
1.2. La energía en el Ecuador	11
1.2.1. Consumo de energía por la población.....	11
1.2.2. El Ecuador un país privilegiado	12
1.2.3. Manejo de la energía	13
1.2.4. Oportunidades para el futuro de la energía en Ecuador	16
1.3. Energía solar fotovoltaica.....	17
1.3.1. Antecedentes históricos.....	17
1.3.2. Materia prima para paneles	19
1.3.3. Energía renovable en el mundo.....	21
1.3.4. Mitos y realidades de la energía fotovoltaica.....	22
CAPÍTULO 2. – LA COMUNIDAD DE SAN PABLO DE KANTESIYA: CARACTERÍSTICAS Y NECESIDADES	25
2.1. Línea base del proyecto	25
2.1.1. Antecedentes de la comunidad.....	26
2.1.2. Condiciones actuales de la comunidad y de sus pobladores	28
2.2. El agua, calidad y formas de abastecimiento.....	32
2.2.1. Un recurso natural para todos	32
2.2.2. Perspectiva mundial del agua.....	33
2.2.3. Situación del recurso vital en la comunidad	34
2.3. Tecnología apropiada a ser utilizada	35
2.3.1. Generación local termoeléctrica – Planta a Diesel de 1.0 kW	35

2.3.2.	Generación local hidroeléctrica – Micro Central de 1.0 kW	36
2.3.3.	Generación eólica.....	37
2.3.4.	Extensión de redes	37
2.3.5.	Generación Fotovoltaica.	38
2.4.	Estudio de fuentes de abastecimiento.....	40
2.4.1.	El agua lluvia	41
2.4.2.	Pozo en el centro de la comunidad.....	41
2.4.3.	Manantial de agua	42
2.4.4.	Pozo del centro médico	43
2.4.5.	Elección de la fuente de abastecimiento de agua.....	43

CAPÍTULO 3. – REQUERIMIENTOS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE..... 44

3.1.	Dimensionamiento de equipos y cálculo de caudal.....	44
3.1.1.	Período de diseño y análisis poblacional	44
3.1.2.	Consumo del agua.....	50
3.1.3.	Variaciones de consumo	54
3.2.	Bombeo del agua	57
3.2.1.	Cálculo de la carga dinámica total	57
3.2.2.	Selección de bomba de acuerdo al caudal y la carga dinámica.....	60
3.3.	Tanque para almacenamiento de agua.....	63
3.3.1.	Prediseño del tanque	64
3.3.2.	Determinación de las cargas aplicadas en la estructura	68
3.3.3.	Corte bidireccional	73
3.3.4.	Comprobación del equilibrio con el suelo	75
3.4.	Red de distribución.....	75
3.4.1.	Componentes de la red	79
3.4.2.	Diseño hidráulico de la red	80
3.4.3.	Recomendaciones generales.....	82
3.5.	Desinfección del agua por hipoclorito de sodio	83
3.5.1.	Generalidades del cloro.....	83

3.5.2.	Objetivo de la cloración	84
3.5.3.	El cloro en el cuerpo humano.....	85
3.5.4.	Generación de hipoclorito de sodio.....	85
3.5.5.	Dosificación de la solución	86
3.5.6.	Dispositivo dosificador	87
3.6.	Operación y cuidado del agua	88
3.6.1.	Comportamiento del cloro en el agua	89
3.6.2.	Cuidado y manejo de la cloración del sistema.....	90
3.6.3.	Mantenimiento de la red de agua potable	91

CAPÍTULO 4. – ENERGÍA ELÉCTRICA A BASE DE ENERGÍA FOTVOLTAICA..... 91

4.1.	Requisitos básicos para una instalación aislada	91
4.2.	Dimensionamiento de los componentes del sistema fotovoltaico.....	93
4.2.1.	Módulo fotovoltaico.....	93
4.2.2.	Acumulador – batería.....	99
4.2.3.	Regulador	103
4.2.4.	Inversor	104
4.2.5.	Controlador de la bomba.....	105
4.2.6.	Indicador de nivel.....	106
4.3.	Colocación de módulos y cableado	106
4.3.1.	Inclinación de módulos de acuerdo a la latitud.....	106
4.3.2.	Conexión de módulos y estructura de soporte	107
4.3.3.	Dimensionamiento de cables.....	108
4.4.	Protección del sistema	111
4.5.	Cuidado de equipos y mantenimiento	112

CAPÍTULO 5. – EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 115

5.1.	Generalidades	115
5.2.	Antecedentes.....	116
5.3.	Metodología de evaluación.....	117
5.4.	Evaluación de los factores ambientales.....	118

5.5.	Análisis de impactos y factores ambientales	121
5.6.	Elementos de calificación.....	122
5.7.	Matriz de Leopold	126
5.8.	Interpretación de resultados de la matriz.....	128
5.8.1.	Impactos ambientales negativos.....	128
5.8.2.	Impactos ambientales positivos.....	130
5.8.3.	Mitigación de impactos ambientales.....	132
CAPÍTULO 6. – EVALUACIÓN GENERAL DEL PROYECTO		134
6.1.	Estimación del costo total de la obra.....	134
6.2.	Beneficios obtenidos mediante la implementación del proyecto	176
6.3.	Sostenibilidad del proyecto	178
6.3.1.	Generalidades	178
6.3.2.	Antecedentes	179
6.3.3.	Metodología para establecer una tarifa mensual.....	180
6.3.4.	Gastos a ser contemplados	181
6.3.5.	Cálculo del aporte mensual	183
6.3.6.	Tarifa mensual por familia	185
6.3.7.	Consideraciones de la sostenibilidad	187
CAPÍTULO 7. – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		188
7.1.	Conclusiones	188
7.2.	Recomendaciones	190
ANEXOS		192
BIBLIOGRAFÍA		253

INTRODUCCIÓN

Existe en el mundo un inmenso potencial para el uso de la energía solar debido a la cantidad de irradiación que se recibe diariamente. El Ecuador, al estar situado sobre la línea ecuatorial, tiene una ventaja frente al resto de países que desean aprovechar de este tipo de energía. La energía solar fotovoltaica como un mecanismo de energía alternativa no es nuevo, sin embargo ha tenido poca aplicación en el país por lo cual un estudio de esta naturaleza contribuye al conocimiento actual que se tiene sobre esta materia. Existen numerosos ejemplos de comunidades que han implementado exitosamente sistemas con esta fuente de energía, tanto a nivel nacional en las zonas rurales (CODESO¹), como a nivel internacional (Green Empowerment, Sandia National Laboratories, SAECSA²), y sirven de antecedentes al proyecto que plantea este estudio.

Las zonas rurales constituyen una parte fundamental dentro de una sociedad como la ecuatoriana. No solamente ocupan una gran extensión del territorio nacional, sino que son el hábitat de diversos ecosistemas. Es ahí donde se preserva la fauna y la flora y en el caso de la amazonia principalmente, es el hogar de tribus y comunidades que han convivido desde tiempos ancestrales en armonía con la naturaleza. Paralelamente estos pueblos están conscientes de que el agua potable es un servicio básico necesario para la supervivencia y el desarrollo de sus comunidades. Debido a que los lugares tradicionales para obtención de agua se ven contaminados por la influencia de agentes externos, hoy en día deben buscar nuevas fuentes de

¹ CODESO: Corporación para el Desarrollo Sostenible. Desarrollo de proyectos solares de agua potable en Esmeraldas, Manabí, Sucumbíos y Morona Santiago. www.codeso.info

² SAECSA: Sistemas de Ahorro Energético y Construcción Solar Aplicada. www.saecca.com

INTRODUCCIÓN

Existe en el mundo un inmenso potencial para el uso de la energía solar debido a la cantidad de irradiación que se recibe diariamente. El Ecuador, al estar situado sobre la línea ecuatorial, tiene una ventaja frente al resto de países que desean aprovechar de este tipo de energía. La energía solar fotovoltaica como un mecanismo de energía alternativa no es nuevo, sin embargo ha tenido poca aplicación en el país por lo cual un estudio de esta naturaleza contribuye al conocimiento actual que se tiene sobre esta materia. Existen numerosos ejemplos de comunidades que han implementado exitosamente sistemas con esta fuente de energía, tanto a nivel nacional en las zonas rurales (CODESO¹), como a nivel internacional (Green Empowerment, Sandia National Laboratories, SAECSA²), y sirven de antecedentes al proyecto que plantea este estudio.

Las zonas rurales constituyen una parte fundamental dentro de una sociedad como la ecuatoriana. No solamente ocupan una gran extensión del territorio nacional, sino que son el hábitat de diversos ecosistemas. Es ahí donde se preserva la fauna y la flora y en el caso de la amazonia principalmente, es el hogar de tribus y comunidades que han convivido desde tiempos ancestrales en armonía con la naturaleza. Paralelamente estos pueblos están conscientes de que el agua potable es un servicio básico necesario para la supervivencia y el desarrollo de sus comunidades. Debido a que los lugares tradicionales para obtención de agua se ven contaminados por la

¹ CODESO: Corporación para el Desarrollo Sostenible. Desarrollo de proyectos solares de agua potable en Esmeraldas, Manabí, Sucumbíos y Morona Santiago. www.codeso.info

² SAECSA: Sistemas de Ahorro Energético y Construcción Solar Aplicada. www.saecsa.com

influencia de agentes externos, hoy en día deben buscar nuevas fuentes de abastecimiento. Por estas razones es necesario el desarrollo de estos sectores del país, de forma responsable y sostenible.

La presente disertación tiene por objeto aplicar una fuente de energía alternativa para la provisión y distribución de agua potable a la comunidad de San Pablo de Kantesiya, ubicada en un sector rural de la provincia de Sucumbíos, en la amazonía ecuatoriana. Se busca estudiar el potencial de recursos naturales con el que cuenta el Ecuador para fines de generación eléctrica, destacando la irradiación solar como una fuente de energía aprovechable. Asimismo se analizarán las características de la población, que permitirán dimensionar un sistema de agua que cubra las necesidades de todos los habitantes.

En el primer capítulo se pone en contexto la situación energética actual del Ecuador, con un enfoque en la energía solar fotovoltaica. Por tratarse de una fuente de generación eléctrica hasta ahora poco aprovechada, se define el potencial con el que cuenta el país y la forma de aplicación de la misma.

El segundo capítulo estudia las características de la comunidad en cuestión, para determinar la mejor fuente de abastecimiento de agua para los pobladores, así como el tipo de energía óptimo de acuerdo a las condiciones del medio, basándose en estudios comparativos y testimonios de los pobladores.

En el tercer capítulo se detalla el diseño de los componentes de la red de agua potable, donde se incluirá el tanque para almacenamiento y la cloración respectiva

del agua. El dimensionamiento de los equipos eléctricos y los requisitos para la instalación solar fotovoltaica aislada, se detallan en el cuarto capítulo.

Una evaluación del impacto ambiental producido por causa de la implementación del proyecto es indispensable, por tal motivo el quinto capítulo considera los impactos tanto negativos como positivos que puedan afectar el medio ambiente en sus distintos factores.

En el sexto capítulo se realiza un presupuesto que incluye un análisis de precios unitarios para obtener un costo total estimado de la obra. Adicionalmente se describe la propuesta de sostenibilidad, que busca que el proyecto perdure a través del tiempo y establece algunas de las pautas para conseguir un manejo adecuado del mismo.

Las conclusiones permitirán definir los planteamientos establecidos en la presente disertación. Las recomendaciones ayudarán a tomar ciertas precauciones al momento de la realización del proyecto con la intención de concientizar a los ciudadanos en cuanto al aprovechamiento de los recursos naturales; implementando técnicas amigables con el medio ambiente y utilizando recursos renovables.

CAPÍTULO 1. – LA ENERGÍA

1.1. Potencial de energía en el mundo

A lo largo de la historia, el ser humano ha empleado los recursos naturales para satisfacer sus necesidades, entre las cuales han sido de creciente importancia las energéticas, y para mejorar la calidad de vida de una sociedad que ha crecido de forma exponencial. En el pasado, bastaba con tomar los recursos básicos de la naturaleza y transformarlos en productos. Las fuentes de energía eran la fuerza de los animales y la de los hombres, así como el calor generado por la quema de madera. El ingenio de los seres humanos los llevó a desarrollar procesos que impliquen el uso de la fuerza del agua o del viento, como en barcos de vela o molinos. Sin embargo, el gran cambio en la provisión de energía se produjo con el desarrollo de la máquina de vapor a mediados del siglo XIX, la que permitió cambios e innovaciones en la industria y por consiguiente en los procesos de fabricación de los productos. Hoy en día, debido al crecimiento de la población y a las necesidades y exigencias de la misma, los procesos productivos son más intensos y a su vez más agresivos con el medio ambiente.

El desarrollo de un país está ligado a su producción y consumo energético, que para la mayoría de los casos solo se obtiene de combustibles fósiles como el carbón, petróleo o gas natural. Las energías renovables (sol, viento, mareas, etc.) no han tenido un papel importante en la generación de electricidad sino en las dos últimas décadas. Todas ellas, con excepción de la geotérmica, derivan de una u otra forma de la energía emitida por el sol. Derivan directamente al considerar la luz o calor

generados por él e indirectamente en el caso de las energías eólica, hidráulica, biomasa, entre otras. Por esta razón, cabe realizar un análisis del potencial disponible de la principal estrella del sistema solar.

1.1.1. Energía del sol

El sol es la fuente de energía más potente con que cuenta la humanidad. En una breve retrospectiva se calcula que la edad del sol es de alrededor de 4.600 millones de años, su temperatura en la superficie sobrepasa los 6.000 grados centígrados y en su interior puede llegar a millones de grados centígrados. La superficie del planeta Tierra recibe anualmente cerca de $5,44 \times 10^{24}$ Joules, un valor de energía que podría cubrir con facilidad unas 6.000 veces el consumo mundial de electricidad en un año.

El sol está compuesto principalmente de hidrógeno y helio, el primero de estos elementos se transforma en helio a través de las reacciones de fusión. Al ser cada núcleo de helio más ligero que el hidrógeno se constata que la diferencia de masa es liberada en forma de luz y calor³.

La energía generada en el centro del astro solar demora años en alcanzar la superficie del mismo y cada segundo toneladas de hidrógeno se transforman en núcleos de helio, razón por la cual el sol se vuelve cada vez más ligero. Se estima que esta estrella se encuentra en la fase principal de su ciclo de vida y que seguirá brillando por unos 5.000 millones de años más de forma estable. La energía del sol aporta de una forma u otra a casi toda fuente de vida en el planeta. Teniendo en cuenta que se trata del tipo de energía más abundante que se dispone, es gratuita y prácticamente

³ WILLIAMS, Neville. "Chasing the sun – Solar adventures around the world". Canada, 2005.

inagotable, sería absurdo no buscar métodos más sofisticados y tecnologías innovadoras para captar todo el inmenso potencial disponible y emplearlo para beneficio del ser humano.

1.1.2. Relación entre el consumo de energía y el potencial a producir

Una comparación entre la energía producida actualmente en el mundo y aquella que se podría generar con fuentes renovables, devela valores alarmantes por el escaso uso de estas últimas. En el año 2006 se generaron cerca de 19.000 Terawatios-hora en el mundo. De ellos las energías no renovables representaron más del 80%, la hidráulica un 15%, mientras que la solar no llegó a cubrir el 0,1% en todo el mundo. Por otro lado la electricidad que podría generarse únicamente a partir de fuentes renovables se encuentra cerca a los 975.000 Terawatios-hora, es decir cincuenta veces más que lo requerido. Esta enorme capacidad de generación “limpia”, se reparte en porcentajes aproximados de la siguiente forma⁴:

Solar fotovoltaica 50%

Solar termoeléctrica 25%

Eólica terrestre 10%

Hidráulica, geotérmica, y otras 15%

Cerca de la cuarta parte de la población del planeta consume las tres cuartas partes de la energía disponible. De acuerdo a los índices de crecimiento poblacional a nivel mundial y a la cantidad de energía que requieren los seres humanos para su vida

⁴ National Geographic. “Conectados al sol. Energía solar, pros y contras.” Madrid, 2009.

diaria, sería impensable suplir las necesidades a futuro únicamente con combustibles fósiles, es decir con energía no renovable.

La energía emitida por el sol pertenece a la categoría de renovables y por consiguiente es limpia, y puede canalizarse en dos formas que son luz y calor. Ambas han sido empleadas desde tiempos remotos por culturas ancestrales para sus necesidades básicas, que incluyen el calentamiento directo del ser humano, desarrollo de cultivos, procesos de secado de alimentos e iluminación en general.

1.1.3. Energía verde

Es necesario, por no decir imperativo, que se comiencen a desarrollar políticas de uso masivo de las energías 'verdes'. La energía proveniente de fuentes renovables como el viento, el sol, las mareas, o el vapor del interior de la Tierra, son consideradas como energías verdes o renovables, por su preservación de los recursos naturales y su baja incidencia negativa sobre el ambiente. Estas fuentes energéticas no son nuevas, el uso de la leña o el potencial hidroeléctrico de las corrientes de agua han sido utilizados desde la antigüedad, tampoco se las puede llamar renovables en sentido estricto como es el caso de la geotermia, y su impacto ambiental puede ser considerable por ejemplo en los embalses de presas hidroeléctricas o campos para monocultivos de biocombustibles. Sin embargo, las energías renovables son aquellas que han satisfecho las necesidades del ser humano hasta los inicios del siglo XIX sin causar daños al planeta. De manera que si se quiere conseguir una sostenibilidad de la Tierra, deben evaluarse y aplicarse las alternativas disponibles en generación eléctrica.

Es probable que en un futuro cercano sean las energías renovables las de mayor uso a nivel mundial, pero solo será posible si existe un cambio de actitud, aplicación de medidas políticas e inversión de capital en la generación limpia. Los combustibles fósiles son cada vez más escasos y llegará un punto en el que no sea rentable generar energía a partir de esos recursos. Asimismo la tecnología empleada para la producción de energía, cualquiera que sea la fuente, no deberá generar un impacto negativo en la naturaleza.

1.2. La energía en el Ecuador

1.2.1. Consumo de energía por la población

La demanda de energía deriva de los servicios que pueda proveer o que haga posibles. En el nivel básico de supervivencia, la única energía requerida es aquella necesaria para la cocción de alimentos y la usada para mantenerse abrigado. En el medio rural de países como el Ecuador, esta energía es suplida en la forma de biomasa por leña conseguida de los alrededores de las comunidades sin ningún costo económico. Pero conforme el presupuesto familiar incrementa y emergen de esta supervivencia, la demanda energética crece y se diversifica, haciendo posible satisfacer dichas necesidades únicamente mediante fuentes de energía comerciales.

En el Ecuador, el consumo mensual de energía eléctrica es de aproximadamente 3.000 MWh⁵ (mega vatios hora). Para cubrir este valor, la principal fuente energética en el país es la energía hidroeléctrica y la termoeléctrica. La primera de ellas

⁵ Indicador del CENACE: Centro Nacional de Control de Energía – Junio 2008 a Mayo 2009

proporciona alrededor de un 60% de la electricidad a nivel nacional. Constituye una fuente de suministro limpia, sin embargo tiene impactos ambientales a ser considerados a pesar de proveer suficiente energía eléctrica para más de la mitad del país. Entre los aspectos negativos, se puede mencionar el impacto sobre los campos de cultivos o habitables en los alrededores del embalse, puesto que una vez que este ha sido llenado, inunda las zonas aledañas dejándolas inutilizables y bajo el agua de forma permanente. También existe un impacto negativo en la especie animal, particularmente en el caso de los salmones, los mismos que nadan contracorriente durante la época de apareamiento pero al encontrarse con obstáculos como presas hidroeléctricas ven su ciclo reproductivo transformado drásticamente.

Las centrales termoeléctricas contribuyen con un porcentaje aproximado del 27% a nivel nacional, y constituyen la segunda fuente energética del país. La energía termoeléctrica es del tipo no renovable pues para su funcionamiento requiere de combustibles fósiles y agotables como el carbón, petróleo o gas natural, que generan un elevado impacto ambiental por las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) producto de su combustión. Tiene la desventaja adicional de requerir grandes cantidades de combustible para su generación, volúmenes superiores a los que el estado puede explotar a nivel nacional. Este hecho da lugar a la importación de millones de galones de combustible que pueden evitarse si se cuenta con fuentes de generación limpias. Estas plantas se han utilizado a través de los años por su menor costo constructivo, rápida instalación y puesta en funcionamiento y por ser rentables. Sin embargo, deben hacerse los respectivos controles para asegurar que los niveles de gases emitidos al medio ambiente no superen los permitidos.

1.2.2. El Ecuador un país privilegiado

El Ecuador es un país que tiene la ventaja de tener luz directa del sol durante todo el año, por un período diario no menor a 11 horas. Por su situación geográfica, tiene una amplia cobertura de insolación en todo el territorio y experimenta muy pequeñas variaciones de la misma debido a que no existen las cuatro estaciones en esta latitud. La variación anual del promedio de insolación es menos del 20% e incluso en la temporada de lluvias, se cuenta con algunas horas de sol directo. Esto contrasta radicalmente con países del hemisferio norte donde a pesar de contar con grandes parques solares, el bajo rendimiento obtenido durante la temporada de invierno hace que la industria de energía fotovoltaica tenga serios problemas para competir con otras fuentes de generación.

A pesar de ser un país relativamente pequeño, posee una inmensa cantidad de recursos naturales. El potencial hidrológico del país, es decir aquel que es aprovechable para generación de energía eléctrica bordea los 30.000 MW⁶, al verse actualmente utilizado menos del 10% de ese potencial, se pone en cuestión si las medidas adoptadas hasta el momento en el país son las adecuadas, puesto que hoy en día no existe suficiente energía para satisfacer la demanda nacional. Después de casi 10 años sin problemas ni interrupciones del servicio de energía eléctrica, durante los últimos meses del 2009 e inicios del 2010, se retomaron los racionamientos de su uso, tanto en el sector residencial como en el comercial, volviendo a los famosos “apagones”, causando pérdidas y molestias a los usuarios. Debido a estas

⁶ Inventario de Recursos Energéticos del Ecuador con Fines de Generación Eléctrica. CONELEC. 2009

regulaciones, ha sido necesario comprar energía a países vecinos como Perú y Colombia, muchas veces a precios más altos que la oferta del mercado ya que la escasez del recurso hídrico es a nivel regional.

1.2.3. Manejo de la energía

El tema de la generación de energía en el Ecuador ha generado controversia a lo largo de las últimas décadas. Si bien el potencial de recursos para generación eléctrica siempre ha sido grande, no ha existido una adecuada directriz para el desarrollo de los proyectos. El caso de la presa de Mazar es uno de los ejemplos. Los estudios y planos de este proyecto se realizaron a finales de los años 80, pero debido a la inestabilidad política del Ecuador durante la década de los 90 y a conflictos internos, no se llegó a concretar el proyecto. Esta obra, planificada para ser construida aguas arriba de la central de Paute, tenía el beneficio de aportar con energía eléctrica al país, y además cumplía la función de ser un embalse para todos los sedimentos que arrastra el río hasta la represa de Paute y pone en riesgo la operatividad de la misma. Además la presa Mazar estaba diseñada para ser una reserva en las épocas de sequía, permitiendo guardar los excesos de caudal en temporadas favorables y no recurrir a la evacuación del exceso de agua que muchos años ocurre en Paute.

La generación de energía solar en el país se encuentra en una etapa inicial pues se han implementado proyectos piloto sin que exista una inversión significativa en energías alternativas renovables. Tampoco existen incentivos para el uso de este tipo de energía limpia, por el contrario existió una ayuda económica y planes de

financiamiento para quienes adquirieron generadores eléctricos (hecho ocurrido durante la crisis energética a inicios del 2010). De esta forma se pretendió solucionar a corto plazo el problema de racionamiento energético sin consideración del impacto ambiental en el futuro.

Desde la década de los años noventa y con ayuda de empresas y organizaciones extranjeras, ha sido posible desarrollar proyectos que utilicen la energía del sol, en especial en el oriente ecuatoriano. Estos proyectos han tenido buena acogida por parte de las comunidades, pues estando aisladas de los centros poblados y de la red interconectada de electricidad, son la alternativa ideal para la obtención de energía eléctrica. El mantenimiento adecuado, así como la capacitación oportuna a los beneficiarios acerca del funcionamiento de los sistemas es una labor fundamental para la implementación de esta alternativa en el medio rural. En ciertas ocasiones los paneles solares que requieren estos sistemas y los demás componentes, han quedado abandonados o mal aprovechados una vez que el organismo a cargo se retira de la zona.

Un plan de sostenibilidad por parte de las organizaciones encargadas de las instalaciones en las comunidades beneficiaras es primordial, puesto que de no llevarse a cabo quedarían los proyectos inconclusos y las familias perjudicadas. Si no existe un seguimiento y una buena capacitación a los usuarios, los problemas de falta de energía eléctrica no son resueltos y los equipos son desechados en el medio ambiente causando un impacto negativo a la naturaleza.

Otro de los limitantes para la implementación de energías renovables ha sido la carencia de un mapa de los recursos que dispone el Ecuador. En agosto del año 2008

el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) publicó un atlas solar con fines de generación eléctrica, una herramienta que permite a profesionales, educadores, estudiantes y público en general tener una noción del inmenso potencial disponible de irradiación solar en el Ecuador y facilitar los estudios para proyectos en el campo de la energía solar. En una breve revisión de este atlas se puede observar las condiciones favorables para la implementación de energía fotovoltaica en lugares como la sierra norte y sur, partes de la provincia de Manabí y sectores de la Amazonía como las provincias de Napo y Sucumbíos. Adicionalmente a la publicación de este mapa solar, deberán seguir realizándose investigaciones con el fin de poder exponer el potencial de cada uno de los recursos naturales de los que dispone el país, con el fin de buscar nuevas fuentes limpias de generación eléctrica.

1.2.4. Oportunidades para el futuro de la energía en Ecuador

El posicionamiento geográfico del Ecuador ha atraído a empresas extranjeras a realizar inversiones en el campo fotovoltaico en diversas zonas del país, principalmente en la Amazonía. Industrias alemanas han mantenido contacto con el gobierno ecuatoriano acerca de la posibilidad de un convenio entre las dos naciones. Este convenio daría paso a la construcción de una fábrica de producción de paneles solares en el Ecuador para su posterior distribución en el mercado de Latinoamérica. La propuesta consiste en dotar de la maquinaria y tecnología necesaria para la implementación de una fábrica productora de paneles fotovoltaicos a gran escala en el país. Alemania es el país que más avances ha realizado en este campo durante los

últimos años, y cuenta con la mayor área de paneles fotovoltaicos instalados en el mundo.

El panorama para la energía solar fotovoltaica en el país es prometedor y existen importantes avances tanto en el sector público como en el privado, los mismos que están enmarcados dentro de un movimiento internacional más amplio de desarrollo e implementación de energías alternativas. En Ecuador, se han hecho grandes campañas por incentivar el uso de focos ahorradores en los hogares, racionar el uso de electrodomésticos que tienen un alto consumo de energía y ahorrar la luz cuando no se la esté utilizando. Todos estos factores ayudan a que la gente se concientice acerca del uso de la electricidad y considere la alternativa de energías renovables o más amigables con la naturaleza.

Se ha discutido a nivel internacional acerca de las ventajas y desventajas de la energía por fisión o fusión de núcleos, más conocida como energía nuclear. Constantes estudios y avances en este campo se realizan diariamente, sin embargo no se ha llegado a un consenso para establecer si es o no una alternativa adecuada en la generación de energía eléctrica. Países desarrollados como Japón, Francia y España, obtienen parte del suministro de energía eléctrica de reactores nucleares, sin descuidar las medidas de seguridad para la disposición de residuos ni el impacto al medio ambiente. Es una energía que a muchos países les ha ayudado a suplir la demanda nacional y teniendo los respectivos cuidados, puede ser una energía tan efectiva y segura como la usada actualmente en el país.

1.3. Energía solar fotovoltaica

1.3.1. Antecedentes históricos

Existen dos formas de aplicación o aprovechamiento de la energía generada por el sol, estas son la fotovoltaica y la térmica. La primera de ellas capta los rayos del sol a través de un dispositivo llamado panel solar para la posterior generación de energía eléctrica. La energía solar térmica consiste en utilizar el calor proveniente del sol empleándolo en el calentamiento directo del agua para uso doméstico o para la cocción de alimentos. Existen derivaciones respecto a los usos de la energía solar como son la energía solar pasiva, la solar termoeléctrica o combinada como la híbrida o la eólica solar, estas dos últimas en una etapa inicial. Pero para fines académicos puede hablarse de los dos ramales primeramente mencionados y la actual disertación se centrará en el estudio de la energía solar fotovoltaica para generación de electricidad.

El primer registro que se tiene del efecto fotovoltaico data de 1839 cuando el físico francés A.E. Becquerel lo descubrió y realizó estudios con celdas electrolíticas. Las investigaciones de Becquerel se vieron complementadas con los futuros estudios de científicos como Einstein y Millikan, y laboratorios de diversas partes del mundo, que realizaron pruebas con materiales conductores y semiconductores como selenio, cobre, sulfuro de cadmio y silicio, entre otros. Este fenómeno físico consiste en convertir la luz solar (energía luminosa) en electricidad mediante una célula fotovoltaica. Los rayos del sol están compuestos por partículas energéticas llamadas fotones, y al incidir con una célula fotovoltaica pueden: ser reflejados, ser absorbidos o atravesarla. Esta célula está formada por materiales semiconductores como el

silicio o el germanio, los mismos que son tratados para formar dos capas diferentemente dopadas (tipo p y tipo n), interactúan con los fotones y forman un campo eléctrico (corriente eléctrica) en un transistor. Esta corriente generada será conducida a través de un electrodo hacia el sistema permitiendo la obtención de la electricidad en forma de corriente directa (DC).

Durante la 1era y 2da Guerra Mundial se buscó entender el efecto fotovoltaico y su posible implementación en dispositivos de guerra. Pero no fue hasta la década de los 50 cuando se vieron las primeras aplicaciones de celdas fotovoltaicas en luces intermitentes para la navegación, protección catódica, sistemas de señalización y estaciones de comunicación remotas. Además en la misma época, la Unión Soviética y los Estados Unidos iniciaron su carrera por la conquista espacial, e implementaron arreglos de celdas de silicio en sus primeros satélites al espacio.

La revolución energética en busca de la implementación de la energía solar a nivel mundial se dio en los años 70, cuando además de las innovaciones mencionadas, el presidente de los Estados Unidos Jimmy Carter fomentó el uso de recursos energéticos alternativos y así se inició la construcción de diversos parques solares en particular en la zona de Nevada. Durante esta misma administración, la baja de los precios del petróleo ocasionó que la gente volviera al uso de combustibles fósiles y dejara de lado el uso de la energía limpia. Adicionalmente a esta recesión en el ámbito energético solar debido al comportamiento del mercado, se realizaron avances importantes con materiales como el silicio y otros semiconductores, impulsando el boom informático de la época a nivel mundial. Esto ocasionó que la materia prima se viera destinada a la producción de elementos como los

microprocesadores de los ordenadores, los mismos que incrementarían su capacidad cada año y por consiguiente producirían una demanda de materia prima hacia ese sector, con el agravante que el talento de la ingeniería enfocó sus mentes brillantes en el campo de la cibernética y no en el de las energías alternativas. Como es de conocimiento público, los procesadores y componentes relacionados con los ordenadores y dispositivos informáticos han tenido muy alta rentabilidad en comparación con los paneles solares. Por esta razón, el desarrollo y mejoramiento de las partes que conforman un sistema de generación fotovoltaica ha sido lento en las últimas décadas.

1.3.2. Materia prima para paneles

Una de las grandes ventajas de los sistemas que convierten la radiación solar en energía eléctrica, es que están contruidos principalmente a base de silicio, segundo material más abundante en el planeta después del oxígeno. Este elemento semiconductor está disponible en inmensas cantidades alrededor de toda la corteza, no en estado puro o nativo sino en forma de arena, cuarzo, amatista o jade entre otros minerales, y como granito, feldespato o arcilla entre otros silicatos. Es el principal componente en los paneles solares. Lamentablemente la purificación de este elemento es un proceso que resulta costoso debido a la dependencia actual del mercado a los componentes electrónicos que requieren una pureza superior a la necesaria en las células fotovoltaicas, además se requiere de avanzada tecnología para realizarlo.

Conscientes de que el uso excesivo o irresponsable de este material podría causar un desbalance en la naturaleza, se encuentran en fase de investigación nuevos avances que emplean materiales orgánicos para la fabricación de estos productos. Ciertas empresas⁷, han conseguido fabricar módulos con materiales plásticos, los mismos que permiten su implementación en el campo de la construcción. Los productos conseguidos son tan versátiles que se puede obtener ventanas semitransparentes que permitan el paso de la luz y además un porcentaje de generación de electricidad.

Otra de las iniciativas que ha surgido es el desarrollo de celdas solares orgánicas o productos como tintas sintéticas que pueden transformar la irradiación del sol en energía eléctrica, o la aplicación de pinturas en las estructuras previamente construidas como muros o ventanas para la producción de electricidad. Estos últimos planteamientos todavía se encuentran en fase de investigación. Siendo este el panorama que tiene la población mundial, más investigadores han surgido en desarrollo de nuevas técnicas de fabricación de celdas que permitan captar la energía del sol con una mejor eficiencia, con menor impacto en el medio ambiente y a un precio más económico.

1.3.3. Energía renovable en el mundo

Hoy en día existe una renovada actitud hacia los proyectos de energías renovables a nivel global, pues si bien es una realidad que los combustibles fósiles se agotan cada día, también existe una mayor concientización del medio ambiente por parte de los gobiernos y las personas en general. El presidente de los Estados Unidos Barack

⁷ BasqueResearch – “Ikerlan desarrolla un módulo fotovoltaico sin silicio” España, 2009.

Obama ha destinado millones de dólares para impulsar proyectos de energía renovable, mejorar la eficiencia energética de su país y su administración se ha fijado el objetivo de duplicar la producción de energía renovable en los próximos 2 años. En julio del año 2009 se previó un presupuesto de más de 35.000 millones de dólares para seguir fomentando los avances en el campo de la energía renovable⁸. Considerando el fuerte impacto ambiental ocasionado por el reciente derrame de petróleo en el Golfo de México, más grupos activistas exigen cambios y regulaciones inmediatas en este sector.

Asimismo la Unión Europea aseguró que 50.000 millones de euros serían invertidos durante los próximos 10 años en todo lo que respecta desarrollo de producción de energía. Se destaca en esta cifra el valor de 16.000 millones para energía solar y 6.000 para eólica, de esta forma se pretende suplir la demanda de electricidad en un alto porcentaje para el año 2030⁹ con el uso de energías verdes.

1.3.4. Mitos y realidades de la energía fotovoltaica

Antes se pensaba que el uso de paneles solares era rentable únicamente en fuentes aisladas, en lugares remotos donde no llegaba el sistema nacional interconectado. Hoy en día existen sistemas y proyectos en funcionamiento tanto en países desarrollados como en los llamados del tercer mundo, que operan dentro de las grandes urbes y son la fuente de generación de electricidad de muchas familias. En

⁸ El Comercio. "EE.UU. destina USD 37 500 millones para créditos energía renovable". Quito. Julio, 2009.

⁹ New York Times. "Promoting Renewable Energy is Focus of New Agency". Mayo, 2009. Estados Unidos

ciertos casos se pueden obtener beneficios parciales de esta generación limpia, trabajando conjuntamente con los sistemas convencionales. Un ejemplo de ello es el uso de paneles solares edificios como el Solar Sky Scraper en Manchester, Gran Bretaña. El uso de paneles solares a pequeña escala en la energización de semáforos, alumbrado público en parques o antenas de radio comunicación, son otras formas de aplicación. Asimismo algunos hogares a nivel mundial han decidido instalar paneles solares en sus techos con el fin de producir energía eléctrica y reducir un porcentaje de su planilla de luz mensual.

Uno de los mayores miedos de la gente al momento de considerar el uso de la energía renovable, cualquiera que esta fuere, es el período de amortización de la inversión. De forma general y basándose en la experiencia generada de los proyectos existentes a nivel mundial, un proyecto que funcione con energía solar fotovoltaica puede ser amortizado en un período aproximado de 10 a 12 años¹⁰. Adicionalmente deben evaluarse factores como la reducción del impacto ambiental, el uso de una fuente de generación renovable y la no dependencia de los combustibles agotables (fósiles). Luego del tiempo en que la inversión es recuperada, se dispone de un sistema instalado que requiere de muy poco mantenimiento y proveerá energía eléctrica gratuita por un período no menor a 15 años. Existen celdas fotovoltaicas instaladas en los satélites en órbita desde 1970 y siguen funcionando hoy en día.

Otro factor que motiva a la población a optar por la energía solar, es que en países como España, existen empresas dispuestas a alquilar el techo o tejado de una empresa o casa para colocar paneles fotovoltaicos. Las alternativas son comprar la

¹⁰ DEGUNTHER, Rik. "Solar Power your home" Wiley Publishing, Inc. Indiana – United States, 2008.

energía generada por los módulos instalados para uso en el hogar o simplemente recibir un pago mensual por el espacio alquilado. Son opciones para propietarios que disponen de grandes áreas en los techados que muchas veces están inutilizadas. Un sector propicio para el desarrollo de esta iniciativa sería el sector de Calderón en la salida norte de la ciudad de Quito, donde existen grandes espacios inutilizados en los techos de galpones, hangares e industrias allí ubicados. Además se han creado regulaciones a nivel municipal en diversas partes del mundo, como Marbella-España, Mayagüez-Puerto Rico, Estado de Oregon-Estados Unidos y Roma-Italia entre otros, que establecen el uso obligatorio de paneles fotovoltaicos en la construcción de edificios públicos nuevos y se incentiva la implementación de paneles solares en los ya construidos.

A pesar de ser utilizada a pequeña escala, la energía solar fotovoltaica podría cubrir toda la demanda mundial de electricidad como se ha visto en los datos mencionados. Desde un punto de vista meramente matemático, bastaría con cubrir una fracción del desierto del Sahara para suplir los requerimientos energéticos del planeta. Sin embargo, desde una perspectiva técnica no es aconsejable depender de un solo tipo de generación. Si bien este tipo de energía funciona bien, las demás tecnologías renovables también deben ponerse en consideración, planificarse y desarrollarse. De esta forma no se requerirá la construcción de grandes almacenadores de energía, y se tendrá electricidad durante la noche y las temporadas de poca irradiación solar.

Es un tipo de energía que requiere únicamente de la radiación solar para su funcionamiento. No genera emisión de gases ni produce ruido. Es ideal para viviendas con alto grado de dispersión o lugares remotos donde la energía eléctrica

de la red interconectada no tiene alcance, y la producción de electricidad por otros medios resulta costosa y/o contaminante. Estas características se evidencian en la amazonía ecuatoriana, donde se ubican numerosas comunidades de diferentes etnias y nacionalidades.

CAPÍTULO 2. – LA COMUNIDAD DE SAN PABLO DE KANTESIYA: CARACTERÍSTICAS Y NECESIDADES

2.1. Línea base del proyecto

El Ecuador está dividido en 4 regiones: Costa, Sierra, Oriente e Insular. La región oriental abarca el 50% del territorio nacional y alberga solo el 4,5% de la población total del país, la mayoría se asientan en determinadas cabeceras cantonales y su población rural se encuentra distribuida en grandes extensiones de suelo. La provincia de Sucumbíos, lugar donde se plantea el proyecto, se encuentra en la región norte del oriente ecuatoriano y tiene una población cercana a los 130.000 habitantes. Más del 70% de esta población está ubicada en zonas rurales o urbano marginales, siendo estos los sectores que presentan mayores limitaciones de acceso a la red interconectada de energía eléctrica y a una distribución entubada de agua potable. Esta provincia cuenta con grandes regiones de protección ambiental que incluyen reservas ecológicas y biológicas, que preservan y protegen la flora y la fauna. El proyecto Reserva Faunística Cuyabeno también se ubica en esta región y cuenta con una zona considerada intangible, pero la misma se encuentra en riesgo constante debido al interés de explotar los recursos existentes en el lugar, como son el petróleo, gas natural y yacimientos auríferos.

2.1.1. Antecedentes de la comunidad

La comunidad de San Pablo de Kantesiya se encuentra ubicada en la Provincia de Sucumbíos, Cantón Shushufindi, Parroquia San Roque, en la ribera baja del río

Aguarico, entre los 220 y 260 m.s.n.m. Las coordenadas geográficas de acuerdo al Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator UTM (por sus siglas en inglés Universal Transversal Mercator) de la comunidad son 18 M 0341024 9971834.

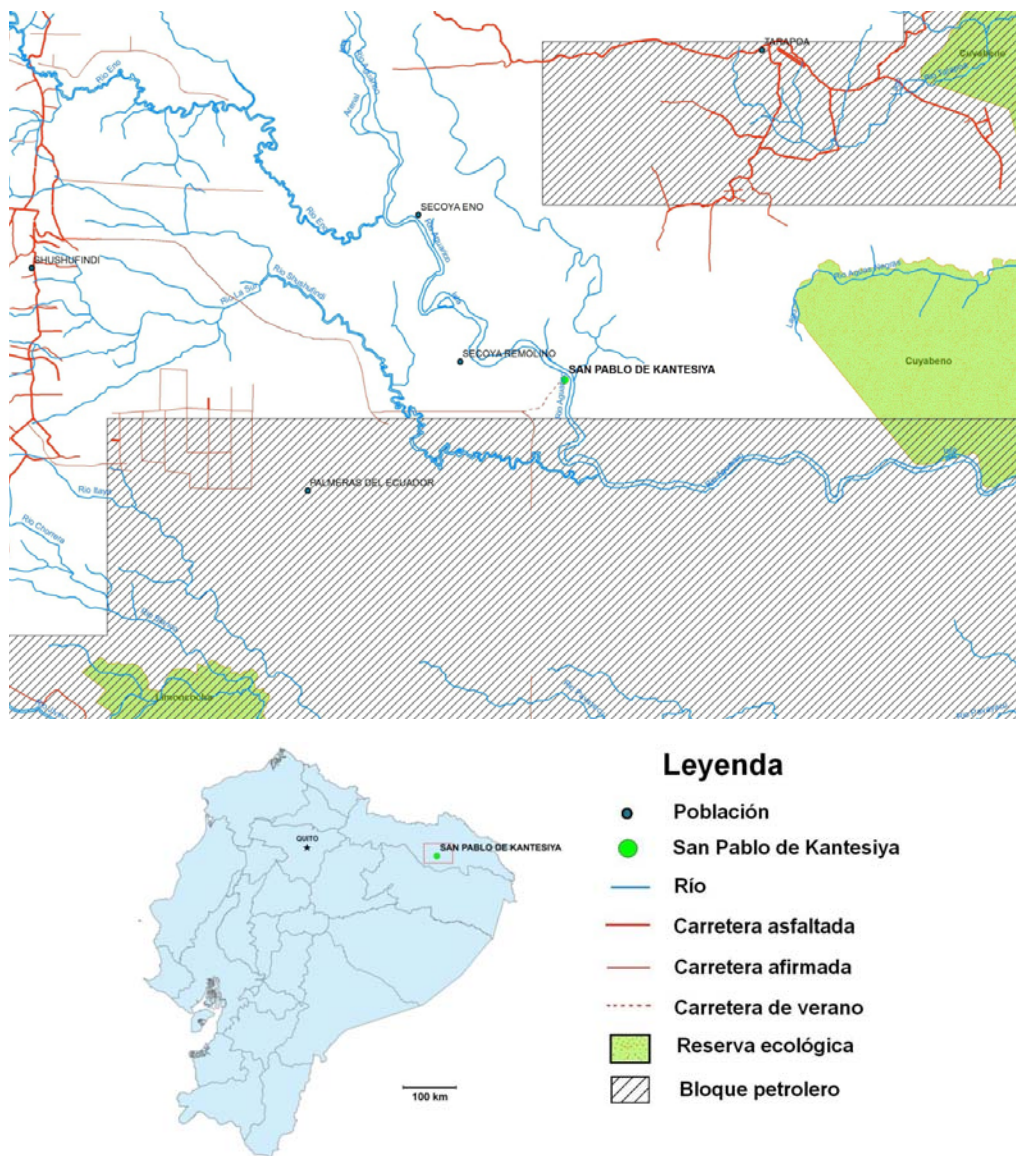


Gráfico 2.1. – Ubicación geográfica de la comunidad de San Pablo de Kantsiya

El acceso a la comunidad se lo realiza por vía terrestre por la carretera Quito – Shushufindi. La carretera está pavimentada en su totalidad y se encuentra en buen estado, el recorrido toma alrededor de siete horas. Desde Shushufindi se toma hacia el este por la vía que conduce a un pozo de extracción de petróleo dentro del “Bloque 15”, el mismo sector es conocido como “las palmeras”. Este recorrido es de aproximadamente treinta kilómetros en un tiempo no menor a una hora. La carretera está lastrada, el mayor volumen de tránsito es el de volquetas y pequeños buses que sirven de transporte de los trabajadores a las plantaciones de palma africana de la zona. Se continúa hasta un punto conocido como “la boya” desde donde se toma un desvío a la izquierda hacia San Pablo de Kantesiya. El camino está deteriorado desde este punto y la distancia hasta el poblado es de alrededor de ocho kilómetros y toma treinta minutos hasta la comunidad.

Pertenece a la Nacionalidad Secoya que tienen presencia binacional en la Amazonía del Ecuador y del Perú. San Pablo es una de las tres comunidades en el territorio ecuatoriano junto con Sיעוյа Remolino Ñe’ña también en la parroquia San Roque y Eno, ubicada en la parroquia Tarapoa, cantón Cuyabeno.

Cabe recalcar que la Constitución Política del Ecuador, promulgada en el año 2008, en el capítulo cuarto, artículo 56, reconoce la existencia de nacionalidades y pueblos como parte del Estado.

“Art. 56.- Las comunidades, pueblos, y nacionalidades indígenas, el pueblo afro ecuatoriano, el pueblo montubio y las comunas forman parte del Estado ecuatoriano, único e indivisible.”¹¹

¹¹ Constitución Política de la República del Ecuador. Aprobada por la Asamblea Constituyente en 2008.

Su población está conformada por 59 familias indígenas Secoyas, sumando un total aproximado de 270 habitantes. El idioma principal es el Paicoca a pesar de que con la influencia occidental y debido a la reducida población que habla esta lengua, el castellano tiene cada vez mayor presencia.

2.1.2. Condiciones actuales de la comunidad y de sus pobladores

Como servicios básicos, la comunidad de San Pablo cuenta con una escuela de tipo fiscal que lleva el nombre de “Ciudad de Otavalo”, los alumnos asisten regularmente pero se destaca que los servicios sanitarios (letrinas) se encuentran en mal estado. La enseñanza básica va desde el primero hasta el sexto grado, todos con sistema bilingüe. La comunidad cuenta con un colegio de sostenimiento fiscal, que lleva el nombre de “Río Aguarico” con los seis cursos de instrucción secundaria, igualmente de modalidad bilingüe (paicoca y castellano). El grado de escolaridad de la mayoría de personas adultas es enseñanza primaria, pocos han llegado a la secundaria.

En el área de salud, cuentan con un centro médico ubicado en la comunidad que atiende diariamente. El médico asignado vive en la comunidad y ofrece atención en el área de medicina general y obstetricia. Las enfermedades más comunes de la zona son la fiebre, gripe, y diarrea. La medicina empleada para el tratamiento de las dolencias o enfermedades es tanto la química farmacéutica así como la tradicional. Además se constató la falta de letrinas en la comunidad, causante de la proliferación de enfermedades entre los pobladores. La energía para este centro de salud proviene de un arreglo de paneles solares; sin embargo, el médico también cuenta con un generador a gasolina para uso personal.

Adicionalmente cuentan con un laboratorio construido en el último año por el Fondo Ecuatoriano Populorum Progreso (FEPP). Este laboratorio está destinado a la producción de alevines y cuenta con un arreglo de paneles fotovoltaicos para el funcionamiento del equipo de oxigenación de los estanques donde crecen estos organismos. Mediante los alevines que alcanzan un tamaño adecuado, se realiza el cultivo de tilapias en piscinas destinadas para el efecto.

Una de las prioridades para las familias rurales es sin duda una mejor iluminación de la que pueden obtener de una fogata o una vela para sus hogares. A través de este cambio, la dinámica de la vida familiar se ve inmediatamente diversificada incrementando horas de trabajo al día y permitiendo la lectura en la noche, iluminación para que los menores puedan realizar sus tareas o simplemente actividades de ocio. Uno de los objetivos más importantes para los padres de familia tanto en el medio urbano como en el rural, es conseguir que a través de la educación sus hijos puedan acceder a un mejor nivel de vida.

La fuente principal para iluminación en las viviendas eran, hasta el año 2006, los mecheros a diesel (o los llamados chimbuzos) para realización de actividades en la noche o madrugada, y también utilizaban leña con este propósito y para cocción de alimentos. A partir de ese año, las viviendas de la comunidad cuentan con el servicio básico de electricidad gracias a un proyecto de energía solar fotovoltaica desarrollado entre la Fundación Ecuatoriana de Tecnología Apropiada (FEDETA) y la Empresa Eléctrica – Regional Sucumbíos, con financiamiento del Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM). El uso de mecheros no ha sido erradicado, pues cuando existen inconvenientes con el sistema fotovoltaico o con la batería del

mismo, los usan como una alternativa. Esta forma de generación de electricidad ha funcionado gracias a un plan de sostenibilidad desarrollado para la comunidad.

Los principales ríos que discurren en el área de la comunidad son el Aguarico, Shushufindi y Aguas Negras, los mismos que son utilizados por los habitantes para la navegación, la pesca, higiene y consumo. Esta, como muchas otras comunidades del sector, mantiene una forma de vida estrechamente relacionada con el medio en el que se encuentra, por lo que el uso y cuidado de los recursos naturales es de extrema importancia para su subsistencia. Las principales actividades económicas a las que se dedican son la agricultura y la explotación de madera. En menor escala se conservan actividades como la pesca, la caza y la recolección de frutos de los huertos. Los principales productos sembrados son yuca, plátano, café, maíz, maní y ciertas frutas tropicales para el consumo local. La nacionalidad Secoya tiene convenios con la Reserva Cuyabeno para continuar utilizando los espacios tradicionales de cacería y pesca en ese sector, con ciertas regulaciones para la conservación de las especies.

En el caso de los habitantes de la comunidad de San Pablo que obtienen su principal sustento de la agricultura y la explotación de madera, hoy en día se ven obligados a transformar su cotidianidad debido al deterioro del medio que habitan y a la incursión de campamentos, plantaciones y construcciones ajenas a su entorno. Estas nuevas formas de vida se han desarrollado en las últimas décadas y requieren cada vez mayor infraestructura y caminos de acceso hasta los lugares de explotación. Con el agravante de que se encuentran en fase de estudio y exploración sísmica, tentativas para nuevos pozos petroleros en la parte sur del río Aguarico, así como posibles

ampliaciones en el área de cultivo de la oleaginosa más común en el sector que es la palma africana.

Lamentablemente, el impacto negativo de la explotación petrolera y agrícola en esta zona no se limita a estos cambios culturales y constructivos, sino que adicionalmente intensifica relaciones de dependencia entre los habitantes y las empresas que realizan las actividades. Así por ejemplo, la contratación de mano de obra para serrar árboles en los caminos de acceso a las zonas de trabajo de las petroleras, puede llegar a pagar hasta 100 dólares diarios, por lo que se ha vuelto una actividad muy apetecida por los pobladores. Esto ha dificultado el impulso de actividades relacionadas al cuidado y protección del medio ambiente ya que estas tienen una remuneración inferior. Mayores dificultades existen cuando se realiza un trabajo en conjunto con la comunidad para el desarrollo de un proyecto que pueda beneficiarlos, pues esperan un salario similar al de las petroleras. En dicho caso suele ser un organismo no gubernamental o fundaciones quienes financian proyectos de beneficio a la comunidad, y se busca el trabajo voluntario de los habitantes del sector, dificultando mucho el avance de las obras si la mano de obra no es remunerada.

2.2. El agua, calidad y formas de abastecimiento

2.2.1. Un recurso natural para todos

El agua es la esencia de la vida y sin ella el cuerpo humano no puede vivir. Es el líquido vital para el funcionamiento regular del organismo y para que el sistema inmunológico trabaje. El ex secretario de las Naciones Unidas Kofi Annan, dijo refiriéndose al agua: “El acceso al agua potable es una necesidad humana

fundamental y por ello un derecho humano básico. El agua contaminada compromete tanto la salud física como social de toda la gente. Es una afrenta a la dignidad humana.” (Traducción del autor). En este sentido el agua es un recurso necesario para la supervivencia humana y no una comodidad o un lujo de ciertas personas. La falta de agua potable a nivel mundial ocasiona anualmente más de 2 millones de muertes¹² que son en su gran mayoría niños menores a 5 años que viven en los países del hemisferio sur, como el Ecuador. El agua no tratada puede ser muy perjudicial para la salud, sea por haberla bebido o por usarla para la cocción de alimentos. El agua es además usada para la higiene, crecimiento de cosechas, alimentación de animales, ejercicio y otras actividades tanto culturales como sociales.

2.2.2. Perspectiva mundial del agua

Anualmente se realizan un sinnúmero de conferencias y reuniones acerca del cambio climático a nivel mundial y naturalmente el tema del agua también ha causado gran controversia tanto en países del norte como en los del sur. Entre otras cosas se ha mencionado el hecho de que existe gran riesgo de contaminación del agua a nivel mundial así como una escasez de este líquido para las generaciones futuras, lo mismo que podría conllevar a catástrofes, incluso se conjetura acerca de posibles conflictos bélicos. Expertos y analistas han dado su opinión al respecto y en la mayoría de los casos el panorama no es alentador. Un ejemplo de ello es la siguiente observación: “La escasez de agua no sólo puede llevar a un desastre ecológico y humano y, desde luego, frenar el desarrollo, sino que puede llegar, por sus consecuencias, a constituir

¹² CORCORAN, Nellemann. “Sick water. The central role of waste water management in sustainable development” Programa Ambiental de las Naciones Unidas. Norway. 2010

una amenaza para la paz y la seguridad internacional. Indudablemente, la falta de un elemento vital como es el agua produce declive económico, pobreza, enfermedades, muertes prematuras que son origen de tensión social e inestabilidad política que fácilmente originan conflictos internos que pueden convertirse en internacionales” Alberto Herrero de la Fuente¹³.

La falta de abastecimiento de agua potable a nivel mundial presenta un grave problema para la Organización Mundial de la Salud (OMS). Actualmente se estima que un 80% de las enfermedades en los países en vías de desarrollo son causados por una falta de saneamiento o purificación del agua consumida por las personas. Además la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el periodo de 2005 a 2015 como Decenio Internacional para la Acción «El agua, fuente de vida»¹⁴.

2.2.3. Situación del recurso vital en la comunidad

En la parroquia de San Roque la población que dispone de agua entubada representa menos de un 0.4 %, es decir que es prácticamente inexistente, además no cuenta con ningún tipo de sistema de alcantarillado. En la actualidad, para provisionarse de agua para el consumo humano, así como para la preparación de alimentos, los pobladores utilizan el agua de lluvia recolectada de forma artesanal o en tanques de plástico, o mediante la captación de agua en el río, siendo este último su lugar para aseo personal, lavado de la ropa y medio de transporte. Uno de los problemas que presentan estas fuentes, es que ninguna de ellas atraviesa un proceso de purificación

¹³ “Derecho Humano al Agua” MSc. Mario Peña Chacón – Consultor Legal Ambiental.

¹⁴ “Guías para la calidad del agua potable” Organización Mundial de la Salud

o potabilización, ocasionando muchas veces que el agua consumida en el hogar presente altos grados de contaminación.

No se han realizado pruebas de la pureza para asegurar una buena calidad del agua. La presencia de las grandes compañías anteriormente citadas es uno de los grandes influentes del deterioro de la calidad del agua. Si bien debido a un proceso natural, los ríos arrastran desechos o tierra, estos son de fuentes naturales y gracias a la oxigenación del agua se puede devolver las características a la misma. Pero al mezclarse productos químicos o desechos materiales no degradables con el río, no se puede conseguir una purificación del líquido a menos que se realicen limpiezas físicas y/o químicas. La explotación de petróleo y el uso de pesticidas en los cultivos de palma no solo contaminan las fuentes acuíferas sino también dejan en el aire residuos de los productos utilizados, los mismos que se evaporan y luego caen junto con la lluvia.

La fuente más confiable de la que disponen los pobladores del sector, considerando que no existe el servicio básico de agua entubada ni distribución con tanquero, es el agua subterránea. Este recurso, medianamente explotado hoy en día, es de fácil obtención una vez realizada la perforación del pozo, puesto que los mecanismos para su extracción pueden ir desde un simple balde con una soga hasta dispositivos que incluyan una bomba con un sistema de purificación integrado.

2.3. Tecnología apropiada a ser utilizada

Tomando en cuenta la locación geográfica de la provincia en estudio, es importante realizar una evaluación de las alternativas que podrían beneficiar a la comunidad de

acuerdo a los recursos de los que dispone. Las alternativas para dotar de energía eléctrica a una zona rural son las siguientes:

- Generación local termoeléctrica
- Generación local micro hidroeléctrica
- Generación eólica
- Extensión de redes
- Generación fotovoltaica

2.3.1. Generación local termoeléctrica – Planta a Diesel de 1.0 kW

La generación local termoeléctrica implica la instalación de un equipo de generación de alrededor de 1.0 kW ubicado en el lugar donde se instalará el pozo, requiriéndose la red de distribución en baja tensión, la acometida y los instrumentos de medida. Esta forma de generación y distribución de electricidad demandaría de la CNEL Sucumbíos (Corporación Nacional de Electricidad – Regional Sucumbíos), la conformación de un modelo de operación y administración que requiere de personal técnico en el sitio y el suministro permanente de combustible y lubricantes, además de las piezas de reemplazo que deben ser provistas oportunamente. Dada la experiencia en este tipo de servicio a nivel nacional, los altos costos de operación y la baja calidad del servicio, son algunos de los factores negativos que desfavorecen esta alternativa. Los costos de instalación y distribución para este tipo de tecnología son de 1.000 US\$ por kilovatio instalado y un promedio de 10.000 US\$ por kilómetro de red de baja tensión de acuerdo a datos proporcionados por la CNEL Sucumbíos y Appropriate Technology Inc. (ATI).

2.3.2. Generación local hidroeléctrica – Micro Central de 1.0 kW

Esta alternativa requiere la extensión de redes de distribución en baja tensión, acometida e instrumentos de medición. Si bien pertenece al grupo de las energías renovables, ya se ha mencionado el impacto ambiental en el lugar de la captación de agua, inundando los terrenos aledaños. Además las características físicas del sitio (carencia de desniveles para aprovechar las fuentes hídricas) hacen inviable esta alternativa. Los costos de instalación y distribución están entre los 6.000 y 9.000 US\$ por kilovatio instalado y el mismo valor de 10.000 US\$ que la tecnología anterior para red de baja tensión, de acuerdo a datos obtenidos de la Red Latinoamericana de Micro-Hidroenergía – HIDRORED.

2.3.3. Generación eólica

Para este tipo de aplicación deberá considerarse la instalación de un aerogenerador que permita suplir la demanda de 1000 W para la bomba. El Ecuador se encuentra en la zona de convergencia intertropical, lo que significa que los vientos del norte y del sur (vientos alisios) se juntan en la zona ecuatorial disminuyendo su velocidad debido al diferencial de temperatura. Para el caso de la Amazonía, no se conocen las condiciones de viento locales proyectadas en el tiempo a lo largo del año, además se conoce que esta zona carece de regímenes constantes de viento, de acuerdo a testimonios de los habitantes (explicación detallada en el capítulo 2.4). De acuerdo a valores obtenidos de Practical Action (antes conocida como Intermediate Technology Development Group ITDG) y ATI, este tipo de tecnología es competitiva con la

generación solar fotovoltaica. Lamentablemente la falta del recurso eólico en el sector, es la base para que esta alternativa sea inviable.

2.3.4. Extensión de redes

Pese a constituir una alternativa que ofrece una potencia suficiente para cubrir todas las necesidades energéticas del proyecto, ésta opción es inviable tanto técnica como económicamente por las siguientes razones:

- La comunidad se encuentra ubicada a 8,5 kilómetros del último poste de luz. De acuerdo a valores proporcionados por la CNEL – Sucumbíos, el costo por extensión de redes de mediana y baja tensión por kilómetro es de 8.000 y 10.000 US\$ respectivamente.
- Según la CNEL –Sucumbíos y el Plan de Electrificación Rural (PLANER), un transformador de 5.0 kW (mínima capacidad a instalarse si existe una extensión de red) debe tener un promedio mínimo de 50 abonados dentro de un radio de 500 metros para ser rentable. Tomando en consideración la dimensión de la población en estudio y las necesidades de la misma, se estima que la potencia máxima requerida no será mayor a 3.0 kW. Siendo ese el caso, el resto de energía generada quedaría desaprovechada.
- El responsable de la administración del sistema de bombeo debería acercarse a cancelar el valor de la planilla mensualmente en el centro poblado más cercano que disponga de una oficina de la empresa eléctrica. Lamentablemente no existe transporte público que llegue hasta la comunidad y solo tres habitantes cuentan con motocicleta. Esto implicaría gastos

adicionales de movilización y una jornada completa de la persona que realice la gestión, tomando en cuenta que debe ser un día laborable para que la oficina de la empresa eléctrica esté abierta.

2.3.5. Generación Fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica es una alternativa que ofrece condiciones técnicas y económicas favorables en toda la zona en estudio y, en general, en todo el país por su privilegiada ubicación geográfica. La incidencia de la radiación solar, sea directa o difusa (indirecta), contribuye a que los valores captados por las celdas fotovoltaicas permanezcan constantes y permitan cubrir la demanda energética a lo largo de todo el año. La infraestructura necesaria es la menos exigente de todas las alternativas. La operación y mantenimiento, requieren una mínima organización de la comunidad, bajo un esquema de sostenibilidad social del servicio. La tecnología a usarse es un sistema integrado. No hay piezas móviles ni sistemas de regulación, por lo que su mantenimiento técnico es sencillo y económico. Los costos de instalación para este tipo de alternativa serán estudiados más adelante en esta disertación. Se recalca que de acuerdo a datos obtenidos de ATI y FEDETA, es una fuente de energía que compite con cualquiera de las mencionadas anteriormente, con la ventaja de no generar un impacto ambiental.

Si bien se ha mencionado en esta sección la energía termoeléctrica, ha sido netamente con fines comparativos al resto de tecnologías. No se ha incluido la alternativa de un generador a gasolina en el sitio puesto que conllevaría a la continua dependencia de los pobladores a los combustibles fósiles y a un mantenimiento

regular de las piezas del mismo. Se recalca el hecho de que el generador no puede encenderse ni apagarse por sí solo, por lo cual se requeriría todos los días un operador presente al inicio y al final de las tareas de bombeo del motor. Además se pretende establecer una solución que permita reducir el impacto ambiental en el hábitat actual y no agravarlo.

Los demás tipos de energías renovables, como la geotérmica, ola motriz (implica el aprovechamiento de las olas), o mareomotriz (aprovechamiento de las mareas), no son aplicables en esta zona pues no existen las condiciones para que estas energías puedan desarrollarse. Por tratarse de un lugar distante de los centros poblados, se considera que la opción más favorable será aquella que requiera menos mantenimiento y pueda ser instalada en sitios aislados. Por estas razones y luego de un análisis de las alternativas, se recomienda implementar el uso de paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica.

2.4. Estudio de fuentes de abastecimiento

La comunidad de San Pablo cuenta con numerosas fuentes del recurso hídrico en sus alrededores. Es necesario realizar una evaluación de la posición geográfica de las mismas respecto a la comunidad, un estudio acerca de la calidad del agua y la influencia de las condiciones externas sobre el líquido vital. Se deberá considerar el uso que se le da al agua, cómo influyen las temporadas del año en el ciclo hidrológico, y otros factores que puedan influir en las diferentes fuentes del recurso. El agua subterránea es otro de los factores a considerar, pues es de suma importancia tanto para la vida diaria de las personas como para el ciclo hidrológico del agua. Se

estima que aproximadamente un 30% del caudal de agua en la superficie proviene de fuentes debajo de la tierra¹⁵. Por lo tanto se han contemplado en el estudio fuentes superficiales y fuentes subterráneas.

Después de un recorrido de campo por la comunidad y sus alrededores, y entrevistas con los pobladores, se han determinado cuatro fuentes de agua que podrían ser utilizadas para la implementación del sistema de bombeo. El río Aguarico no ha sido considerado entre las alternativas debido a que es el lugar donde se realizan actividades de aseo personal y lavado de ropa, así como uno de los medios de transporte, razones por las que podría ocasionar mayores problemas de salud una vez puesto en funcionamiento el proyecto.

2.4.1. El agua lluvia

El agua lluvia constituye una de las fuentes posibles a ser usadas para la posterior distribución de agua potable. Existe una captación para el agua lluvia en una de las escuelas, que cuenta con dos tanques de plástico de 600 litros y 850 litros instalados sobre una estructura de madera. El inconveniente con esta instalación es que la población recoge el agua lluvia ocasionalmente, pero cuando no existen lluvias fuertes o se presentan temporadas de sequía, se agota inmediatamente. Durante los meses de verano, los pobladores han asegurado que pueden llegar a pasar meses enteros sin que llueva ni una sola vez, hecho que hace inviable a esta alternativa. Otro de los limitantes de esta fuente es que si se quiere una distribución a las casas, se necesita infraestructura adicional ya que el nivel de los tanques es más bajo que la

¹⁵ United States Geological Survey (USGS) – Georgia Water Science Center. 2009.

cota de las acometidas en las casas. De esta forma habría que disponer de una bomba para la distribución directa, o un bombeo a un tanque elevado y de ahí proceder a distribuir mediante gravedad.

2.4.2. Pozo en el centro de la comunidad

Existe un pozo ubicado en el centro de la comunidad accionado por una turbina eólica. Este proyecto fue desarrollado mediante cooperación extranjera cuando técnicos de los Estados Unidos visitaron la comunidad y con el afán de implementar un sistema que dotara de agua a los habitantes, construyeron el molino. Lleva instalado aproximadamente tres años y se encuentra en un lugar alto, amplio y despejado de la comunidad. Lamentablemente no se hicieron los estudios suficientes respecto al recurso eólico para el lugar y hay temporadas del año en que la acción del viento es demasiado baja para el funcionamiento de este dispositivo. Por esta razón el generador no funcionó y todo el sistema quedó inutilizado. El molino pretendía sacar el agua de un pozo existente en el lugar donde fue emplazado, por lo que este podría utilizarse para instalar la bomba accionada con energía y dotar de agua a la comunidad. Sin embargo, los pobladores han identificado un problema adicional pues en los meses de diciembre y enero, que son los más secos, el pozo no llega a proveer ni siquiera 230 litros por día, que era el valor promedio para el que se diseñó en un principio. El pozo tiene un diámetro aproximado de 16 centímetros, lo que facilita la instalación de equipos de extracción de agua, pero debido a los inconvenientes mencionados habría que buscar una fuente alterna durante los meses de estiaje, lo cual no soluciona las necesidades de agua de los pobladores.

2.4.3. Manantial de agua

Una de las fuentes utilizadas por la comunidad para aprovisionamiento de agua es un manantial que se encuentra a un kilómetro de la casa más alejada del centro poblado y tiene la ventaja de tener un caudal constante casi todo el año. Se encuentra aproximadamente a la misma altura que el río, es decir que está a unos cinco metros por debajo del nivel general de la comunidad. Si se quisiera abastecer con agua a las viviendas individualmente, sería necesario bombear desde allí hasta un tanque elevado para continuar con la distribución por gravedad. Las desventajas de este sistema son: la distancia desde la captación hasta el centro de la comunidad (incremento de gasto en tubería), la necesidad de un reservorio en el lugar del manantial y la construcción de un tanque elevado, hechos que encarecerían la realización del proyecto.

2.4.4. Pozo del centro médico

La cuarta fuente de la que disponen los pobladores es un pozo situado a un costado del centro médico. Al igual que el pozo del molino ubicado en el centro de la comunidad, esta perforación fue realizada por el Ministerio de Salud con el objetivo de dotar a la gente con agua limpia. El procedimiento que se empleó hasta hace un año era la extracción de agua mediante el uso de un generador a gasolina y diesel de dos tiempos. Debido a la falta de mantenimiento y probables sobreusos del motor, hace algunos meses dejó de funcionar y no fue reparado. El agua se extraía a nivel superficial y había que recogerla en baldes o tanques, y los pobladores aseguran que siempre fue limpia y potable mientras se pudo extraerla del subsuelo. Hoy en día la

comunidad no cuenta con un generador para la extracción de agua pero los pozos siguen ahí. La ventaja de este pozo es que no presenta bajas en el caudal durante los meses de verano a diferencia del pozo ubicado en el centro de la comunidad. Las desventajas de este pozo son: su ubicación a unos 400 metros de la parte central de la comunidad, lo que implica la necesidad de mayor tendido de tubería hasta el lugar, la construcción de un reservorio para almacenaje del agua provista por el manantial, y la construcción de un tanque elevado para la distribución por gravedad.

2.4.5. Elección de la fuente de abastecimiento de agua

Todas las alternativas planteadas requieren de infraestructura adicional al pretenderse distribuir el agua por gravedad a cada domicilio. Se ha determinado que la cuarta opción sería la más apropiada pues requiere únicamente del tanque reservorio elevado y no presenta escasez de agua durante la temporada de diciembre y enero, hechos que le favorecen frente a las demás alternativas mencionadas.

Considerando las opciones planteadas se establece que la mejor fuente de generación de electricidad para el funcionamiento de la bomba será la energía solar fotovoltaica y que el lugar más apropiado para la instalación del sistema será el pozo ubicado a un costado del centro médico. La extracción se realizará desde este punto mediante bombeo a un tanque elevado y posteriormente se distribuirá el agua por gravedad mediante tubería conectada a cada vivienda, donde se instalará una llave de agua en cada casa.

CAPÍTULO 3. – REQUERIMIENTOS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

3.1. Dimensionamiento de equipos y cálculo de caudal

3.1.1. Período de diseño y análisis poblacional

El período de diseño es el tiempo para el que se proyecta el funcionamiento y servicio de una obra, sin necesidad de ampliaciones o ajustes de gran magnitud. Este período se determinará en función de cuatro parámetros:

- a) Vida útil de los componentes del sistema
- b) Posibilidad de ampliar o modificar el proyecto en el futuro
- c) Crecimiento poblacional, incluyendo desarrollo comercial e industrial
- d) Capacidad de pago de los pobladores o autoridades

- a) La vida útil estimada de los elementos que componen el proyecto se detalla a continuación:

Cuadro 3.1. – Vida útil de los elementos del sistema de agua potable¹⁶

Elemento	Años
Pozos de extracción de agua subterránea	10 a 25
Plantas de tratamiento	20 a 30
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias	
- Hierro dúctil	40 a 50
- Asbesto Cemento o PVC	20 a 30

¹⁶ BURBANO, Guillermo “Criterios básicos para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado”. Ingeniería Civil. 8vo Nivel. PUCE, 2008.

Cuadro 3.2. – Vida útil de la bomba y de los elementos del sistema de generación eléctrica¹⁷

Elemento del sistema	Años
Bomba de agua	20
Panel o módulo solar	20 a 30
Batería	4 a 5
Regulador	20 a 25
Inversor	20 a 25
Estructura de soporte de paneles	15 a 20

b) La factibilidad de ampliar el proyecto en el futuro deberá ser evaluada de acuerdo a las obras realizadas en el sector. En lo que respecta la accesibilidad, hace unos meses se rehabilitó la vía que llega hasta la comunidad desde el sector de “la boya”, que está a unos ocho kilómetros de San Pablo. No obstante es un camino lastrado en relativo mal estado por el que resulta complejo el ingreso en un vehículo que no sea “todo terreno”. Por esta razón es conveniente estimar los costos de movilización y transporte al momento de plantear una ampliación del proyecto a futuro. Debe considerarse también que las comunidades que se encuentran en los alrededores de San Pablo de Kantesiya no cuentan con un sistema de agua potable, por lo que un mejoramiento o ampliación podría realizarse únicamente cuando se haya cubierto la demanda de este servicio en los demás poblados de la zona, para evitar posibles conflictos entre comunidades.

¹⁷ SOLAR ENERGY INTERNATIONAL “Photovoltaics design and installation manual: renewable energy, education for a sustainable future.”

- c) El crecimiento de la población en los últimos años se ha visto disminuido según testimonios de los habitantes. En el pasado se asegura que los turistas visitaban la comunidad con más frecuencia debido a ser considerado un lugar exótico y apartado de la congestión urbana. Lamentablemente con la continua ampliación de la extracción de petróleo y de los cultivos de palma africana en el sector, el turismo ha buscado otros lugares más remotos. El desarrollo en el campo industrial y comercial es bajo debido a una falta de proyectos para promover la fabricación de artesanías o venta de productos del sector.
- d) Luego de charlas con los pobladores y de una evaluación de la información recolectada, se ha observado que la gente de la comunidad de San Pablo de Kantesiya está dispuesta a pagar una mensualidad para recibir el servicio de agua potable en sus viviendas. Consideran que el líquido vital, debidamente tratado, será una inversión para ellos y sus familias. Una vez realizado el análisis de los precios del proyecto se determinarán los valores que cada familia deberá cancelar mensualmente, y se estima que estará entre uno y dos dólares.

Para una determinación confiable de la población futura a la que se desea servir con el proyecto de agua potable, deberán emplearse los datos de los que se dispone en el sector. El Municipio de Shushufindi cuenta únicamente con el valor del VI Censo de Población y V de Vivienda realizado en el año 2001 a nivel nacional por el INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). Adicionalmente se realizó un censo de la población actual por el autor en el año 2010. Se utilizará estos datos para proyectar la población aplicando los métodos aritmético y geométrico. Para el método del

interés compuesto se tomará el valor del código de diseño del INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización) como se indica más adelante. En base a los valores calculados se determinará la población futura a servir de manera que todos los equipos tengan la capacidad suficiente para funcionar por un período de diseño no menor a 20 años.

Método Aritmético

Utilizando los dos valores de población obtenidos de los censos realizados en los años 2001 y 2010, se calcula el factor de crecimiento aritmético en ese período (2001 - 2010) para poder determinar la población futura en un período de 20 años.

$$Ka = \frac{Pf - Pi}{tf - ti}$$

Donde: Ka = factor de crecimiento aritmético

Pf = Población futura

Pi = Población inicial

tf = tiempo al final del período de diseño

ti = tiempo al iniciar el proyecto

$$Ka = \frac{270 - 242}{2010 - 2001}$$

$$Ka = 3.1111$$

Tomando el valor de Ka y estableciendo el período de proyección se tiene que:

$$Pf = Pi + Ka (tf - ti)$$

$$Pf = 270 + 3.1111 * (2030 - 2010)$$

$$Pf = 332.22 \text{ habitantes}$$

Método Geométrico

Utilizando los dos valores de población obtenidos de los censos realizados en los años 2001 y 2010, se calcula el factor de crecimiento geométrico en ese período (2001 - 2010) para poder determinar la población futura en un período de 20 años.

$$Kg = \frac{\ln Pf - \ln Pi}{tf - ti}$$

Donde: Kg = factor de crecimiento geométrico

Pf = Población futura

Pi = Población inicial

tf = tiempo al final del período de diseño

ti = tiempo al iniciar el proyecto

$$Kg = \frac{\ln 270 - \ln 242}{2010 - 2001}$$

$$Kg = 0.01216$$

Tomando el valor de Kg y estableciendo el período de proyección se tiene que:

$$Pf = Pi * e^{Kg(tf-ti)} = 270 * e^{0.01216(2030-2010)}$$

$$Pf = 344.37 \text{ habitantes}$$

Método del Interés Compuesto

Luego de consultar con el Municipio de Shushufindi y autoridades locales, se determinó que no existe un valor del índice de crecimiento. Por tal motivo se tomó el valor de 1.5 %, provisto por el código¹⁸ para una población de la región oriental.

$$Pf = Pa (1 + i)^n$$

¹⁸ Código CPE INEN. "Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural" INEN. Parte 9.2:97. Primera edición. 1997

Donde: i = índice de crecimiento para el diseño

n = período de diseño en años (20 años)

P_f = Población futura

P_a = Población actual

$$P_f = 270 (1 + 0.015)^{20}$$

$$P_f = 363.65 \text{ habitantes}$$

De los cálculos anteriores se presenta el siguiente resumen:

Cuadro 3.3. – Resumen de valores de población futura calculada de acuerdo a los tres métodos empleados

Método	Población futura (hab)
Aritmético	333
Geométrico	345
Interés compuesto	364

Debido a que San Pablo de Kantesiya es una población relativamente nueva y en los últimos años ha sufrido cierta migración de la población joven hacia las áreas urbanas, se considera que el crecimiento será lineal, por lo que se establece una población futura de 335 habitantes. Adicionalmente la norma establece que en ningún caso la población futura será mayor que 1,25 veces la población presente¹⁹. De esta forma se diseña el proyecto para una población que está dentro de los valores calculados por los métodos y cumple con la norma.

¹⁹ Norma CO 10.7 – 602. Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. MIDUVI

3.1.2. Consumo del agua

Las necesidades de agua en comunidades del oriente ecuatoriano como la de San Pablo, son menores a las que se tiene en la ciudad. La cantidad de agua que requiere una persona que vive en la ciudad, considerando que la usa para aseo personal, servicio higiénico, lavado de ropa, cocción de alimentos e hidratación, está cerca de los 200 litros por habitante por día en promedio. Existen también personas que llegan a gastar 300 o hasta 500 litros por día dependiendo del lugar donde viven o del estándar de vida que llevan²⁰.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) el valor mínimo para llevar un nivel de vida aceptable y cubrir las necesidades de una persona en cualquier medio que se encuentren es de 80 litros por habitante por día. El consumo promedio de un habitante de San Pablo de Kantesiya es menor, pues no existen las comodidades y facilidades de la vida urbana, no cuentan con servicio higiénico y no hay instalaciones para el aseo personal. Luego de charlas con los pobladores y estimaciones realizadas en campo, se concluye que en promedio los pobladores consumen entre 30 a 50 litros por habitante por día. No se puede establecer un valor exacto de la cantidad de agua requerida por cada individuo, ya que al utilizar el río como fuente de abastecimiento, el agua empleada no es mensurable.

Los pobladores de comunidades aisladas en esta región de la Amazonía, no disponen de baños lo cual significa más del 70% del ahorro si se considera que en la ducha se gasta en promedio 100 litros para una ducha rápida (5min) y en los inodoros se usa

²⁰ MELGUIZO B., Samuel. “Fundamentos de Hidráulica e Instalaciones de abasto en las edificaciones.” Centro de Publicaciones Universidad Nacional Medellín 1994.

de 8 a 10 litros por descarga de la palanca. El trabajo en campo permitió comprobar que el uso del río como fuente de aseo personal y el lavado de la ropa, hacen que el consumo de agua en el hogar sea menor. Los usos principales de este líquido son la cocción de alimentos y la hidratación de las personas.

Naturalmente al diseñar un proyecto social de esta índole, se considera que los pobladores tendrán un mayor consumo de agua para sus actividades, puesto que dispondrán de una fuente de abastecimiento directamente en su hogar. Por esta razón se evalúa y diseña una dotación mayor a la que tienen actualmente y de acuerdo a las normas correspondientes.

De acuerdo al código²¹ se recomienda los siguientes valores para dotación de acuerdo al tipo de sistema que se diseñe:

²¹ Código CPE INEN. “Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural” INEN. Parte 9.2:97. Primera edición. 1997

Cuadro 3.4. – Valores para dotación de agua de acuerdo al nivel de servicio que tenga la comunidad

OPCIÓN TÉCNICA	DISPERSIÓN DE LA POBLACIÓN	NIVEL DE SERVICIO	SISTEMA	DENOMINACIÓN	CLIMA		
					FRÍO (l/hab/día)	CÁLIDO (l/hab/día)	
Con distribución por tubería	Sistema de agua por Gravedad y Bombeo	0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario.	-	-	
			DE				
		Semidispersa Dispersa	Ia	AP	Grifos públicos.	25	30
				DE	Letrinas sin arrastre de agua.		
		Semidispersa Dispersa	Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.	50	65
				DE	Letrinas sin arrastre de agua.		
		Concentrada	IIa	AP	Conexiones domiciliarias con un grifo por casa.	60	85
				DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.		
		Concentrada	IIb	AP	Conexiones domiciliarias con más de un grifo por casa. Sistema de alcantarillado sanitario.	75	100

AP: Agua Potable

DE: Disposición de Excretas

DRL: Disposición de Residuos Sólidos

Existen otras normas nacionales cuando no se tiene un registro de los consumos de agua de la población en un tiempo representativo. Sin embargo, han sido consideradas debido a que la comunidad en estudio cuenta con una población menor a los 1.000 habitantes.

3.1.3. Variaciones de consumo

El caudal para el dimensionamiento del tanque reservorio está afectado por factores de mayoración debido a las variaciones diarias y horarias en el consumo del agua potable durante las horas pico o el máximo consumo en el día. Estos factores se determinarán en función del tamaño, el clima y la ubicación geográfica de la población.

Caudal medio

Se ha establecido que la población futura a servir será de 335 habitantes. La dotación media futura se fijará en 90 litros por habitante por día, ya que se ha considerado las tablas de la norma nacional y además se han evaluado las recomendaciones de la OMS para poblaciones rurales. Por estar limitada la población futura, se estableció un valor adicional a la dotación por motivos de seguridad. De esta forma se tiene el siguiente valor:

$$\text{Caudal medio} = Q_m = f * \frac{D * P}{86400}$$

Donde: D = Dotación (l/hab/día)

f = Factor fugas

P = Población futura

Cuadro 3.5. – Valor de las fugas de acuerdo a los servicios que tenga la comunidad²²

Nivel de servicio	Factor f
Ia - Ib	1,1
IIa - IIb	1,2

$$Q_m = \frac{1,2 * 90 \text{ l/hab/día} * 335 \text{ hab}}{86400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_m = 0,419 \text{ l/s}$$

Caudal máximo diario

$$QMD = KMD * Q_m$$

Donde: QMD = Caudal máximo diario (l/s)

KMD = Factor de mayoración máximo diario

El factor de mayoración máximo diario tiene un valor de 1,25 para todos los niveles de servicio en comunidades rurales con una población menor a 1.000 habitantes.

$$QMD = 1,25 * 0,419 \text{ l/s}$$

$$QMD = 0,523 \text{ l/s}$$

Caudal máximo horario

$$QMH = KMH * Q_m$$

Donde: QMH=Caudal máximo horario (l/s)

²² Norma CO 10.7 – 602. Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. MIDUVI

KMH=Factor de mayoración máximo horario

El factor de mayoración máximo horario (KMH) tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio en comunidades rurales con población menor a 1.000 habitantes.

$$QMH = 3 * 0,413$$

$$QMH = 1,26 \text{ l/s}$$

Volumen de incendios y emergencias

Por constituir una población con menos de 3.000 habitantes, no se debe considerar un volumen de reserva para incendios. De igual forma el volumen de emergencia no se toma en cuenta para poblaciones menores a 5.000 habitantes.

Volumen de almacenamiento (regulación)

La capacidad del reservorio de almacenamiento será el 50%²³ del volumen medio diario futuro.

En ningún caso, el volumen de almacenamiento será inferior a 10 m³.

$$V_a = Q_m * 86.400 * 50\%$$

$$V_a = 0,413 \text{ l/s} * 86.400 * 0,5$$

$$V_a = 18.090 \text{ litros} = 18,1 \text{ m}^3$$

²³ Norma CO 10.7 – 602. Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. MIDUVI

Por razones de seguridad se establece que el volumen de almacenamiento será de 20 m³ para poder cubrir todas las solicitudes de agua potable que tenga la comunidad.

Caudal de diseño

En sistemas de conducción a bombeo, el caudal de diseño se establecerá en función del consumo máximo diario y el número de horas de bombeo, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q_B = 1,05 Q_{MD} \frac{24 \text{ horas}}{N^\circ \text{ horas de bombeo al día}}$$

Donde: Q_B = Caudal de bombeo (l/s)

Q_{MD} = Caudal máximo diario calculado al final de período de diseño

En ningún caso el caudal de diseño de la conducción corresponderá al caudal máximo horario.

$$Q_B = 1,05 * 0,523 * \frac{24 \text{ h}}{6 \text{ h}} \qquad Q_B = 2,197 \text{ l/s}$$

Este caudal asegura una presión dinámica mínima de 5m en la línea de conducción, por lo que cumple con la norma.

3.2. Bombeo del agua

3.2.1. Cálculo de la carga dinámica total

Para un dimensionamiento adecuado del sistema, deben considerarse las diversas alturas y distancias entre el lugar de extracción del agua hasta el reservorio o

cisterna. El gráfico a continuación detalla de forma esquemática el trayecto que recorrerá el agua y los nombres con los que se especifica cada altura y cada distancia:

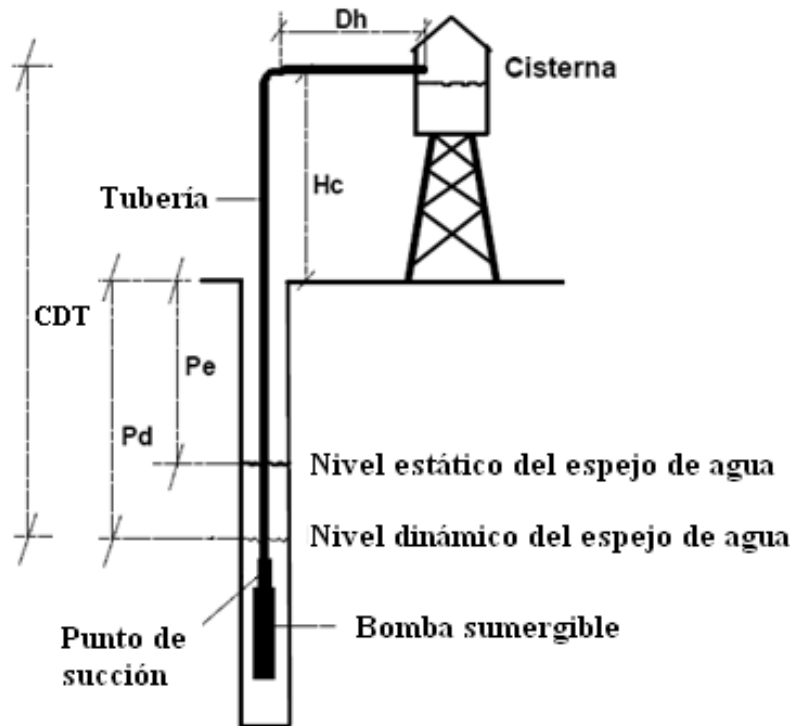


Gráfico 3.1. – Alturas y distancias del recorrido del agua desde el bombeo hasta el almacenaje en el tanque reservorio

Donde:

Dh: Es la distancia horizontal desde el lugar de bombeo hasta el sitio donde se edificará el tanque reservorio. Permitirá obtener el valor de las pérdidas por fricción en la tubería. Tiene un valor de 380 metros, de acuerdo a las coordenadas geográficas de cada lugar.

Hc: Es la altura que debe recorrer el agua desde la boca del pozo hasta la descarga en el tanque elevado.

Hc = desnivel del terreno entre la boca del pozo y la base del tanque
+ la altura total del tanque

$$Hc = 4,0 \text{ m} + 14,0 \text{ m}$$

$$Hc = 18,0 \text{ m}$$

Pe: Es la profundidad estática del agua, es igual a 6 metros.

Pd: Es la profundidad dinámica del agua, es igual a 8 metros.

Las pérdidas en la tubería serán calculadas de acuerdo a la fórmula de Darcy –

Weisbach:

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Donde: D = diámetro interno de la tubería (m)

f = factor de fricción del material (adimensional)

hf = pérdidas por fricción en la tubería (m)

L = longitud de la tubería (m)

V = velocidad del flujo (m/s)

El factor de fricción del PVC es de 0,02²⁴.

El diámetro de la tubería de bombeo se fija en 75 mm (diámetro interior igual a 70,4 mm) para evitar pérdidas de carga demasiado elevadas y al mismo tiempo mantener una velocidad apropiada del flujo de agua, por lo que se tiene que:

$$Q_b = V * A$$

$$V = \frac{2,197 \text{ l/s}}{\left(\frac{0,0704^2 * \pi}{4}\right) \text{ m}^2} * \frac{1 \text{ m}^3}{1.000 \text{ l}} = 0,564 \text{ m/s}$$

²⁴ GILES, Ranald V. “Mecánica de fluidos e hidráulica”

$$hf = 0,02 * \frac{380 \text{ m}}{0,075 \text{ m}} * \frac{(0,497 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$hf = 1,753 \text{ m}$$

Para asegurar un correcto dimensionamiento se comprueban las pérdidas por fricción utilizando la fórmula de Hazen-Williams:

$$hf = 10,674 * \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} D^{4,871}} * L$$

Dónde: C = coeficiente de rugosidad del material (adimensional)

D = diámetro interno de la tubería (m)

hf = pérdidas por fricción en la tubería (m)

Q = caudal (m³/s)

El coeficiente de rugosidad del PVC es de 140²⁵.

$$hf = 10,674 * \frac{(2,197 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * \frac{1}{1000})^{1,852}}{140^{1,852} (0,0704 \text{ m})^{4,871}} * 380 \text{ m}$$

$$hf = 2,109 \text{ m}$$

Por seguridad se toma el valor más alto de pérdidas por fricción que es el obtenido con la fórmula de Hazen – Williams.

CDT: Es la carga dinámica total y es igual a la suma de Hc + Pd + hf de esta manera se tiene que:

$$CDT = 14,00 + 8,00 + 2,11 + 4,00 = 28,11 \text{ m}$$

La bomba deberá elevar el agua a una altura total de 28,11 m.

²⁵ GILES, Ranald V. “Mecánica de fluidos e hidráulica”

3.2.2. Selección de bomba de acuerdo al caudal y la carga dinámica

Para un proyecto ubicado en zonas remotas debe siempre procurarse equipos y accesorios que sean confiables y duraderos para el período de diseño establecido. Uno de los elementos clave en todo el sistema será la bomba, pues deberá suplir las demandas calculadas y operar en las condiciones que se presentan en el medio.

Existe un sinnúmero de bombas disponibles en el mercado para fines de bombeo de agua ya sea a nivel superficial o subterráneo. Por tratarse de un sistema que emplea la energía solar fotovoltaica, las opciones se reducen a 3 tipos de bombas: de diafragma, helicoidales y centrífugas.

Las bombas de diafragma, también conocidas como de membrana o volumétrica, son las más recomendables para volúmenes pequeños (entre 1.000 y 5.000 litros por día) y sistemas donde se requiere mayor carga dinámica total. Son las más económicas para fines de bombeo, sin embargo son más vulnerables cuando se trata de agua con presencia de arenas puesto que los diafragmas se desgastan y deben reemplazarse incurriendo en costos adicionales. Por lo general son utilizadas en sistemas de baja potencia.

Las helicoidales (o de cilindro) son bombas que en su interior tienen un estátor en forma de hélice y un rotor helicoidal que gira dentro de él. Son utilizadas para bombeo de líquidos viscosos principalmente, como aguas servidas o lodos. Por sus características pueden llevar los fluidos que bombeen a alturas de hasta 200 metros. Tienen el inconveniente de ser equipos costosos, por lo que no son los más recomendables para lugares de difícil acceso o donde la asistencia es remota.

Las bombas centrífugas pueden ser superficiales o sumergibles. Ambas funcionan de la misma forma y cuentan con un impulsor rotatorio que genera la carga llamado rodete. El agua entra al interior de la bomba por el rodete y mediante los álabes el líquido es impulsado hacia el exterior gracias a la fuerza centrífuga. Debido al mecanismo de esta bomba (álabes) no se puede bombear líquidos que presenten grandes cantidades de arena pues desgastaría los elementos y la bomba quedaría inservible. Ambos tipos de bombas centrífugas pueden manejar altos caudales. La bomba superficial tiene la ventaja de permitir un fácil acceso para reparaciones en caso de requerirlas, pero está limitada a una capacidad de succión de hasta 7 metros aproximadamente. La sumergible, al contar con el mecanismo de pasos múltiples (varios impulsores), permite bombear mayores caudales a mayor carga dinámica.

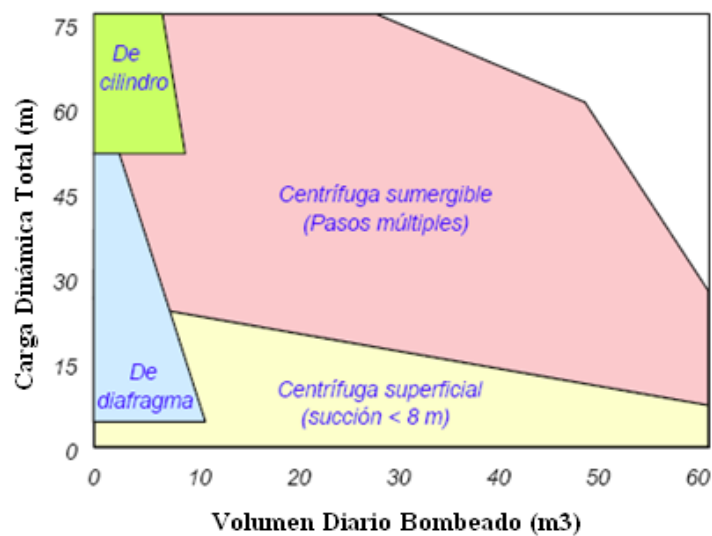


Gráfico 3.2. Tipo de bomba recomendada según la carga dinámica total y el volumen diario requerido²⁶

²⁶ ROCHÍN GARCÉS Jaime, “Guía para el Desarrollo de Proyectos de Bombeo de Agua con Energía Fotovoltaica”. Baja California, México. 2000

Por las características anteriormente detalladas y de acuerdo al gráfico, se establece que la bomba centrífuga sumergible (de Pasos Múltiples) será la más recomendable para el proyecto. Es una bomba que permite la extracción de caudales mayores a 30 m³ por día, a alturas superiores a los 100 metros dependiendo de la cantidad de energía eléctrica que se le proporcione. En el mercado pueden conseguirse bombas que funcionen con un arreglo de paneles solares, una turbina eólica y/o con un generador eléctrico a gasolina. Esto se debe a que pueden operar utilizando corriente directa o alterna.

3.3. Tanque para almacenamiento de agua

El agua debe ser almacenada con el fin de regular las variaciones de consumo de la población. Para este fin se dispondrá de un depósito que tenga el volumen necesario para cubrir las variaciones horarias de consumo. El volumen del tanque, considerando que se trata de una población rural, debe ajustarse a la norma que establece un valor de 50% del volumen medio diario futuro, es decir 20 m³.

Para el funcionamiento de la red de agua, se diseñará un tanque elevado donde se almacene el líquido y posteriormente sea distribuido por gravedad, asegurando la presión mínima establecida por la norma para diseño de sistemas de agua potable en el área rural²⁷. Esta presión será de 7 m.c.a. (metros de columna de agua) en el punto más crítico de la red. Para el emplazamiento del tanque se ha destinado el lugar de coordenadas N 341126 E 9971720 donde la altura del terreno llega a los 245

²⁷ Norma CO 10.7 – 602. Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. MIDUVI

m.s.n.m., puesto que está en un sitio céntrico con respecto a las viviendas de la comunidad y es la zona más elevada del poblado.

Los tanques de agua pueden ser fabricados en diversos materiales, como plástico, hormigón armado o acero, siempre que reciban el tratamiento y terminado adecuado para almacenamiento de agua. Para el proyecto en San Pablo de Kantesiya se ha considerado la opción del tanque de hormigón armado como la más adecuada debido al difícil acceso a la comunidad y la complejidad constructiva que pudiese significar el uso de un material como el acero. Adicionalmente se ha determinado la existencia de una cantera en la cercanía, la misma que permitirá el abastecimiento de material fino (arena) y grueso (ripió) para la producción del hormigón.

3.3.1. Prediseño del tanque

El alcance de la presente disertación no incluye un dimensionamiento detallado de los materiales y elementos que conforman el tanque para almacenamiento de agua. Para fines de una estimación presupuestaria, se realiza un prediseño del tanque que será apenas estimativo y cuyas dimensiones serán preliminares. Asimismo se establecen valores de resistencia del suelo de una obra en el sector que no necesariamente tendrá las mismas características que el suelo de fundación de la estructura del proyecto. Con el objetivo de comprobar la estabilidad de la estructura frente a la acción de un sismo y verificar la resistencia para el corte bidireccional (punzonamiento), se realizarán los cálculos respectivos.

Se ha realizado un análisis seudo estático mediante el programa SAP 2000, el mismo que permitió comprobar la resistencia de los elementos definidos y verificar la cuantía de acero necesaria para el armado del hormigón. El valor de la cantidad de

acero requerida en cada sección ha sido verificado para que no sobrepase el máximo permisible establecido por el código del ACI (American Concrete Institute por sus siglas en inglés). Adicionalmente el programa determina el período fundamental de vibración de la estructura, dato que será necesario para los cálculos de comprobación de la estabilidad de la estructura. Las dimensiones del tanque para almacenaje de agua serán las siguientes:

Dimensiones externas: 4,00 m x 4,00 m con una altura de 1,70 m

Las paredes tendrán 0,15 m de espesor

La base será una losa maciza de 4,80 m x 4,80 m con 0,20 m de espesor

Se incluye un detalle gráfico de las características del tanque en el plano 3, en los anexos.

La estructura del reservorio estará soportada por 4 columnas iguales ubicadas en las cuatro esquinas de las paredes del tanque. Tendrán una sección cuadrada y estarán arriostradas cada 3 metros de altura por vigas de sección de 30 cm x 40 cm. Adicionalmente se colocarán cadenas (riostras) en el nivel natural del terreno, las que tendrán una sección de 20 cm x 20 cm. Las columnas estarán fundidas a una losa de cimentación de 30 cm de espesor uniforme, considerando la altura mínima para zapatas apoyadas sobre el suelo y una armadura con varillas de 20 mm de diámetro. Se ha determinado el uso de una losa ya que se desea evitar asentamientos diferenciales y al mismo tiempo se busca asegurar la estabilidad de la estructura frente a la acción de un sismo. Las columnas comenzarán en el nivel N – 1.30 con una sección cuadrada de 40 x 40 cm.

Cuadro 3.6. – Dimensiones de las columnas en función de la altura

Elemento	Dimensiones de la columna	Nivel inferior	Nivel superior
	(cm)	(en metros con respecto al suelo)	
Columna	40 x 40	- 1.30	+ 0.00
Columna	40 x 40	+ 0.00	+ 3.00
Columna	40 x 40	+ 3.00	+ 6.00
Columna	35 x 35	+ 6.00	+ 9.00
Columna	35 x 35	+ 9.00	+ 12.10

Considerando que el Laboratorio de Suelos de la Universidad Católica ha realizado pruebas de suelos en el sector, se toma un estudio de un proyecto para determinar de manera aproximada la resistencia y el tipo de suelo existente (Anexo 3). El suelo se caracteriza por ser un limo arcilloso de alta plasticidad de color café en los primeros dos metros de perforación. A partir de los dos metros se tiene un material con una capacidad de carga (natural) entre las 6,0 t/m² y las 15,0 t/m², por lo que una correlación entre estos dos valores permite establecer una capacidad portante del suelo de 10,0 t/m². De los resultados obtenidos por las pruebas, se determina que es necesario un mejoramiento del terreno en caso de cimentar dentro de ese estrato. Debido a que la profundidad de desplante se estima a una profundidad de -1,60 m, se realizará un mejoramiento de suelo reemplazando 50 cm por debajo del nivel de cimentación, es decir hasta alcanzar el nivel de -2,10 m.

Existen diversos materiales para fines de mejoramiento de suelos debajo de la cimentación de una estructura. De acuerdo a la recomendación del informe, el remplazo de suelo deberá realizarse con material seleccionado, por esta razón se ha considerado la colocación de material de sub-base. Las especificaciones del

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) establecen que los tipos de sub-base clase 1 y 2 contengan un 30% de los agregados triturados, y por no contar con una trituradora en el sector, se utilizará material de sub-base clase 3.

La sub-base clase 3 está formada por agregado grueso, obtenido mediante cribado de grava o roca, mezclado con arena natural o material finamente triturado para alcanzar una granulometría específica²⁸. El mejoramiento se realizará con el material mencionado, compactado al 100% de la densidad seca máxima (γ_d seca máx.) en dos capas de 25 cm. Una vez realizado el cambio de suelo donde se cimentará la estructura, la capacidad de carga admisible del suelo no será menor a 10,0 t/m², considerando el valor obtenido de la correlación y la profundidad de cimentación establecida. Adicionalmente, el tipo de suelo presente en los estratos más profundos es una arcilla no compresible, por lo que el asentamiento por consolidación previsto es despreciable.

Cabe recalcar que el mejoramiento de suelo permite que se alcance el estrato de suelo competente para la cimentación de la estructura. El conjunto losa de cimentación y estrato mejorado trabajarán como uno solo, a una profundidad de 2.10 m con respecto al nivel natural del terreno.

El siguiente gráfico muestra la elevación de la estructura del tanque elevado. Se han realizado dos cortes en planta para detallar las dimensiones de los elementos, un corte del tanque de almacenamiento de agua y otro de la cimentación de la estructura.

²⁸ Ministerio de Obras Públicas. “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.” MOP 001-F. Capítulo 4 – Sección 403: Sub – Bases. 2002

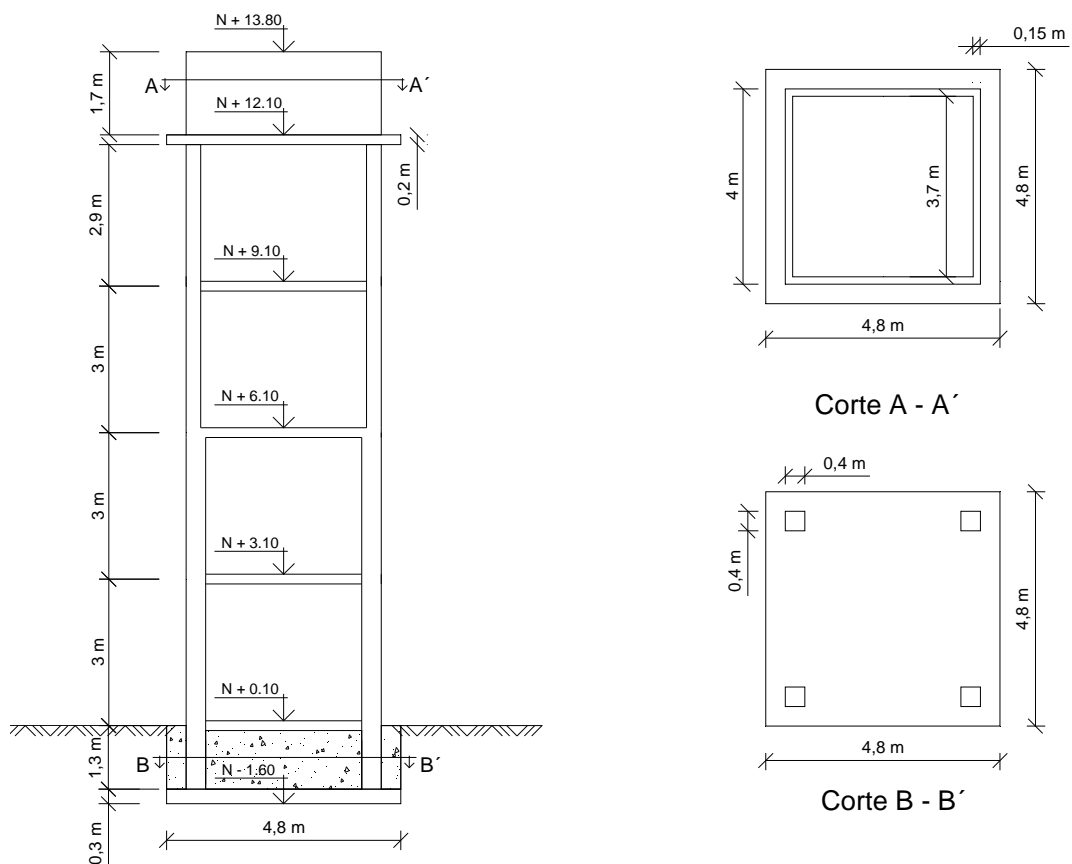


Gráfico 3.3. Elevación de la estructura del tanque de almacenamiento de agua

3.3.2. Determinación de las cargas aplicadas en la estructura

Peso propio de la estructura

Tanque:

Paredes: $0,15 \text{ m} * 1,7 \text{ m} * 4 \text{ m} * 2 = 2,04 \text{ m}^3$

$0,15 \text{ m} * 1,7 \text{ m} * 3,7 \text{ m} * 2 = 1,89 \text{ m}^3$

$Peso \text{ propio} = 3,93 \text{ m}^3 * 2,4 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 9,42 \text{ t}$

Piso: $0,20 \text{ m} * (4,8 \text{ m})^2 = 4,61 \text{ m}^3$

$Peso \text{ propio} = 4,61 \text{ m}^3 * 2,4 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 11,06 \text{ t}$

Columnas:

$$(0,40 \text{ m})^2 * 7,3 \text{ m} + (0,30 \text{ m})^2 * 5,9 \text{ m} = 1,890 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso propio: } 1,89 \text{ m}^3 * 2,4 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 4,53 \text{ t}$$

Las cuatro columnas son iguales por lo tanto

$$\text{Peso total} = 4,53 \text{ t} * 4 = 18,15 \text{ t}$$

Vigas:

Su longitud se incrementa debido al cambio de sección de las columnas a una altura de 6,10 metros sobre el nivel natural del terreno, pero su sección permanece constante.

$$[(0,30 * 0,40) \text{ m}^2 * 3,20 \text{ m}] * 4 * 2 = 3,07 \text{ m}^3$$

$$[(0,30 * 0,40) \text{ m}^2 * 3,40 \text{ m}] * 4 = 1,63 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso propio} = 4,70 \text{ m}^3 * 2,4 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 11,28 \text{ t}$$

Cadenas:

Estarán ubicadas al nivel del terreno para arristrar las columnas.

$$[(0,20 \text{ m})^2 * 3,20 \text{ m}] * 4 = 0,512 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso propio} = 0,512 \text{ m}^3 * 2,4 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 1,223 \text{ t}$$

Peso del agua:

$$(3,7 \text{ m})^2 * 1,7 \text{ m} * 1 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 23,27 \text{ t} \text{ (lleno hasta el tope)}$$

Peso de la carga viva:

Se ha contemplado un valor para carga viva (80 kg/m²) puesto que el personal encargado de la revisión y mantenimiento del sistema deberá subir a la parte superior

del tanque. Este valor permite realizar un diseño más conservador por posibles cargas aplicadas a la estructura.

$$\frac{80 \text{ kg/m}^2}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{t}}} * (4,8\text{m})^2 = 1,84 \text{ t}$$

Cuadro 3.7. – Resumen de pesos totales sin contemplar el peso del relleno ni la cimentación

Elemento	Peso (t)	Fuerza
Tanque	20,48	F1
Columnas	18,15	
Vigas	11,28	
Riostras	1,22	
Agua	23,27	F2
Carga viva	1,84	F3
Total	W = 76,24	

Peso del relleno (F4):

$$[(4,8 \text{ m})^2 - (0,40\text{m})^2 * 4] * 1,3 \text{ m} - (0,20\text{m} * 0,10\text{m} * 3,2\text{m}) * 4 = 29,49\text{m}^3$$

$$\text{Peso propio} = 29,49 \text{ m}^3 * 1,6 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 47,18 \text{ t}$$

Losa de cimentación:

Cálculo del peralte

$$h \text{ mín} = 15 \text{ cm}$$

$$2 \phi = 2 * 2 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{recubrimiento mínimo} = 7,5 \text{ cm}$$

$$H \text{ mín} = h \text{ mín} + 2\phi + \text{recubrimiento}$$

$$H \text{ mín} = 15 + 4 + 7,5 \text{ [cm]}$$

$H \text{ mín} = 26,5 \text{ cm}$ → Se determina que la losa tendrá un espesor de 30 cm.

Peso propio (F5)

$$4,8 \text{ m} * 4,8 \text{ m} * 0,30 \text{ m} = 6,912 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso losa} = 6,912 \text{ m}^3 * 2,4 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 16,59 \text{ t}$$

Para comprobar la estabilidad del tanque bajo la acción de un sismo, se realizará el cálculo del momento de volcamiento que afectará a la estructura y el momento estabilizante, debiendo ser la relación entre ambos un factor de seguridad mayor o igual a 1,5, obtenido de la siguiente forma:

$$\frac{M. \text{Estabilizante}}{M. \text{Volcamiento}} \geq 1,5$$

Las estructuras distintas a las de edificación, que soportan cargas verticales tales como reservorios, tanques o silos, deberán ser diseñadas para una resistencia tal que puedan soportar los efectos inducidos por el sismo²⁹. Para comprobar si la estructura dimensionada resiste dichos efectos, se calculará el cortante basal de diseño (V).

$$V = \frac{Z * I * C}{R * \phi_P * \phi_E} * W$$

Para el cálculo de C se requiere adicionalmente de la siguiente ecuación:

$$C = \frac{1,25 * S^S}{T}$$

²⁹ Código Ecuatoriano de la Construcción. “Requisitos generales de diseño: peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculos para diseño sismo-resistente.” CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12.

Z: coeficiente para propósito de diseño de acuerdo a la zona sísmica en la que se ubique el proyecto. Se considera 0,15 por estar en la zona sísmica I.

I: factor de importancia de acuerdo al tipo de uso de la estructura. Se considera 1,3 por ser una estructura importante.

R: Coeficiente de reducción de respuesta estructural. Se considera 3 por tratarse de un reservorio y/o depósito.

\emptyset_P y \emptyset_E : factores de configuración estructural en planta y en elevación. Tendrán un valor de 1,0 por no contemplarse irregularidades estructurales en la obra.

C y S: coeficientes establecidos por el Código Ecuatoriano de la Construcción de acuerdo al tipo de suelo. Las características del suelo en sitio, se clasifica como un suelo del tipo S3 es decir suelo blando y estrato profundo. El coeficiente C no deberá tener un valor mayor a 2,8. El coeficiente S tendrá un valor de 1,5.

W: peso total de la estructura incluyendo todas las cargas aplicadas y contenido de la misma en condiciones normales de operación. Su valor es de 76,24 toneladas.

T: período fundamental de vibración de la estructura, determinado gracias al programa SAP2000. Tiene un valor de 0,4305.

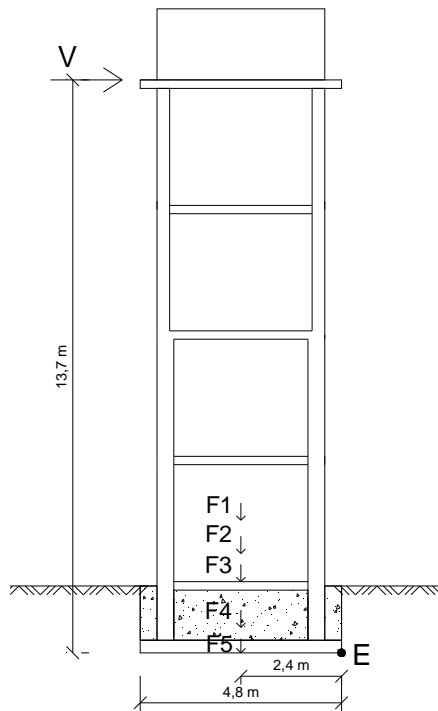


Gráfico 3.4. – Esquema de aplicación de cargas sobre el tanque

$$C = \frac{1,25 * 1,5^{1,5}}{0,4305} = 5,3342$$

Sin embargo el valor de C no podrá ser mayor a 2,8 por lo que se adopta el máximo.

$$V = \frac{0,15 * 1,3 * 2,8}{3} * 76,24 t$$

$$V = 13,88 t$$

Se realiza una sumatoria de momentos alrededor del punto E para determinar cada uno de los momentos.

$$\text{Mom. Estab.} = [F1 + F2 + F3 + F4 + F5] t * 2,4 m$$

$$\text{Mom. Estab.} = [51,13 + 23,27 + 1,84 + 47,18 + 16,59] t * 2,4 m = 336,02 t \cdot m$$

$$\text{Mom. Volc.} = 13,54 t * 13,7 m = 190,10 t \cdot m$$

$$\frac{M. Estab.}{M. Volc.} = \frac{336,02 t \cdot m}{190,01 t \cdot m} = 1,77 > 1,5$$

Se verifica que el factor de seguridad obtenido es mayor al mínimo por lo que se puede concluir que la estructura es estable y podrá resistir las acciones del sismo.

3.3.3. Corte bidireccional

Para comprobar la resistencia de la losa al corte, se deberá en primer lugar realizar una mayoración de las cargas aplicadas a la estructura de acuerdo a los factores que establece el código ACI.

Cuadro 3.8. Mayoración de cargas para el diseño del peralte de la losa

	Fuerza	Carga (t)	Factor de mayoración	Carga mayorada (t)
Carga muerta	F1 + F5	67,72	1,2	81,26
Carga por agua	F2	23,27	1,2	27,92
Carga viva	F3	1,84	1,6	2,94
Carga de relleno	F4	47,18	1,6	75,49
Carga total mayorada		140,01		187,61

La capacidad admisible del suelo se establece con un valor de 10 t/m² como se ha especificado anteriormente. Se determina el q_{su} (esfuerzo pseudo último) del suelo para diseñar el elemento de hormigón:

$$q_{su} = \frac{Pu}{A_o} = \frac{176,50 \text{ t}}{(4,8\text{m})^2}$$

$$q_{su} = 8,14 \text{ t/m}^2$$

$$Vu = 8,14 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} * [(2,4\text{m})^2 - (0,4 + d)^2]$$

$$Vu = 45,58 - 6,51 * d - 8,14 * d^2$$

$$b_o = (0,4 + d) * 4$$

$$Vc = 1,1 * \sqrt{f'c} * b_o * d * 10$$

$$= 1,1 * \sqrt{210} * (0,4 + d) * 4 * d * 10$$

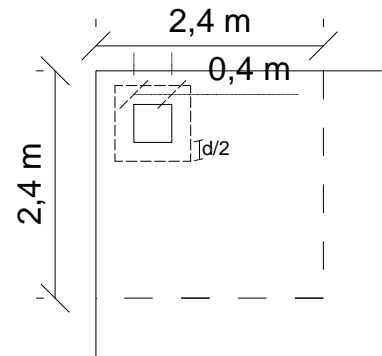
$$= 637,62 * d^2 + 255,05 * d$$

$$Vu = \phi * Vc \quad \phi = 0,75$$

$$0,75 * [45,58 - 6,51 * d - 8,14 * d^2] = 637,62 * d^2 + 255,05 * d$$

$$\rightarrow d = 0,16 \text{ m}$$

Se comprueba que el peralte de la losa cubre los requisitos para corte, por lo tanto no se producirá falla por punzonamiento. Se conserva el espesor pre dimensionado de la losa que es de 30 centímetros.



3.3.4. Comprobación del equilibrio con el suelo

Debe realizarse un cálculo para determinar si las cargas transmitidas al suelo no exceden la capacidad admisible del mismo. Para ello se determina que:

$$q_{suelo} = \frac{P \text{ total}}{A_o} = \frac{140,01 \text{ t}}{(4,8 \text{ m})^2}$$

$$q_{suelo} = 6,08 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} < q_a = 10,0 \text{ t/m}^2$$

Se comprueba que el suelo resiste y no fallará debido a las cargas aplicadas sobre él.

3.4. Red de distribución

La red de distribución a ser diseñada deberá cubrir las necesidades de dotación de agua de todas las casas de la comunidad. Para poblaciones menores a 1.000 habitantes deberá cumplir con los siguientes parámetros básicos:

- Suministro continuo de agua con un caudal suficiente para atender la demanda máxima horaria en el punto más alejado y/o el más desfavorable, para el período de diseño adoptado.
- Mantener las presiones en los límites establecidos por la norma para las diferentes zonas de demanda.
- Disponer de un sistema de válvulas de cierre que permita el aislamiento y suspensión del servicio en caso de producirse daños o necesitar realizar mantenimiento a equipos.

El área total a cubrir con la red de distribución de agua potable es de 20,8 hectáreas (ha), y ha sido dividida en diez áreas de aporte de acuerdo a la expansión futura de la comunidad.

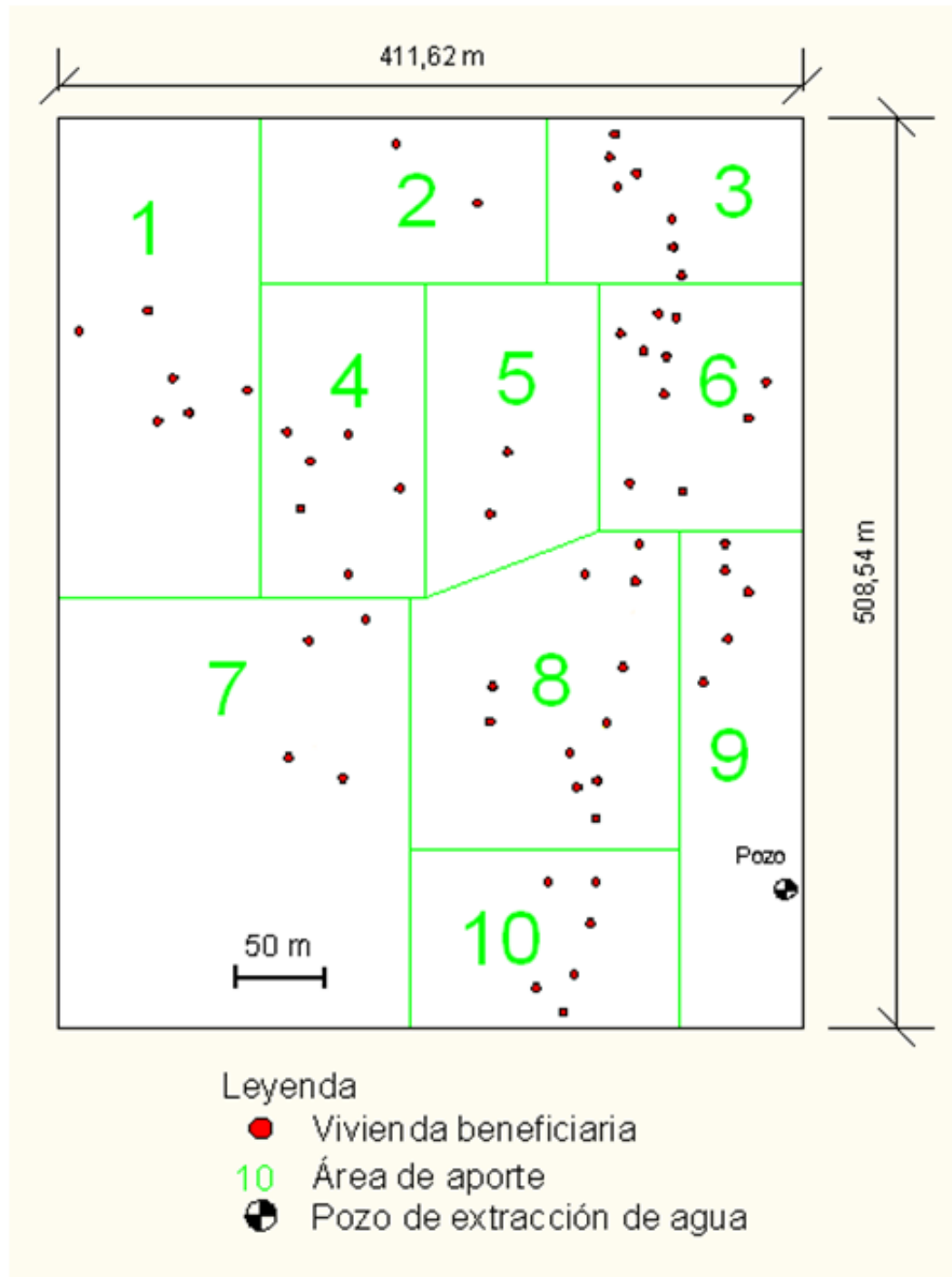


Gráfico 3.5. División del área total de la comunidad en áreas de aporte futuras

Cuadro 3.9. Cálculo de área de aporte futura y caudal en cada nudo

Nodo	Area (Ha)	Densidad Poblacional (hab/Ha)	Población Servida (hab)	Dotación (lt/hab/día)	QMD (lt/s)	QMH (lt/s)	Q incendio (lt/s)	Q Total (lt/s)
1	2,97	16,11	48	90	0,075	0,179	0	0,179
2	1,41	16,11	23	90	0,036	0,085	0	0,085
3	1,27	16,11	20	90	0,032	0,077	0	0,077
4	1,60	16,11	26	90	0,040	0,097	0	0,097
5	1,52	16,11	25	90	0,038	0,092	0	0,092
6	1,55	16,11	25	90	0,039	0,094	0	0,094
7	4,66	16,11	75	90	0,117	0,282	0	0,282
8	2,44	16,11	39	90	0,061	0,147	0	0,147
9	1,88	16,11	30	90	0,047	0,114	0	0,114
10	1,49	16,11	24	90	0,037	0,090	0	0,090
Total	20,8		335		0,523	1,256		1,256

3.4.1. Componentes de la red

Tuberías

Para la construcción de una red de distribución de agua potable existen diversas alternativas de tuberías en el mercado: acero, hierro galvanizado, hierro dúctil, hierro fundido, PVC, asbesto-cemento, entre otras. Por tratarse de una comunidad en el sector rural de la provincia de Sucumbíos y dado su complejo acceso, se determina que la mejor alternativa es la tubería de PVC. Este tipo de tubería es la que más se comercializa en el sector, es relativamente económica comparada con las otras, es de fácil transporte debido a su peso y tiene una larga vida útil.

Para el ensamble de las tuberías se empleará la unión por cementado solvente que consiste en la unión de dos tuberías mediante un material cementante. Este método se utilizará por su facilidad de aplicación, calidad en el tipo de sellado, disponibilidad en el mercado local y manejabilidad de la tubería en caso de requerir desviaciones menores.

Válvulas

Son dispositivos mecánicos que permiten la interrupción parcial o total del agua en una red de distribución.

Válvula de compuerta: Estos accesorios son utilizados para el cierre o seccionamiento de flujo en las tuberías. Su accionamiento es poco frecuente y se la utiliza abierta o cerrada completamente. La válvula de compuerta por lo general produce menor caída de presión en el sistema que cualquier otro tipo de válvula. Se instalará este tipo de válvula en la tubería de salida del tanque reservorio, esto

permitirá interrumpir el servicio de agua antes que entre a la red para fines de mantenimiento o reparación.

Una red debe disponer de válvulas que permitan independizar ciertos sectores de la misma para mantenimiento o por motivos operacionales, sin suspender el servicio de distribución de agua para toda la población. En la presente disertación se ha considerado únicamente la instalación de una válvula de compuerta en el lugar indicado debido al tamaño de la red, considerando que una reparación o mantenimiento se podrá realizar en un corto período de tiempo sin alterar las actividades de los habitantes.

3.4.2. Diseño hidráulico de la red

Los cálculos para determinar las presiones en cada punto de la red se realizarán utilizando el programa EPANET, que es un programa para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. Se conseguirá un análisis hidráulico de la red de agua a partir de las características físicas de las tuberías y las características dinámicas de los nudos (puntos de consumo). A través de este análisis se obtendrá los caudales en las tuberías y las presiones en los nudos.

Este programa ha sido ampliamente utilizado en el Ecuador por profesionales y estudiantes para el análisis hidráulico de las redes de agua potable. Es de fácil aplicación y emplea cualquiera de las siguientes dos fórmulas para los cálculos.

Fórmula de Hazen-Williams

$$hf = 10,674 * \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} D^{4,871}} * L$$

Fórmula de Darcy – Weisbach:

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Las tuberías han sido dimensionadas de acuerdo al diámetro interno disponible en el mercado, y asegurando que la presión de trabajo cubra las necesidades del sistema de agua potable. El plano del trazado de la red en el programa Epanet se incluye en el plano N° 2.

Cuadro 3.10. – Características de las tuberías de la red

	Longitud	Diám. Externo	Diám. Interno	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de Fricción	Pérd. Fricción
ID Línea	m	mm	mm		l/s	m/s	m/km		m
Tubería 1	60	50	47	140	1,89	1,09	29,95	0,023	1,797
Tubería 2	90	40	37	140	-0,96	0,90	27,67	0,025	2,490
Tubería 3	50	32	29	140	-0,21	0,31	5,30	0,030	0,265
Tubería 4	80	40	37	140	-0,48	0,45	7,57	0,028	0,606
Tubería 5	100	40	37	140	0,35	0,33	4,30	0,029	0,430
Tubería 6	130	40	37	140	0,18	0,17	1,22	0,032	0,159
Tubería 7	50	40	37	140	0,18	0,17	1,22	0,033	0,061
Tubería 8	150	40	37	140	0,01	0,01	0,00	0,052	0,000
Tubería 9	180	40	37	140	-0,07	0,06	0,21	0,037	0,038
Tubería 10	150	40	37	140	-0,15	0,14	0,93	0,033	0,140
Tubería 11	190	32	29	140	-0,02	0,04	0,10	0,042	0,019
Tubería 12	140	32	29	140	0,11	0,17	1,74	0,033	0,244
Tubería 14	40	40	37	140	-0,37	0,34	4,64	0,029	0,186
Tubería 15	40	40	37	140	-0,60	0,56	11,66	0,027	0,466
Tubería 16	100	40	37	140	0,36	0,33	4,45	0,029	0,445
Tubería 17	190	40	37	140	0,08	0,07	0,26	0,036	0,049
Tubería 18	150	32	29	140	0,09	0,14	1,12	0,034	0,168
Tubería 21	100	40	37	140	0,92	0,86	25,55	0,025	2,555

Como se estableció previamente, la red de distribución ha sido dividida en diez sectores, por esta razón se cuenta con el mismo número de puntos de demanda base. De acuerdo a recomendaciones de profesionales experimentados en el diseño de este tipo de sistemas, por el tamaño de la red, bastaría con un punto de demanda base. Sin embargo se ha considerado apropiado establecer un punto por cada sector en el que se ha dividido la red.

Cuadro 3.11. – Características de los nudos de la red

	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	l/s	l/s	m	m
Conexión 2	244	0,000	0,00	256,30	12,30
Conexión 3	244	0,092	0,09	253,75	9,75
Conexión 4	244	0,097	0,10	253,32	9,32
Conexión 5	243	0,085	0,09	253,18	10,18
Conexión 6	242	0,077	0,08	253,14	11,14
Conexión 7	243	0,287	0,29	253,14	10,14
Conexión 8	242	0,094	0,09	252,88	10,88
Conexión 9	242	0,114	0,11	252,63	10,63
Conexión 10	242	0,343	0,34	253,16	11,16
Conexión 11	242	0,147	0,15	253,35	11,35
Conexión 12	243	0,000	0,00	253,81	10,81
Conexión 13	244	0,282	0,28	253,37	9,37
Conexión 14	241	0,090	0,09	253,18	12,18
Conexión 15	244	0,000	0,00	253,16	9,16
Conexión 16	244	0,179	0,18	253,11	9,11

Se puede observar claramente que la presión obtenida en cada punto de distribución cumple con los requisitos establecidos por la norma (7 m.c.a.), a pesar de que las velocidades en las tuberías son bajas.

3.4.3. Recomendaciones generales

Las tuberías de la red deberán formar mallas evitando ramales abiertos. El diámetro de las tuberías será el diámetro comercial que más se acerque al determinado en los cálculos hidráulicos. Se establece según la norma, que las tuberías de la red tendrán un diámetro mínimo de 19 mm.

Para agua potable no se fija una velocidad mínima de conducción ya que se considera que no existen partículas en suspensión. La velocidad máxima deberá

mantenerse alrededor de 1,5 m/s para disminuir los efectos de sobrepresión originados por el golpe de ariete.

Cada conexión domiciliaria debe contar con los elementos necesarios para asegurar un acoplamiento perfecto a la tubería matriz, siendo económicamente adecuada para el medio rural. A pesar de tratarse de un proyecto de carácter social y en un lugar remoto, se instalarán medidores para toda la comunidad con el fin de regular el consumo y evitar desperdicios de agua.

Las tuberías de agua potable deberán colocarse en el costado Norte y Este de la calzada. La profundidad a la que se debe instalar la tubería de agua potable debe ser de 0.60 m desde el nivel natural del terreno.

3.5. Desinfección del agua por hipoclorito de sodio

3.5.1. Generalidades del cloro

El cloro es un elemento químico que forma parte de los gases halógenos. En estado natural es de color amarillo-verdoso pero no se lo encuentra en estado puro ya que reacciona rápidamente con muchos elementos y otros compuestos químicos. Por esta razón se lo puede encontrar formando cloruros, en las minas de sal o disuelto en el agua marina. Es un producto que desde el siglo XIX, cuando fue descubierto, ha sido aplicado en la desinfección del agua para consumo humano o en grandes fuentes de agua como piscinas.

Su uso y aplicación es muy amplio incluyendo la fabricación de numerosos productos farmacéuticos, envolturas plásticas, productos de limpieza, productos de

PVC, pero sin duda aquella aplicación que mayor éxito ha tenido desde inicios del siglo XX, es la purificación del agua para el consumo humano.

3.5.2. Objetivo de la cloración

El objetivo de la potabilización del agua es destruir los organismos patógenos causantes de enfermedades, tales como protozoarios, bacterias, virus y nematodos. Todo sistema que abastezca de agua potable para el consumo humano debe ser desinfectado adecuadamente. Se conocen diversos tipos de desinfección de acuerdo al nivel de contaminación que presente el líquido vital, como son:

- Oxidación química con sustancias tales como cloro, bromo, yodo, ozono, dióxido de cloro, y otros compuestos órgano halógenos
- Tratamiento físico mediante aplicación de calor
- Irradiación por luz ultravioleta
- Aplicación de iones metálicos tales como cobre y plata
- Ajuste del pH con ácidos y bases fuertes

En caso de no existir contaminación del agua a utilizarse en la red, se establece que el requisito mínimo para todo sistema de agua potable sea la cloración.

El producto químico más usual y de fácil utilización para fines de cloración es el hipoclorito de calcio, que viene en estado sólido granulado o el hipoclorito de sodio, que es una solución líquida. Estos productos no deben ser almacenados en lugares donde se guarde alimentos, tampoco deben depositarse cerca de equipos o aparatos pues producen la oxidación de sus partes metálicas. Deberán ser almacenados en

lugares donde no reciban la luz solar ya que ésta produce su descomposición y por consiguiente, la pérdida de su poder desinfectante.

3.5.3. El cloro en el cuerpo humano

En un pequeño porcentaje, el cuerpo humano tiene átomos de cloro dentro de sí. La mayoría de estos se encuentran como iones cloruro, los mismos que tienen un papel muy importante manteniendo la estabilidad de los fluidos corporales y el pH de los jugos gástricos. Por esto es necesario que se incluya el cloruro de sodio (sal común) en la dieta diaria. Es aún más importante cuando se suda bastante o en casos de diarrea, hechos que ocurren con frecuencia en la comunidad estudiada puesto que la mayoría de actividades se realizan afuera a altas temperaturas y los casos de disentería son frecuentes en el sector.

3.5.4. Generación de hipoclorito de sodio

El sistema de generación de hipoclorito cuenta con un tanque de 30 litros de capacidad, un juego de celdas electrolíticas, un panel de control y los accesorios de conexión. En el tanque del equipo se realiza la mezcla de sal común y agua, se introducen las celdas electrolíticas dentro del agua, se tapa el tanque y se conecta a la corriente eléctrica por un período no menor a 15 horas.

El equipo produce una solución a una concentración de 12.500 ppm y puede generar de 15 a 30 litros dependiendo el tiempo que permanezca conectado a la electricidad.

El equipo a utilizarse para la fabricación de hipoclorito de sodio funcionará con energía generada por un sistema de paneles fotovoltaicos independiente al sistema

instalado para la bomba de extracción de agua. El funcionamiento deberá ser ininterrumpido y por esta razón se incluirá el uso de baterías para acumular energía durante el día.

3.5.5. Dosificación de la solución

La dosificación de hipoclorito de sodio se realizará de acuerdo a las recomendaciones de la Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento y Residuos Sólidos del MIDUVI. Considerando la concentración de la solución obtenida del generador de hipoclorito (12.500 partes por millón - ppm), se recomienda que se dosifiquen 3ppm, es decir 3 mg/l. El valor de cloro residual en el sistema de agua debe estar entre 0,3 y 1,0 mg/l³⁰, teniendo como límite deseable un valor de 0,5 mg/l. Esta comprobación deberá realizarse en la toma de agua domiciliaria, una vez que se haya puesto en funcionamiento toda la red de agua. La cantidad de solución a ser dosificada se calcula a continuación:

Volumen diario (calculado a partir del caudal medio diario) = 20.000 l/día

Para el cálculo de la cantidad de hipoclorito necesario en el agua, se utiliza la recomendación de la Subsecretaría y se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Litros diarios necesarios} = \frac{\text{Volumen agua} * \text{ppm a dosificar}}{\text{concentración de la solución}}$$

$$V = \frac{20.000 \text{ l} * 3 \text{ ppm}}{12.500 \text{ ppm}}$$

$$V = 4,8 \text{ l por día}$$

³⁰ Norma CO 10.7 – 602. Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. MIDUVI

La cantidad de solución de hipoclorito de sodio para clorar el sistema será de 20 litros, considerando que se establecen 4 días de autonomía para el sistema.

La cloración es el método más eficaz y habitual para la potabilización de sistemas de agua, logrando una correcta desinfección del líquido a través de determinadas concentraciones de cloro libre en un tiempo de contacto establecido. Como norma general, el tiempo de contacto mínimo deberá ser de 30 minutos.

3.5.6. Dispositivo dosificador

Para la inclusión del hipoclorito en el sistema de agua potable se utilizará un dosificador diseñado por el MIDUVI para poblaciones rurales donde no se cuenta con energía eléctrica. El inyector está fabricado íntegramente en PVC de alta resistencia, lo que le proporciona durabilidad y resistencia al ataque de agentes externos. Este dispositivo permite la dosificación de cloro mediante un sistema de by-pass y aprovecha el impulso de la bomba para realizar la cloración de acuerdo al caudal que pasa por la tubería. De esta forma se consigue una dosificación proporcional al volumen bombeado y se evita una sobre cloración del agua.

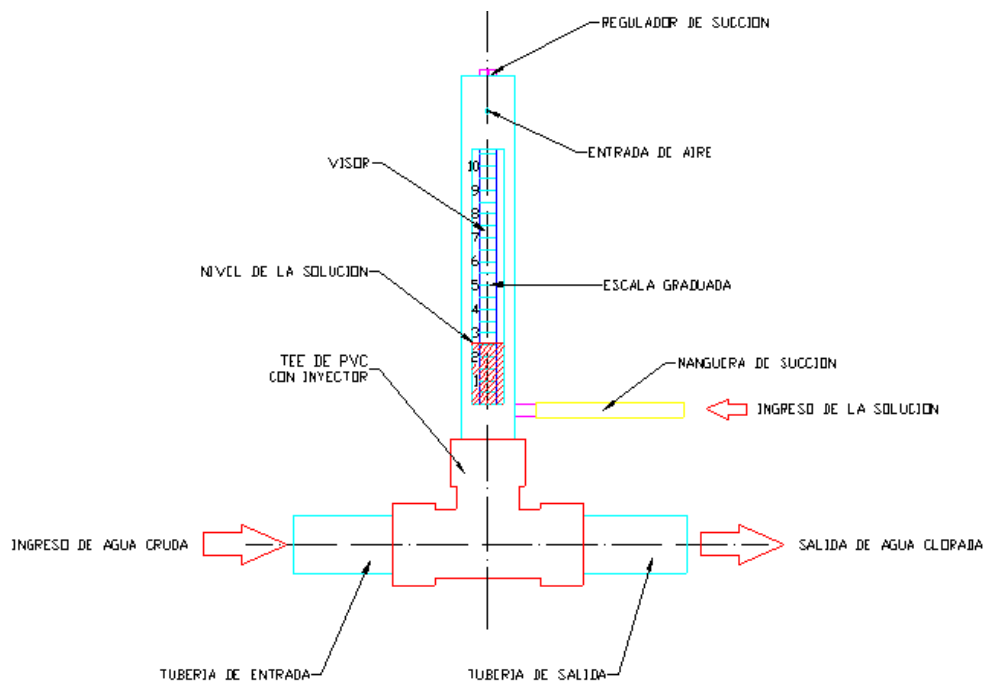


Gráfico 3.6. – Inyector de cloro modelo ECU-SSA³¹

El dispositivo dosificador será alimentado desde un tanque cuya capacidad será la establecida de acuerdo a los días de autonomía, es decir no menos de 20 litros. Será la responsabilidad del encargado del manejo del sistema (aguatero) el producir la solución utilizando el generador de hipoclorito y una vez terminado el ciclo de éste, verter el producto obtenido en el tanque dosificador.

El funcionamiento del inyector es sencillo y de fácil instalación, se basa en el principio de la inyección de un chorro de agua a presión a través de una tobera de eyección. El caudal de agua que ingresa a la tobera de eyección arrastra el aire o líquido (solución de hipoclorito de sodio) que se encuentra en la cámara de inyección.

³¹ Subsecretaría de Saneamiento Ambiental. MIDUVI. Octubre 2010

La producción, manejo y dosificación del hipoclorito de sodio debe realizarse con el máximo cuidado y únicamente por la persona que haya sido previamente capacitada para el efecto. Es un producto oxidante fuerte y corrosivo, puede causar quemaduras en la piel o lesiones tanto en los ojos como en el sistema respiratorio. Por esta razón se recomienda el uso de equipos de protección para la persona encargada de su generación y manejo.

3.6. Operación y cuidado del agua

Si bien el procedimiento de cloración del agua no tiene una alta complejidad, deben realizarse los debidos controles durante todo el proceso para obtener un producto de calidad para distribución a la población.

3.6.1. Comportamiento del cloro en el agua

Al introducir el cloro en el agua, se irán produciendo sucesivamente diversas reacciones químicas. Es conveniente que estos mecanismos se conozcan a la perfección antes de proceder a una operación de desinfección.

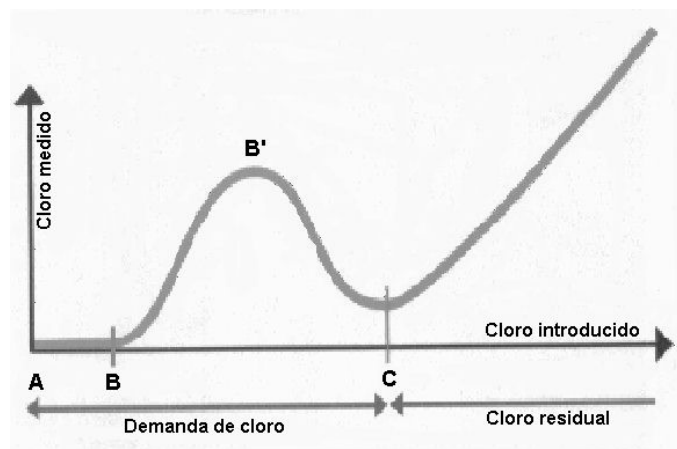


Gráfico 3.7. – Evolución de la cantidad de cloro residual en función de la cantidad de cloro introducido en el agua

Fase A - B: El cloro introducido en el agua se combina inmediatamente con la materia orgánica. Consecuentemente, el cloro residual medido se mantiene en cero. Mientras no se destruyan estos compuestos, no se producirá la desinfección.

Fase B - B': A partir del punto B, el cloro se combina con compuestos nitrogenados como el amoníaco. En este punto ya se puede medir una cantidad de cloro residual. Esta concentración no corresponde al cloro realmente activo, sino a cloraminas que reaccionan con los reactivos de los aparatos de medición (igual que el cloro). Se trata de productos orgánicos complejos, por lo general producen fuerte olor y sabor en el agua.

Fase B' - C: Cuando se añade más cloro, se observa que la cantidad de cloro residual que se mide con los aparatos ordinarios de medición va en descenso. En realidad, el cloro introducido ha servido para destruir los compuestos formados durante la fase B - B'. El agua no huele tan mal pero sigue sin estar desinfectada.

Punto C (Break Point): El cloro introducido está finalmente disponible para cumplir su función de desinfectante. Los primeros miligramos de cloro introducidos no aseguran la desinfección. Antes de que éste pueda garantizar realmente una acción eficaz, se deberá agregar una cantidad variable de desinfectante para que se produzcan todas las reacciones químicas secundarias. De esta forma se podrá comprobar la demanda de cloro exacta que requiere el sistema.

3.6.2. Cuidado y manejo de la cloración del sistema

Si bien se ha calculado la dosificación que debe darse al agua, es necesario que se realicen las pruebas respectivas para comprobar los niveles tanto de cloro en el

tanque reservorio como en el punto más alejado de la red. Por tratarse de un sistema de abastecimiento pequeño, no se requiere de una recloración en la red, sin embargo los niveles de cloro residual no deberán estar fuera de los límites establecidos por la norma.

La operación del sistema será encargada a una persona seleccionada por la comunidad, quién será la responsable del funcionamiento y cuidado de los equipos instalados. Para la realización de este servicio, la persona será remunerada con un salario fijo mensual que vendrá de los aportes que realicen mes a mes los usuarios por recibir el servicio de agua potable.

3.6.3. Mantenimiento de la red de agua potable

Todo sistema de agua potable debe tener un mantenimiento rutinario para prevenir el mal funcionamiento de los equipos o el deterioro de los mismos. Esta tarea será la responsabilidad de la persona encargada de la generación de hipoclorito de sodio. De esta forma se podrá garantizar que las instalaciones, tuberías y obras perduren a lo largo del tiempo.

Las tuberías y accesorios que no se encuentren enterrados deben ser revisados y ajustados para controlar las posibles fugas en la red. Se realizará un cierre de la válvula de compuerta ubicada a la salida del tanque reservorio siempre que se deban realizar ajustes o reparaciones, para no ocasionar desperdicios del agua de la reserva.

CAPÍTULO 4. – ENERGÍA ELÉCTRICA A BASE DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

4.1. Requisitos básicos para una instalación aislada

Una vez presentados y evaluados los recursos disponibles en el país y las ventajas de usar la energía solar fotovoltaica en los capítulos anteriores, se ha determinado que este tipo de energía es la más apropiada para que funcione el equipo de bombeo así como el tanque generador de hipoclorito de sodio. En este capítulo se detallan los requisitos básicos para una instalación aislada, se determinan los componentes que forman parte de un sistema fotovoltaico y sus características, además se establecen las protecciones y mantenimiento que deben tener los equipos.

El requisito primordial para el funcionamiento de una instalación remota que implemente el uso de la energía solar fotovoltaica es la irradiación solar. Las partículas electromagnéticas que viajan a través del espacio para llegar a un cuerpo o atravesar una superficie y producir ionización se conocen como irradiación solar, son la fuente de energía directa de los sistemas fotovoltaicos. La irradiación solar máxima a nivel mundial está cerca de 6,8 kilovatios hora por metro cuadrado (kWh/m²) y puede encontrarse en lugares como Arabia Saudita o África Subsahariana. Este valor se lo expone como el máximo para dar una idea del potencial disponible a nivel mundial.

En el Ecuador se tiene medias³² entre 3,0 y 4,2 kWh/m² que representan un valor elevado para una inversión en este tipo de energía, al compararlo con el valor máximo de 3,0 kWh/m² con el que cuentan países pioneros en este tipo de tecnología como son Alemania y España. El valor determinado para la comunidad de San Pablo es de 4,0 kWh/m² según el Atlas Solar del Ecuador publicado por el CONELEC para fines de generación eléctrica. Este valor también es conocido como las horas de pico solar o PSH por sus siglas en inglés (Pick Solar Hours), en español también conocido como horas de sol perfecto por día. Mediante este valor se podrá dimensionar una instalación de paneles solares, pues de acuerdo a las horas de sol perfecto que se disponga en el sector, se determinará cuantos paneles requiere el sistema para la producción de energía eléctrica solicitada por los equipos.

Otro aspecto fundamental para el buen funcionamiento de un sistema solar fotovoltaico será la temperatura ambiente. Si bien un arreglo de paneles solares puede funcionar a casi cualquier temperatura (incluso bajo cero), el rendimiento de los mismos será mucho menor si se tiene bajas temperaturas. En la comunidad de San Pablo la temperatura media anual es de 25°C por lo que se espera una generación de energía eléctrica óptima. A pesar de haber días nublados, es una condición que se registra solo a primeras horas de la mañana. No es un sector donde existan partículas en el ambiente como polvo o arena, que pudieran afectar el rendimiento de los módulos solares, por lo cual se pronostica buenos rendimientos de los módulos solares y el conjunto del sistema.

³² Anexo 1 – Mapas solares y de heliofanía a nivel nacional y mundial.

4.2. Dimensionamiento de los componentes del sistema fotovoltaico

Para determinar la cantidad de equipos que requiere el sistema para cubrir sus necesidades energéticas y la capacidad de los mismos, se ha utilizado la metodología propuesta por CONELEC para dimensionamiento de sistemas³³.

4.2.1. Módulo fotovoltaico

Existen diversos tipos de paneles solares y de acuerdo a las necesidades y al presupuesto disponible se podrán adquirir productos que presenten una mayor eficiencia. El siguiente cuadro muestra una breve descripción del tipo de paneles, su eficiencia y el área necesaria para producción de 1 kilovatio pico (kWp).

Cuadro 4.1. – Eficiencia obtenida y superficie requerida de acuerdo al material del panel fotovoltaico³⁴

Material de la celda	Máxima eficiencia en laboratorio	Eficiencia promedio campo	Superficie requerida para 1kWp en m2
Silicio Monocristalino	24,7%	15,0%	6 a 9
Silicio Policristalino	20,3%	14,0%	6 a 8
Silicio Amorfo	12,1%	6,0%	14 a 20
CIS/CIGS	20,0%	10,0%	9 a 11
CdTe	16,5%	7,0%	12 a 17

³³ Consejo Nacional de Electricidad. “Atlas solar del Ecuador para fines de generación eléctrica”. Quito, 2008.

³⁴ QUASCHNING, Volker. “Renewable energy and climate change”. IEE Press. Chichester. 2010

El panel está constituido por diversas partes que permiten la conversión de los rayos del sol a electricidad. La pieza clave son las celdas o placas fotovoltaicas hechas de material semiconductor como el silicio. Todas estas células, por lo general 36, son colocadas en el módulo fotovoltaico, y conectadas eléctricamente en serie. Al silicio se le introducen pequeñas partículas de diversas “impurezas” del tipo N y del tipo P gracias a elementos como el fósforo y el boro respectivamente. Las impurezas del tipo N proveerán un exceso de electrones y aquellas del tipo P una escasez de ellos. Los rayos de luz solar, constituidos por fotones (tienen la ventaja de ser radiación y a la vez constituir materia), podrán ser reflejados por el panel, atravesar el mismo o ser absorbidos por las células. Aquellos absorbidos serán los responsables de hacer saltar los electrones de una capa a la otra creando una corriente (continua – DC) proporcional a la radiación incidente³⁵.

De forma general el panel estará constituido por las placas fotovoltaicas colocadas entre capas encapsulantes de alta transparencia. Un sostén rígido conocido como sustrato es colocado debajo de las células y una protección posterior, plástica o metálica, incrementa la rigidez del panel. La superficie colectora tiene un vidrio templado o plástico de alto impacto, con un elevado grado de transmisión de la luz incidente. Todos los componentes son montados en un marco de aluminio anodizado y debidamente sellado para lograr completa hermeticidad, y evitar que el agua entre y deteriore las conexiones.

³⁵QUASCHNING, Volker. “Renewable energy and climate change”. IEE Press. Cap. 5 “Photovoltaics – Energy from Sand”. Chischester, 2010.

Se utilizarán paneles del tipo Silicio Monocristalino por ser los que presentan mejor eficiencia promedio en campo, requieren poca superficie para generar la potencia necesaria y son los más comunes en el mercado, de forma que habrá más variedad así como mayor soporte técnico en caso de requerirlo.

Existirán dos sistemas fotovoltaicos a ser instalados. El primero, para la bomba de extracción de agua, contará únicamente con paneles solares y un controlador específico para este sistema. La experiencia en el área de bombeo de agua a nivel rural por parte de instituciones como Sandia National Laboratories, OLADE y el Banco Mundial, aconsejan que el sistema no cuente con acumulador o batería. El segundo sistema estará destinado a la producción de hipoclorito de sodio y contará con un banco de baterías que le permita operar de forma continua. Por esta razón, se han realizado los cálculos de forma independiente.

4.2.1.1. Sistema para bomba de agua

Para un dimensionamiento del número de paneles requeridos por un aparato o conjunto de aparatos, es necesario conocer la potencia que requieren. En el caso de la bomba para extracción de agua, el fabricante provee hojas técnicas de los equipos de acuerdo a las necesidades del proyecto, especificando el volumen que la bomba desplaza por minuto o por hora. No se establece cual es el volumen total diario, pues depende de las características del lugar donde vaya a implementarse el equipo: irradiación solar, altura de bombeo, volumen total requerido, entre otras. De esta forma, el dimensionamiento queda sujeto a un cálculo de la compañía para ofrecer que producto se adapta a las necesidades del cliente. Para la presente disertación y a

manera ejemplificativa, se ha utilizado el programa de la marca Grundfos disponible en internet de forma gratuita.

Este programa permite considerar todos los valores característicos del proyecto, como son caudales, alturas, distancias y las propiedades del medio donde se desea instalar el sistema, como irradiación, niveles de agua, clima, entre otros. Una vez modelado el sistema de la bomba y el tanque reservorio, se determina que la bomba más adecuada para los requisitos establecidos es aquella con una capacidad de bombeo de 20 m³ diarios a una altura no menor de 35 metros y que requiere una potencia máxima de 1300 vatios. A manera de ejemplo se presenta la bomba modelo 11 SQFlex-2. Se requiere de 15 paneles del tipo cristalino de 80 vatios de potencia de salida y 41,5 voltios de tensión del circuito abierto. Gracias al cálculo realizado por el programa se determina que la energía necesaria será de 1300 vatios diarios para alimentar la bomba.

Corriente Pico del Sistema

A1: Carga diaria en corriente continua (CC) = 1300 W-h/día

A2: Tensión CC del sistema = 12 Voltios (V)

A3: Carga diaria corriente CC = $A1 / A2 = \frac{1.300 \text{ W-h/día}}{12 \text{ V}} = 108,3 \text{ Amperios hora (Ah)}$

A4: Factor de seguridad (pérdidas en el sistema) = 1,20

A5: Carga corriente corregida = $90 * 1,20 = 130 \text{ Ah}$

A6: Radiación solar o irradiación solar = 4,0 kWh/m²

A7: Corriente pico del sistema = $A5 / A6 = \frac{130 \text{ Ah}}{4,0 \text{ kWh/m}^2} = 32,5 \text{ A}$

Dimensionamiento del módulo fotovoltaico

Nota: Se requiere de las características del panel a instalarse, por esta razón se ha tomado como ejemplo el módulo ZT-150S cuya hoja técnica se incluye en el anexo 4. De utilizarse otro panel, será necesario realizar el dimensionamiento respectivo de acuerdo a las características del mismo.

B1: Corriente pico del módulo = 4,50 A

B2: Arreglo de módulos = $A9 / B1 = 7,22$

B3: Número de módulos (redondeado) = 8

B4: Tensión CC nominal del sistema (A2) = 12 V

B5: Tensión CC nominal del módulo = 12 V

B6: Número de módulos conectados en paralelo = $B4 / B5 = \frac{12 \text{ V}}{12 \text{ V}} = 1$

B7: Número total de módulos = $B3 * B6 = 8$ paneles

Se establece que el requisito es de 8 paneles de 150 W de capacidad y deberán ser conectados en serie. Se podrá implementar un módulo de características similares al modelo ZT-150.

Se determina el equivalente con módulos de una mayor potencia para reducir el número de módulos a instalar. Esta alternativa tendrá la ventaja de adquirir menos módulos para el sistema y adicionalmente podrá aprovecharse la irradiación solar desde el inicio del día por ser módulos de mayor tamaño.

4.2.1.2. Sistema de producción de hipoclorito de sodio

Para el dimensionamiento de este sistema se establece la potencia que requiere el equipo y las horas de uso que tendrá en el día. De esta forma se determina que:

Equipo (en AC)	Cantidad (u)	Potencia (W)	Horas por día (h)	Energía (W-h)
Generador de hipoclorito	1	60	15	900

AC: Corriente Alterna

CC: Corriente Continua

Sin embargo el valor de 900 vatios hora (W-h) obtenido no corresponde al valor que establece cuántos paneles se requieren, ya que hay factores de pérdidas que deben ser considerados.

Una vez obtenido el valor de consumo del equipo generador de hipoclorito en corriente alterna, debe convertirse a un valor equivalente de corriente continua. Debido a que el uso de corriente directa presenta menos pérdidas, debe incluirse un factor de 1,2 en los cálculos (C2) y obtenerse la carga diaria equivalente (C3).

Corriente Pico del Sistema

C1: Energía = 900 W-h/día

C2: Factor inversor (de AC a CC) = 1,20

C3: Carga diaria CC equivalente = 900 W-h/día * 1,2 = 1.080 W-h/día = Carga total diaria

C4: Tensión CC del sistema = 12 Voltios (V)

C5: Carga diaria corriente CC = $C3 / C4 = \frac{1.080 \text{ W-h/día}}{12 \text{ V}} = 90 \text{ Amperios hora (Ah)}$

C6: Factor de seguridad (pérdidas en el sistema) = 1,20

C7: Carga corriente corregida = 90 * 1,20 = 108 Ah

C8: Radiación solar o irradiación solar = 4,0 kWh/m²

$$C9: \text{Corriente pico del sistema} = C7 / C8 = \frac{108 \text{ Ah}}{4,0 \text{ kWh/m}^2} = 27,0 \text{ A}$$

Dimensionamiento del módulo fotovoltaico

Nota: Se requiere de las características del panel a instalarse, por esta razón se ha tomado como ejemplo el módulo TOPCO 130 / 12 Vdc cuya hoja técnica se incluye en el anexo 5. De utilizarse otro panel, será necesario realizar el dimensionamiento respectivo de acuerdo a las características del mismo.

$$D1: \text{Corriente pico del módulo} = 7,24 \text{ A}$$

$$D2: \text{Arreglo de módulos} = C9 / D1 = 3,73$$

$$D3: \text{Número de módulos (redondeado)} = 4$$

$$D4: \text{Tensión CC nominal del sistema (A4)} = 12 \text{ V}$$

$$D5: \text{Tensión CC nominal del módulo} = 12 \text{ V}$$

$$D6: \text{Número de módulos conectados en paralelo} = D4 / D5 = \frac{12 \text{ V}}{12 \text{ V}} = 1$$

$$D7: \text{Número total de módulos} = D3 * D6 = 4 \text{ paneles}$$

Se establece que el requisito es de 4 paneles de 130 W de los modelos TOPCO 130/12Vdc, conectados en serie.

4.2.2. Acumulador – batería

En un sistema de generación fotovoltaico, la batería tiene la función de acumular la energía producida en exceso por los paneles durante las horas de luz efectiva del sol sobre la superficie terrestre. La energía aquí acumulada podrá ser utilizada durante horas de la noche o en períodos de baja irradiación solar (alta nubosidad). La batería no es un elemento indispensable en sistemas fotovoltaicos si se requiere corriente directa para el funcionamiento de los equipos, como es el caso de la bomba de

extracción de agua. La razón es que la bomba trabaja con corriente directa y debido a la alta irradiación en el sector, se podrá cubrir la demanda con la energía producida durante las horas de sol. Este no es el caso del sistema hipoclorador, el mismo que requiere producir y dosificar el hipoclorito de sodio de forma continua, para asegurar la correcta desinfección del agua a distribuir. La generación del hipoclorito requiere de la operación del equipo durante 15 horas seguidas, por esta razón es indispensable la inclusión de un banco de baterías en el sistema.

Para dimensionar el tamaño de la batería que se requiere, es necesario determinar los días de autonomía que tendrá el sistema. Serán los días que pueden funcionar los equipos con energía proveniente únicamente de los acumuladores o baterías. Para conseguir esto se dispone de baterías que permitan el almacenamiento de energía para períodos de poca irradiación solar o durante la noche.

Cuando se tiene un sistema completo, es decir que incluya baterías, estas cumplirán otro papel muy importante que es proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar. En el caso de motores (radios, televisores, licuadoras, bombas, etc.), al momento de su arranque (pocos segundos) requieren de una corriente superior de hasta 4 veces su corriente nominal. La batería suplirá ese porcentaje de corriente adicional sin perjudicar el resto de equipos conectados al sistema.

Existen diversos tipos de baterías de acuerdo al proyecto que se desee implementar. Para fines de generación fotovoltaica las más comunes son las baterías de plomo ácido estacionarias, pues tienen la ventaja de ofrecer una larga vida útil y presentan

un buen comportamiento frente a regímenes de carga y descarga. Estas pueden dividirse en 3 diferentes tipos³⁶:

- Monobloc: es una batería en un solo bloque que genera 12 voltios por lo que no es necesario asociarla y puede trabajar por sí sola. Recomendable para instalaciones de poca potencia.
- Translúcidas o transparentes: son baterías separadas en células o vasos. Su tensión es del orden de los 2,2 voltios, por lo que se requiere de baterías adicionales conectadas en serie para obtener los 12 voltios. Son más grandes y más pesadas que las monobloc. Tienen la ventaja de poder ser reemplazadas por partes (vasos) en caso de avería.
- Hermética: son baterías también llamadas de libre mantenimiento. El electrolito en el interior puede ser mucho más denso puesto que la batería está sellada, y esta puede ser colocada en cualquier posición sin derramar líquidos. No requieren de reposición del líquido interior pero no tienen un buen comportamiento frente a descargas profundas.

Otro tipo de baterías en el mercado son las de níquel cadmio, que debido a sus características ofrecen un alto nivel de fiabilidad para el sistema. Sin embargo, el costo de estas es mucho mayor y la disposición de ellas una vez terminada su vida útil debe ser regulada, ya que los componentes son altamente tóxicos para el medio ambiente.

³⁶ PAREJA APARICIO “Energía solar fotovoltaica” Cap. 1 “Conceptos generales de una instalación aislada”

Para el funcionamiento de la máquina de hipoclorito de sodio se ha determinado que el sistema tendrá 3 días de autonomía puesto que es el mínimo recomendado por los fabricantes. La batería que mejor se ajusta a estas necesidades es una con capacidad de 115 amperios, se incluye una batería modelo para fines presupuestarios, cuya hoja técnica se incluye en el anexo 6.

Dimensionamiento del banco de baterías:

E1: Carga total diaria = 90 Ah

E2: Días de autonomía = 3 días

E3: Capacidad nominal del banco de baterías = $E1 * E2 = 270 \text{ Ah}$

E4: Profundidad de descarga = 80 % = 0,80

E5: Capacidad corregida del banco de baterías = $E3 / E4 = 337,5 \text{ Ah}$

E6: Capacidad de la batería = 115 Ah

E7: Arreglo de baterías = $E5 / E6 = 2,93$

E8: Número de baterías (redondeado) = 3

E9: Tensión CC nominal del sistema = 12 V

E10: Tensión CC nominal de la batería = 12 V

E11: Número de baterías en serie = $E9 / E10 = 1$

E12: Número total de baterías = $E8 * E11 = 3$

Este arreglo de acumuladores permitirá que el tanque hipoclorador funcione ininterrumpidamente durante la producción del químico. Cubre las necesidades del equipo puesto que necesita de alimentación de corriente eléctrica durante un período no menor a 15 horas continuas.

4.2.3. Regulador

Es un dispositivo que permite proteger la batería y los equipos contra sobrecargas o sobre descargas de energía, en especial para sistemas de mediana y alta potencia. Ambas condiciones son nocivas para una correcta funcionalidad y duración de los acumuladores. Regula constantemente el estado de carga de las baterías y también la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. De esta forma es el encargado de que el sistema funcione siempre en el punto de máxima eficiencia. Al contar con un equipo que realice las funciones mencionadas, se reduce sustancialmente el mantenimiento y por consecuencia las averías son menos frecuentes. En caso de existir generación de 2 fuentes (eólica y solar), cada sistema deberá contar con su propio regulador.

Dimensionamiento del regulador

F1: Corriente pico del módulo = 8,11 A (la metodología establece que se diseñe con el valor de corriente pico, sin embargo por motivos de seguridad y recomendación de profesionales con experiencia, se ha tomado el valor de la corriente de corto circuito que es mayor)

F2: Número total de módulos (D7) = 4

F3: Capacidad nominal del regulador = $F1 * F2 = 32,44 \text{ A}$

F4: Factor de corrección por sobrecarga = 20 % adicional

F5: Capacidad corregida del regulador = $F3 * 1,20 = 38,93 \text{ A}$

F6: Capacidad redondeada = 40 A

Debido a que los reguladores se comercializan en valores múltiplos de diez únicamente, se requiere redondear la capacidad del equipo. Para fines

presupuestarios se ha establecido un modelo de regulador disponible en el mercado, que es el modelo CX 40 – 12/24 V, y cubre la capacidad requerida de 40 A. Su hoja técnica se incluye en el anexo 7.

4.2.4. Inversor

Es un equipo cuya función principal es alterar la tensión y características de la intensidad recibida convirtiéndola en la solicitada por los equipos. Existen diversos tipos de inversores, pero el más utilizado para sistemas fotovoltaicos es aquel que convierte la corriente continua (12 o 24 V) de los paneles o baterías, en corriente continua a 110 V. Estos equipos también cuentan con una protección contra sobrecarga o sobre descarga de la batería, posibles cortocircuitos a la entrada, y detectan la ausencia de consumo manteniéndose en un modo de carga mínimo o stand-by.

Los inversores que se pueden encontrar en el mercado son los de onda modificada u onda pura. Aquellos de onda modificada – MSW (por sus siglas en inglés Modify Sine Wave) pueden funcionar con la mayoría de electrodomésticos y son los más económicos. Sin embargo pueden presentar problemas de rendimiento con equipos como motores. Los de onda sinusoidal pura – PSW (por sus siglas en inglés Pure Sine Wave) son los más sofisticados en el mercado pues están diseñados para reproducir la energía suministrada por la compañía eléctrica. Eliminan los problemas de rendimiento en los equipos, pero son más costosos que los de onda modificada.

Dimensionamiento del inversor

G1: Carga máxima continua AC = 60 W (potencia total de equipos)

G2: Factor de multiplicación por tratarse de un motor = 5 veces

G3: Capacidad máxima continua AC del inversor = $G1 * G2 = 300 \text{ W}$

Para el sistema de generación de hipoclorito se utilizará un inversor de capacidad no menor a 350 W de onda sinusoidal pura. Permitirá convertir la corriente continua proveniente de los paneles y de las baterías en corriente alterna a 110 V para poder accionar el equipo para producir el hipoclorito. Para fines presupuestarios se incluye un modelo de inversor disponible en el mercado, cuya hoja técnica se incluye en el anexo 8.

4.2.5. Controlador de la bomba

El controlador es una unidad diseñada para un sistema específico de acuerdo al proyecto y al equipo a ser instalado. Por haberse escogido la bomba de la marca Grundfos, únicamente con fines presupuestarios, debe utilizarse el controlador que se ajusta al equipo; por tal motivo a manera de ejemplo se incluye el controlador CU-200. Mediante este dispositivo, se puede monitorear, controlar y ver el estado de la bomba. Se puede implementar un control de nivel que permite determinar cuando el tanque reservorio está lleno y emite una señal para apagar la bomba y evitar el desborde de agua.

Cabe mencionar que la versatilidad de la bomba le permite trabajar en corriente continua o alterna. Por tal motivo si en una situación de emergencia se requiere la conexión de un motor a gasolina para la extracción de agua, podrá realizarse dicha acción siempre y cuando el motor sea conectado en primer lugar al controlador.

4.2.6. Indicador de nivel

El indicador de nivel o flotador es un dispositivo que se instala en el interior del tanque en el punto donde se llega a la capacidad máxima de este. Por lo general se encuentra 30 centímetros por debajo del borde superior del tanque. Este mecanismo está conectado al controlador de la bomba y al llegar el agua al nivel establecido como máximo, se envía una señal al controlador y la bomba se detiene para evitar un rebose del agua.

4.3. Colocación de módulos y cableado

4.3.1. Inclinação de módulos de acuerdo a la latitud

La radiación solar varía mucho con la ubicación del sol y la inclinación de la superficie donde se proyecta. Para el aprovechamiento de la misma es necesario maximizar la intensidad de esta radiación, evitando la presencia de obstáculos en la línea de incidencia de los rayos. El movimiento aparente del sol está afectado por tres factores: el tiempo del año, la latitud del lugar y la hora del día. Como se ha explicado en el primer capítulo, la posición privilegiada del Ecuador lo hace uno de los mejores lugares para la aplicación de la energía fotovoltaica. El tiempo del año marcará la declinación de los rayos, que variarán desde $+23^{\circ} 27'$ el 22 de diciembre, a $-23^{\circ} 27'$ el 22 de junio. La latitud es cercana a 0, ya que la población está en las cercanías de la línea ecuatorial. Para latitudes comprendidas entre los 0 y 15° se establece una inclinación estándar de 15° para la limpieza natural del módulo, a pesar de que podría estar instalado de forma horizontal.

El aprovechamiento será el máximo ya que en latitudes superiores a los trópicos (Alemania, Estados Unidos, Australia), el sol no llega al cenit y siempre está inclinado hacia el sur o hacia el norte (dependiendo el hemisferio). La hora del día será el tercer punto a considerar, puesto que se pretende utilizar el sistema en las horas de máxima irradiación que son las cercanas al medio día. De la información obtenida del atlas solar del Ecuador y fuentes adicionales del internet (ver anexo 1), se establece que la radiación solar más crítica (la menor) en la comunidad de San Pablo de Kantsiya es de 4,0 kWh/m². Por tratarse de colectores (paneles) planos, no se ha considerado necesaria una explicación más detallada sobre el valor a utilizarse en el diseño del sistema. Sin embargo, para colectores concentradores o que “siguen al sol”, mayores cálculos son necesarios para un máximo aprovechamiento.

4.3.2. Conexión de módulos y estructura de soporte

Los paneles escogidos para el sistema de bombeo de agua deberán ser colocados en serie para conseguir un voltaje tan elevado como sea posible. Sin embargo debe considerarse que la corriente no debe sobrepasar los 8,4 amperios pues la bomba no tolera un valor superior, por esta razón no se conectará los paneles en paralelo sino únicamente en serie.

Los módulos deberán ser colocados sobre una estructura metálica galvanizada para asegurar el máximo aprovechamiento de la irradiación solar. Al colocar los paneles en un lugar elevado se evita que sean manipulados por personas que no están capacitadas para el efecto o que niños jueguen en las cercanías con el riesgo de romperlos o dañarlos. Es recomendable además colocarlos en una estructura para

evitar su contacto con el suelo donde puede haber animales o el contacto directo con agua. Para sujetar a los paneles, deberá utilizarse cualquier tipo de tornillo o perno de rosca, no deberá usarse clavos en la estructura o en los paneles.

La estructura deberá ser cimentada firmemente al suelo en un lugar abierto, libre de vegetación y plano. Los soportes (patas) de la estructura de los paneles irán cimentados en hormigón simple de resistencia a la compresión a los 28 días igual a 210 kg/cm^2 (f'c). Deberá asegurarse que la estructura esté alineada con el eje de coordenadas geográficas de Este a Oeste, estando los módulos inclinados a 15° en dirección de la línea ecuatorial, es decir hacia el norte.

Por tratarse de una instalación de paneles fijos, no existen partes móviles que deban ser lubricadas continuamente y los módulos serán ubicados de manera que se consiga el máximo aprovechamiento de la irradiación solar.

4.3.3. Dimensionamiento de cables

La selección de cables para todo sistema eléctrico es muy importante pues deberá establecerse qué diámetro es necesario de acuerdo a la corriente que fluya por el mismo. No será el mismo cable a ser utilizado entre el arreglo de paneles y la batería, que entre el regulador y la batería, o el cable utilizado para la conexión a tierra.

Debe establecerse una diferencia entre conductores llamados cables y alambres. Se conoce con el nombre de alambre cuando existe un solo conductor. Por el contrario, un cable es aquel que tiene varios alambres retorcidos o en paralelo. Los cables tienen mayor flexibilidad que los alambres y se comercializan con o sin aislamiento. Por lo general para las conexiones a tierra se emplean cables desnudos (sin

aislamiento o recubrimiento). Los diámetros de los cables o alambres pueden ser asignados con un número bajo la numeración americana AWG (por sus siglas en inglés American Wire Gauge) o pueden ser expresados con su valor en milímetros cuadrados.

Para una correcta selección del cableado deberá establecerse a que corriente estará sujeto el cable y la exposición que tendrá a factores como condiciones ambientales o posible contacto con líquidos, lo que involucrará una protección adicional. La caída de voltaje que exista de acuerdo a los aparatos que se conecten entre sí (panel-regulador, regulador-inversor, etc.) también debe considerarse, para este tipo de proyectos se establece entre 0,5 hasta 2% de acuerdo a la conexión.

Debe tenerse en cuenta que a mayor voltaje que transite por los cables, la corriente que fluya por el sistema es menor (menor amperaje), por lo tanto la capacidad de cableado y dispositivos de protección (supresores) son menores y el costo del sistema resulta más económico.

A pesar de existir diversos tipos de materiales a ser usados como conductores como el cobre, aluminio o la plata, por razones económicas y disponibilidad en el sector, se optará por el uso del cobre. Para el correcto dimensionamiento se utilizará la siguiente fórmula, considerando que la conductividad del cobre es de $56 \text{ m}/\Omega\text{-mm}^2$ ³⁷:

$$S = 2 * \frac{l * I}{k * U} [\text{mm}^2]$$

Donde: S = sección del cable o alambre en mm²

l = longitud del cable en metros

³⁷ PAREJA APARICIO “Energía solar fotovoltaica” Cap. 5 “Cálculos del cableado de la instalación”

I = intensidad corriente que fluirá entre los equipos conectados (en amperios)

k = conductividad del material que compone al cable (cobre = 56 m/Ω-mm²)

U = caída de tensión entre los equipos expresada en voltios. Esta tensión será un porcentaje de la tensión nominal que exista entre los equipos conectados.

Cuadro 4.2. – Resumen del dimensionamiento de cables de acuerdo a sus características

Sistema	Equipos conectados	Longitud (m)	Intensidad (A)	Voltaje (V)	Caída de tensión (%)	Sección cable (mm ²)	Area real (mm ²)	Calibre AWG
Bombeo de agua	Paneles - CU200	14	5,2	30	1,0%	8,67	13,58	6
	CU200 - Bomba	18	5,2	30	1,0%	11,14	13,58	6
Generación de hipoclorito de sodio	Paneles - Regulador	9	7,34	12	2,0%	9,83	13,58	6
	Regulador - Bateria	2	7,34	12	0,5%	8,74	13,58	6
	Bateria - Inversor	2	7,34	12	0,5%	8,74	13,58	6

Es de recalcar que únicamente se debe considerar la intensidad generada por el arreglo de paneles, pues este arreglo determinará la corriente en todo el sistema. Adicionalmente se menciona que el voltaje para el cálculo en la bomba de extracción de agua se fijó en 30 voltios por seguridad, ya que la bomba puede funcionar en un rango de 30 a 300 voltios como se ha descrito en las características, pero el valor de 30 determinará la mayor sección de cable.

Deberá tenerse en cuenta que la conexión a la bomba estará sumergida en el agua, por lo tanto la unión de los cables deberá ser sellada con cinta auto fundente para asegurar el completo aislamiento y protección del sistema. Para la conexión a tierra se utilizará cable sin aislamiento (desnudo) que estará enterrado y conectado a la varilla Copperweld.

4.4. Protección del sistema

Todo equipo que involucre funcionamiento con corriente ya sea continua o alterna, debe necesariamente contar con una protección a tierra. Para un funcionamiento exitoso de todos los equipos en el sistema, deberá contarse con una adecuada protección para el mismo. En numerosas ocasiones la protección de generadores fotovoltaicos presenta inconvenientes debido a la falta de normativa en este campo. Los riesgos que se presentan en este tipo de instalaciones que pueden afectar y dañar a los equipos son principalmente las sobretensiones, sobre intensidades y puntos calientes.

Todos los elementos del sistema deben contar con una conexión a tierra. Se ha determinado que el cable AWG #10 (de sección 5,26 mm²) es el más adecuado para lo fines. La bomba, la estructura y los paneles estarán conectados al controlador de la bomba. Desde este dispositivo se utilizará un cable AWG #10 (cable desnudo, sin recubrimiento) e irá conectado a la varilla Copperweld, la misma que estará enterrada en el suelo en su totalidad. En el sistema del generador de hipoclorito se cuenta con ese equipo, el regulador, la batería, el inversor y el arreglo de paneles, todos estos irán conectados al regulador desde donde se realizará la conexión a tierra con cable AWG #10 para ser conectado a otra varilla Copperweld que a su vez estará enterrada en su totalidad.

Se colocará adicionalmente un dispositivo que permita desviar a tierra los impulsos de corriente o voltajes elevados, también llamado supresor de transientes para la protección de los equipos. Uno de ellos estará colocado entre el arreglo de paneles y el controlador de la bomba para evitar posibles descargas de energía en el caso de

una tormenta eléctrica. Esta medida evita que debido a una descarga eléctrica (un rayo en una tormenta eléctrica), la bomba o el controlador se quemem a pesar de contar con la protección a tierra de la varilla de cobre. El otro supresor será colocado en el sistema de generación de hipoclorito, entre el arreglo de paneles y el regulador para protección de los equipos.

4.5. Cuidado de equipos y mantenimiento

Gracias a la experiencia acumulada por diversas organizaciones como OLADE, CODESO, RENOVAENERGÍA, FEDETA, BLUENERGY, entre otros, en este tipo de proyectos se destaca la importancia del cuidado y mantenimiento de los equipos instalados. Esta tarea será la responsabilidad de toda la comunidad o un encargado designado por la misma. Para poder prolongar la vida útil de los componentes del sistema, es fundamental una continua revisión y reparación (en caso de requerirla). Sin esta etapa en la cadena de actividades, no es posible que el proyecto perdure en el tiempo. Estará a cargo de la entidad instaladora una oportuna y completa capacitación a los usuarios, así como a la persona que se encargará de la administración del sistema.

Los paneles deberán ser limpiados un par de veces al año o conforme las condiciones climáticas lo ameriten, todo con el fin de evitar la presencia de polvo, hojas o suciedades en la superficie de los mismos. Si bien una capa de polvo no afecta significativamente la generación de energía eléctrica, es recomendable mantener el módulo tan limpio como sea posible. Se deberán realizar desbroces o podados regulares con el fin de que no existan ramas o arbustos creciendo cerca de los paneles

y les generen sombra en algún punto del día. Es importante que no existan desechos sobre el panel que generen sombra en ciertas celdas, puesto que en caso de requerirse toda la corriente disponible del panel, la celda podría funcionar en sentido inverso lo que ocasionaría daño en la misma. Este fenómeno es conocido como punto caliente en un panel fotovoltaico.

La batería también requiere de un mantenimiento preventivo para prolongar su vida útil y evitar problemas. En caso de ser necesario, deberá reponerse el agua en las celdas de las baterías, para este fin puede utilizarse agua destilada o agua lluvia recogida en un envase limpio. Uno de los problemas más graves que podría tener una batería es la sulfatación. Este hecho ocurre cuando se deja una batería descargada por algún tiempo y no se la usa, lo que generará cristales de plomo sulfatado y reducirá la vida útil de este componente del sistema. Actividades sencillas, como la limpieza y engrase de los bornes cada cierto tiempo ayudan en el rendimiento de estos equipos. El regulador y el inversor también forman parte de esta revisión y cuidado periódico para el correcto funcionamiento del sistema. Se establece también que deberá adquirirse un medidor de carga de batería, el mismo que permitirá dar a conocer al operador el estado de la misma. En caso de que se presentara una anomalía, deberá procurarse solucionar el problema empleando las herramientas y el conocimiento del operador, caso contrario deberá recurrirse al reemplazo de la batería, para así evitar una suspensión de la provisión de corriente eléctrica.

La bomba de extracción de agua es probablemente el equipo que menor mantenimiento requiere. Deberá estar sumergida y cuenta con dispositivos de control electrónicos que previenen un funcionamiento en seco, regulan el caudal de bombeo

de acuerdo al grado de irradiación solar, de forma que el motor se detendrá automáticamente cuando la intensidad del sol no sea la suficiente para ponerlo en marcha. Deberá respetarse el buen uso de la bomba y no moverla con el propósito de su uso en otro lugar que no sea el pozo ubicado al costado del centro médico.

Debido al tipo de clima y a las altas temperaturas del sector, se recomienda que se realicen revisiones generales de todos los equipos periódicamente. De esta manera se evita la presencia de roedores o insectos en el lugar de instalación de los equipos y accesorios. Bastará con una limpieza rutinaria, que permita alargar la vida útil de los sistemas.

CAPÍTULO 5. – EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Impacto ambiental es toda alteración o afectación del medio ambiente. “Se entiende por medio ambiente al entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas.”³⁸ No considera únicamente el espacio en el que se desarrolla la vida sino que también abarca a seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos intangibles como la cultura.

5.1. Generalidades

El propósito del proyecto es aplicar la energía solar fotovoltaica para dotar de agua potable a la comunidad de San Pablo de Kantesiya a fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores, así como su condición socio económica.

Dado que cualquier proyecto de construcción que se realiza en campo implica un impacto ambiental, es fundamental cuantificar el efecto positivo o negativo que pueda tener este sobre la naturaleza y la forma de vida de los habitantes de la comunidad en cuestión.

Estos cambios pueden ser prevenidos para evitar impactos ambientales negativos que afecten al ecosistema en el que se va a desarrollar el proyecto. Las medidas que se pueden realizar para esto se describen a continuación.

- Mitigación: Se implementa para atenuar y reducir los efectos ambientales negativos de la operación.
- Control: Son las medidas que impiden la mínima ocurrencia de imprevistos que inciden negativamente sobre el ambiente. Se usan en programas de

³⁸ www.wikipedia.org/wiki/medio_ambiente

control de contaminación, seguridad industrial y su respectivo mantenimiento.

- **Prevención:** Evitan el deterioro del medio ambiente.
- **Compensación:** Son usadas para reparar y contrarrestar el deterioro y sustracción de algún elemento tangible del ambiente existente antes y durante la ejecución del proyecto.
- **Rehabilitación:** Procura mejorar el entorno y el lugar donde se realiza el proyecto, durante y después de la construcción. En la medida de lo posible, se busca dejarlo en mejores condiciones que al inicio de las obras.
- **Contingencia:** Son medidas diseñadas para dar respuestas inmediatas ante cualquier siniestro.

5.2. Antecedentes

Actualmente no existe un control adecuado para la conservación del medio ambiente en la comunidad de San Pablo. Se ha observado la disposición de desechos plásticos y no degradables en el suelo y en el río. Los pobladores no tienen un control ordenado de sus propiedades y no existe una división definida entre lotes. Además los animales se encuentran dispersos y sueltos, sin un control sobre los mismos.

Durante el proceso constructivo del sistema de abastecimiento de agua potable y la construcción del sistema fotovoltaico, se van a producir las siguientes actividades: movimiento de tierras, desalojo de materiales, trabajo de maquinaria, presencia de trabajadores, ruido.

Se deberán realizar reuniones para instruir a los moradores y trabajadores acerca de las repercusiones que tendrá la construcción del proyecto. De esta forma se pretende minimizar reacciones negativas o actitudes de rechazo frente al desarrollo de la obra. Se controlará el buen funcionamiento de la maquinaria y la realización de los trabajos de construcción con planificación y responsabilidad.

5.3. Metodología de evaluación

La evaluación de impactos ambientales en la construcción, operación y mantenimiento de un sistema de agua potable es un proceso sistemático y periódico, que permite identificar, evaluar, y controlar los riesgos y deterioros ambientales que puedan existir en el entorno en el cual se va a desarrollar el proyecto.

Para determinar y evaluar los efectos que se van a producir durante las diferentes etapas de desarrollo de la obra, se empleará una Matriz Causa – Efecto. Este proceso determina los factores e impactos ambientales, y es ampliamente utilizado para evaluación de este tipo de proyectos.

La matriz causa – efecto está basada en sistemas de evaluación de impacto ambiental como son la Matriz de Leopold, las listas de control y diagramas de interacción. Este tipo de evaluaciones permiten identificar la probabilidad que ocurra un impacto ambiental y el grado de afectación que genere en el medio.

El método a utilizar en el presente proyecto para evaluar el impacto ambiental será la Matriz de Leopold, por ser el de mayor uso en el medio y porque permite una valoración cuantitativa de los impactos que posibilita categorizarlos en función de su relevancia.

Para esto se debe determinar las características del proyecto y las categorías ambientales, luego se debe hacer un listado de acciones que podrían causar impacto ambiental en la zona donde se desarrolla el proyecto. Con estos datos se puede calificar los impactos mediante un método de cuantificación.

Para la elaboración del modelo se realizarán los siguientes procesos:

- Definir, describir y estudiar el entorno de cada factor ambiental.
- Determinar las acciones que se generan por desarrollo de la obra.
- Establecer cuáles son los factores que pueden ser afectados por las acciones anteriormente descritas.
- Cuantificación y calificación de los impactos sobre cada factor ambiental.
- Evaluación de la importancia de cada impacto sobre el medio en el que se produzca, mediante los elementos de calificación que establece la Matriz de Leopold.
- Determinar las conclusiones con las medidas correctivas, compensatorias y precautelariás, con el fin de evitar la menor cantidad de impactos ambientales negativos en el desarrollo del proyecto.

5.4. Evaluación de los factores ambientales

La siguiente evaluación establece la situación actual del medio ambiente de San Pablo de Kantesiya. Los factores o componentes ambientales que se podrían ver afectados por la implementación del proyecto de bombeo y distribución de agua potable mediante la aplicación de la energía solar fotovoltaica se clasifican en el medio físico, biótico y socio-económico de la comunidad.

Medio físico

Suelo: Corresponde a las características de la capa superior de la tierra que sirve de sustrato y sustento para el desarrollo de vida que podría ser alterada. La zona se caracteriza por suelos del tipo limos arcillosos y limos arenosos. Los usos que tiene el suelo son agricultura, crianza de animales y cultivo de huertas. La topografía de la zona del proyecto presenta una conformación regular. La comunidad San Pablo se asienta a orillas del río Aguarico en la Amazonía ecuatoriana, en una zona donde las elevaciones no son características y los desniveles en el terreno no son mayores.

Agua: La hidrología es uno de los principales recursos a proteger en la comunidad, debido a que es el elemento primordial para la implementación del proyecto, es el recurso vital para los pobladores y muchos de ellos se dedican a la agricultura y a la pesca. Su principal fuente de obtención de agua es el río Aguarico que se encuentra al costado Este de la comunidad. Los tanques almacenadores de agua lluvia y la vertiente natural ubicada a cerca de un kilómetro de la comunidad son otras fuentes de abastecimiento. Deberá evaluarse el posible impacto o contaminaciones que pudieren ocurrir en estos cuerpos de agua debido al desarrollo del proyecto de extracción y dotación de agua.

Aire: Pueden ocurrir alteraciones por ruido y vibración provocadas por el funcionamiento de maquinaria, equipos e instalaciones. Debido a la zona en la que se plantea el proyecto, la armonía con la naturaleza es parte de la vida diaria, por lo que deberá considerarse minimizar el impacto a este factor.

Paisaje: Es el conjunto de elementos habituales y artificiales del entorno del área de estudio, afectará en el aspecto visual. Debido a que el sistema fotovoltaico ocupará

un espacio común de los pobladores, se considera importante un análisis a este factor.

Medio biótico

Flora: Es el conjunto de plantas y vegetación natural característica de un determinado sector. Esta comunidad se encuentra dentro del área de la Reserva Ecológica Cuyabeno y su vegetación es abundante en el sector. Deberá evaluarse de que forma la cubierta vegetal es afectada por el desarrollo del proyecto.

Fauna: Conjunto de organismos animales vivos que habitan en el área correspondiente al proyecto. Existe una gran variedad de animales en el sector, en particular aves y peces de la zona. Los pobladores cuentan con aves de corral para su alimentación y ciertas casas cuentan con perros para la protección personal.

Medio socio-económico

Actividades económicas: Son los procesos mediante los cuales las personas locales obtienen beneficios. Las actividades a las que se dedican principalmente los pobladores son la agricultura, la pesca, la ganadería en muy pequeña escala, el trabajo en compañías del sector y la comercialización de madera.

Salud: Condiciones y factores que inciden en el bienestar de la población donde se implementará el sistema de bombeo y la red de distribución, además el personal que sea contratado para laborar en el proyecto.

Estilo de vida y confort: Manera en que vive la comunidad, que implica desde las relaciones inter-personales hasta aquellas cosas materiales que producen bienestar y comodidades. Deberá evaluarse de qué forma incide el desarrollo del proyecto en el estilo de vida que llevan los pobladores de San Pablo.

5.5. Análisis de impactos y factores ambientales

Los factores ambientales poseen una serie de características o cualidades llamadas atributos, que pueden ser expresadas de forma cualitativa o cuantitativa mediante indicadores o parámetros. A estas características de cada factor se las identificará como impactos ambientales. La variabilidad de ellos expresa el grado de alteración que ha experimentado el factor ambiental, y deberá asociarse a que factor corresponde cada impacto ambiental. Se evaluarán los factores ambientales durante las diferentes etapas del proyecto, que son: la construcción, operación y mantenimiento.³⁹

Cuadro 5.1. – Impactos ambientales en la construcción

Impacto Ambiental	Factor Ambiental
Pérdida de la cubierta vegetal del terreno	Suelo - Fauna
Alteración de las fuentes hidrológicas	Agua
Perturbación de las actividades cotidianas	Humano
Alteración del hábitat de la fauna	Flora - Fauna
Tala de árboles y vegetación	Flora - Fauna
Alteración de la condición del suelo	Suelo
Presencia de personal técnico y trabajadores	Humano
Excavación de zanjas y cimientos	Suelo - Paisaje
Incremento de la erosión	Flora - Suelo
Ocupación del espacio público de la comunidad	Suelo - Paisaje
Dispersión y transporte de partículas	Atmósfera
Construcción del tanque elevado	Suelo - Paisaje
Construcción de la estructura de los paneles	Suelo - Paisaje
Incremento del ruido	Aire
Riesgo de contaminación	Suelo - Agua
Daños a la salud de pobladores y trabajadores	Humano
Incremento del empleo	Humano

³⁹ Ministerio de Ambiente, Sistema Único de Manejo Ambiental, edición web: www.ambiente.gov.ec

Cuadro 5.2. – Impactos ambientales en la operación

Impacto Ambiental	Factor Ambiental
Uso de la energía solar fotovoltaica	Agua - Humano
Riesgo de afectación de recursos hídricos	Agua
Incrementos de niveles de ruido	Aire
Aumento del valor del suelo	Suelo
Afectación de habitat de la fauna	Fauna
Aumento de nivel de empleo	Humano

Cuadro 5.3. – Impactos ambientales en el mantenimiento

Impacto Ambiental	Factor Ambiental
Incrementos de niveles de ruido	Atmósfera
Incremento del empleo	Humano
Molestias causadas a los pobladores	Humano
Riesgo de contaminación	Humano

5.6. Elementos de calificación

Los elementos de calificación de los impactos ambientales miden el nivel de impacto por las acciones en la construcción, operación y mantenimiento⁴⁰. A continuación se detallan cada uno de ellos.

Signo

El signo se encarga de identificar si la acción es beneficiosa (+) o si es perjudicial (-).

Intensidad

Se lo reconoce con el símbolo “IN” y determina la capacidad destructiva de un impacto ambiental. Se valora del 1 al 12, donde 1 significa que no causa mayor efecto y 12 que causa la destrucción total del factor ambiental.

Extensión

⁴⁰ RAMOS, Amilcar N. “Metodologías matriciales de evaluación ambiental para países en desarrollo: Matriz de Leopold y Método Mel-Enel” Universidad San Carlos de Guatemala. 2004

Se lo reconoce con el símbolo “EX” e indica el área de influencia del impacto con relación a la actividad. Se lo valora del 1 al 8, donde 1 indica que el efecto es puntual y 8 que se dispersa en el entorno de la actividad.

Momento

Se lo reconoce con el símbolo “MO”, y determina el tiempo que va a transcurrir entre el comienzo de la actividad y el comienzo del efecto. Se valora del 1 al 4, donde cada valor significa lo siguiente:

- Momento inmediato, significa que se produce en el instante, el tiempo es nulo y se valora con el número 4.
- Corto plazo, significa que es menor a 1 año y se valora con el número 3.
- Mediano plazo, significa que se encuentre entre 1 a 5 años y se valora con el número 2.
- Largo plazo, significa que es mayor a 5 años y se valora con el número 1.

Persistencia

Se lo reconoce con el símbolo “PE”, e indica el tiempo en que permanecerá el efecto hasta que el factor vuelva a tener sus condiciones normales. Se valora del 1 al 3 y cada valor significa lo siguiente:

- Efecto fugaz, dura menos de un año y su valor numérico es 1.
- Efecto temporal, dura entre 1 y 10 años y su valor numérico es 2
- Efecto permanente, dura más de 10 años y su valor numérico es 3.

Reversibilidad

Se lo reconoce con el símbolo “RV”, y significa la capacidad que tiene un factor ambiental en recuperar o retornar a sus condiciones iniciales previa a la acción, por medios naturales. Se lo valora del 1 al 3 y cada valor significa lo siguiente:

- Corto plazo se lo valora con el número 1.
- Mediano plazo se lo valora con el número 2.
- Largo plazo se lo valora con el número 3.

Recuperabilidad

Se lo reconoce con el símbolo “MC” y se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor ambiental afectado como consecuencia del proyecto, mediante la intervención del hombre. Se lo valora del 1 al 3 de la siguiente forma:

- Corto plazo se valora con el número 1.
- Mediano plazo se valora con el número 2.
- Largo plazo se valora con el número 3.

Sinergia

Se reconoce con el símbolo “SI”, e indica si el efecto que tienen dos diferentes acciones simultáneamente, es mayor que el efecto que producen las dos mismas acciones pero en diferentes momentos. Se lo valora del 1 al 3, y cada valor significa lo siguiente:

- Acción no sinérgica con otras acciones se valora con el número 1.
- Si se presenta sinergia moderada se valora con el número 2.
- Si la acción es altamente sinérgica, se valora con el número 3.

Acumulación

Se reconoce con el símbolo “AC”, es el incremento de la manifestación de efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción. Esta se valora de la siguiente manera:

- Acumulación simple es cuando la acción no produce efectos acumulativos, y se valora con el número 1.
- Cuando el efecto producido es acumulativo se valora con el número 4.

Efecto

Se lo reconoce con el símbolo “EF”, y es la manifestación sobre un factor como consecuencia de una acción, o también conocido como la relación causa – efecto. Se valora de la siguiente manera:

- Efecto directo o primario sobre un factor se valora con el número 4.
- Efecto indirecto o secundario sobre un factor se valora con el número 1.

Periodicidad

Se lo reconoce con el símbolo “PR”, y es la regularidad de la manifestación del efecto. Se valora del 1 al 3, y cada valor significa lo siguiente:

- Efecto continuo se valora con el número 3.
- Efecto periódico se valora con el número 2.
- Efecto irregular se valora con el número 1.

Importancia del Impacto

Se lo reconoce con el símbolo “I” e indica la importancia del impacto por la intervención de todos los elementos antes mencionados. Debe ser calculada mediante la siguiente fórmula:

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

De esta forma se establecen los impactos ambientales que afectarán cada uno de los factores descritos anteriormente, así como la valoración de cada uno de los elementos de calificación para determinar la importancia del impacto en el proyecto. Se define así la llamada Matriz de Leopold:

5.7. Matriz de Leopold

A continuación se detallan los factores ambientales junto con los impactos tanto positivos como negativos que se producirán en las tres etapas mencionadas, construcción, operación y mantenimiento. La calificación ha sido realizada considerando los parámetros anteriormente citados. Esta matriz permitirá calificar al impacto y por consiguiente establecer la importancia a nivel del proyecto.

Cuadro 5.4. – Matriz de Leopold

Fase	Factor	Identificación de Impactos Ambientales	Calificación de Impactos Ambientales											Calificación (I)	Importancia	Porcentaje
			S	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR			
C o n s t r u c c i ó n	Suelo - Fauna	Pérdida de la cubierta vegetal del terreno	-	3	4	4	1	1	1	1	1	4	1	31	MODERADO	39%
	Agua	Alteración de las fuentes hidrológicas	-	4	3	2	2	2	2	1	4	4	2	37	MODERADO	47%
	Humano	Perturbación de las actividades cotidianas	-	3	4	4	2	1	1	1	1	4	1	32	MODERADO	41%
	Flora - Fauna	Alteración del hábitat de la fauna	-	3	3	2	2	2	1	2	4	1	2	31	MODERADO	39%
	Flora - Fauna	Tala de árboles y vegetación	-	4	2	4	2	1	3	1	1	4	1	33	MODERADO	42%
	Suelo	Alteración de la condición del suelo	-	4	2	3	3	2	2	1	1	4	1	33	MODERADO	42%
	Humano	Presencia de personal técnico y trabajadores	-	5	6	4	2	1	1	1	1	4	3	44	SEVERO	56%
	Suelo - Paisaje	Excavación de zanjas y cimientos	-	9	4	4	2	1	2	1	1	4	3	53	SEVERO	67%
	Flora - Suelo	Incremento de la erosión	-	4	4	2	2	1	2	1	4	1	1	34	MODERADO	43%
	Suelo - Paisaje	Ocupación del espacio público de la comunidad	-	8	2	4	3	1	3	1	1	4	2	47	SEVERO	59%
	Atmósfera	Dispersión y transporte de partículas	-	6	5	4	1	1	1	1	1	1	1	39	MODERADO	49%
	Suelo - Paisaje	Construcción del tanque elevado	-	7	3	4	3	2	3	1	1	4	3	48	SEVERO	61%
	Suelo - Paisaje	Construcción de la estructura de los paneles	-	6	2	4	3	1	2	1	1	4	3	41	SEVERO	52%
	Aire	Incremento del ruido	-	4	4	4	2	1	1	1	1	4	1	35	MODERADO	44%
	Suelo - Agua	Riesgo de contaminación	-	4	4	3	2	2	2	2	4	1	1	37	MODERADO	47%
	Humano	Daños a la salud de pobladores y trabajadores	-	3	4	4	2	1	2	2	1	4	1	34	MODERADO	43%
Humano	Incremento del empleo	+	8	4	4	2	3	3	2	1	4	2	53	BENEFICIOSO	67%	
O p e r a c i ó n	Agua - Humano	Uso de la energía solar fotovoltaica	+	7	4	4	3	2	2	2	1	4	3	50	BENEFICIOSO	63%
	Agua	Riesgo de afectación de recursos hídricos	-	6	4	1	3	2	2	2	1	1	3	41	SEVERO	52%
	Aire	Incrementos de niveles de ruido	-	3	2	3	3	1	1	1	1	4	1	28	MODERADO	35%
	Suelo	Aumento del valor del suelo	+	7	6	4	3	2	1	1	4	4	3	55	BENEFICIOSO	70%
	Fauna	Afectación de habitat de la fauna	-	2	3	2	2	2	2	2	4	1	2	29	MODERADO	37%
	Humano	Aumento de nivel de empleo	+	4	2	4	2	1	1	1	1	4	2	32	BENEFICIOSO	41%
M a n t e n i e n t e	Atmósfera	Incrementos de niveles de ruido	-	3	3	4	1	1	1	1	1	4	1	29	MODERADO	37%
	Humano	Incremento del empleo	+	4	-2128	4	3	1	1	1	1	4	2	33	BENEFICIOSO	42%
	Humano	Molestias causadas a los pobladores	-	2	4	2	2	1	1	1	1	4	1	27	MODERADO	34%
	Humano	Riesgo de contaminación	-	4	2	4	2	1	1	1	1	4	2	32	MODERADO	41%

De acuerdo a la calificación que obtenga cada impacto, se ha determinado su importancia de acuerdo a los siguientes parámetros:

Porcentajes	
0 - 25	COMPATIBLE
25 - 50	MODERADO
50 - 75	SEVERO
75 - 100	CRÍTICO
Signo (+)	BENEFICIOSO

5.8. Interpretación de resultados de la matriz

Como se puede observar en la matriz se incluyen los factores que se verán afectados en el desarrollo del proyecto por lo diversos impactos ambientales. La mayor incidencia de los impactos será durante la etapa de construcción de las obras. Se destaca el hecho de que no existen impactos de importancia crítica de acuerdo a la evaluación, es de esperar este hecho debido a que se trata de un sistema que implementa la energía solar fotovoltaica y distribuye agua potable por gravedad. El proyecto involucra un tipo de energía amigable con el medio ambiente.

5.8.1. Impactos ambientales negativos

Se han encontrado diversos impactos ambientales de importancia negativa severa, y sus principales factores de alteración han sido el suelo, el paisaje y la población (factor humano). Las razones por la que los impactos se circunscriben en estos

factores son tres. La comunidad de San Pablo se ubica en una zona de vegetación abundante en la Amazonía ecuatoriana por lo que cualquier proyecto de construcción involucrará una afectación a la flora y al suelo. Las construcciones del sector no son de gran altura, por lo que un tanque de agua a trece metros sobre el nivel del suelo destacará por encima de las casas y las pocas elevaciones del terreno en la zona, y generará un impacto visual. Es un proyecto que requiere de personal técnico desplazado al lugar y mano de obra de los pobladores para las diferentes tareas a realizarse, por lo que habrá presencia de trabajadores mientras dure la etapa de construcción. La instalación del tanque elevado y la estructura de los paneles permanecerán en el lugar donde se las ubique, generando un impacto al paisaje y ocupando un espacio de suelo común de la comunidad.

El impacto evaluado con la mayor importancia es la excavación de zanjas y cimientos tanto para la colocación de tuberías como para la fundición de la cimentación de las dos estructuras (tanque y soporte de paneles). Se ha evaluado a éste como un impacto severo ya que durante la construcción de la obra se deberán excavar grandes longitudes de zanjas para ubicar las tuberías, y hacer las excavaciones respectivas para colocar los cimientos de las estructuras, hechos que puede dificultar el desarrollo de las actividades de los pobladores. Adicionalmente genera inconvenientes en la movilización, ya sea de vehículos, bicicletas o incluso peatonal. Sin embargo se recalca que este impacto solo durará mientras se encuentre el proyecto en la etapa de construcción y es completamente recuperable el uso del suelo en un corto plazo.

La afectación a las fuentes hidrológicas es un riesgo latente a lo largo de todo el proyecto. Si bien ninguna fuente de agua está exenta de posible contaminación debido a factores externos, se espera que las fuentes subterráneas sean las menos afectadas. De igual manera se ha comprobado que el nivel dinámico del agua no devela un riesgo de secado del pozo y debido a que el uso que se le dará al recurso hídrico es moderado, el ciclo normal del agua permita la recuperación continua de la fuente.

Otros impactos ambientales han tenido una calificación de importancia moderada y afectarán a diversas áreas del medio físico, biótico y socio-económico. Afortunadamente la matriz ha permitido identificar que efectos de los impactos descritos son recuperables y pueden regenerarse en un mediano a corto plazo. Esta recuperación del medio será posible a través de un trabajo conjunto de los pobladores y la capacidad regenerativa de la naturaleza.

Cualquiera de los impactos producidos debido al desarrollo del proyecto tiene la ventaja de ser mitigable en menor o mayor escala, por esta razón se expondrán más adelante los parámetros a definir para evitar o disminuir los impactos negativos sobre el medio en el que se trabaja.

5.8.2. Impactos ambientales positivos

Sin duda el impacto ambiental que destaca en todas las etapas del proyecto como beneficioso es la generación de empleo en la comunidad. Si bien deberá contarse con técnicos especializados para las respectivas instalaciones, los pobladores tendrán la

oportunidad de laburar durante la construcción del sistema de agua potable y el sistema de paneles fotovoltaicos.

Una vez concluida la fase de construcción, se requiere de personal para que administre y opere el proyecto, para lo cual deberá crearse un ente encargado que tenga la suficiente autonomía para ejecutar todas las tareas concernientes al funcionamiento del sistema generador de energía y al de distribución de agua potable. Por esta razón también existe impacto positivo en el ámbito laboral durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto.

Como consecuencia de la implementación de estas obras, existirán beneficios en los pobladores entre los cuales cabe mencionar un mejoramiento de la salud debido a un consumo de mejor calidad de agua, disminución del índice de mortalidad infantil, reducción de gastos médicos por tratamiento a enfermedades relacionadas al tipo de agua consumida y una revalorización de las tierras y viviendas del sector puesto que se cuenta con un servicio básico que es el agua potable.

Otro aspecto importante a mencionar es el uso de la energía solar fotovoltaica, hecho que generará una concientización en los pobladores respecto a los recursos de los que se dispone en el sector. Este tipo de energía no produce ruido alguno, lo que permite una buena integración con el medio en el que se va a instalar. Al emplearse un recurso renovable en la generación de electricidad, se fomenta una convivencia en armonía con el entorno y el cuidado al medio ambiente.

5.8.3. Mitigación de impactos ambientales

Las medidas de mitigación tienen por objetivo prevenir, controlar y minimizar los posibles impactos ambientales en cada etapa del proyecto antes de que estos ocurran. Con esto se consigue un control de los posibles daños al medio ambiente y al entorno en el que se desarrollan las obras.

Como acción preventiva y obligatoria se establece la necesidad de realizar reuniones y charlas con todos los pobladores para impulsar el deseo de obtener los beneficios de un sistema de agua potable. Esta medida evitará que existan cambios de opinión o personas que argumenten acerca de nunca haber sido consultadas para realizar las obras. Además se genera una mayor unidad de las personas en la comunidad, siendo este un espacio para compartir las opiniones de todos.

Debido a que la excavación de zanjas y cimientos es uno de los impactos que mayor importancia tiene, se considera apropiado capacitar a los trabajadores y pobladores acerca de cuidados adicionales que deberán tener mientras dure la etapa constructiva del proyecto. Se incluirá el uso de avisos y notificaciones en la vía y se procurará dejar siempre un paso para la circulación.

Para evitar posibles daños a la capa vegetal del terreno y afectaciones a la flora y fauna del sector, se realizarán los trabajos con el mayor de los cuidados, buscando siempre preservar la naturaleza en su estado original. Asimismo no se talarán árboles o deforestará vegetación innecesaria, y una vez concluidos los trabajos de excavación se buscará recuperar la vegetación existente previa a los trabajos constructivos.

Los materiales a utilizarse, incluyendo los agregados para la mezcla de hormigón, serán ubicados en lugares donde no perjudiquen el normal desarrollo de las

actividades de los pobladores. Los desechos serán acumulados en un solo sector y con las medidas de seguridad adecuadas para evitar que los niños o los animales puedan lastimarse o jueguen con ellos. Asimismo materiales y desechos serán almacenados adecuadamente para evitar la generación de partículas en el aire, hecho que podría ocasionar molestias en los pobladores y contaminación del aire.

CAPÍTULO 6. – EVALUACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

6.1. Estimación del costo total de la obra

El costo de una obra contempla todos los gastos que deban realizarse para la completa ejecución de la misma, cumpliendo con las especificaciones técnicas y realizando los trabajos en los plazos establecidos inicialmente.

El presupuesto de un proyecto se lo realiza determinando las cantidades de obra de cada uno de los rubros que constan en el diseño, y realizando un análisis de precios unitarios de cada uno de ellos.

La construcción del sistema de agua potable para lo comunidad de San Pablo de Kantesiya mediante el uso de una bomba accionada por energía fotovoltaica deberá realizarse con la cooperación de una institución o empresa que cuente con el personal profesional capacitado para las tareas a ser realizadas, así como con el apoyo de mano de obra de la comunidad. A través de charlas con los dirigentes de la comunidad, previo al inicio de las obras constructivas, se podrá establecer un compromiso de participación por parte de los pobladores en tareas de trabajo manual que no requieran un conocimiento técnico.

El análisis realizado de cada uno de los rubros constituye una valoración del costo que tendrá el trabajo o actividad dentro del proyecto. Se ha incluido el costo directo que representa el gasto en mano de obra, materiales, equipo y transporte efectuados exclusivamente para la ejecución de un concepto de trabajo. Dentro del presupuesto también se ha incluido un porcentaje de costo indirecto que son aquellos que se realicen para la ejecución del proyecto y no han sido contemplados en el costo

directo. El porcentaje de costo indirecto es la suma de los gastos técnicos y administrativos necesarios durante el proceso constructivo. Para el proyecto de dotación de agua potable a la comunidad de San Pablo se ha establecido un valor de 20% del costo directo de la obra, mediante el cual se conseguirá cubrir los gastos a realizarse para la correcta ejecución de las obras.

El detalle del presupuesto de la obra y el análisis de precios unitarios se incluye a continuación:

PRESUPUESTO

PROYECTO:	SAN PABLO DE KANTESIYA				
FECHA:	09/10/2010				
PROPONENTE:	MARCELO SUAREZ				
DIRECCION:					
PROPIETARIO:					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL
	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA				
1.1	BOMBA CENTRIFUGA SUMERGIBLE INC. ACC 1300 W	U	1,00	\$ 3.469,33	\$ 3.469,33
1.2	PANEL SOLAR 150 W	U	8,00	\$ 822,96	\$ 6.583,68
1.3	CABLE DE COBRE SUPERFLEX AWG #6	M	50,00	\$ 2,82	\$ 141,00
1.4	CABLE DE COBRE SIN RECUBRIMIENTO AWG #8	M	20,00	\$ 1,88	\$ 37,60
1.5	VARILLA DE COPPERWELD	U	2,00	\$ 13,86	\$ 27,72
1.6	INTERRUPTOR DE NIVEL	U	1,00	\$ 311,27	\$ 311,27
1.7	ESTRUCTURA DE ACERO PARA SOPORTE DE PANELES	U	3,00	\$ 229,12	\$ 687,36
					\$ 11.257,96
	SISTEMA DE GENERACION DE CLORO				
2.1	BATERIA 115 AMP-HORA 12 V DC	U	3,00	\$ 252,96	\$ 758,88
2.2	REGULADOR 40 AMP 12/24 V	U	1,00	\$ 162,53	\$ 162,53
2.3	INVERSOR 350 W - 24 V	U	1,00	\$ 547,12	\$ 547,12
2.4	EQUIPO GENERADOR DE HIPOCLORITO DE SODIO	U	1,00	\$ 1.384,15	\$ 1.384,15
2.5	PANEL 130 W - 12 V	U	4,00	\$ 737,87	\$ 2.951,48
2.6	CASETA DE CLORACION EN MADERA Y TECHO DE ZINC	U	1,00	\$ 992,80	\$ 992,80
					\$ 6.796,96
	OBRA CIVIL				
3.1	LIMPIEZA DEL TERRENO	M2	2.000,00	\$ 0,78	\$ 1.560,00
3.2	REPLANTEO Y NIVELACION	M	2.500,00	\$ 0,86	\$ 2.150,00
3.3	MEJORAMIENTO DE SUELO SUB - BASE CLASE 3	M3	23,00	\$ 18,65	\$ 428,95
3.4	HORMIGON F' C=210 KG/CM2 CON ENCOFRADO	M3	28,22	\$ 148,82	\$ 4.199,70
3.5	ACERO DE REFUERZO F' Y=4200 KG/CM2	KG	2.922,00	\$ 1,82	\$ 5.318,04
3.6	ENCOFRADO RIOSTRAS DE 0.30X0.40	M2	16,00	\$ 22,45	\$ 359,20
3.7	ENCOFRADO COLUMNA 0.40 X 0.40	M2	20,00	\$ 60,86	\$ 1.217,20
3.8	ENCOFRADO DE LOSA E = 20 CM	M2	24,00	\$ 23,60	\$ 566,40
3.9	REPLANTILLO DE HORMIGON F' C=140 Kg/cm2	M3	1,70	\$ 131,84	\$ 224,13
3.10	IMPERMEABILIZANTE DE CISTERNAS	M2	40,00	\$ 3,29	\$ 131,60
3.11	PINTURA EXTERIOR	M2	45,00	\$ 2,70	\$ 121,50
3.12	ESTRUCTURA DE MADERA	M2	25,00	\$ 9,16	\$ 229,00
3.13	TECHADO DE ZINC SOBRE ESTR. MADERA	M2	25,00	\$ 12,14	\$ 303,50
3.14	ESTUDIO DE SUELOS	U	1,00	\$ 824,71	\$ 824,71
3.15	ESCALERA ACCESO AL TANQUE DE AGUA	U	14,00	\$ 32,96	\$ 461,44
					\$ 18.095,37
	RED DE DISTRIBUCION				
4.1	EXCAVACION A MANO	M3	650,00	\$ 4,48	\$ 2.912,00
4.2	RELLENO COMPACTADO	M3	640,00	\$ 5,50	\$ 3.520,00
4.3	DESALOJO DE MATERIAL	M3	10,00	\$ 6,13	\$ 61,30
4.4	TUBERIA PVC E/C D=32MM	M	530,00	\$ 2,40	\$ 1.272,00
4.5	TUBERÍA PVC E/C D=40MM	M	1.400,00	\$ 5,74	\$ 8.036,00
4.6	TUBERIA PVC E/C D=50 mm	M	75,00	\$ 8,18	\$ 613,50
4.7	TUBERIA PVC E/C D=75 mm	M	420,00	\$ 6,23	\$ 2.616,60
4.8	VALVULA DE COMPUERTA H.F. D=50 mm (INC.ACC.)	U	1,00	\$ 32,35	\$ 32,35
4.9	PUNTO DE AGUA POTABLE 1/2''	PTO	60,00	\$ 1,12	\$ 67,20
4.10	ACOMETIDA DOMICILIARIA AA.PP 1/2''	U	60,00	\$ 72,44	\$ 4.346,40
					\$ 23.477,35
					\$ 59.627,64

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2
 UNIDAD : KG
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.5

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
CIZALLA	0,02	0,85	0,02	
SUBTOTAL A			0,02	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE	CAT. II	0,06	2,13	0,13
FIERRERO	CAT. III	0,03	2,13	0,06
SUBTOTAL B				0,19

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2	KG	1,05	1,09	1,14
ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	KG	0,05	2,39	0,12
SUBTOTAL C				1,26

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2	KG	1,05	0,05	0,05
ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	KG	0,05	0,00	0,00
CIZALLA	GBL	0,02	0,00	0,00
SUBTOTAL D				0,05

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	1,52
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	0,30
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	1,82

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : ACOMETIDA DOMICILIARIA AA.PP 1/2''
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 4.10

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	1,00	0,05	0,05	
SUBTOTAL A			0,05	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE	CAT. II	1,00	2,13	2,13
PLOMERO	CAT. III	1,00	2,13	2,13
SUBTOTAL B				4,26

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
CODOS H.G. 1/2'' ROSCABLE	U	2,00	0,14	0,28
LLAVE DE PASO 1/2''	U	1,00	7,10	7,10
TEFLON	U	1,00	0,16	0,16
TUBERIA PVC ROSCABLE 1/2''	ML	3,00	0,84	2,52
VALVULA CHECK 1/2''	U	1,00	6,11	6,11
MEDIDOR DE CAUDAL CHO. MULT. 1/2''	U	1,00	30,16	30,16
LLAVE DE CORTE BOLA 1/2	U	1,00	5,33	5,33
COLLARIN PVC 1/2''	U	1,00	1,22	1,22
SUBTOTAL C				52,88

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
CODOS H.G. 1/2'' ROSCABLE	U	2,00	0,01	0,02
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1,00	0,01	0,01
LLAVE DE PASO 1/2''	U	1,00	0,01	0,01
TEFLON	U	1,00	0,00	0,00
TUBERIA PVC ROSCABLE 1/2''	ML	3,00	0,01	0,03
VALVULA CHECK 1/2''	U	1,00	0,60	0,60
MEDIDOR DE CAUDAL CHO. MULT. 1/2''	U	1,00	1,50	1,50
LLAVE DE CORTE BOLA 1/2	U	1,00	1,00	1,00
COLLARIN PVC 1/2''	U	1,00	0,01	0,01
SUBTOTAL D				3,18

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	60,37
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	12,07
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	72,44

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : BATERIA 115 AMP-HORA 12 V DC
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 2.1

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,25	0,05	0,01	
SUBTOTAL A			0,01	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	CAT. II	1,00	2,13	2,13
ELECTRICISTA	CAT. III	1,00	2,13	2,13
SUBTOTAL B				4,26

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
BATERIA 115 A-H 12VDC	U	1,00	200,92	200,92
TAIPE	ROLLO	1,00	0,60	0,60
SUBTOTAL C				201,52

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
BATERIA 115 A-H 12VDC	U	1,00	5,00	5,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,25	0,02	0,01
TAIPE	ROLLO	1,00	0,00	0,00
SUBTOTAL D				5,01

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	210,80
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	42,16
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	252,96

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : BOMBA CENTRIFUGA SUMERGIBLE INC. ACC 1300 W
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 1.1

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	1,00	0,05	0,05	
SUBTOTAL A			0,05	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE DE PLOMERO	CAT. II	1,50	2,13	3,20
ELECTRICISTA	CAT. III	1,50	2,13	3,20
PLOMERO	CAT. III	1,50	2,13	3,20
SUBTOTAL B				9,60

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
BOMBA CENTRIFUGA SUMERGIBLE INC. ACC. 1	U	1,00	2.262,67	2.262,67
CINTA AUTOFUNDENTE	roll	2,00	12,00	24,00
UNIDAD DE CONTROL DE LA BOMBA	U	1,00	574,77	574,77
SUBTOTAL C				2.861,44

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
BOMBA CENTRIFUGA SUMERGIBLE INC. ACC. 1	U	1,00	18,00	18,00
CINTA AUTOFUNDENTE	roll	2,00	0,00	0,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1,00	0,02	0,02
UNIDAD DE CONTROL DE LA BOMBA	U	1,00	2,00	2,00
SUBTOTAL D				20,02

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	2.891,11
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	578,22
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	3.469,33

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : CABLE DE COBRE SIN RECUBRIMIENTO AWG #8
 UNIDAD : M
 ESPECIFICACION :

ITEM: 1.4

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,10	0,05	0,01	
SUBTOTAL A			0,01	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	CAT. II	0,10	2,13	0,21
ELECTRICISTA	CAT. III	0,10	2,13	0,21
SUBTOTAL B				0,42

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
CABLE DE COBRE S R AWG #8	M	1,00	1,13	1,13
SUBTOTAL C				1,13

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
CABLE DE COBRE S R AWG #8	M	1,00	0,01	0,01
SUBTOTAL D				0,01

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	1,57
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	0,31
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	1,88

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : CABLE DE COBRE SUPERFLEX AWG #6
 UNIDAD : M
 ESPECIFICACION :

ITEM: 1.3

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,25	0,05	0,01	
SUBTOTAL A			0,01	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
ELECTRICISTA	CAT. III	0,25	2,13	0,53
SUBTOTAL B				0,53

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
CABLE SUPERFLEX AWG #6	M	1,00	1,79	1,79
SUBTOTAL C				1,79

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
CABLE SUPERFLEX AWG #6	M	1,00	0,01	0,01
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,25	0,02	0,01
SUBTOTAL D				0,02

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	2,35
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	0,47
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	2,82

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : CASETA DE CLORACION ESTRUCTURA DE MADERA TECHO DE ZINC
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 2.6

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	1,00	0,05	0,05	
SUBTOTAL A			0,05	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
ALBANIL	CAT. III	1,00	2,13	2,13
MAESTRO MAYOR	CAT. IV	0,50	2,13	1,07
PEON	CAT. I	2,00	2,13	4,26
SUBTOTAL B				7,46

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
ESTRUCTURA DE MADERA	M2	4,80	90,00	432,00
PARED DE MADERA	M2	24,00	15,00	360,00
TORNILLOS 3/16 X 3"	U	25,00	0,01	0,25
ZINC	M2	4,80	4,24	20,35
SUBTOTAL C				812,60

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
ESTRUCTURA DE MADERA	M2	4,80	0,00	0,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1,00	0,02	0,02
PARED DE MADERA	M2	24,00	0,00	0,00
TORNILLOS 3/16 X 3"	U	25,00	0,00	0,00
ZINC	M2	4,80	1,50	7,20
SUBTOTAL D				7,22

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	827,33
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	165,47
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	992,80

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : DESALOJO DE MATERIAL
 UNIDAD : M3
 ESPECIFICACION :

ITEM: 4.3

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	1,00	0,05	0,05	
VOLQUETE	0,05	26,19	1,31	
SUBTOTAL A			1,36	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
LICENCIA TIPO D	CHOFER	0,08	2,13	0,17
PEÓN	CAT. I	1,67	2,13	3,56
SUBTOTAL B				3,73

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
SUBTOTAL C				0

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1,00	0,02	0,02
VOLQUETE	GBL	0,05	0,00	0,00
SUBTOTAL D				0,02

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	5,11
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	1,02
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	6,13

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : ENCOFRADO COLUMNA 0.40 X 0.40
 UNIDAD : M2
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.7

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
SUBTOTAL A				0

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
SUBTOTAL B				0

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
ACEITE QUEMADO	GALON	0,62	0,24	0,15
ALFAJÍA 7X7X250 CM CEPILLADA	U	10,33	2,59	26,75
CLAVOS	KG	0,96	1,03	0,99
ESTACAS DE MADERA	U	4,00	0,20	0,80
PINGOS	M	4,00	0,95	3,80
TABLERO CONTRACH. PARA ENCOFRADO 4X8X	U	0,56	32,51	18,21
SUBTOTAL C				50,70

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
ACEITE QUEMADO	GALON	0,62	0,01	0,01
ALFAJÍA 7X7X250 CM CEPILLADA	U	10,33	0,00	0,00
CLAVOS	KG	0,96	0,01	0,01
ESTACAS DE MADERA	U	4,00	0,00	0,00
PINGOS	M	4,00	0,00	0,00
TABLERO CONTRACH. PARA ENCOFRADO 4X8X	U	0,56	0,00	0,00
SUBTOTAL D				0,02

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	50,72
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	10,14
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	60,86

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : ENCOFRADO DE LOSA E = 20 CM
 UNIDAD : M2
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.8

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	1,00	0,05	0,05	
SUBTOTAL A			0,05	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE	CAT. II	0,12	2,13	0,26
INSTALADOR	CAT. III	0,12	2,13	0,26
SUBTOTAL B				0,52

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
ACEITE QUEMADO	GALON	0,01	0,24	0,00
ALFAJIAS 6X4X250CM.	U	1,39	2,59	3,60
ANDAMIO LIVIANO POR TRAMO Y POR MES	U	0,67	5,73	3,84
CANA GUADUA	U	0,17	5,00	0,85
CLAVOS	KG	0,50	1,03	0,52
DUELA 10CM X 2.40 M	U	4,71	1,85	8,71
ENCOFRADO LOSA	M2	1,00	1,50	1,50
SUBTOTAL C				19,02

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
ACEITE QUEMADO	GALON	0,01	0,01	0,00
ALFAJIAS 6X4X250CM.	U	1,39	0,00	0,00
ANDAMIO LIVIANO POR TRAMO Y POR MES	U	0,67	0,02	0,01
CANA GUADUA	U	0,17	0,00	0,00
CLAVOS	KG	0,50	0,01	0,01
DUELA 10CM X 2.40 M	U	4,71	0,00	0,00
ENCOFRADO LOSA	M2	1,00	0,04	0,04
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1,00	0,02	0,02
SUBTOTAL D				0,08

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	19,67
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	3,93
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	23,60

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : ENCOFRADO RIOSTRAS DE 0.30X0.40
 UNIDAD : M2
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.6

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	1,00	0,05	0,05	
SUBTOTAL A			0,05	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE	CAT. II	0,57	2,13	1,21
CARPINTERO	CAT. III	1,14	2,13	2,43
SUBTOTAL B				3,64

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
ACEITE QUEMADO	GALON	0,01	0,24	0,00
ALFAJIA 7X7X250 CM CEPILLADA	U	4,55	2,59	11,78
CLAVOS	KG	0,40	1,03	0,41
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 M.	U	1,67	1,68	2,81
SUBTOTAL C				15,00

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
ACEITE QUEMADO	GALON	0,01	0,01	0,00
ALFAJIA 7X7X250 CM CEPILLADA	U	4,55	0,00	0,00
CLAVOS	KG	0,40	0,01	0,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1,00	0,02	0,02
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 M.	U	1,67	0,00	0,00
SUBTOTAL D				0,02

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	18,71
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	3,74
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	22,45

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : EQUIPO GENERADOR DE HIPOCLORITO DE SODIO
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 2.4

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	1,00	0,05	0,05	
SUBTOTAL A			0,05	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
TÉCNICO MECÁNICO ELECTRICISTA	MEP I	1,00	2,13	2,13
SUBTOTAL B				2,13

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
EQUIPO GENERADOR HIPOCLORITO DE SODIO	U	1,00	950,00	950,00
KIT DE INSTALACION DEL EQUIPO CLORADOR	U	1,00	134,26	134,26
TANQUE PARA AGUA DE 40 LTS.	U	1,00	25,00	25,00
SUBTOTAL C				1.109,26

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
EQUIPO GENERADOR HIPOCLORITO DE SODIO	U	1,00	35,00	35,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1,00	0,02	0,02
KIT DE INSTALACION DEL EQUIPO CLORADOR	U	1,00	5,00	5,00
TANQUE PARA AGUA DE 40 LTS.	U	1,00	2,00	2,00
SUBTOTAL D				42,02

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	1.153,46
COSTO INDIRECTO (F) => 20,00 %	230,69
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	1.384,15

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : ESCALERA ACCESO AL TANQUE DE AGUA
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.15

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,50	0,05	0,03	
SOLDADORA ELÉCTRICA 200	0,50	1,35	0,68	
SUBTOTAL A			0,71	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0,50	2,13	1,07
PEÓN	CAT. I	1,00	2,13	2,13
SOLDADOR	CAT. IV	0,50	2,13	1,07
SUBTOTAL B				4,27

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
ELECTRODOS	KG	0,12	2,95	0,35
ESCALERA DE TUBO CUADRADO	U	1,00	20,00	20,00
SUBTOTAL C				20,35

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
ELECTRODOS	KG	0,12	0,01	0,00
ESCALERA DE TUBO CUADRADO	U	1,00	2,00	2,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,50	0,02	0,01
SOLDADORA ELÉCTRICA 200	GBL	0,50	0,25	0,13
SUBTOTAL D				2,14

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	27,47
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	5,49
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	32,96

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : ESTRUCTURA DE ACERO PARA SOPORTE DE PANELES
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 1.7

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA ELECTRICA MANUAL	0,10	1,25	0,13	
SOLDADORA ELECTRICA 240 A	0,10	2,50	0,25	
SUBTOTAL A			0,38	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE	CAT. II	4,00	2,13	8,52
CERRAJERO	CAT. III	4,00	2,13	8,52
SOLDADOR	CAT. IV	4,00	2,13	8,52
SUBTOTAL B				25,56

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
ELECTRODOS 6011	KG	1,00	1,97	1,97
PINTURA ANTICORROSIVA	GALON	1,50	25,00	37,50
THINER LACA	GALON	1,50	3,46	5,19
TUBO CUADRADO 1 1/2" X 2.0MM P=13.54KG	6 M	4,00	30,00	120,00
SUBTOTAL C				164,66

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
ELECTRODOS 6011	KG	1,00	0,01	0,01
HERRAMIENTA ELECTRICA MANUAL	GBL	0,10	0,00	0,00
PINTURA ANTICORROSIVA	GALON	1,50	0,00	0,00
SOLDADORA ELECTRICA 240 A	GBL	0,10	0,00	0,00
THINER LACA	GALON	1,50	0,08	0,12
TUBO CUADRADO 1 1/2" X 2.0MM P=13.54KG	6 M	4,00	0,05	0,20
SUBTOTAL D				0,33

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	190,93
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	38,19
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	229,12

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : ESTRUCTURA DE MADERA
 UNIDAD : M2
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.12

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,50	0,05	0,03	
SUBTOTAL A			0,03	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE	CAT. II	0,25	2,13	0,53
CARPINTERO	CAT. III	0,25	2,13	0,53
SUBTOTAL B				1,06

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
CLAVOS 4"	KG	0,10	1,10	0,11
CORREAS 6*4	ML	1,00	1,90	1,90
PERNOS 4"*1/2"	U	2,00	0,80	1,60
VIGAS 10*8	ML	1,00	2,80	2,80
SUBTOTAL C				6,41

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
CLAVOS 4"	KG	0,10	0,00	0,00
CORREAS 6*4	ML	1,00	0,05	0,05
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,50	0,02	0,01
PERNOS 4"*1/2"	U	2,00	0,01	0,02
VIGAS 10*8	ML	1,00	0,05	0,05
SUBTOTAL D				0,13

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	7,63
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	1,53
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	9,16

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : ESTUDIO DE SUELOS
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.14

Equipo			
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal
ENSAYOS DE LABORATORIO	1,00	125,00	125,00
EQUIPO MANUAL DE PERFORACION	1,00	210,00	210,00
HERRAMIENTA MENOR	0,25	0,05	0,01
SUBTOTAL A			335,01

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE	CAT. II	32,00	2,13	68,16
LABORATORISTA 3	LABORAT.	16,00	2,13	34,08
SUBTOTAL B				102,24

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
SUBTOTAL C				0

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
ENSAYOS DE LABORATORIO	GBL	1,00	0,00	0,00
EQUIPO MANUAL DE PERFORACION	GBL	1,00	250,00	250,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,25	0,02	0,01
SUBTOTAL D				250,01

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	687,26
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	137,45
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	824,71

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : EXCAVACION A MANO
 UNIDAD : M3
 ESPECIFICACION :

ITEM: 4.1

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,05	0,05	0,00	
SUBTOTAL A			0,00	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
PEON	CAT. I	1,75	2,13	3,73
SUBTOTAL B				3,73

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
SUBTOTAL C				0

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,05	0,02	0,00
SUBTOTAL D				0,00

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	3,73
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	0,75
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	4,48

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : HORMIGON F´C=210 KG/CM2 CON ENCOFRADO
 UNIDAD : M3
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.4

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
CONCRETERA 1 SACO	1,00	2,00	2,00	
HERRAMIENTA MENOR	10,00	0,05	0,50	
VIBRADOR	1,00	1,50	1,50	
SUBTOTAL A			4,00	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
ALBANIL	CAT. III	6,60	2,13	14,06
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	1,10	2,13	2,34
PEON	CAT. I	13,20	2,13	28,12
SUBTOTAL B				44,52

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
AGUA	M3	0,22	0,00	0,00
ARENA	M3	0,54	8,00	4,35
CEMENTO	50 KG	8,24	7,50	61,80
RIPIO	M3	0,54	9,00	4,90
SUBTOTAL C				71,05

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
AGUA	M3	0,22	0,00	0,00
ARENA	M3	0,54	3,50	1,90
CEMENTO	50 KG	8,24	0,05	0,41
CONCRETERA 1 SACO	C/H	1,00	0,02	0,02
HERRAMIENTA MENOR	GBL	10,00	0,02	0,20
RIPIO	M3	0,54	3,50	1,90
VIBRADOR	GBL	1,00	0,02	0,02
SUBTOTAL D				4,45

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	124,02
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	24,80
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	148,82

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : IMPERMEABILIZANTE DE CISTERNAS
 UNIDAD : M2
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.10

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,05	0,05	0,00	
SUBTOTAL A			0,00	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
ALBANIL	CAT. III	0,25	2,13	0,53
PEON	CAT. I	0,50	2,13	1,07
SUBTOTAL B				1,60

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
SIKATOP 144 BLANCO	KG	0,42	2,70	1,13
SUBTOTAL C				1,13

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,05	0,02	0,00
SIKATOP 144 BLANCO	KG	0,42	0,02	0,01
SUBTOTAL D				0,01

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	2,74
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	0,55
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	3,29

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : INTERRUPTOR DE NIVEL
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 1.6

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	1,00	0,05	0,05	
SUBTOTAL A			0,05	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	CAT. II	0,40	2,13	0,85
ELECTRICISTA	CAT. III	0,40	2,13	0,85
SUBTOTAL B			1,70	

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
ALAMBRE CU TW #10 AWG	MT	400,00	0,35	140,00
INTERRUPTOR DE NIVEL	U	1,00	17,61	17,61
MANGUERA 1/2"	ML	400,00	0,15	60,00
SUBTOTAL C			217,61	

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
ALAMBRE CU TW #10 AWG	MT	400,00	0,02	8,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1,00	0,02	0,02
INTERRUPTOR DE NIVEL	U	1,00	0,01	0,01
MANGUERA 1/2"	ML	400,00	0,08	32,00
SUBTOTAL D			40,03	

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	259,39
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	51,88
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	311,27

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : INVERSOR 350 W - 24 V
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 2.3

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,25	0,05	0,01	
SUBTOTAL A			0,01	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE ELECTRICISTA	CAT. II	0,25	2,13	0,53
ELECTRICISTA	CAT. III	0,25	2,13	0,53
SUBTOTAL B				1,06

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
INVERSOR 350 W - 24 V	U	1,00	449,85	449,85
SUBTOTAL C				449,85

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,25	0,02	0,01
INVERSOR 350 W - 24 V	U	1,00	5,00	5,00
SUBTOTAL D				5,01

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	455,93
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	91,19
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	547,12

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : LIMPIEZA DEL TERRENO
 UNIDAD : M2
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.1

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,10	0,05	0,01	
SUBTOTAL A			0,01	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
ALBANIL	CAT. III	0,05	2,13	0,11
PEON	CAT. I	0,25	2,13	0,53
SUBTOTAL B				0,64

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
SUBTOTAL C				0

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,10	0,02	0,00
SUBTOTAL D				0,00

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	0,65
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	0,13
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	0,78

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : MEJORAMIENTO DE SUELO SUB - BASE CLASE 3
 UNIDAD : M3
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.3

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
SAPO COMPACTADOR	0,05	6,25	0,31	
SUBTOTAL A			0,31	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
OPERADOR DE MAQUINARIA GRUPO 1	OEP 1	0,05	2,13	0,11
PEÓN	CAT. I	0,05	2,13	0,11
SUBTOTAL B				0,22

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
AGUA	M3	0,00	0,00	0,00
RIPIO	M3	1,20	9,00	10,80
SUBTOTAL C				10,80

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
AGUA	M3	0,00	0,00	0,00
RIPIO	M3	1,20	3,50	4,20
SAPO COMPACTADOR	GBL	0,05	0,13	0,01
SUBTOTAL D				4,21

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	15,54
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	3,11
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	18,65

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : PANEL 130 W - 12 V
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 2.5

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	1,00	0,05	0,05	
SUBTOTAL A			0,05	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
ALBANIL	CAT. III	0,50	2,13	1,07
AYUDANTE ELECTRICISTA	CAT. II	0,50	2,13	1,07
ELECTRICISTA	CAT. III	0,50	2,13	1,07
MAESTRO MAYOR	CAT. IV	0,25	2,13	0,53
PEON	CAT. I	1,00	2,13	2,13
SUBTOTAL B			5,87	

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
PANEL 130 W - 12 V	U	1,00	603,97	603,97
SUBTOTAL C			603,97	

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
PANEL 130 W - 12 V	U	1,00	5,00	5,00
SUBTOTAL D			5,00	

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	614,89
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	122,98
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	737,87

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : PANEL SOLAR 150 W
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 1.2

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	1,00	0,05	0,05	
SUBTOTAL A			0,05	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
ALBANIL	CAT. III	0,50	2,13	1,07
AYUDANTE ELECTRICISTA	CAT. II	0,50	2,13	1,07
ELECTRICISTA	CAT. III	0,50	2,13	1,07
MAESTRO MAYOR	CAT. IV	0,25	2,13	0,53
PEON	CAT. I	1,00	2,13	2,13
SUBTOTAL B				5,87

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
PANEL 150 W	U	1,00	674,86	674,86
SUBTOTAL C				674,86

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1,00	0,02	0,02
PANEL 150 W	U	1,00	5,00	5,00
SUBTOTAL D				5,02

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	685,80
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	137,16
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	822,96

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : PINTURA EXTERIOR
 UNIDAD : M2
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.11

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,05	0,05	0,00	
SUBTOTAL A			0,00	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
ALBANIL	CAT. III	0,25	2,13	0,53
PEON	CAT. I	0,50	2,13	1,07
SUBTOTAL B				1,60

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
PINTURA DE CAUCHO PERMALATEX	GALON	0,05	12,98	0,65
SUBTOTAL C				0,65

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
PINTURA DE CAUCHO PERMALATEX	GALON	0,05	0,02	0,00
SUBTOTAL D				0,00

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	2,25
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	0,45
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	2,70

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : PUNTO DE AGUA POTABLE 1/2''
 UNIDAD : PTO
 ESPECIFICACION :

ITEM: 4.9

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	0,03	0,45	0,01	
HERRAMIENTA MENOR	0,03	0,05	0,00	
SUBTOTAL A			0,01	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE PLOMERO	CAT. II	0,06	2,13	0,13
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0,02	2,13	0,03
PLOMERO	CAT. III	0,03	2,13	0,06
SUBTOTAL B				0,22

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
CODO PVC E/C D=20MM (Diam int. 29 mm) - 12.7	U	0,17	0,28	0,05
TUB. PVC D=20 mm (Diam int. 29 mm) - 12.75 Kg/f	M	1,00	0,57	0,57
UNION PVC D=20 mm (Diam int. 29 mm) - 12.75 Kg	U	0,17	0,29	0,05
SUBTOTAL C				0,67

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
CODO PVC E/C D=20MM (Diam int. 29 mm) - 12.7	U	0,17	0,02	0,00
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	GBL	0,03	0,00	0,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,03	0,02	0,00
TUB. PVC D=20 mm (Diam int. 29 mm) - 12.75 Kg/f	ML	1,00	0,03	0,03
UNION PVC D=20 mm (Diam int. 29 mm) - 12.75 Kg	U	0,17	0,02	0,00
SUBTOTAL D				0,03

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	0,93
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	0,19
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	1,12

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : REGULADOR 40 AMP 12/24 V
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 2.2

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,25	0,05	0,01	
SUBTOTAL A			0,01	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	CAT. II	0,25	2,13	0,53
ELECTRICISTA	CAT. III	0,25	2,13	0,53
SUBTOTAL B				1,06

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
REGULADOR 40 AMP 12/24 V	U	1,00	129,36	129,36
SUBTOTAL C				129,36

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,25	0,02	0,01
REGULADOR 40 AMP 12/24 V	U	1,00	5,00	5,00
SUBTOTAL D				5,01

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	135,44
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	27,09
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	162,53

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : RELLENO COMPACTADO
 UNIDAD : M3
 ESPECIFICACION :

ITEM: 4.2

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,50	0,05	0,03	
SAPO COMPACTADOR	0,50	6,25	3,13	
SUBTOTAL A			3,16	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0,13	2,13	0,27
PEÓN	CAT. I	0,50	2,13	1,07
SUBTOTAL B				1,34

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
SUBTOTAL C				0

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,50	0,02	0,01
SAPO COMPACTADOR	GBL	0,50	0,13	0,07
SUBTOTAL D				0,08

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	4,58
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	0,92
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	5,50

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : REPLANTEO Y NIVELACION
 UNIDAD : M
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.2

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,10	0,05	0,01	
TEODOLITO	0,10	0,66	0,07	
SUBTOTAL A			0,08	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
CADENERO	CAT. III	0,10	2,13	0,21
PEÓN	CAT. I	0,10	2,13	0,21
TOPOGRAFO 1	TOPOGRAF.	0,10	2,13	0,21
SUBTOTAL B				0,63

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
SUBTOTAL C				0

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,10	0,02	0,00
TEODOLITO	GBL	0,10	0,05	0,01
SUBTOTAL D				0,01

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	0,72
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	0,14
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	0,86

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
FECHA : 09/10/2010
PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
CANTON : SHUSHUFINDI
PARROQUIA : SAN ROQUE
SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : REPLANTILLO DE HORMIGON F'C=140 Kg/cm²
UNIDAD : M3
ESPECIFICACION :

ITEM: 3.9

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
CONCRETERA 1 SACO	1,10	2,00	2,20	
HERRAMIENTA MENOR	10,00	0,05	0,50	
VIBRADOR	1,10	1,50	1,65	
SUBTOTAL A			4,35	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
ALBANIL	CAT. III	6,60	2,13	14,06
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	1,10	2,13	2,34
PEON	CAT. I	13,20	2,13	28,12
SUBTOTAL B				44,52

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
AGUA	M3	0,21	0,00	0,00
ARENA	M3	0,40	8,00	3,22
CEMENTO	50 KG	6,10	7,50	45,75
RIPIO	M3	0,81	9,00	7,25
SUBTOTAL C				56,22

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
AGUA	M3	0,21	0,00	0,00
ARENA	M3	0,40	3,50	1,41
CEMENTO	50 KG	6,10	0,05	0,31
CONCRETERA 1 SACO	C/H	1,10	0,02	0,02
HERRAMIENTA MENOR	GBL	10,00	0,02	0,20
RIPIO	M3	0,81	3,50	2,82
VIBRADOR	GBL	1,10	0,02	0,02
SUBTOTAL D				4,78

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	109,87
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	21,97
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	131,84

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : TECHADO DE ZINC SOBRE ESTR. MADERA
 UNIDAD : M2
 ESPECIFICACION :

ITEM: 3.13

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,25	0,05	0,01	
SUBTOTAL A			0,01	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
ALBANIL	CAT. III	0,50	2,13	1,07
MAESTRO MAYOR	CAT. IV	0,25	2,13	0,53
PEON	CAT. I	1,00	2,13	2,13
SUBTOTAL B			3,73	

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
CABALLETERAS DE ZINC 2.00M (ACCESORIOS)	U	0,12	2,59	0,31
ZINC	M2	1,05	4,24	4,45
SUBTOTAL C			4,76	

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
CABALLETERAS DE ZINC 2.00M (ACCESORIOS)	U	0,12	0,25	0,03
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,25	0,02	0,01
ZINC	M2	1,05	1,50	1,58
SUBTOTAL D			1,62	

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	10,12
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	2,02
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	12,14

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : TUBERIA PVC E/C D=32MM
 UNIDAD : M
 ESPECIFICACION :

ITEM: 4.4

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	0,03	0,45	0,01	
HERRAMIENTA MENOR	0,03	0,05	0,00	
SUBTOTAL A			0,01	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE PLOMERO	CAT. II	0,06	2,13	0,13
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0,02	2,13	0,03
PLOMERO	CAT. III	0,03	2,13	0,06
SUBTOTAL B				0,22

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
CODO PVC E/C 32 mm (Diam int. 29 mm) - 12.75 K	U	0,20	0,60	0,12
POLILIMPIA	LT	0,01	21,80	0,22
POLIPEGA	LT	0,01	37,42	0,37
TUBERIA PVC E/C 32 mm (Diam int. 29 mm) - 12.7	M	1,00	1,00	1,00
UNION TUBERIA PVC E/C 32 mm (Diam int. 29 mm)	U	0,17	0,36	0,06
SUBTOTAL C				1,77

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
CODO PVC E/C 32 mm (Diam int. 29 mm) - 12.75 K	U	0,20	0,00	0,00
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	GBL	0,03	0,00	0,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,03	0,02	0,00
POLILIMPIA	LT	0,01	0,00	0,00
POLIPEGA	LT	0,01	0,00	0,00
TUBERIA PVC E/C 32 mm (Diam int. 29 mm) - 12.7	M	1,00	0,00	0,00
UNION TUBERIA PVC E/C 32 mm (Diam int. 29 mm)	U	0,17	0,00	0,00
SUBTOTAL D				0,00

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	2,00
COSTO INDIRECTO (F) => 20,00 %	0,40
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	2,40

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : TUBERÍA PVC E/C D=40MM
 UNIDAD : M
 ESPECIFICACION :

ITEM: 4.5

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	0,03	0,45	0,01	
HERRAMIENTA MENOR	0,03	0,05	0,00	
SUBTOTAL A			0,01	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE PLOMERO	CAT. II	0,06	2,13	0,13
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0,02	2,13	0,03
PLOMERO	CAT. III	0,03	2,13	0,06
SUBTOTAL B				0,22

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
CODO PVC 40MM X 90	U	0,20	1,45	0,29
POLILIMPIA	LT	0,01	21,80	0,22
POLIPEGA	LT	0,01	37,42	0,37
TUB. PVC-P E/C D=40MM 1.00 MPA	M	1,00	3,45	3,45
UNION PVC CED 40 ROSCABLE 1"	U	0,17	1,25	0,21
SUBTOTAL C				4,54

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
CODO PVC 40MM X 90	U	0,20	0,05	0,01
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	GBL	0,03	0,00	0,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,03	0,02	0,00
TUB. PVC-P E/C D=40MM 1.00 MPA	M	1,00	0,00	0,00
UNION PVC CED 40 ROSCABLE 1"	U	0,17	0,00	0,00
SUBTOTAL D				0,01

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	4,78
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	0,96
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	5,74

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : TUBERIA PVC E/C D=50 mm
 UNIDAD : M
 ESPECIFICACION :

ITEM: 4.6

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	0,50	0,45	0,23	
HERRAMIENTA MENOR	0,50	0,05	0,03	
SUBTOTAL A			0,26	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE PLOMERO	CAT. II	0,50	2,13	1,07
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0,25	2,13	0,53
PEON	CAT. I	0,50	2,13	1,07
PLOMERO	CAT. III	0,50	2,13	1,07
SUBTOTAL B				3,74

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
CODO PVC E/C D=50 mm (Diam int. 47 mm) - 8.16	U	0,17	1,05	0,18
POLILIMPIA	LT	0,01	21,80	0,22
POLIPEGA	LT	0,01	37,42	0,37
TEFLON	U	0,25	0,16	0,04
TUB. PVC E/C D=50 mm (Diam int. 47 mm) - 8.16	M	1,00	1,78	1,78
UNION PVC E/C D=50 mm (Diam int. 47 mm) - 8.16	U	0,17	1,20	0,20
SUBTOTAL C				2,79

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
CODO PVC E/C D=50 mm (Diam int. 47 mm) - 8.16	U	0,17	0,02	0,00
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	GBL	0,50	0,00	0,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,50	0,02	0,01
POLILIMPIA	LT	0,01	0,00	0,00
POLIPEGA	LT	0,01	0,00	0,00
TEFLON	U	0,25	0,00	0,00
TUB. PVC E/C D=50 mm (Diam int. 47 mm) - 8.16	M	1,00	0,02	0,02
UNION PVC E/C D=50 mm (Diam int. 47 mm) - 8.16	U	0,17	0,02	0,00
SUBTOTAL D				0,03

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	6,82
COSTO INDIRECTO (F) => 20,00 %	1,36
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	8,18

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
FECHA : 09/10/2010
PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
CANTON : SHUSHUFINDI
PARROQUIA : SAN ROQUE
SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : TUBERIA PVC E/C D=75 mm
UNIDAD : M
ESPECIFICACION :

ITEM: 4.7

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	0,02	2,00	0,05	
HERRAMIENTA MENOR	0,02	0,05	0,00	
SUBTOTAL A			0,05	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0,01	2,13	0,03
PEÓN	CAT. I	0,02	2,13	0,05
PLOMERO	CAT. III	0,02	2,13	0,05
SUBTOTAL B				0,13

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
CODO PVC E/C D=75 mm (Diam int. 70.4 mm) - 8.	U	0,17	5,00	0,85
POLILIMPIA	LT	0,01	21,80	0,22
POLIPEGA	LT	0,01	37,42	0,37
TUBERIA PVC E/C D=75 mm (Diam int. 70.4 mm) -	M	1,00	2,80	2,80
UNION PVC E/C D=75 mm (Diam int. 70.4 mm) - 8.	U	0,17	4,50	0,77
SUBTOTAL C				5,01

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
CODO PVC E/C D=75 mm (Diam int. 70.4 mm) - 8.	U	0,17	0,00	0,00
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	GBL	0,02	0,00	0,00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,02	0,02	0,00
POLILIMPIA	LT	0,01	0,00	0,00
POLIPEGA	LT	0,01	0,00	0,00
TUBERIA PVC E/C D=75 mm (Diam int. 70.4 mm) -	M	1,00	0,00	0,00
UNION PVC E/C D=75 mm (Diam int. 70.4 mm) - 8.	U	0,17	0,00	0,00
SUBTOTAL D				0,00

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	5,19
COSTO INDIRECTO (F) => 20,00 %	1,04
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	6,23

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : VALVULA DE COMPUERTA H.F. D=50 mm (INC.ACESORIOS)
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 4.8

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	1,00	0,05	0,05	
SUBTOTAL A			0,05	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
AYUDANTE	CAT. II	2,00	2,13	4,26
PLOMERO	CAT. III	1,00	2,13	2,13
SUBTOTAL B				6,39

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
VALVULA COMPUERTA H.F. D=50mm	U	1,00	20,00	20,00
SUBTOTAL C				20,00

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1,00	0,02	0,02
VALVULA COMPUERTA H.F. D=50mm	U	1,00	0,50	0,50
SUBTOTAL D				0,52

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	26,96
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	5,39
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	32,35

OBSERVACIONES :

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : SAN PABLO DE KANTESIYA
 FECHA : 09/10/2010
 PROPONENTE : MARCELO SUAREZ
 PROPIETARIO :

PROVINCIA : SUCUMBIOS
 CANTON : SHUSHUFINDI
 PARROQUIA : SAN ROQUE
 SECTOR : SAN PABLO KANTESIYA

RUBRO : VARILLA DE COPPERWELD
 UNIDAD : U
 ESPECIFICACION :

ITEM: 1.5

Equipo				
Descripción	Horas-Equipo	Costo/Hora	Subtotal	
HERRAMIENTA MENOR	0,50	0,05	0,03	
SUBTOTAL A			0,03	

Mano de Obra				
Descripción	Categoría	Horas-Hombre	Sal.Real/Hora	Subtotal
ELECTRICISTA	CAT. III	0,50	2,13	1,07
PEON	CAT. I	0,50	2,13	1,07
SUBTOTAL B				2,14

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
VARILLA COPERWELD 5/8"X1.80M	U	1,00	9,32	9,32
SUBTOTAL C				9,32

Transporte				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Transp.	Subtotal
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0,50	0,02	0,01
VARILLA COPERWELD 5/8"X1.80M	U	1,00	0,05	0,05
SUBTOTAL D				0,06

COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E	11,55
COSTO INDIRECTO (F) => 20.00 %	2,31
PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G	13,86

OBSERVACIONES :

6.2. Beneficios obtenidos mediante la implementación del proyecto

Al dotarse con agua potable a una población rural, los beneficios que se obtienen no son solamente en el aspecto de salud, sino que otros factores se ven influenciados mejorando de forma paralela de acuerdo al buen funcionamiento del sistema de agua. La comunidad podrá disponer de un sistema de agua potable que está diseñado para un período de diseño no menor a 20 años. Esto beneficiará directamente a la salud de los habitantes de la misma, previniendo el consumo de agua contaminada o productos procesados traídos de afuera que se comercializan en el sector, como gaseosas o bebidas con alto contenido de colorantes. Se debe inculcar a los pobladores, en particular a los más pequeños, las ventajas de tener agua potable y no tener que consumir productos perjudiciales para la salud.

Se genera un sentido de pertenencia hacia el bien adquirido. La red de agua potable y el sistema de paneles fotovoltaicos, no pertenecen a ningún miembro en particular sino a toda la comunidad, por consiguiente entre los habitantes se crea un sentimiento de poseer algo en conjunto que los identifica como comunidad en desarrollo. Si bien la comunidad de San Pablo está aislada de centros poblados o el desarrollo comercial del país, los pobladores están conscientes de los hechos y avances que ocurren, por lo que al ejecutarse un proyecto de esta índole se sentirán incluidos como nación.

Indirectamente las condiciones y aspectos generales de la comunidad mejoran. Los pobladores dispondrán de agua en sus domicilios lo que les permite usarla para el aseo personal y lavado de ropa. Una toma de agua en el hogar permite disponer del líquido para cuidado de los animales y actividades de ocio. Todos estos factores

influyen en la estética de la comunidad y de sus pobladores, lo que permite un desarrollo del turismo en la zona. Como se mencionó en el capítulo 2, esta población mantenía un turismo regular, lamentablemente debido al constante desarrollo de las actividades de las compañías petroleras y procesadoras de palma africana en la zona, los turistas se alejaron. Es una oportunidad para que las autoridades encargadas y los dirigentes de la comunidad trabajen en conjunto y logren condiciones favorables para incentivar el turismo en el sector.

Este proyecto permitirá a los pobladores adquirir nuevas destrezas en el ámbito de la construcción. Si bien serán técnicos y profesionales que se encarguen de la dirección y construcción de las obras, la comunidad ha accedido a trabajar en conjunto y mediante esto lograrán adquirir conocimientos tanto en el área de la construcción como en materia de tecnologías renovables. Esto les dará mayor conocimiento y a futuro cuando se decida implementar proyectos similares en el sector, sean ellos considerados como posibles trabajadores para guiar a otros pobladores de comunidades de la zona.

El médico de la comunidad aseguró que la mayor parte de los pacientes asisten a su consulta por problemas relacionados con el consumo de fuentes de agua proveniente de fuentes contaminadas. De no ser tratadas a tiempo, estas enfermedades pueden generar serios problemas y complicaciones en el sistema digestivo. A través del servicio de agua potable, el ahorro en gastos médicos será significativo. Las personas tendrán que asistir con menor frecuencia al médico y realizarán menos gastos en medicinas antes adquiridas por problemas intestinales. Se proyecta también que los

niveles de rendimiento de las personas suban, tanto para realizar las actividades diarias del hogar como para las labores en campo.

6.3. Sostenibilidad del proyecto

6.3.1. Generalidades

La palabra “sostenibilidad” es muy empleada hoy en día en el ámbito de proyectos de desarrollo comunitario o con un enfoque social. Se define como la cualidad de sostenible. De la palabra “sostenible” se define un proceso que puede mantenerse por sí mismo sin ayuda de agentes externos. Es fundamental que en todo proyecto se determine la forma en que éste será sostenible a través del tiempo. Para este propósito deberán considerarse numerosos factores, como los costos que deben realizarse en materia de mantenimiento, operación de equipos y componentes del sistema y de la red, reparaciones generales, y capitalización del proyecto.

El sistema de generación de electricidad mediante el uso de paneles fotovoltaicos y la red de distribución de agua potable para la población de San Pablo de Kantesiya comprende el período establecido en las bases de diseño, este período es de 20 años.

La activa participación de las comunidades durante los procesos de instalación, operación y funcionamiento de proyectos de este tipo promueve el sentido de comunidad, solidaridad y cohesión social interna, elementos claves para instalar capacidades organizativas que permitan la autogestión, el mantenimiento, y control de los equipos.

El apoyo brindado por los pobladores durante las tareas de logística, implementación y ejecución de la obra es primordial. La estrategia propuesta para dar sostenibilidad a los sistemas, está orientada fundamentalmente a fortalecer los roles de la población usuaria del proyecto en todas las etapas del mismo a través de reuniones comunitarias de concienciación sobre el adecuado uso de los sistemas, intensivos talleres educativos donde tanto hombres, mujeres, niños y niñas de manera equitativa recibirán los conocimientos necesarios para cuidar y mantener los mismos.

6.3.2. Antecedentes

El proyecto consiste en la extracción de agua subterránea mediante la aplicación de la energía solar fotovoltaica desde un pozo existente, complementado con la línea de conducción, el tanque de reserva, la cloración del agua, distribución a través de la red y conexiones únicas domiciliarias. El abastecimiento será ininterrumpido durante todo el día y la noche, proveyendo a la población de agua con una calidad que asegure la salud de la misma. Es importante en lo posible gravar la provisión de agua potable para concientizar a las personas sobre el servicio que reciben, los beneficios aportados por el mismo y el cuidado que deben tener en el manejo del agua.

De acuerdo a la Ley y Reglamento de las Juntas Administradoras de Agua Potable⁴¹, debe crearse una Junta de Agua Potable en la comunidad donde se vaya a construir un sistema de abastecimiento de agua potable. Es una entidad de derecho público con la suficiente autonomía para las funciones que le serán encargadas. El objetivo

⁴¹ Ley y Reglamento de las Juntas Administradoras de Agua Potable. Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento y Residuos Sólidos – MIDUVI.

primordial es conseguir cubrir los gastos de operación, mantenimiento, administración y crear un fondo de capitalización que permita reparaciones o ampliaciones del sistema a futuro. Será administrada por una persona escogida entre los habitantes, de reconocida solvencia y por votación mayoritaria entre los usuarios. La persona encargada de la administración será remunerada de acuerdo a las posibilidades económicas de la Junta.

6.3.3. Metodología para establecer una tarifa mensual

La metodología aplicada para determinar el valor y cobro de la tarifa será aquella recomendada por la Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento y Residuos Sólidos del MIDUVI. En este análisis se considerará que existen usuarios con menores ingresos que otros pero también deberán cancelar la mensualidad para poder recibir el servicio de agua potable. Todos los abonados (cada vivienda) serán contemplados en una misma categoría y no habrá diferencia de pagos entre familias beneficiarias, sin importar el número de integrantes que tenga la misma.

Para tener una referencia del valor que los pobladores pueden pagar por el servicio obtenido, se evalúa el ingreso familiar mensual promedio. De acuerdo a las encuestas realizadas a los pobladores de San Pablo, se observa que las diferencias de salarios pueden ser marcadas dependiendo la actividad a la que se dediquen. Existe un contraste entre los salarios de personas que trabajan para una compañía petrolera y quienes se dedican a actividades de agricultura en la comunidad. Los salarios que tienen los pobladores van desde los 80 USD (dólares americanos) para alguien que trabaja en actividades agrícolas, hasta un valor de 250 USD cuando trabajan para

compañías del sector. De forma general el promedio del salario mensual en San Pablo puede estimarse en los 150 USD, esto demuestra que la población cuenta con una capacidad de pago, sin embargo es limitada.

6.3.4. Gastos a ser contemplados

Para establecer la tarifa en sistemas rurales de agua potable se puede utilizar la modalidad de evaluación de los gastos que tendrán que cubrir los usuarios una vez que entre en servicio todo el sistema. Estos gastos son:

Operacionales

Son aquellos que debe realizar la Junta de Agua para que el sistema funcione normalmente. Se contempla el pago al operador y la compra de insumos para la producción de hipoclorito de sodio.

De mantenimiento

Pueden ser preventivos o correctivos. Son preventivos aquellos que se realizan de forma rutinaria para conseguir un óptimo funcionamiento del sistema. Los correctivos son aquellos que deben realizarse una vez ocurrido algún inconveniente o desperfecto en el sistema. Materiales y accesorios que deban ser reparados o reemplazados están contemplados en esta sección.

En caso de requerirse un arreglo en la conexión domiciliaria de un usuario debido a negligencia de las instrucciones y recomendaciones dadas por la Junta de Agua, o debido a un mal uso de las instalaciones, se considerará responsabilidad del beneficiario cubrir el gasto de los insumos y la mano de obra del operador.

Administrativos

Son los gastos que debe realizar la Junta de Agua para su normal funcionamiento, como son materiales básicos de oficina donde pueda llevarse una contabilidad del pago mensual de los usuarios. También debe considerarse gastos de movilización para adquirir los productos necesarios para la cloración y teléfono en caso de requerir comunicarse con la empresa o fundación promotora del proyecto debido a algún inconveniente.

Podrán contemplarse como gastos administrativos la compra de talonarios para entregar a los beneficiarios una vez que hayan cancelado la tarifa mensual, de esta forma podrán llevar un respaldo que certifique la realización de los pagos que han efectuado. De igual manera podrán adquirirse papeles que sean entregados a los usuarios cuando se convoque a una asamblea o reunión para tratar temas relacionados con el sistema de agua potable.

Por bombeo

Por tratarse en un proyecto que implementa el uso de la energía generada a través de paneles fotovoltaicos, el costo del bombeo de agua es nulo. El gasto para la generación de electricidad ha sido contemplado en el presupuesto del proyecto, para la adquisición de todo el sistema fotovoltaico.

De capitalización

Mediante la creación de la Junta de Agua se desea crear la cultura de un pago completo y puntual del aporte mensual que deben realizar los usuarios. Es común que en las poblaciones rurales las personas se descuiden o llegado el final de mes no cuenten con el dinero para realizar el aporte, pero a través de una oportuna charla y

capacitación, se pretende lograr el objetivo de crear un fondo para posibles emergencias o reemplazo de equipos a futuro.

6.3.5. Cálculo del aporte mensual

El cálculo del aporte mensual se realizará según las recomendaciones de la Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento y Residuos Sólidos (MIDUVI) para sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales. A través del cálculo de los gastos que deben realizarse para la operación del sistema, se obtendrá un valor de pago mensual por vivienda beneficiaria del servicio de agua potable. Sin embargo, por tratarse de una comunidad rural, no puede imponerse un valor a ser cancelado por los usuarios y deberá analizarse la capacidad de pago que tengan los pobladores. La tarifa a ser cancelada por los usuarios será establecida en base a las características de la comunidad, el salario promedio obtenido y los gastos de funcionamiento de todo el sistema.

Gastos operacionales

La remuneración al operador o aguatero ha sido contemplada considerando que no se requiere de su servicio a tiempo completo. La producción de hipoclorito se realizará dos veces por semana y el mantenimiento de los paneles y equipos se efectuará mensualmente o conforme se lo requiera. Por esta razón se ha establecido un salario mensual para el operador de 50 USD, por ser un trabajo a medio tiempo por unas horas cada semana.

Los gastos para la adquisición de sal común para producir el hipoclorito de sodio son

Costo de un kilo de sal = 0,90 USD

Total requerido mensualmente = 4 Kg

Gasto por cloración = 3,60 USD

Total Operación = 53,60 USD

Gastos de mantenimiento

Se tomará como un porcentaje de la remuneración a la persona a cargo de la operación del sistema. Para sistemas nuevos se recomienda un 40 % del salario del aguatero.

Mantenimiento = 40 % * 50 USD

Total Mantenimiento = 20 USD

Gastos administrativos

Por tratarse de un sistema de abastecimiento que sirve a una población menor a 500 habitantes, se considera que los gastos administrativos deberán ser un 10 % de la remuneración mensual del aguatero.

Administrativo = 10 % * 50 USD

Administrativo = 5 USD

Gastos de capitalización

Los gastos de capitalización son necesarios para la creación de un fondo de reserva que permita la reparación de un equipo por daños mayores o la posible ampliación del sistema. Es una medida que requiere la colaboración y cooperación de todos los beneficiarios así como de la persona encargada de la Junta de Agua.

Si se contempla que la vida útil pronosticada para el sistema de paneles solares y la bomba de extracción de agua es 20 años, se puede establecer un fondo que permita su reemplazo en el futuro cuando estos equipos ya no se encuentren operables. Considerando que el presupuesto aproximado para la adquisición de los módulos de generación eléctrica, sus componentes y la bomba de extracción es de 13.000 USD, se realiza un cálculo para determinar la capitalización de esta parte del proyecto.

Gastos para reemplazo del sistema de generación eléctrica y bomba: 13.000 USD

Tiempo de amortización: 20 años (12 meses por año)

$$\text{Costo a pagarse mensualmente} = \frac{\text{Costo Total}}{20 \text{ años} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}}} = \frac{13000}{240}$$

$$\text{Costos por capitalización} = 54,17 \text{ USD}$$

A este fondo podrán sumarse los ingresos generados por usuarios que no hayan cancelado el servicio de agua potable a tiempo. Para el efecto deberá establecerse, en una reunión comunitaria, cuál será el valor que debe pagar un usuario moroso en adición a la tarifa base, cuando se retrase en el pago mensual del servicio.

6.3.6. Tarifa mensual por familia

Los gastos que deben realizarse para el correcto funcionamiento del sistema, incluyendo gastos de operación, mantenimiento, administración y capitalización, se detallan a continuación:

Cuadro 6.1. – Gasto total de la Junta de Agua

Tipo de gasto	Costo (USD)
Operación	53,6
Mantenimiento	20
Administrativo	5
Capitalización	54,2
Total	132,80

Existen 59 familias beneficiarias y la tarifa será la misma para toda conexión domiciliaria, por lo cual se realiza una distribución equitativa de los costos en base al total de beneficiarios. De esta forma se obtiene un valor a pagar por toma de agua de:

$$\text{Tarifa} = \frac{132,80 \text{ USD}}{59 \text{ familias}}$$

$$\text{Tarifa} = 2,25 \text{ USD}$$

El valor aquí obtenido es netamente referencial, pues permite establecer cuál es el gasto total que debe realizar la Junta de Agua para su funcionamiento normal. Sin embargo, se establecerá la tarifa real, evaluando las condiciones de los beneficiarios y el entorno en el que habitan.

Tomando en cuenta los ingresos mensuales de cada núcleo familiar y el sector donde se busca implementar el proyecto, se establece que cada familia deberá cancelar la tarifa de 1,50 USD mensualmente para poder recibir el servicio de agua potable en su vivienda. Cada conexión domiciliaria contará con un medidor y se podrá establecer el pago de acuerdo a un máximo de consumo por familia mensualmente, siendo

penalizado el consumo excesivo de agua con un pago adicional a la tarifa base. Estos ajustes deberán discutirse y analizarse una vez que se haya conformado la Junta de Agua y el proyecto entre en operación.

6.3.7. Consideraciones de la sostenibilidad

Es importante mencionar que la tarifa fijada para el cobro del servicio de agua potable puede resultar alta para ciertos pobladores, esto descartando el hecho de que el valor establecido no llega a cubrir los gastos a ser realizados por la Junta de Agua. Por esta razón se pone a consideración el hecho de que ciertas comunidades han buscado el financiamiento de proyectos o subsidio del pago mensual de un servicio, a través de fondos otorgados por las compañías del sector. Las mismas, en una forma de compensación por las actividades realizadas en la zona, suelen ayudar económicamente a la realización de este tipo de proyectos.

A pesar de haberse establecido un plan de sostenibilidad para el proyecto, es indispensable que exista el apoyo de instituciones gubernamentales u organizaciones sin fines de lucro que monitoreen de forma periódica las actividades realizadas tanto por la Junta como por los beneficiarios del proyecto. Solo así se podrá garantizar que este tipo de propuestas funcionen de manera adecuada y cumplan el objetivo para el que fueron construidas.

CAPÍTULO 7. – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

1. Se ha comprobado que los recursos naturales para fines de generación eléctrica a nivel nacional son muy abundantes. La capacidad hidroeléctrica no ha sido aprovechada en su totalidad; el aprovechamiento del recurso eólico puede ser ampliado; la utilización de la energía solar se encuentra en una etapa inicial, pero tiene un enorme potencial. El estudio ha concluido que la posición geográfica del país permite aprovechar la irradiación solar como una fuente de generación de electricidad inagotable, limpia y gratuita.
2. La comunidad de San Pablo de Kantesiya, en la provincia de Sucumbíos, ha sido identificada como una población idónea para la materialización de un sistema de agua potable. Cuenta con los requisitos necesarios para el abastecimiento del líquido vital y las características del medio son adecuadas para la construcción e instalación de las estructuras y equipos. Se ha conseguido diseñar una alternativa que le permita a la comunidad permanecer aislada de las influencias negativas del modernismo, conservando su independencia. La extracción y dotación de agua permitirán a la población acceder al recurso hídrico de calidad durante todo el año.
3. La red de tuberías se ha trazado de manera que cubra las necesidades de todos los pobladores, de acuerdo a los requisitos establecidos en las normas nacionales. El diseño del sistema ha aprovechado las condiciones físicas de la comunidad para la distribución del agua. La estructura del tanque reservorio

ha sido dimensionada para soportar las cargas lógicamente previsibles durante la vida útil de los elementos. La producción de cloro será la necesaria para tratar el agua extraída. El uso de un dosificador por caudal evita el gasto en electricidad y por ser un producto fabricado en el país, se promueve la industria nacional.

4. La irradiación solar en San Pablo permite la generación de electricidad suficiente para satisfacer la energía requerida por los equipos dimensionados. La utilización de la irradiación solar será directa para el uso de la bomba y será regulada por baterías para la generación de hipoclorito.
5. El estudio de impacto ambiental ha determinado que la ejecución de este proyecto no afectará negativamente a la población ni a su entorno. Solo hay impactos negativos durante la etapa constructiva. El impacto visual generado por las estructuras instaladas es mínimo frente al beneficio de la dotación de agua a la comunidad.
6. El análisis de precios unitarios y el presupuesto realizado, señalan el costo total de la implementación del proyecto. Las alternativas de generación de electricidad en el sector son limitadas por lo que se considera que la generación con paneles solares será la mejor opción para la comunidad. La propuesta de sostenibilidad permitirá que el proyecto perdure a lo largo del tiempo y cumpla sus funciones durante toda su vida útil. Se establecerá una Junta de Agua que permita organizar a los pobladores en cuanto a los pagos de las tarifas del servicio y del funcionamiento del sistema de agua potable.

7. Los beneficios para los pobladores podrán observarse en un corto plazo ya que las condiciones de vida mejorarán enseguida de la implementación del sistema. Los pobladores habrán adquirido nuevas habilidades constructivas e inclusive podrán ofrecer sus servicios en futuros proyectos de este tipo.
8. Por tratarse de un proyecto que extrae el agua subterránea y usa la energía fotovoltaica, es fácilmente imitable. El modelo puede ser copiado en comunidades vecinas donde también existan las necesidades de San Pablo. Este tipo de proyecto permite que los pobladores desarrollen un cuidado hacia el medio ambiente y se concienticen del inmenso potencial de recursos disponibles.

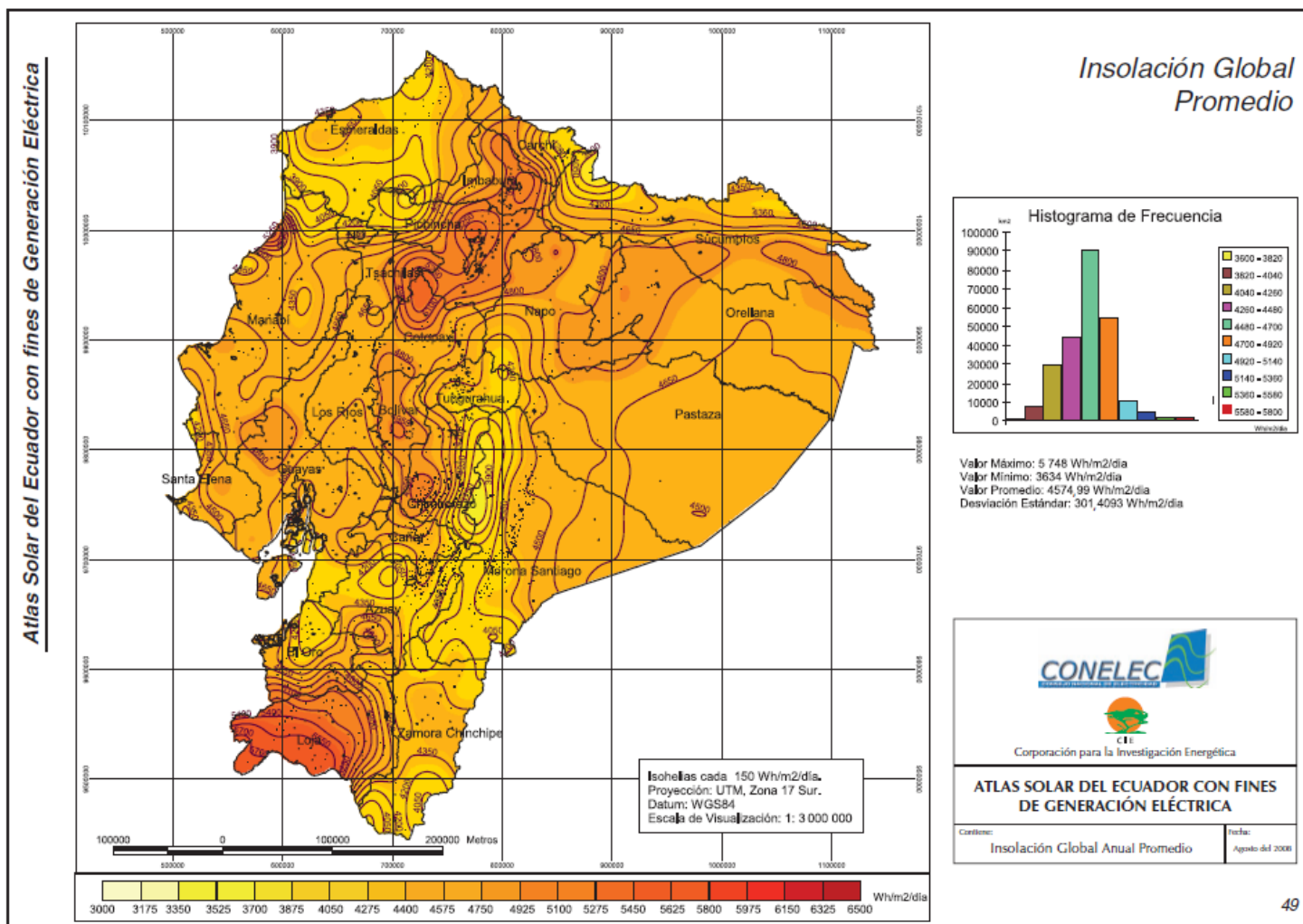
7.2. Recomendaciones

1. Se recomienda la realización de charlas oportunamente, de manera que se mantenga informados a los pobladores acerca del desenvolvimiento del proyecto. Debido a que la comunidad no cuenta con los recursos económicos para la financiar la obra, deberá procurarse la realización de mingas, pues de esa forma las personas pueden contribuir con su mano de obra y ese será su aporte.
2. Es aconsejable buscar financiamiento o subsidio de empresas que operan en el sector. Los beneficiarios de San Pablo cuentan con ingresos limitados y pueden buscar una forma de compensación de las actividades que realicen las empresas de la zona, mediante un apoyo económico para el proyecto.

3. A pesar de haberse dimensionado el generador de hipoclorito para que utilice energía alterna, queda abierta la posibilidad de ser reemplazado con un equipo que funcione con corriente directa. Actualmente no se cuenta con este tipo de equipos en el país, sin embargo se recalca que permiten un aprovechamiento mayor de la energía fotovoltaica generada.

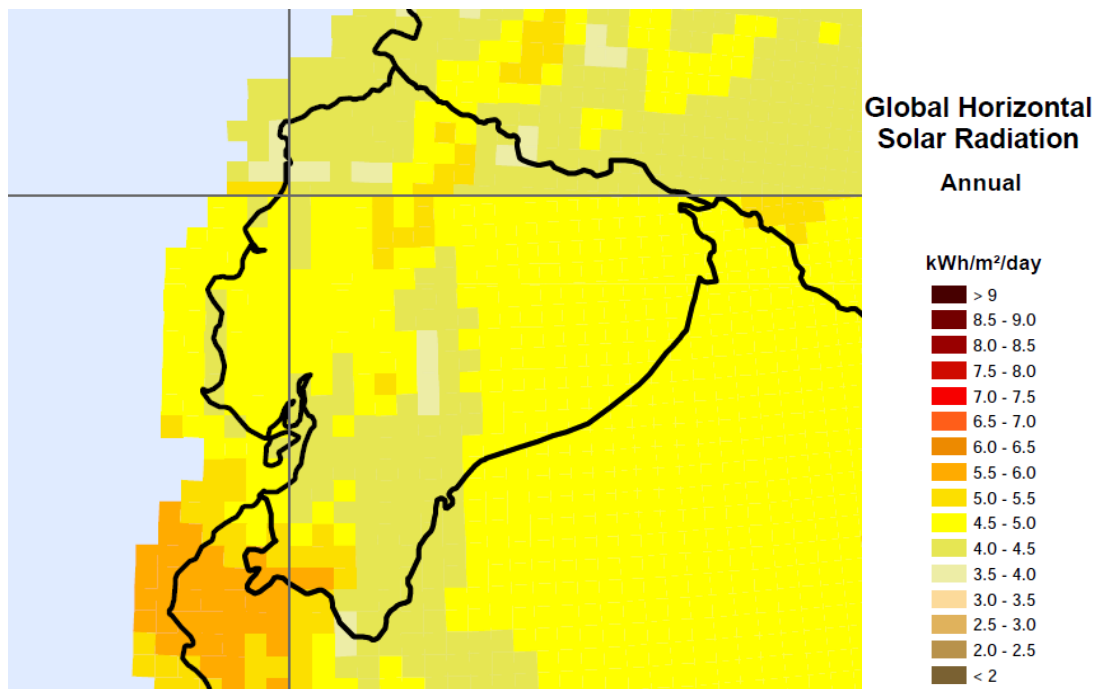
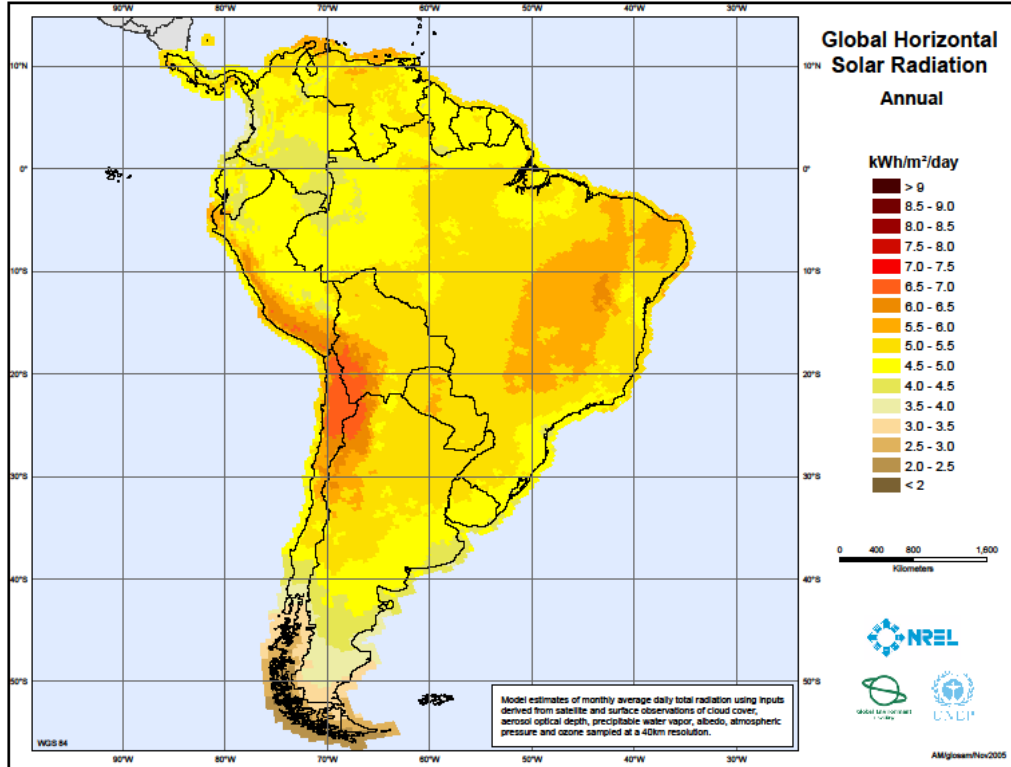
ANEXOS

Anexo 1 – Atlas Solar del Ecuador para fines de generación eléctrica



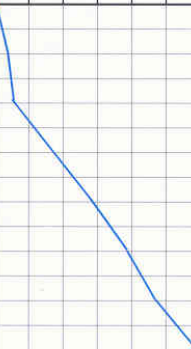

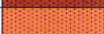


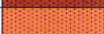










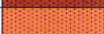







Fuente: Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica – CONELEC 2008

Anexo 2 – Irradiación horizontal solar global



Anexo 3 – Estudio de suelos

	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR REGISTRO DE PERFORACIÓN LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		CÓDIGO : LS RC 001 REVISIÓN : 01 PÁGINA : 1 de 2																
	PROYECTO : Horno de sal LOCALIZACIÓN : Shushufindi - Refinería Petroindustrial SOLICITA : FECHA : 18/10/2010	N° DE ORDEN : <input type="text"/> NORMA : ASTM D 1586-99	SONDEO : 1 NIVEL FREÁTICO : No se detecta PROFUNDIDAD TOTAL : 7 COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO : 0																
ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut		DIÁMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 45%																	
PROFUNDIDAD (m) COTA NÚMERO DE GOLPES SPT HUMEDAD LÍMITE LÍQUIDO ÍNDICE DE PLASTICIDAD % QUE PASA TAMIZ N° 4 % QUE PASA TAMIZ N° 40 % QUE PASA TAMIZ N° 200 CLASIFICACIÓN SUCS ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45) 10 20 30 40 50 R	DESCRIPCIÓN DEL SUELO																	
1,0 2,0 3,0 4,0 5,0 6,0 7,0	-1 -2 - -4 -5 -6 -7	4 6 -- 29 39 47 60	56 90 -- 32 32 24 --	90 42 -- 76 76 44 --	42 100 -- 44 44 18 --	100 98 -- 100 100 100 --	98 93 -- 96 96 96 --	-- MH -- CH -- CL --			De 0,00 a 1,00.- Limo de alta plasticidad color amarillo oscuro humedo De 1,00 a 2,00.- Limo de alta plasticidad color café oscuro humedo De 2,00 a 3,00.- Shelby De 3,00 a 4,00.- Limo arcilloso de alta plasticidad color rojo oscuro humedo De 4,00 a 5,00.- Limo arcilloso de alta plasticidad color rojo oscuro humedo De 5,00 a 6,00.- Limo arcilloso de alta plasticidad color rojo oscuro humedo De 4,00 a 5,00.- Limo arenoso con una consistencia dura poco humedo								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">LIMO ARENOSO</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LIMO PLÁSTICO</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ARENA</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>		LIMO ARENOSO		LIMO PLÁSTICO		ARENA		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">ARCILLA</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ARCILLA PLÁSTICA</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">GRAVA</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>		ARCILLA		ARCILLA PLÁSTICA		GRAVA		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">ROCA</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">↓ NIVEL FREÁTICO</p> <p style="text-align: center;">↓ NIVEL DE CIMENTACIÓN</p>		ROCA	
LIMO ARENOSO																			
LIMO PLÁSTICO																			
ARENA																			
ARCILLA																			
ARCILLA PLÁSTICA																			
GRAVA																			
ROCA																			
Andrés Muñoz RESPONSABLE DE ENSAYOS	Ing. Christian Vázquez M.S.E RESPONSABLE DE ÁREA	Ing. Guillermo Realpe MSc. DIRECTOR DEL LABORATORIO																	



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

REGISTRO DE PERFORACIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CÓDIGO : LS RC 001

REVISIÓN : 01

PÁGINA: 2 de 2

PROYECTO : Horno de sal **N° DE ORDEN :** **SONDEO :** 2
LOCALIZACIÓN : Shushufindi - Refinería Petroindustrial **NORMA :** ASTM D 1586-99 **NIVEL FREÁTICO :** No se detecta
SOLICITA : **PROFUNDIDAD TOTAL :** 7
FECHA : 18/10/2010 **COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO :** 0

ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J **DÍAMETRO DE LA TUBERÍA :** 75 mm
MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut **PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA :** 45%

PROFUNDIDAD (m)	COTA	NÚMERO DE GOLPES SPT	HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA TAMIZ N° 4	% QUE PASA TAMIZ N° 40	% QUE PASA TAMIZ N° 200	CLASIFICACIÓN SUCS	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
											10	20	30	40	50	R	
1,0	-1	2	47	76	35	100	98	94	MH	[Red]							De 0,00 a 1,00.- Limo de alta plasticidad color café oscuro humedo
2,0	-2	13								[Red]							De 1,00 a 2,00.- Limo arcilloso de alta plasticidad color rojo oscuro humedo
3,0	-3	27	27	77	43	100	100	96	CH	[Yellow]							De 2,00 a 3,00.- Limo arcilloso de alta plasticidad color rojo oscuro humedo
4,0	-4	54								[Yellow]							De 3,00 a 4,00.- Limo arcilloso de alta plasticidad color rojo oscuro humedo
5,0	-5	57	33	76	45	100	99	95	CH	[Yellow]							De 4,00 a 5,00.- Limo arcilloso de alta plasticidad color rojo oscuro humedo
6,0	-6	60								[Yellow]							De 5,00 a 6,00.- Limo arcilloso de alta plasticidad color rojo oscuro humedo
7,0	-7	60	27	49	21	100	97	95	CL	[Brown]							De 4,00 a 5,00.- Limo arenoso con una consistencia dura poco humedo

LIMO ARENOSO	[Red]
LIMO PLÁSTICO	[Orange]
ARENA	[Grey]

ARCILLA	[Red]
ARCILLA PLÁSTICA	[Yellow]
GRAVA	[Grey]



 Andrés Muñoz Ing. Christian Vázquez M.S.E. Ing. Guillemro Realpe MSc.
 RESPONSABLE DE ENSAYOS RESPONSABLE DE ÁREA DIRECTOR DEL LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

OBRA : Horno de sal

Nº DE RECEPCIÓN :

LOCALIZACIÓN : Shushufindi - Refinería Petroindustrial

SOLICITADO POR :

FECHA : 18/10/2010

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA POR ASENTAMIENTO EN FUNCIÓN DE " N " (SPT)

PERFORACIÓN No: 1

PROFUNDIDAD (metros)	NÚMERO DE GOLPES SPT	N CORR.	CAPACIDAD DE CARGA TENG (T / m ²)	CAPACIDAD DE CARGA TENG (T / m ²)	CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOFF (T / m ²)	CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOFF (T / m ²)	PROMEDIO (T / m ²)
			1,00	1,50	1,00	1,50	
1,00	4,00	4,00	1,50	1,27	6,00	5,47	3,37
2,00	6,00	6,00	4,50	3,82	9,00	8,69	6,26
3,00	SHELBY	----	----	----	----	----	----
4,00	29,00	29,00	38,97	33,13	43,50	41,99	37,56
5,00	39,00	39,00	53,95	45,87	58,50	56,47	51,17
6,00	47,00	47,00	65,94	56,07	70,50	68,06	62,06
7,00	60,00	60,00	85,42	72,63	90,00	86,88	79,76

PERFORACIÓN No: 2

PROFUNDIDAD (metros)	NÚMERO DE GOLPES SPT	N CORR.	CAPACIDAD DE CARGA TENG (T / m ²)	CAPACIDAD DE CARGA TENG (T / m ²)	CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOFF (T / m ²)	CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOFF (T / m ²)	PROMEDIO
			1,00	1,50	1,00	1,50	
1,00	2,00	2,00	-1,50	-1,27	3,00	2,74	0,73
2,00	13,00	13,00	14,99	12,74	19,50	18,82	15,78
3,00	27,00	27,00	35,97	30,58	40,50	39,10	34,84
4,00	54,00	54,00	76,43	64,99	81,00	78,19	71,59
5,00	57,00	57,00	80,93	68,81	85,50	82,54	75,67
6,00	60,00	60,00	85,42	72,63	90,00	86,88	79,76
7,00	60,00	60,00	85,42	72,63	90,00	86,88	79,76

Andrés Muñoz
RESPONSABLE DE ENSAYOS

Ing. Christian Vázquez M.S.E
RESPONSABLE DE ÁREA

Ing. Guillermo Realpe M.Sc.
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Anexo 4 – Ficha técnica de la Bomba Grundfos 11 SQFlex – 2

Bombas de Agua

SoListo
Soluciones Energéticas Fotovoltaicas



Bombas SQ Flex

Grundfos SQ Flex

Los sistemas de bombeo SQ Flex de Grundfos son un gigantesco paso en el bombeo solar de agua. El resultado es un sistema de calidad de rotor centrífugo o helicoidal a un costo similar al de una bomba de diafragma. El sistema de bombeo SQ Flex de Grundfos puede operarse también con un aerogenerador si cuenta con la localidad apropiada. El Whisper WHI-200HVT en la página 37 es el generador necesario.

Características

- Para profundidades de hasta 119 m • 30-300 VDC, ó 90-240 VAC de admisión monofásica • Motor de alta eficiencia de imán permanente • Protección contra sobrecalentamiento • Protección contra funcionamiento en seco • Seguimiento de Punto de Máxima Potencia para mejor operación de acuerdo a la corriente DC disponible • Comunicación en línea de potencia con el CU200 (optativo) para mostrar las condiciones de operación • Juegos de alambrado disponibles para configuraciones de 3 a 10 módulos • Protección contra sobrecargas

Modelo	Intervalo de CDT (m)	LPM Nominales	Length (cm)	Tamaño de Salida
3 SQF-2	36.6 - 118.9	11.4	119	1" NPT
6 SQF-2	36.6 - 118.9	22.7	122	1" NPT
11 SQF-2	12.2 - 91.4	41.7	124	1 1/4" NPT
25 SQF-3	0 - 12.2	94.6	84	1 1/2" NPT
25 SQF-6	0 - 18.3	94.6	89	1 1/2" NPT
40 SQF-3	0 - 6.1	151.4	94	2" NPT
75 SQF-3	0 - 12.2	283.8	99	2" NPT

Accesorios

IO 100 – Apagador sencillo para sistema electrosolar Grundfos SQFlex. Sin terminales para apagador flotador.

*Use el controlador de bomba CU200 para el Grundfos SQFlex si va a insalar apagador flotador.

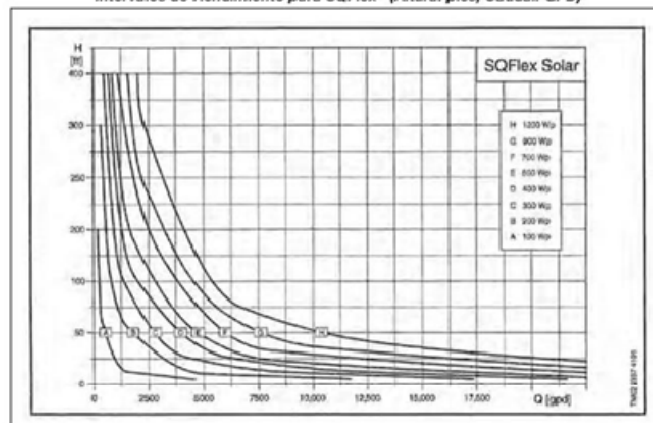
IO 101 – Interfaz de generador para Grundfos SQFlex. Incluye apagador Encendido/Apagado (reemplaza al IO100) y permite la operación de la bomba SQFlex con arreglo solar o generador de arranque manual. Sin terminales para apagador flotador. Añada un controlador CU200 para el Grundfos SQFlex si va a insalar apagador flotador.

IO 102 – Caja de interruptores para aerogenerador. Esta caja incluye un rectificador para el aerogenerador y un cronómetro, y permite que la bomba Grundfos SQFlex funcione con el aerogenerador H80 o con una combinación de arreglo solar y aerogenerador. * Añada un controlador CU200 para el Grundfos SQFlex si va a insalar apagador flotador.

CU 200 – Caja de Control para el SQFlex. Este controlador y monitor de sistema se puede usar con arreglo solar solamente o en combinación con el IO100 (para respaldo con generador) y/o el IO102 (para aerogenerador). El CU200 le permite añadir un apagador flotador para apagar la bomba cuando se ha llenado el tanque de almacenamiento. El monitor del sistema muestra en el CU200 lo siguiente: • Operación de la bomba • Tanque lleno • Potencia de admisión (Watts) • Alarma indicadora en caso de funcionamiento en seco, sobrevoltaje, sobrecarga y sobrecalentamiento.

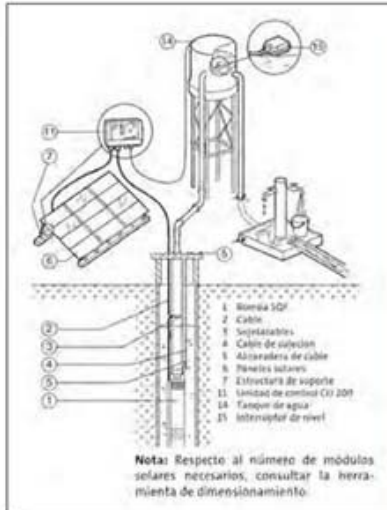
Apagador de Nivel de Agua – Apagador Flotador Mecánico

Intervalos de Rendimiento para SQFlex (Altura: pies; Caudal: GPD)



Bombas de Agua

Grundfos continuación



Ejemplo de Aplicación de SQFlex Solar



Sistema de bombeo SQ Rex para abrevaderos de ganado

Tabla de Dimensionamiento Grundfos

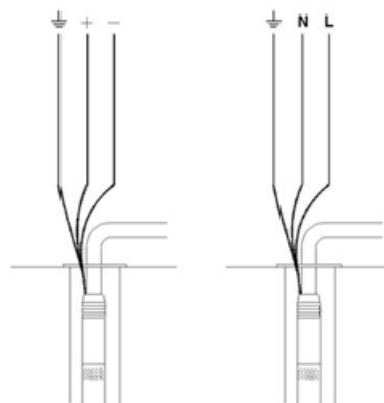
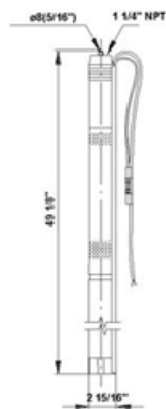
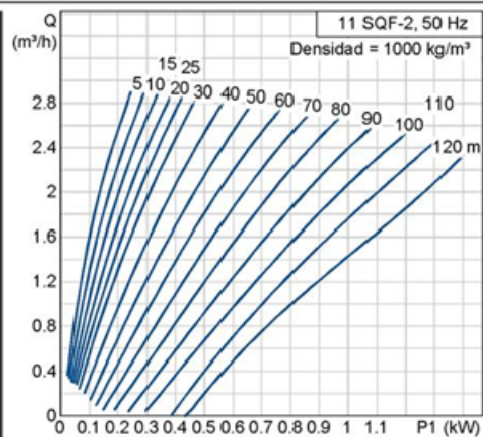
Producción de agua en base a insolación de 4 kWh/m² en Invierno y 6 kWh/m² en Verano. Los seguidores aumentan la producción de agua un 20 a 30% de estos valores

CDT/Potencia	300 W	450 W	600 W	750 W	1200 W	1500 W
10 m	11SQF-2	25SQF-3	25SQF-3	40SQF-3	75SQF-3	75SQF-3
Verano LPD	14,002	19,300	8,100	30,653	58,457	70,776
Invierno LPD	9,461	11,353	5,200	25,922	37,805	47,304
Max Caudal LPM	30	53	75.7	106	142	170.3
15 m	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	25SQF-6	25SQF-6	25SQF-6
Verano LPD	11,730	15,137	20,057	27,058	36,140	44,276
Invierno LPD	7,569	10,218	14,759	16,651	23,652	30,274
Max Caudal LPM	28.4	34.1	37.8	68.1	85.1	98.4
20 m	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	25SQF-6	25SQF-6
Verano LPD	10,218	13,623	18,543	20,814	28,950	36,708
Invierno LPD	6,433	8,893	13,056	15,894	17,975	23,841
Max Caudal LPM	26.5	30.3	35.9	39.7	75.7	90.8
30 m	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2
Verano LPD	6,433	9,271	14,380	17,786	20,246	21,381
Invierno LPD	3,406	5,487	9,461	12,488	15,516	16,840
Max Caudal LPM	18.9	26.5	34.1	37.8	37.8	37.8
40 m	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2
Verano LPD	4,163	6,055	10,591	14,380	17,597	19,300
Invierno LPD	2,271	3,217	6,433	9,272	12,677	14,759
Max Caudal LPM	11.4	18.9	30.3	37.8	37.8	37.8
50 m	6SQF-2	6SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2
Verano LPD	3,406	4,920	8,326	11,731	15,516	17,408
Invierno LPD	1,892	3,027	4,730	7,190	10,407	13,056
Max Caudal LPM	11.4	15.1	26.5	30.3	34.1	34.1
60 m		6SQF-2	6SQF-2	11SQF-2	11SQF-2	11SQF-2
Verano LPD		4,163	6,812	9,082	13,056	15,326
Invierno LPD		2,271	4,163	5,298	8,136	10,596
Max Caudal LPM		11.4	18.9	26.5	34.1	34.1
70 m			6SQF-2	6SQF-2	11SQF-2	11SQF-2
Verano LPD			6,055	7,569	10,407	13,434
Invierno LPD			3,595	5,109	6,055	8,515
Max Caudal LPM			15.1	15.1	18.9	30.3
80 m			6SQF-2	6SQF-2	6SQF-2	11SQF-2
Verano LPD			5,109	6,812	8,326	11,326
Invierno LPD			2,838	4,352	6,055	6,433
Max Caudal LPM			15.1	15.1	18.9	30.3
90 m			6SQF-2	6SQF-2	6SQF-2	6SQF-2
Verano LPD			4,163	6,055	7,379	8,326
Invierno LPD			2,271	3,595	5,298	6,433
Max Caudal LPM			11.4	15.1	18.9	18.9
100 m			3SQF-2	6SQF-2	6SQF-2	6SQF-2
Verano LPD			3,784	5,298	6,812	7,947
Invierno LPD			2,649	3,027	4,730	5,866
Max Caudal LPM			7.6	15.1	15.1	18.9

Proyecto: Bombeo de agua San Pablo de Kantesiya
Código: -

Cliente: Marcelo Suarez
Nº Cliente: -
Contacto: -

Descripción	Valor
Producto::	11 SQF-2
Código::	95027335
Número EAN::	5700834791802
Técnico:	
Homologaciones en placa del motor:	CE
Homologaciones en placa de la bomba:	CE, CTIC
Bomba Nº:	95027416
Etapas:	2
Válvula:	bomba con válvula de retención integrada
Materiales:	
Bomba:	Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Impulsor:	DIN W.-Nr. 1.4301
Rotor:	Acero inox. DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Estátor:	Stainless steel / EPDM DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Instalación:	
Máxima presión ambiental:	15 bar
Descarga:	1 1/4 NPT*
Diámetro mínimo de la perforación:	76 mm
Líquido:	
Temperatura máxima del líquido:	40 °C
Densidad:	1000 kg/m³
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	MSF3
Potencia de entrada - P1:	1.4 kW
Tensión nominal ac:	1 x 90-240 V
Tensión nominal dc:	30-300 V
Tipo de arranque:	directo
Corriente nominal:	8.4 A
Factor de potencia:	1
Velocidad nominal:	500-3600 rpm
Grado de protección (IEC 34-5):	68
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protección del motor:	Y
Protección térmica:	interior
Longitud de cable:	2 m
Motor Nº:	96275336
Otros:	
Peso neto:	8.2 kg
Peso bruto:	10 kg
Volumen:	0.024 m3
Area de ventas:	N-amreg



Anexo 4 – Módulo solar ZT 150S

ZT 150S/155S/160S mono ZYTECH MÓDULOS



Células	
Tecnología	Silicio monocristalino
Número de células por módulo	72
Dimensiones	125 x 125 mm

Características estructurales	
Dimensiones L x W x H	1580 x 808 x 40 mm
Peso	16 kg

Características eléctricas				
		ZT 150S	ZT 155S	ZT 160S
Potencia máxima	P_{max}	150 W	155 W	160 W
Tensión a circuito abierto	V_{oc}	42.48 V	42.48 V	42.48 V
Tensión punto máx. potencia	V_{mp}	33.33 V	33.70 V	34.04 V
Intensidad de cortocircuito	I_{sc}	5.20 A	5.30 A	5.40 A
Intensidad punto máx. Potencia	I_{mp}	4.50 A	4.60 A	4.70 A

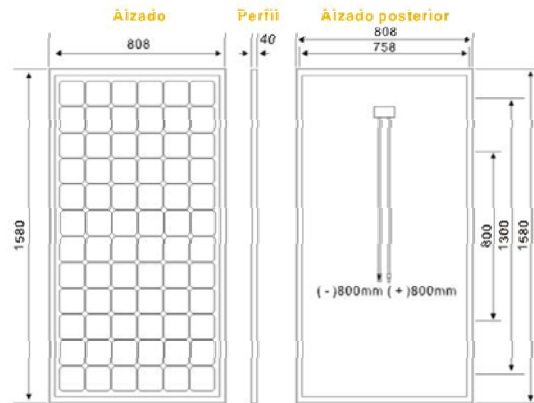
* En condiciones estándar (STC) Irradiancia 1000W/m², AM1.5, temperatura de la célula 25°C.

Características térmicas	
TONC	47°C ± 2°C
Coefficiente de temperatura de V_{oc}	- (160 ± 10) mV / °C
Coefficiente de temperatura de I_{sc}	+ (0.065 ± 0.015) % / °C
Coefficiente de temperatura de P_m	- (0.5 ± 0.05) % / °C

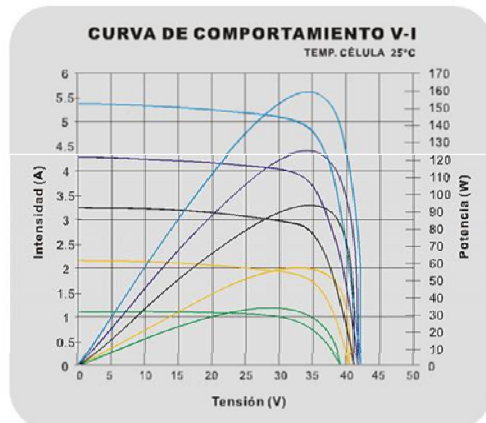
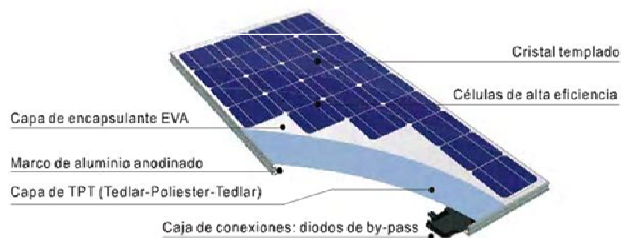
* TONC: Temperatura de Operación Nominal de la Célula

Parámetros del sistema	
Tensión máxima del sistema	1000 VDC
Máxima intensidad inversa	No aplicar a los módulos tensiones mayores a V_{oc}

Características adicionales	
Caja de conexiones	1000 VDC
Conector	Plug type 4
Tolerancia	± 5%
Cable	4 mm ²
Longitud del cable	800 mm
Número de diodos de by-pass	3 piezas



PARTES DEL MÓDULO



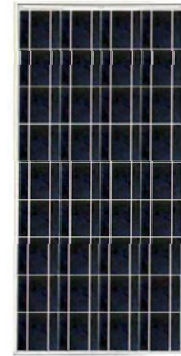
Anexo 5 – Módulo solar TOPCO 130/12Vdc



High Quality Poly-crystalline Photovoltaic Module



- Qualified, IEC 61215
- Safety tested, IEC 61730
- Periodic Inspection



Feature

1. Bypass diode minimizes the power drop by shade
2. The conversion efficiency of solar cell is above 13.75%
3. White tempered glass, EVA resin, weather proof film and anodized aluminum frame
Providing efficient protection from the severest environmental conditions
4. Waterproof (UL94,V-O) connector provide nominal 12V DC output. Perfect for grid applications.
5. Product guarantee 5 years

SPECIFICATION

Type Of Module	TOPCO-125P6				
	140W	135W	130W	125W	120W
Tolerance	± 3%	± 3%	± 3%	± 3%	± 3%
Open circuit Voltage [V]	22.03	21.74	21.60	21.56	21.53
Short circuit Current [A]	8.23	8.04	7.83	7.60	7.35
Maximum Power Voltage [V]	18.36	18.14	17.96	17.78	17.57
Maximum Power Current [A]	7.63	7.44	7.24	7.03	6.83
Module Efficiency [%]	14.29	13.78	13.27	12.76	12.25
Solar Cell Efficiency [%]	16.12	15.37	14.87	14.37	13.75
Series Fuse Rating [A]	10	10	10	10	10
Terminal Box	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65
Maximum System Voltage [V]	DC1000	DC1000	DC1000	DC1000	DC1000
Operating Temperature [°C]	-40 to 85	-40 to 85	-40 to 85	-40 to 85	-40 to 85

Anexo 6 - Batería Millenium de capacidad 115 Ah

MILLENNIUM[®]

Freedom

Never Needs Water
Maintenance-Free

31DC115

DEEP CYCLE BATTERY

GROUP 31

VOLTAGE 12 V

10H CAPACITY 115 A

20H CAPACITY 121 A

MAIN APPLICATIONS:

STATIONARY STAND-BY POWER

ALARM SYSTEMS

PHOTOVOLTAIC

CABLE TV

AGV

MODELO			DIMENSIONES			VOLTIOS	CAPACIDADES ELÉCTRICAS			
CÓDIGO	CAJA	POLARIDAD	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)		20 Horas (amp)	10 Horas (amp)	5 Horas (amp)	1 Hora (amp)
31DC115	31	INVERTIDA	330	170	245	12	121	115	98	59

PRESENTACIÓN

La **Millennium 31DC115** es una batería libre de mantenimiento, de ciclo profundo, con electrolito líquido, diseñada específicamente para sistemas de almacenamiento y respaldo de energía.

La **Millennium 31DC115** debe de ser colocada con la cubierta hacia arriba, puede ser configurada en red en serie o en paralelo según el requerimiento de voltaje y profundidad de descarga. Los ciclos de vida de esta batería dependen de los parámetros de carga a la cual ésta sea sometida. Las cargas de nivelación (Equalizing) pueden ser necesarias de forma mensual si el porcentaje de descarga de la batería supera un 40%. Estas baterías deben de ser protegidas de cualquier tipo de exceso de temperaturas.

ILUSTRACIÓN



PLANOS



PESO		CANTIDAD POR PALLET
BATERÍA (kg)	PALLET (kg)	
26	1,850	72

POLARIDAD



INVERTIDA

CARACTERÍSTICAS

- Diseño Optimizado de Rejillas
- Aleación Plomo-Calcio
- Separadores Tipo Sobre de Polietileno con Fibra de Vidrio
- Caja de Polipropileno de Alto Impacto
- Cubierta Totalmente Sellada Tipo VRLA
- Agarradera Integrada
- Terminales de Perno y Tuercas de Acero Inoxidable de 3/8

Principales Aplicaciones: Centrales repetidoras de telecomunicaciones, centrales telefónicas, sistemas de televisión por cable, estaciones de radio y televisión, subestaciones de telefonía móvil, subestaciones eléctricas, estaciones transformadoras, sistemas de alarma, sistemas informáticos, UPS, antenas, vallas publicitarias, señalización vial, seguridad industrial, bancos de respaldo, paneles solares, cajeros automáticos, telégrafo y télex, equipos quirúrgicos y de monitoreo médico, radares, cables submarinos, enlaces hertzianos, telemando, centrales térmicas, centrales hidroeléctricas e iluminación de emergencia en lugares públicos (cines, teatros, bancos, hospitales, escaleras de emergencia, etc.).

Anexo 7 – Regulador Phocos CX 40 12/24 V

Datasheet_CX_ESP

Final Version



CX10, CX20, CX40

Reguladores de Carga con Pantalla LCD



- Visualización LCD del estado de carga de la batería
- Visualización del nivel de carga y descarga
- Aviso acústico de desconexión de carga
- Indicación del estado de las cargas
- Elección entre 5 tipos de desconexión de carga
- carga profunda/absorción/flotación regulación PWM (tipo serie)
- Compensación de temperatura integrado
- Terminales cubiertas (hasta 16mm²)
- Protección total contra estado sólido

La serie CX es una familia de reguladores de carga sofisticados con excepcionales características y con precios razonables. Además de una perfecta regulación PWM con compensación de temperatura integrada los controladores proporcionan la visualización de funciones de programación y de seguridad.

El estado de carga de la batería está claramente visualizado en un cuadro de barra, tanto para la energía que fluye de la batería y hacia la batería y el estado de las cargas. (Por ejemplo sobrecarga, cortocircuito de las cargas). La función de protección de descarga profunda puede ser ajustada a tres modos diferentes: voltaje controlado, SOC controlado o adaptable.

Avisos acústicos integrados, también una función 'nightlight' programable.

Como un accesorio podemos proporcionar una salida de Administración del Exceso de Energía para controlar artefactos Phocos especiales como los refrigeradores/neveras SF solares.

El diseño compacto de la caja está preparado para ser montado en rieles tipo DIN (artefacto para montaje disponible como accesorio).

TIPO	CX10	CX20	CX40
Corriente Máxima de Cargado	10A	20A	40A
Corriente Máxima de Cargas	10A	20A	40A
Voltaje del sistema	12/24V	12/24V	12/24V
Autoconsumo de energía	<4mA	<4mA	<4mA
Dimensiones (ancho x alto x profundidad)	92x93x38mm	92x93x38mm	92x93x38mm
Tipo de Protección	IP22	IP22	IP22

Phocos AG, Germany
info@phocos.com

Phocos China Ltd., China
info-china@phocos.com

Phocos India Solar Pvt. Ltd., India
info-india@phocos.com

Phocos Latin America S.R.L., Bolivia
info-latinamerica@phocos.com

Phocos Rep. Office Australia, Australia
info-australia@phocos.com

Phocos Rep. Office Brazil, Brazil
info-brazil@phocos.com

Phocos Rep. Office Eastern Africa, Kenya
info-easternafrica@phocos.com

Phocos Eastern Europe S.R.L., Romania
info-easterneurope@phocos.com

Phocos SEA Pte Ltd, Singapore
info-sea@phocos.com

Phocos Rep. Office South Africa
info-sadc@phocos.com

Phocos Tunisia
info-maghrb@phocos.com

Phocos USA
info-usa@phocos.com

Anexo 8 – Inversor Studer AJ 350-24

STUDER Innotec 2010 – V2.4.0
516



Gama AJ



Modelo	AJ 275-12	AJ 350-24	AJ 400-48	AJ 500-12	AJ 600-24	AJ 700-48	
Inversor							
Tensión nominal de batería	12V	24V	48V	12V	24V	48V	
Campo de tensión de entrada	10,5 – 16V (24V max.)	21 – 32V (44V max.)	42 – 64V (64V max.)	10,5 – 16V (24V max.)	21 – 32V (44V max.)	42 – 64V (64V max.)	
Potencia continua @ 25°C	200VA	300VA	300VA	400VA	500VA	500VA	
Potencia 30 min. @ 25°C	275VA	350VA	400VA	500VA	600VA	700VA	
Potencia 5 min. @ 25°C	350VA	500VA	600VA	575VA	675VA	900VA	
Potencia 5 sec. @ 25°C	450VA	650VA	1000VA	1000VA	1200VA	1400VA	
Carga asimétrica máxima	150VA	150VA	200VA	250VA	300VA	300VA	
Rendimiento máximo (%)	93%	94%	94%	93%	94%	94%	
Cos φ max.	0.1 – 1 hasta 200 VA	0.1 – 1 hasta 300 VA	0.1 – 1 hasta 300 VA	0.1 – 1 hasta 400VA	0.1 – 1 hasta 500VA	0.1 – 1 hasta 500VA	
Detección de carga	2W (únicamente con la opción solar -S)			Ajustable : 1 → 20W			
Corriente de corto circuito 2 seg. (exit)	2.3A (4.6A*)	3.2A (6.4A*)	4.6A (9.2A*)	5.2A (10.4A*)	5.7A (11.4A*)	7A (14A*)	
Tensión de salida	Onda sinusoidal 230Vac (120Vac*) 0 / - 10%						
Frecuencia	50Hz (60Hz*) ± 0.05% (controlado por cuarzo)						
Distorsión THD (carga resistiva)	< 5% (@ Pnom)						
Consumo Stand-by	0.3W**	0.5W**	1.1W**	0.4W	0.6W	1.5W	
Consumo ON + sin carga	2.4W	3.5W	5.2W	4.6W	7.2W	1.2W	
Protección de sobre temperatura (+/-5°C)	Apagado @ 75°C - reinicio automático @ 70°C						
Protección de sobre temperatura y corto circuito	Desconexión automática con 2 intentos de reinicio						
Protección polarización inversa	Protección con fusible interno						
Protección contra descargas excesivas	Apagado @ 0.87 x U _{nom} - reinicio automático @ U _{nom}						
Corte sobretensión	Apagado @ > 1.33 x U _{nom} - reinicio automático @ < U _{max}						
Alarma acústica	Desconexión antes de batería baja o sobre temperatura						
Datos generales							
Peso	2.4 kg	2.6 kg		4.5 kg			
Dimensiones	142mm x 163mm x 84mm			142mm x 240mm x 84mm			
Índice de protección IP	IP 30 conforme con DIN 40050						
Certificación ECE-R 10 (E24)	•	•	No disponible	•	•	No disponible	
Conformidad EC	EN 61000-6-1, EN 61000-6-3, EN 55014, EN 55022, Dir. 89/336/EEC, LVD 73/23/EEC						
Temperatura de trabajo	-20°C a +50°C						
Humedad relativa de funcionamiento	95% sin condensación						
Ventilación forzada	A partir de 45°C ± 5°C						
Nivel acústico	< 45 dB (con ventilación)						
Garantía	2 años						
Corrección aproximada de P _{nom}	-1.5%/°C a partir +25°C						
Capacidad de batería recomendada	> 5 x P _{nom} /U _{nom} (valor recomendado en Ah)						
Longitud de cables (Batería/salida AC)	1.2m / 1m			1.5m / 1m			
Opciones							
Regulador Solar	Tensión max.	25V	45V	90V	25V	45V	90V
	Corriente max.	10A		15A			
	Principio	Mantenimiento 3 niveles (U/U/U)					
	Tensión de absorción	14.4V	28.8V	57.6V	14.4V	28.8V	57.6V
	Tensión flotación	13.6V	27.2V	54.4V	13.6V	27.2V	54.4V
Enchufe para control remoto (RCM)	•	•	•	•	•	•	

* 120V/60Hz a petición

** Standby con opción solar -S

Anexo 9 – Especificaciones Técnicas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Las siguientes especificaciones técnicas han sido incluidas en la presente disertación con el objeto de establecer las disposiciones reglamentarias al ejecutarse una obra. Las especificaciones definirán el concepto, la forma de ejecución y el pago de cada una de las actividades y elementos que componen el proyecto. La fuente de la siguiente reglamentación se ha obtenido de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.

01.001 REPLANTEO Y NIVELACION

01.001.1.00 DEFINICION.-

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

01.001.2.00 ESPECIFICACIONES.-

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá 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.

Para el replanteo de la línea de conducción, se deben revisar las cotas en el tramo inicial y final de la línea. Se revisará conjuntamente con el Fiscalizador, la estabilidad del terreno por donde será instalada la línea de conducción tratando de llevarla por sitios que opongan el menor obstáculo posible. Antes de iniciar la construcción de cualquier tramo, el Contratista o Director de Obra definirá el trazado

con el visto bueno del Fiscalizador, observando los planos del proyecto y recorriendo el terreno.

En la ubicación de la estructura del tanque reservorio, se verificará las cotas de implantación y se colocará mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente.

01.001.3.00 FORMA DE PAGO.-

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

01.002 DESBROCE Y LIMPIEZA

01.002.1.00 DEFINICION.-

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 incluidos sus raíces, arbustos, hierbas, etc. y cualquier vegetación en: las áreas de construcción, áreas de servidumbre de mantenimiento, en los bancos de préstamos indicados en los planos y proceder a la disposición final en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce y limpieza.

01.002.2.00 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 utilizados por el Constructor sin previo consentimiento de aquel. Todo material no aprovechable deberá ser retirado, tomándose las precauciones necesarias.

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 en los sitios de las obras árboles que obligatoriamente deben ser retirados para la construcción de las mismas, éstos deben ser retirados 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.

01.002.3.00 FORMA DE PAGO.-

El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales.

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

01.003 EXCAVACIONES

01.003.1.00 DEFINICION.-

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mamposterías, canales y drenes, elementos estructurales, alojar 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 las mismas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

01.003.2.00 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, sin entibados. La profundidad mínima para zanjas de agua potable será 0.50 m más el diámetro exterior del tubo. En ningún caso se excavará tan profundo que la tierra de base de los tubos sea aflojada o removida.

La ejecución de los últimos 10 cm 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 de la misma, incluyendo la instalación y prueba de la tubería, no transcurran más 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 una 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 y compactado, usando un material conveniente aprobado por el Ingeniero Fiscalizador y a costo del contratista.

Excavación a mano.

Se entenderá por excavación a mano, aquella que se realice sin la participación de equipos mecanizados ni maquinarias pesadas, en materiales que pueden ser removidos mediante la participación de mano de obra y herramienta menor.

Excavación en tierra

Se entenderá por excavación en tierra 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 5 cm, y el 40% del volumen excavado.

Excavación con presencia de agua (fango)

La realización de esta excavación en zanja, se ocasiona por la presencia de aguas cuyo origen puede ser por diversas causas.

Como el agua dificulta el trabajo, disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, siendo necesario tomar las debidas precauciones y protecciones. Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones, pueden ser tabla estacados, ataguías, bombeo, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias se debe limitar efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones deberán estar libres de agua antes de colocar las tuberías y colectores, bajo ningún concepto se colocarán bajo agua.

Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el material de relleno.

01.003.3.00 FORMA DE PAGO.-

La excavación, sea a mano o a máquina, se medirá en metros cúbicos (m³) 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, calculado por franjas en los rangos determinados en esta especificación, mas no calculado por la altura total excavada.

Se tomarán en cuenta las sobre excavaciones cuando estas sean debidamente aprobadas por el Ingeniero Fiscalizador.

01.005 RELLENOS

01.005.1.00 DEFINICION.-

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para restituir 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.

01.005.2.00 ESPECIFICACIONES.-

Relleno

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El Ingeniero Fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. 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.

Los tubos o estructuras fundidas en sitio, no serán cubiertos 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. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra 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 30 cm 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 60 cm sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrá emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30 cm sobre la misma 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. En las calles importantes o en aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere el 95 % del ASSHTO-T180. 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.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos, si el ancho de la zanja lo permite, se puede utilizar rodillos pata de

cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños en las tuberías. Con el propósito de obtener una máxima densidad, el contenido de humedad del material de relleno debe ser óptimo. Si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua, y en el caso tener un exceso de humedad, será necesario secar el material extendiéndolo 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.

Una vez que la zanja haya sido rellena y compactada, el Constructor deberá limpiar la calle de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el Ingeniero Fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el Constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada.

Material para relleno: excavado, de préstamo, terro cemento

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, 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 1.600 kg/m³. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5 cm.
- c) Deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando los diseños señalen que las características del suelo deben ser mejoradas con mezcla de tierra y cemento (terro cemento), las proporciones y especificaciones de la mezcla estarán determinadas en los planos o señaladas por el fiscalizador. La tierra utilizada para la mezcla debe cumplir con los requisitos del material para relleno.

01.005.3.00 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.

01.009 ACERO DE REFUERZO

01.009.1.00 DEFINICION.-

Acero en barras:

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras, muros, canales, pozos especiales, disipadores de energía, alcantarillas, descargas, etc.; de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las ordenes del ingeniero fiscalizador.

Malla electrosoldada:

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte y colocación de malla electrosoldada de diferentes dimensiones que se colocará en los lugares indicados en los planos respectivos.

01.009.2.00 ESPECIFICACIONES.-

Acero en barras:

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 precederse a su colocación, las varillas de hierro 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 preferiblemente metálicos, o moldes de HS, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor manera la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor está en la obligación de suministrar certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto o ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

Malla electrosoldada:

La malla electrosoldada para ser usada en obra, deberá estar libre de escamas, grasas, arcilla, oxidación, pintura o recubrimiento de cualquier materia extraña que pueda reducir o hacer desaparecer la adherencia, y cumpliendo la norma ASTM A 497.

Toda malla electrosoldada será colocada en obra en forma segura y con los elementos necesarios que garanticen su recubrimiento, espaciamiento, ligadura y anclaje. No se permitirá que contraviniendo las disposiciones establecidas en los planos o en estas especificaciones, la malla sea de diferente calidad o esté mal colocada.

Toda armadura o características de estas, serán comprobadas con lo indicado en los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con fiscalización.

01.009.3.00 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.

La malla electrosoldada se medirá en metros cuadrados instalados en obra y aprobado por el Fiscalizador y el pago se hará de acuerdo a lo estipulado en el contrato.

01.010 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

01.010.1.00 DEFINICION.-

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 retira los encofrados de los elementos fundidos, luego de que ha transcurrido un tiempo prudencial, y el hormigón vertido ha alcanzado cierta resistencia.

01.010.2.00 ESPECIFICACIONES.-

Los encofrados construidos 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 impermeable 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 1 cm.

Los tirantes y los espaciadores de madera, formarán el encofrado, que 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, vertical o no, 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 lubricarse 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 impermeable 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 reparación de los desperfectos del hormigón si hubiese necesidad.

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 ameriten esa exigencia.

Para la construcción de tanques de agua potable se emplearán tableros de contrachapados o de superior calidad.

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

01.010.3.00 FORMA DE PAGO.-

Los encofrados se medirán en metros cuadrados (m²) 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.

Para efectos de pago, no se medirán las superficies de encofrado empleadas para confinar el hormigón que debió ser vaciado directamente contra la excavación, 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, y previa aceptación del Ingeniero Fiscalizador.

01.011 HORMIGONES

01.011.1.00 DEFINICION.-

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla de cemento Portland, agua, agregado fino (arena) y agregado grueso (grava), en proporciones adecuadas. A esta mezcla pueden agregarse aditivos con la finalidad de obtener características especiales determinadas en los diseños o indicadas por la fiscalización.

01.011.2.00 ESPECIFICACIONES.-

GENERALIDADES

Estas especificaciones técnicas, incluyen los materiales, herramientas, equipo, fabricación, transporte, manipulación, vertido, a fin de que los hormigones producidos tengan acabados de calidad, resistencia, y la estabilidad requeridos.

CLASES DE HORMIGON

Las clases de hormigón a utilizarse en la obra serán aquellas señaladas en los planos u ordenada por el Fiscalizador, y están relacionadas 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 varias clases de hormigón, que se clasifican según el valor de la resistencia a la compresión a los 28 días, pudiendo ser entre otros:

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

El hormigón de 210 kg/cm² está destinado al uso en secciones de estructura o estructuras no sujetas a la acción directa del agua o medios agresivos, secciones masivas ligeramente reforzadas, muros de contención.

El hormigón de 180 kg/cm² se usa generalmente en secciones masivas sin armadura, bloques de anclaje, collarines de contención, replantillos, contrapisos, pavimentos, bordillos, aceras.

El hormigón de 140 kg/cm² se usará para muros, revestimientos u hormigón no estructural.

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 de una calidad tal que cumpla con la norma INEN de acuerdo al tipo de ensayo realizado. No deberán utilizarse cementos de diferentes marcas en una misma fundición. Los cementos nacionales que cumplen con estas condiciones son los cementos Portland: Rocafuerte, 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 Portland que permanezca almacenado a granel más de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, será nuevamente maestreado 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:

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

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

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

AGREGADO FINO

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

La arena deberá ser limpia, sílica (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. 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. 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 ± 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 de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 856.

El peso unitario del agregado se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma 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 al ensayarse para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia de morteros, la resistencia relativa calculada a los 7 días no es menor al 95%, de acuerdo con la norma INEN 866.

El árido fino por utilizarse en hormigón que estará en contacto con agua, sometida 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 m0ostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una intemperie similar a la cual va estar sometido el hormigón por elaborarse con dicho árido.

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

La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se especifican 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 lignito	0.25
Otras sustancias dañinas	2.00
Total máximo permisible	4.00

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 para árido fino.

AGREGADO GRUESO

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

Para los trabajos de hormigón, consistirá en roca triturada mecánicamente, será de origen andesítico, preferentemente de piedra azul.

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 más 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. Los agregados para el hormigón de cemento Portland 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 sustancias extrañas en los agregados.-

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

AGREGADO GRUESO	% DEL PESO
Solidez, sulfato de sodio, pérdidas en cinco ciclos:	12.00
Abrasión - Los Angeles (pérdida):	35.00
Material que pasa tamiz No. 200:	0.50
Arcilla:	0.25
Hulla y lignito:	0.25
Partículas blandas o livianas:	2.00
Otros:	1.00

La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido grueso no debe exceder los límites que se estipula en la norma INEN 872.

PIEDRA

La piedra para el hormigón deberá provenir de depósitos naturales o de canteras. Será de calidad aprobada, sólida resistente y durable, exenta de defectos que afecten a su resistencia y estará libre de material vegetal tierra u otro material objetables. Toda la piedra alterada por la acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada, será rechazada.

Las piedras a emplearse para cimientos o cualquier obra de albañilería serán limpias, graníticas, andesíticas o similares, de resistencia y tamaño adecuado para el uso que se les va a dar, inalterables bajo la acción de los agentes atmosféricos.

Ensayos y tolerancias:

La piedra para el hormigón tendrá una densidad mínima de 2.3 gr/cm³, y no presentará un porcentaje de desgaste mayor a 40 en el ensayo de abrasión norma INEN 861 luego de 500 vueltas de la máquina de los Ángeles.

La piedra para el hormigón no arrojará una pérdida de peso mayor al 12 %, determinada en el ensayo de durabilidad, norma INEN 863, Lego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

El tamaño de las piedras deberá ser tal que en ningún caso supere el 25 % de la menor dimensión de la estructura a construirse. El volumen de piedras incorporadas no excederá del 50 % del volumen de la obra o elemento que se está construyendo con ese material.

AGUA

El agua para la fabricación del hormigón será potable, libre de materias orgánicas, deletéreos y aceites, tampoco deberá contener sustancias 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 de 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 con "Especificación para aditivos químicos para concreto" (ASTM - C - 490) y todos los demás requisitos que esta norma exige exceptuando el análisis infrarrojo.

AMASADO DEL HORMIGON

Se recomienda realizar el amasado a máquina, en lo posible una que posea una válvula automática para la dosificación del agua.

La dosificación se la hará al peso. El control de balanzas, calidades de los agregados y humedad de los mismos deberá hacerse por lo menos a la iniciación de cada jornada de fundición.

El hormigón se mezclará mecánicamente hasta conseguir una distribución uniforme de los materiales. No se sobrecargará la capacidad de las hormigoneras utilizadas. 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.

MANIPULACION Y VACIADO DEL HORMIGON

MANIPULACION

La manipulación del hormigón en ningún caso deberá tomar un tiempo mayor a 30 minutos.

Previo al vaciado, el constructor deberá proveer de canalones, elevadores, artesas 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 del 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.

De ser posible, se colocará en obra todo el hormigón de forma continua. Cuando sea necesario interrumpir la colocación del hormigón, se procurará que esta 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.

Para colocar el hormigón en vigas o elementos horizontales, deberán estar fundidos previamente los elementos verticales.

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.

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 a intervalos horizontales que no excedan de 75 cm, y 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 15.3 cm (6") de diámetro por 30.5 cm (12") de altura, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM, CI72, CI92, C31 y C39.

La cantidad de ensayos a realizarse, será de por lo menos uno por cada 6 m³ de Hormigón (2 cilindros por ensayo, 1 probado a los 7 días y el otro a los 28 días).

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 transporte de los cilindros para los ensayos se lo hará de manera adecuada.

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 detrimento 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 - 10 cm.

CURADO DEL HORMIGON

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 podrá ser efectuado siguiendo 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 realizárselo durante un tiempo mínimo de 14 días. El curado 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 utilizarse.

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 u otros desperfectos al desencofrar, serán reformados 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 la superficie, 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 repararse deberá ser la suficiente y por lo menos 15 cm.

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.

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Las juntas de construcción deberán ser colocadas de acuerdo a los planos o lo que indique la fiscalización.

Donde se vaya a realizar una junta, la superficie de hormigón fundido debe dejarse dentada o áspera y será limpiada completamente mediante soplete de arena mojada, chorros de aire y agua a presión u otro método aprobado. Las superficies de juntas encofradas serán cubiertas por una capa de un cm de pasta de cemento puro, inmediatamente antes de colocar el hormigón nuevo.

Dicha parte será bien pulida con escobas en toda la superficie de la junta, en los rincones y huecos y entre las varillas de refuerzo saliente.

DOSIFICACIÓN

Los hormigones deberán ser diseñados de acuerdo a las características de los agregados, y los requerimientos técnicos necesarios en las obras.

C = Cemento

A = Arena

R = Ripio o grava

Ag. = Agua

Los agregados deben ser de buena calidad, libre de impurezas, materia orgánica, y tener adecuada granulometría. El agua estará libre de aceites, sales, ácidos y otras impurezas.

01.011.3.00 FORMA DE PAGO.-

El hormigón será medido en metros cúbicos con 2 decimales de aproximación, determinándose directamente en la obra las cantidades correspondientes.

01.028 PINTURA

01.028.1.00 DEFINICION.-

Comprende el suministro y aplicación de la pintura a la mampostería, en interiores y exteriores, sobre: empaste, estucado, enlucido de cemento, cementina o similar. El objetivo es tener una superficie de color, lavable con agua, que proporcione un acabado estético y proteja la mampostería.

Además comprende el suministro y aplicación de la pintura a las estructuras metálicas, puertas metálicas, ventanas, rejas de protección y demás elementos metálicos que señale el proyecto. El objetivo es tener una superficie resistente a agentes abrasivos, que proporcione un acabado estético y proteja los elementos estructurales.

01.028.2.00 ESPECIFICACIONES.-

Pintura interior y exterior:

Materiales mínimos: Pintura latex vinil acrilico para interiores y/o exteriores, acabado texturizado, empaste para paredes interiores, masilla elastomérica, sellador de paredes interiores.

Requerimientos previos: Una vez revisados los planos del proyecto para determinar las áreas a pintar se observarán los siguientes pasos previos:

- * Verificación de la calidad de los materiales a utilizarse.
- * Se definirán los límites de pintura.
- * Las superficies a pintar deben estar completamente limpios
- * Los elementos a pintar deben estar libres de fisuras o rajaduras, caso de existir se debe resanar con masilla alcalina
- * Las instalaciones deben estar terminadas y selladas antes de pintar
- * Andamios con las seguridades necesarias.
- * Protección de puertas y ventanas que pueden ser afectadas por este rubro.

Durante la ejecución:

- * Control de la calidad de los materiales y pruebas pertinentes.
- * Control del tiempo de aplicación entre mano y mano - Control de rajaduras y resanados
- * Aplicación de un mínimo de tres manos antes de la entrega- recepción de la obra
- * Se verificará que la dilución sea la especificada por los fabricantes de la pintura.
- * Comprobar que los rodillos, brochas estén en buen estado.

Posterior a la ejecución:

Fiscalización recibirá y posteriormente aprobará el rubro una vez cumplido con las especificaciones, para lo cual se observará lo siguiente:

- * Se controlará el acabado de la pintura en los límites fijados, verificando uniones pared - piso, pared - cielo raso, tumbado y otros.
- * La superficie pintada será entregada sin rayones, burbujas, o maltratadas.
- * Verificación de la limpieza total de los elementos involucrados en el rubro.
- * Protección del rubro hasta la recepción- entrega de la obra
- * Mantenimiento y lavado de la superficie pintada con agua y esponja; luego de transcurrido un mínimo de 30 días de la culminación del rubro.

Pintura anticorrosiva: Materiales mínimos: Pintura anticorrosiva, diluyente, lijas.

Requerimientos previos: Una vez revisados los planos del proyecto para determinar las áreas a pintar se observarán los siguientes pasos previos:

- * Verificación de la calidad de los materiales a utilizarse.
- * Se definirán los límites de pintura.
- * Las superficies a pintar deben estar completamente limpias
- * Andamios con las seguridades necesarias.
- * Protección de puertas y ventanas que pueden ser afectadas por este rubro.

Durante la ejecución:

- * Control de la calidad de los materiales y pruebas pertinentes.
- * Control del tiempo de aplicación entre mano y mano
- * Aplicación de un mínimo de tres manos antes de la entrega- recepción de la obra
- * Se verificará que la dilución sea la especificada por los fabricantes de la pintura.
- * Comprobar que el soplete y brochas estén en buen estado.

Posterior a la ejecución:

Fiscalización recibirá y posteriormente aprobará el rubro una vez cumplido con las especificaciones, para lo cual se observará lo siguiente:

- * Se controlará el acabado de la pintura en los límites fijados, verificando uniones pared - piso, pared - cielo raso, tumbado y otros.
- * La superficie pintada será entregada sin rayones, burbujas, o maltratadas.
- * Verificación de la limpieza total de los elementos involucrados en el rubro.
- * Protección del rubro hasta la recepción- entrega de la obra
- * Mantenimiento de la superficie pintada; luego de transcurrido un mínimo de 30 días de la culminación del rubro.

01.028.3.00 FORMA DE PAGO.-

El suministro y aplicación de la pintura interior, exterior y anticorrosiva se medirá en metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de las áreas realmente ejecutadas y verificadas en los planos del proyecto y en obra. El pago se lo hará una vez aprobado y recibido por fiscalización según los precios unitarios estipulados en el contrato.

02.003 SUMINISTRO E INST. TUBERIA Y ACC. DE PVC

02.003.1.00 DEFINICION.-

Se entenderá por suministro e instalación de tuberías y accesorios de polivinilcloruro (PVC) para agua potable el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para suministrar y colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador de la Obra, las tuberías y accesorios que se requieran en la construcción de sistemas de Agua Potable.

02.003.2.00 ESPECIFICACIONES.-

El suministro e instalación de tuberías y accesorios de PVC comprende las siguientes actividades: el suministro y el transporte de la tubería y accesorios hasta el lugar de su colocación o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor para distribuirla a lo largo de las zanjas; la operación de bajar la tubería y accesorios a la zanja, los acoples respectivos y la prueba de las tuberías y accesorios ya instalados para su aceptación por parte de la Fiscalización.

SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS

El diámetro, presión y espesor de pared nominales de las tuberías de PVC para presión deben cumplir con lo especificado en la tabla 1 de la Norma INEN 1373.

Los coeficientes de reducción de la presión nominal en función de la temperatura del agua, entre el diámetro exterior medio y el diámetro nominal deben ser positivos de acuerdo a la Norma INEN 1370 y deben cumplir con lo especificado en la Tabla 3 de la Norma INEN 1373.

La tolerancia entre el espesor de pared en un punto cualquiera y el espesor nominal debe ser positiva y su forma de cálculo debe estar de acuerdo con la Norma INEN 1370.

La longitud mínima de acoplamiento para tubos con terminal que debe utilizarse para unión con aro de sellado elástico (unión Z), debe estar de acuerdo con la Norma INEN 1331.

Las dimensiones de la campana para unión con cementos solventes deben estar de acuerdo con la Norma INEN 1330.

En general las tuberías y accesorios de PVC para presión deberán cumplir con lo especificado en la Norma INEN 1373.

Las tuberías y accesorios de PVC fabricados para unión roscada cumplirán con lo especificado en la Norma ASTM 1785-89.

INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS

A.- Generales

El Constructor proporcionará las tuberías y accesorios de las clases que sean necesarias y que señale el proyecto, incluyendo las uniones que se requieran para su instalación.

El ingeniero Fiscalizador de la obra, previa, la instalación deberá inspeccionar las tuberías, uniones y accesorios para cerciorarse de que el material está en buenas condiciones, en caso contrario deberá rechazar todas aquellas piezas que encuentre defectuosas.

El Constructor deberá tomar las precauciones necesarias para que la tubería y los accesorios no sufran daño ni durante el transporte, ni en el sitio de los trabajos, ni en el lugar de almacenamiento. Para manejar la tubería y los accesorios en la carga y en la colocación en la zanja debe emplear equipos y herramientas adecuados que no dañen la tubería ni la golpeen, ni la dejen caer.

Cuando no sea posible que la tubería y los accesorios no sean colocados, al momento de su entrega, a lo largo de la zanja o instalados directamente, deberá almacenarse en los sitios que autorice el ingeniero Fiscalizador de la obra, en pilas de 2 metros de alto como máximo, separando cada capa de tubería de las siguientes, mediante tablas de 19 a 25 mm. de espesor, separadas entre sí 1.20 metros como máximo.

Previamente a la instalación de la tubería y los accesorios deberán estar limpios de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las caras exteriores de los extremos de los tubos que se insertarán en las uniones correspondientes.

No se procederá al tendido de ningún tramo de tuberías en tanto no se encuentren disponibles para ser instalados los accesorios que limiten el tramo correspondiente. Dichos accesorios, válvulas y piezas especiales se instalarán de acuerdo con lo señalado en esta especificación.

En la colocación preparatoria para la unión de tuberías y accesorios se observarán las normas siguientes:

1. Una vez bajadas a las zanjas deberán ser alineadas y colocadas de acuerdo con los datos del proyecto, procediéndose a continuación a instalar las uniones correspondientes.
2. Se tenderá la tubería y accesorios de manera que se apoyen en toda su longitud en el fondo de la excavación previamente preparada de acuerdo con lo señalado en la especificación de excavación de zanjas, o sobre el replantillo construido en los términos de las especificaciones pertinentes.
3. Los dispositivos mecánicos o de cualquier otra índole utilizados para mover las tuberías y accesorios, deberán estar recubiertos de caucho, yute o lona, a fin de evitar daños en la superficie de las tuberías.
4. La tubería deberá ser manejada de tal manera que no se vea sometida a esfuerzos de flexión.
5. Al proceder a la instalación de las tuberías y accesorios se deberá tener especial cuidado de que no se penetre en su interior agua, o cualquier otra sustancia que las ensucie en partes interiores de los tubos y uniones.
6. El ingeniero Fiscalizador de la obra comprobará por cualquier método eficiente que tanto en la planta como en perfil la tubería y los accesorios queden instalados con el alineamiento señalado en el proyecto.
7. Cuando se presente interrupciones en el trabajo, o al final de cada jornada de labores, deberán taparse los extremos abiertos de las tuberías y accesorios cuya instalación no esté terminada, de manera que no puedan penetrar en su interior materias extrañas, tierra, basura, etc.

Una vez terminada la unión de la tubería y los accesorios, y previamente a su prueba por medio de presión hidrostática, será anclada provisionalmente mediante un relleno apisonado de tierra en la zona central de cada tubo, dejándose al descubierto las

uniones y accesorios para que puedan hacerse las observaciones necesarias en el momento de la prueba. Estos rellenos deberán hacerse de acuerdo con lo estipulado en la especificación respectiva.

B.- Especificas

Dada la poca resistencia relativa de la tubería y sus accesorios 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, formada preferentemente de tablas separadas 2 metros como máximo entre sí. La altura de las pilas no deberá exceder de 1.50 metros.

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

No se deberá colocar ningún objeto pesado sobre la pila de tubos de plástico. En caso de almacenaje de tubos de distinto diámetro se ubicará en la parte superior.

En virtud de que los anillos de hule, utilizados en la unión elastomérica, son degradados por el sol y deformados por el calor excesivo, deben almacenarse en lugar fresco y cerrado y evitar que hagan contacto con grasas minerales. Deben ser entregados en cajas o en bolsas, nunca en atados; además para su fácil identificación deben marcarse de acuerdo con el uso al que se destinen y según la medida nominal. Algunos fabricantes de tubos y conexiones entregan los anillos ya colocados en la campana de estos

El ancho del fondo de la zanja será suficiente para permitir el debido acondicionamiento de la rasante y el manipuleo y colocación de los tubos. Este ancho no deberá exceder los límites máximos y mínimos dados por la siguiente tabla.

Diámetro Nominal (mm)	Ancho Mínimo (m)	Ancho Máximo (m)
20-50	0.40	0.60
63-110	0.50	0.70
160-200	0.60	0.80

La tubería y los accesorios deben protegerse contra esfuerzo de cizallamiento o movimientos producidos por el paso de vehículos en vías transitadas tales como cruces de calles y carreteras. En estos sitios se recomienda una altura mínima de relleno sobre la corona del tubo de 0.80m. Para casos en los que no se pueda dar esta profundidad mínima se recomienda encamizar la tubería de PVC con un tubo de acero.

El diámetro del orificio que se haga en un muro para el paso de un tubo, debe ser por lo menos un centímetro mayor que el diámetro exterior del tubo.

Se debe tomar en cuenta que el PVC y el hormigón no forman unión, por esta razón, estos pasos deben sellarse en forma especial con material elástico que absorba deformaciones tipo mastique.

Se permitirán ligeros cambios de dirección para obtener curvas de amplio radio. El curvado debe hacerse en la parte lisa de los tubos, las uniones no permiten cambios de dirección.

En tuberías con acoplamiento cementado, el curvado debe efectuarse después del tiempo mínimo de fraguado de la unión.

Los valores de las flechas o desplazamientos máximos (F)* y de los ángulos admisibles (A)** para diferentes longitudes de arco serán de acuerdo a las indicaciones de los fabricantes.

* La flecha (F) se mide perpendicularmente entre la cara interior del medio de la curva y la cuerda que pasa por principio y final de la curva.

** El ángulo A es el ángulo formado por la cuerda que une principio y fin de la curva; con la cuerda que une, uno de los extremos con el punto medio del arco.

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 Elastoméricas:

El acoplamiento espiga-campana con anillo de hule, o simplemente unión elastomérica se ha diseñado para que soporte la misma presión interna que los tubos,

sirviendo también como cámara de dilatación. La eficiencia del sellado del anillo de hule aumenta con la presión hidráulica interna. Deberá seguir la Norma INEN 1331.

Para realizar el empate correcto entre tubos debe seguirse el siguiente procedimiento:

1. Con un trapo limpio se elimina la tierra del interior y exterior de los extremos de las piezas por unir. Se introduce la espiga en la campana, sin anillo, se comprueba que ésta entre y salga sin ningún esfuerzo.

2. Se separan las dos piezas y se coloca el anillo en la ranura de la campana, cuidando que su posición sea la correcta, de acuerdo con las indicaciones del fabricante de la tubería.

3. Se aplica el lubricante en la espiga, desde el chaflán hasta la marca tope como máximo.

4. Se colocan las piezas por acoplar en línea horizontal y se empuja la espiga dentro de la campana en un movimiento rápido, hasta antes de la marca tope, la cual debe quedar visible. Esto garantiza el espacio necesario para absorber la dilatación térmica.

5. Cualquier resistencia que se oponga al paso del tubo dentro de la campana indicará que el anillo está mal colocado, o mordido; por lo tanto, se debe desmontar la unión y colocar el anillo en forma correcta. Una forma sencilla de comprobar que el anillo está colocado adecuadamente, es que una vez metida la espiga en la campana, se gire la espiga en ambos sentidos; esto debe lograrse con cierta facilidad; si no es así, el anillo está mordido.

6. Por comodidad en la instalación se recomienda colocar la espiga en la campana, si se hace en sentido contrario no perjudica en nada el funcionamiento de la tubería.

En caso de unirse tubería con accesorios acoplados a la unión elastomérica, el proceso es el mismo pero con un incremento en el grado de dificultad debido a la serie de tuberías que lleguen al accesorio necesario.

Uniones soldadas con solventes:

Es importante que la unión cementada (pegada) se realice, hasta donde sea posible, bajo techo y con buena ventilación. Para hacer uniones fuertes y herméticas entre

tubos y conexiones de PVC, es necesario que el operario tenga habilidad y práctica. Deberá seguir la Norma INEN 1330.

Los pasos para realizar una unión cementada son los siguientes:

1. Con un trapo limpio y seco se quita la tierra y humedad del interior y del exterior del tubo o conexión a unir. Se insertan las dos partes, sin cemento, el tubo debe penetrar en el casquillo o campana, sin forzarlo, por lo menos un tercio de su profundidad.
2. Las partes que se van a unir se frotan con un trapo impregnado de limpiador, a fin de eliminar todo rastro de grasa o cualquier otra impureza. De esta operación va a depender en mucho la efectividad de la unión. Es necesario lijar las superficies a pegar.
3. El cemento se aplica con brocha en el extremo del tubo y en el interior de la conexión. La brocha debe estar siempre en buen estado, libre de residuos de cemento seco; para este fin se recomienda el uso del limpiador. Se recomienda que dos o más operarios apliquen el cemento cuando se trata de diámetros grandes.
4. Se introduce el tubo en la conexión con un movimiento firme y parejo. La marca sobre la espiga indica la distancia introducida, la cual no debe ser menor a $3/4$ de la longitud del casquillo. Esta operación debe realizarse lo más rápidamente posible, porque el cemento que se usa es de secado rápido, y una operación lenta implica una deficiente adhesión.
5. Aún cuando el tiempo que se emplea para realizar estas operaciones dependen del diámetro del tubo que se está cementando, para estas dos últimas operaciones se recomienda una duración máxima de dos minutos.
6. Una unión correctamente realizada mostrará un cordón de cemento alrededor del perímetro del borde de la unión, el cual debe limpiarse de inmediato, así como cualquier mancha de cemento que quede sobre o dentro del tubo o la conexión.

Una vez realizada la unión, se recomienda no mover las piezas cementadas durante los tiempos indicados en el siguiente cuadro, con relación a la temperatura ambiente:

Temperatura (grados centígrados)	Tiempo (minutos)
16 a 39	30
5 a 16	60

C.- Limpieza, desinfección y prueba

Limpieza: Esta se realizará mediante lavado a presión. Si no hay hidrantes instalados o válvulas de desagüe, se procederá a instalar tomas de derivación con diámetros adecuados, capaces de que la salida del agua se produzca con una velocidad mínima de 0.75 m/seg. Para evitar en lo posible dificultades en la fase del lavado se deberán tomar en cuenta las precauciones que se indican en las especificaciones pertinentes a instalación de tuberías y accesorios.

Prueba: Estas normas cubren la instalación de sistemas de distribución, líneas de conducción, con todos sus accesorios como: válvulas, hidrantes, bocas de incendio, y otras instalaciones.

Se rellenará la zanja cuidadosamente y utilizando herramientas apropiadas, hasta que quede cubierta la mitad del tubo. Este relleno se hará en capas de 10 cm bien apisonadas. Luego se continuará el relleno hasta una altura de 30 cm. por encima de la tubería, dejando libres las uniones y accesorios. Todos los sitios en los cuales haya un cambio brusco de dirección como son: tees, tapones, etc., deberán ser anclados en forma provisional antes de efectuar la prueba.

Los tramos a probarse serán determinados por la existencia de válvulas para cerrar los circuitos o por la facilidad de instalar tapones provisionales. Se deberá probar longitudes menores a 500 m. Se procurará llenar las tuberías a probarse en forma rápida mediante conexiones y sistemas adecuados.

En la parte más alta del circuito, o de la conducción, en los tapones, al lado de las válvulas se instalará una toma corporation para drenar el aire que se halla en la tubería. Se recomienda dejar salir bastante agua para así poder eliminar posibles bolsas de aire. Es importante el que se saque todo el aire que se halle en la tubería, pues su compresibilidad hace que los resultados sean incorrectos.

Una vez lleno el circuito se cerrará todas las válvulas que estén abiertas así como la interconexión a la fuente.

La presión correspondiente será mantenida valiéndose de la bomba de prueba por un tiempo no menor de dos horas.

Cada sector será probado a una presión igual al 150% de la máxima presión hidrostática que vaya a resistir el sector. En ningún caso la presión de prueba no deberá ser menor que la presión de trabajo especificada por los fabricantes de la tubería. La presión será tomada en el sitio más bajo del sector a probarse.

Para mantener la presión especificada durante dos horas será necesario introducir con la bomba de prueba una cantidad de agua, que corresponda a la cantidad que por concepto de fugas escapará del circuito.

La cantidad de agua que trata la norma anterior deberá ser detenidamente medida y no podrá ser mayor que la consta a continuación:

Máximos escapes permitidos en cada tramo probado a presión hidrostática

Presión de Prueba atm (kg/cm ²)	Escape en litros por cada 2.5 cm de diámetro por 24 horas y por unión (lt)
15	0.80
12.5	0.70
10	0.60
7	0.49
3.5	0.35

Nota: Sobre la base de una presión de prueba de 10 atm los valores de escape permitidos que se dan en la tabla, son aproximadamente iguales a 150 litros, en 24 horas, por kilómetros de tubería, por cada 2.5 cm. de diámetro de tubos de 4 m. de longitud. Para determinar la pérdida total de una línea de tubería dada, multiplíquese el número de uniones, por el diámetro expresado en múltiplos de 2.5 cm. (1 pulgada) y luego por el valor que aparece frente a la presión de prueba correspondiente.

Cuando la cantidad de agua que haya sido necesaria inyectar en la tubería para mantener la presión de prueba constante, sea menor o igual que la permisible, calculada según la tabla, se procederá al relleno y anclaje de accesorios en forma definitiva.

Cuando la cantidad necesaria de agua para mantener la presión sea mayor que la calculada según la tabla, será necesario revisar la instalación y reparar los sitios de

fuga y repetir la prueba, tantas veces cuantas sea necesario, para obtener resultados satisfactorios.

Desinfección: La desinfección se hará mediante cloro, gas o soluciones de hipoclorito de calcio o sodio al 70%.

Las soluciones serán aplicadas para obtener soluciones finales de 50 p.p.m. y el tiempo mínimo de contacto será de 24 horas.

La desinfección de tuberías matrices de la red de distribución y aducciones se hará con solución que se introducirá con una concentración del 3% lo que equivale a diluir 4,25 kg de hipoclorito de calcio al 70% en 100 litros de agua. Un litro de esta solución es capaz de desinfectar 600 litros de agua, teniendo una concentración de 50 p.p.m. Se deberá por tanto calcular el volumen de agua que contiene el tramo o circuito a probarse, para en esta forma determinar la cantidad de solución a prepararse.

Una vez aplicada la solución anteriormente indicada se comprobará en la parte más extrema al punto de aplicación de la solución, de cloro residual de 10 p.p.m. En caso de que el cloro residual sea menor que el indicado, se deberá repetir este proceso hasta obtener resultados satisfactorios.

Cuando se realicen estos procesos se deberá avisar a la población a fin de evitar que agua con alto contenido de cloro pueda ser utilizada en el consumo.

Se aislarán sectores de la red para verificar el funcionamiento de válvulas, conforme se indique en el proyecto.

02.003.3.00 FORMA DE PAGO.-

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, colocación e instalación de tubería para redes de distribución y líneas de conducción de agua potable serán medidos para fines de pago en metros lineales, con aproximación de dos decimales; al efecto se medirá directamente en las obras las longitudes de tubería colocadas de cada diámetro y tipo, de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o las órdenes por escrito del ingeniero Fiscalizador.

Los accesorios de PVC (uniones, tees, codos, cruces, tapones, reductores, etc) serán medidos para fines de pago en unidades. Al efecto se determinarán directamente en

la obra el número de accesorios de los diversos diámetros según el proyecto y aprobación del Ingeniero Fiscalizador.

No se medirá para fines de pago las tuberías y accesorios que hayan sido colocados fuera de las líneas y niveles señalados por el proyecto y/o las señaladas por el ingeniero Fiscalizador de la obra, ni la reposición, colocación e instalación de tuberías y accesorios que deba hacer el Constructor por haber sido colocadas e instaladas en forma defectuosa o por no haber resistido las pruebas de presión hidrostáticas.

Los trabajos de instalación de las unidades ya sean estas mecánicas, roscadas, soldadas o de cualquier otra clase, y que formen parte de las líneas de tubería para redes de distribución o líneas de conducción formarán parte de la instalación de ésta. Los trabajos de acarreo, manipulación y demás, formarán parte de la instalación de las tuberías.

El Constructor suministrará todos los materiales necesarios que de acuerdo al proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador de la obra deban ser empleados para la instalación, protección anticorrosiva y catódica, de las redes de distribución y líneas de conducción.

El suministro, colocación e instalación de tuberías y accesorios le será pagada al Constructor a los precios unitarios estipulados en el Contrato de acuerdo a los conceptos de trabajo indicados a continuación.

02.007 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALVULAS DE COMPUERTA

02.007.1.00 DEFINICION.-

Se entenderá por suministro e instalación de válvulas de compuerta el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para suministrar y colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador de la Obra, las válvulas que se requieran.

Se entenderá por válvulas de compuerta, al dispositivo de cierre para regular el paso del agua por las tuberías.

02.007.2.00 ESPECIFICACIONES.-

El suministro e instalación de válvulas de compuerta comprende las siguientes actividades: el suministro y el transporte de las válvulas de compuerta hasta el lugar de su colocación o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor para distribuir las a lo largo de las zanjas y/o estaciones; los acoples con la tubería y/o accesorios y la prueba una vez instaladas para su aceptación por parte de la Fiscalización.

SUMINISTRO DE LA VALVULA

Las válvulas de compuerta se deben utilizar exclusivamente para apertura y cierre. Estas válvulas deben dejar el círculo completamente libre, para permitir la utilización de cepillos especiales de limpieza de las tuberías.

Las válvulas de compuerta no deben trabajar en posiciones intermedias porque pueden vibrar, dependiendo de caudales y presiones, o sufrir cavitación o desgastes excesivos. No se deben usar para modular, es decir cambiando continuamente de posición.

Para grandes diámetros se deben tener especificaciones claras para su construcción y para el trabajo específico para el que se destinen.

El material del cuerpo de las válvulas se sujetará a la norma ASTM A-126 clase B; las partes de bronce a ASTM B-62, el vástago a ASTM B-147. Para el caso de ser bridadas, las bridas para unión con otros accesorios cumplirán la especificación ANSI B16.1-125 y ANSI B 16.1.250 y en el caso de presiones mayores a 275 psi usar bridas con la norma ASA.

Se fabricarán para que resistan todas las pruebas requeridas y para ello se les darán las dimensiones y espesores adecuados.

Las válvulas se someterán a una presión hidrostática de prueba para verificar que en sus partes no se presenten fugas ni deformaciones permanentes debido a los esfuerzos sometidos. La presión de prueba mínima será el doble de la presión de trabajo indicada en la respectiva lista de materiales

INSTALACION DE LA VALVULA

El Constructor proporcionará las válvulas de compuerta, piezas especiales y accesorios necesarios para su instalación que se requieran según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador.

El Constructor deberá suministrar los empaques necesarios que se requieran para la instalación de las válvulas de compuerta.

Las uniones, válvulas de compuerta, tramos cortos y demás accesorios serán manejados cuidadosamente por el Constructor a fin de que no se deterioren. Previa a su instalación el ingeniero Fiscalizador inspeccionará cada unidad para eliminar las que presenten algún defecto en su fabricación. Las piezas defectuosas serán retiradas de la obra y no podrán emplearse en ningún lugar de la misma, debiendo ser repuestas de la calidad exigida por el Constructor.

Antes de su instalación las uniones, válvulas de compuerta y demás accesorios deberán ser limpiadas de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las uniones.

Específicamente las válvulas de compuerta se instalarán de acuerdo a la forma de la unión de que vengan provistas, y a los requerimientos del diseño.

Las válvulas se instalarán de acuerdo con las especificaciones especiales suministradas por el fabricante para su instalación.

Para realizar la limpieza, desinfección y prueba de las válvulas de compuerta se hará en conjunto con la realización de la limpieza, desinfección y prueba de la conducción o red de distribución de agua potable.

02.007.3.00 FORMA DE PAGO.-

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, colocación e instalación de válvulas de compuerta para redes de distribución, líneas de conducción y líneas de bombeo de agua potable serán medidos para fines de pago en unidades colocadas de cada diámetro, de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o las órdenes por escrito del ingeniero Fiscalizador.

No se medirá para fines de pago las válvulas de compuerta que hayan sido colocadas fuera de las líneas y niveles señalados por el proyecto y/o las señaladas por el ingeniero Fiscalizador de la obra, ni la reposición, colocación e instalación de

válvulas de compuerta que deba hacer el Constructor por haber sido colocadas e instaladas en forma defectuosa o por no haber resistido las pruebas de presión hidrostáticas.

En la instalación de válvulas de compuerta quedarán incluidas todas las operaciones que deba ejecutar el Constructor para la preparación, presentación de las válvulas, protección anticorrosiva, bajado a las zanjas, protección catódica y de más que debe realizar para su correcta instalación.

Los trabajos de instalación de las unidades ya sean estas mecánicas, roscadas, soldadas o de cualquier otra clase, y que formen parte de las líneas de tubería para redes de distribución o líneas de conducción formarán parte de la instalación de ésta.

Los trabajos de acarreo, manipuleo y demás, formarán parte de la instalación de las válvulas de compuerta.

El suministro, colocación e instalación de válvulas de compuerta le será pagada al Constructor a los precios unitarios estipulados en el Contrato de acuerdo a los conceptos de trabajo indicados a continuación.

02.024 CONEXIONES DOMICILIARIAS

02.024.1.00 DEFINICION.-

Comprende el conjunto de operaciones que deberá efectuar el Constructor para suministrar los materiales que conforman la conexión domiciliaria e instalar en los lugares que se indique en los planos y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador.

La conexión domiciliaria estará conformada de collarín o accesorio de derivación, la tubería flexible en la longitud que se requiera para conectar desde tubería de la red hasta la caja donde se instale el medidor, la válvula de paso y la check, el medidor y demás accesorios, como tees, codos, abrazaderas, uniones, adaptadores, etc. Los materiales de la conexión a suministrar deberán ser de buena calidad y contar con la aprobación del Ingeniero Fiscalizador, previa su instalación.

Los materiales a utilizarse pueden ser: PVC, polipropileno, hierro galvanizado, cobre o polietileno.

02.024.2.00 ESPECIFICACIONES.-

El suministro e instalación de conexiones domiciliarias comprende las siguientes actividades: la provisión y el transporte de todos los materiales que componen la conexión domiciliaria hasta el lugar de su colocación o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor para distribuirlos en los sitios previstos por el diseño, los acoples con la tubería y/o accesorios y la prueba una vez instaladas para su aceptación por parte de la Fiscalización.

SUMINISTRO DE LAS CONEXIONES

Una conexión domiciliaria deberá estar compuesta por:

A.- Válvulas de Retención o Check

Esta válvula será de bronce con extremos roscados y estará de acuerdo con la norma ASTM B 584, y deberá cumplir con la especificación respectiva de válvula de retención o check. Las roscas serán NPT y cumplirán la norma INEN 117

B.- Válvula de Corte tipo Capuchón

La llave de corte será fabricada en latón estampado, según norma ASTM B584 con un contenido de cobre entre 55 y 60 % y plomo no más del 2.5 %. El cabezal en material termoplástico con configuración en cruz manipulable únicamente con controlador manual. Cierre tipo bola únicamente accionada con vástago. La conexión de la válvula debe ser directa al medidor y ésta debe ser una sola unidad.

C.- Toma de Incorporación o Collarín

Sea que se instale una toma de incorporación o un collarín, cualesquiera de los dos deberá cumplir con la especificación respectiva; el collarín es de acero galvanizado norma ASTM A 36 y ASTM A 123; en las partes que corresponda para la toma de incorporación la norma ASTM B584 (con un contenido de cobre entre 55 y 60 % y plomo no mayor del 2.5%).

D.- Codos

Los codos serán de hierro galvanizado y cumplirán la norma ASTM A 53; los de PVC cumplirán la norma ASTM D 2466, cédula 80; si son de polipropileno

cumplirán la norma IRAM 13478. En cualquier caso las roscas serán NPT y cumplirán la norma INEN 117.

E.- Llave de paso con empaque de bronce

La llave de paso estará de acuerdo a los planos respectivos y cumplirá con la especificación ASTM B 584, aleación amarilla (con un contenido de cobre entre 55 y 60% y plomo no mayor del 2.5%) sea que se trate de válvulas de compuertas o válvulas de mariposa. Las roscas serán NPT y cumplirán la norma INEN 117.

F.- Adaptador de bronce

El adaptador de bronce estará de acuerdo con los planos respectivos, cumplirá con la especificación ASTM B 584, aleación amarilla (con un contenido de cobre entre 55 y 60% y plomo no más del 2.5%).

G.- Tubos

Los tubos a emplearse podrán ser de los siguientes materiales:

Hierro Galvanizado: Cumplirá la norma ASTM A 53, serán roscados y tendrán un largo de 6 metros.

Cobre: Cumplirá la normas ASTM B88 y AWWA 800, será flexible.

PVC rígido: Se sujetará a la norma INEN 1373. Los tubos y accesorios de PVC fabricados para unión roscada se sujetarán a la norma ASTM 1785.

Polipropileno: Se sujetará a las normas IRAM 13478 y 13479.

Polietileno: Se sujetará a la norma INEN 1744, Tabla N° 8.

H.- Neplos

Los neplos pueden ser de hierro galvanizado, PVC o polipropileno y cumplirán con las normas respectivas: hierro galvanizado ASTM A53, PVC: ASTM D 2466, polipropileno IRAM 13478. En cualquier caso serán roscados y de la longitud establecida en los planos. Si los neplos son de PVC o polipropileno, los corridos y hasta 10 cm de longitud serán inyectados. Las roscas serán tipo NPT y cumplirán la norma INEN 117.

I.- Universal Cónica

La universal podrá ser de hierro galvanizado y cumplirá la norma ASTM A 53; si es de polipropileno cumplirá la norma IRAM 13478; las roscas serán NPT y cumplirán la norma INEN 117.

J.- Medidor

Los medidores a utilizarse en conexiones domiciliarias serán de tipo velocidad, chorro múltiple y transmisión magnética. Deberán cumplir las normas ISO 4064 y AWWA C708.

INSTALACION DE LA CONEXION DOMICILIAR

La instalación de conexiones domiciliarias se hará de acuerdo a lo señalado en los planos tipo, en forma simultánea, hasta donde sea posible, a la instalación de la tubería que forme la red de distribución de agua potable, en cuyo caso deberá probarse juntamente con ésta.

El diámetro de las conexiones domiciliarias, quedará definido por el diámetro nominal de la tubería de conexión y será de 25mm.

Al instalar las conexiones domiciliarias se deberán adoptar las medidas siguientes:

1. La llave de incorporación se conectará directamente en el collarín y éste a la tubería de la red de distribución, que para el efecto se hará en la misma la perforación adecuada por medio de la herramienta aprobada por el Ingeniero Fiscalizador.
2. La tubería colocada a continuación de la llave de incorporación deberá doblarse cuidadosamente para formar el cuello de ganso procurando evitar roturas, deformaciones y estrangulamientos.
3. Las roscas que se hagan en las tuberías de hierro galvanizado, PVC, polipropileno, que formen parte de las conexiones serán de roscas normales hechas con tarrajas que aseguren roscas limpias y bien formadas tipo NPT. Al hacer las uniones, previamente se dará a las roscas de las tuberías y conexiones una mano de pintura de plomo, de aceite u otro compuesto semejante aprobado por el Ingeniero Fiscalizador. Todas las roscas serán limpiadas de rebabas y cuerpos extraños.
4. Las uniones se apretarán precisamente con llaves de tubo sin dañar las tuberías o piezas de conexión, dejando una unión impermeable. En caso de que esta unión no esté impermeable, se desmontarán las partes y se repararán o sustituirán las partes defectuosas hasta conseguir una unión impermeable.

5. Cada conexión domiciliaria deberá estar formada por todas y cada una de las piezas señaladas por el proyecto y/u ordenadas por el Ingeniero Fiscalizador, y exactamente de las dimensiones y características establecidas.

02.024.3.00 FORMA DE PAGO.-

El suministro e instalación de conexiones domiciliarias será medida para fines de pago en unidades completas por cada conexión, considerándose como unidad el suministro e instalación completa, a satisfacción del Ingeniero Fiscalizador, de todo el conjunto de piezas que formen la conexión domiciliaria, según lo descrito en la presente especificación, incluyendo la instalación de medidores, cuando los hubiere.

No se pagarán al Constructor los trabajos que deba ejecutar para desmontar y volver a instalar las conexiones domiciliarias que no sean aprobadas por el Ingeniero Fiscalizador, por encontrarse defectuosas o que no hayan resistido la prueba de presión.

El suministro de los materiales para las conexiones domiciliarias lo hará el Constructor. La excavación de las zanjas, la ruptura y reposición de pavimentos que deba hacer el Constructor, le serán estimados y liquidados por separado, de acuerdo con los conceptos de trabajo que corresponden a cada caso.

El suministro y la instalación de conexiones domiciliarias serán pagados al constructor a los precios unitarios estipulados en el Contrato.

03.001 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS

03.001.1.00 DEFINICION.-

Se entenderá por suministro e instalación de equipos el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para suministrar y colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador de la Obra, los equipos que se requieran.

Se define como equipo a todo dispositivo que deba ser instalado para la generación de energía solar fotovoltaica siendo estos: panel solar, inversor, regulador, batería. A

su vez se contemplarán los equipos para la generación de hipoclorito de sodio que son el tanque de producción de cloro y el dosificador a ser instalado.

03.001.2.00 ESPECIFICACIONES.-

Todos los equipos deberán ser receptados y almacenados en un lugar seguro, fresco y seco para evitar posibles daños a los mismos. El Ingeniero Fiscalizador revisará que todos los dispositivos a ser instalados se encuentren en buen estado y cuenten con los accesorios necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.

El lugar de instalación de los equipos será de acuerdo a lo establecido en los planos y no podrá variarse salvo aprobación del Ingeniero Fiscalizador. Para la instalación de los equipos y accesorios deberá regirse a las especificaciones y recomendaciones establecidas por el fabricante. En caso de no haber una especificación para la instalación de algún dispositivo, podrán utilizarse especificaciones y/o recomendaciones del proveedor, en base a la experiencia mostrada para proyectos de este tipo.

03.001.3.00 FORMA DE PAGO.-

El suministro e instalación de equipos se medirá en unidades instaladas y probadas. Previo al pago de las actividades realizadas se deberá asegurar el correcto funcionamiento de los equipos bajo condiciones de operación normales. El Ingeniero Fiscalizador estará presente al momento de la prueba.

No se tomarán en cuenta las instalaciones que no se hayan realizado fuera de los lugares establecidos en los planos, salvo que hayan sido debidamente aprobadas por el Ingeniero Fiscalizador.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, Jorge; PIGUEIRAS, Eduardo. “Aplicación de la energía solar fotovoltaica. Proyectos rurales de cooperación al desarrollo.” Ed. Comunidad de Madrid. Madrid, 1993.
- American Concrete Institute (ACI). “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario” Comité 318. Estados Unidos, 2005.
- ARAUJO, Ramiro. “Sistema de abastecimiento de agua potable para Barreiro, cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos” (PUCE)
- BURBANO, Guillermo. “Criterios básicos para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado”. Apuntes del 8vo nivel. Ingeniería Civil. PUCE. Quito 2008.
- Cámara de la Construcción de Quito. “Manual de Costos en la Construcción” 7ma Edición. Quito, 2001.
- CASTRO, Fernando. Apuntes de la materia de Impacto Ambiental, 8no nivel. Ingeniería Civil. PUCE. Quito, 2008.
- Código CPE INEN. “Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural” INEN. Parte 9.2:97. Primera edición. 1997
- Código Ecuatoriano de la Construcción. “Requisitos generales de diseño: peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculos para diseño sismo-resistente.” 1era edición. CPE INEN 5:2001. Parte 1. Cap. 12. Sección 7.

- Consejo Nacional de Electricidad “Inventario de Recursos Energéticos del Ecuador con Fines de Generación Eléctrica – 2009.” Diciembre 2009, Ecuador.
- Consejo Nacional de Electricidad “Plan Maestro de Electrificación 2009-2020.” Ecuador
- Constitución Política de la República del Ecuador. Asamblea Constituyente. Montecristi, 2008.
- CORCORAN, Nellemann. “Sick water. The central role of waste water management in sustainable development” Programa Ambiental de las Naciones Unidas. Norway. 2010
- DANIELS, Farrington. “Uso de la energía solar” Ed. Blume. Madrid, 1977.
- DEGUNTHER, Rik. “Solar Power your home” Wiley Publishing, Inc. Indiana – United States, 2008.
- INGENIERIA SIN FRONTERAS. “Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo.” Instituto de Estudios Políticos para América Latina y África (IEPALA). Ed. Red Alamar. Madrid, 1999.
- Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) “Aplicaciones de la energía solar”. Centro de Documentación OLADE
- Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS). “Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable del Sector Rural del Ecuador”. Quito. Marzo 1992.
- JAGER, Friedrich Wilhelm. “Solar energy applications in houses: performance and economics in Europe” Pergamon Press. New York 1981.

- KOMP, Richard. “Practical Photovoltaics” Aatec Publications. Michigan. 1983.
- MELGUIZO B., Samuel. “Fundamentos de Hidráulica e Instalaciones de abasto en las edificaciones.” Centro de Publicaciones Universidad Nacional Medellín 1994. Quinta edición, primera parte, pág. 165, 318-326
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). “Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias.” Norma CO 10.7 – 602.
- Ministerio de Obras Públicas. “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.” MOP 001-F. 2002.
- National Renewable Energy Laboratories (NREL). “Programa SWERA para información de los recursos naturales disponibles alrededor del mundo.” Departamento de Energía de los Estados Unidos de América. 2005
- OLADE “Taller Multiactores en Electrificación Rural – Nuevas posibilidades al Desarrollo Energético en Bolivia.” Cochabamba, Bolivia. 2006.
- OMS. “Guías para la calidad del agua potable. Primer Apéndice a la Tercera Edición. Volumen 1”. Ed. OMS. Ginebra, Suiza. 2006
- PAREJA APARICIO, Miguel. “Energía solar fotovoltaica – Cálculo de una instalación aislada”. Ed. Marcombo. Madrid, 2009.
- QUASCHNING, Volker. “Renewable energy and climate change” IEE Press. Chichester, 2010.

- RAMOS, Amilcar N. “Metodologías matriciales de evaluación ambiental para países en desarrollo: Matriz de Leopold y Método Mel-Enel” Universidad San Carlos de Guatemala. 2004
- ROCHÍN GARCÉS Jaime, “Guía para el Desarrollo de Proyectos de Bombeo de Agua con Energía Fotovoltaica”. Sandia National Laboratories. Baja California, México. 2000
- RODRIGUEZ MURCIA, Humberto. “Manual de entrenamiento en sistemas fotovoltaicos para electrificación rural.” OLADE. Bogotá, 1995.
- RODRIGUEZ, Felipe; CASTILLO, Juan Jacobo; ZAPATA, Josue. “Censo y evaluación de sistemas solares fotovoltaicos instalados en Colombia” INEA. Bogotá. 1996.
- SOLAR ENERGY INTERNATIONAL. “Photovoltaics design and installation manual: renewable energy, education for a sustainable future.” New Society Publishers. 2004
- TAMAYO, David Fernando. “La energía solar como alternativa para el desarrollo comunitario: el caso de la comunidad Caimito.” PUCE. Quito
- TERÁN, Luis. Luis. “Diseño del sistema de distribución de agua potable para la población de Puerto Rico.” PUCE, Quito. 2006
- The German Energy Society – GREENPro Project. “Planning & Installing Photovoltaic Systems”. Sterling, 2008.
- TORRES MORA, Patricio. Apuntes de la materia de Cimentaciones, 8vo nivel. Ingeniería Civil. PUCE. Quito. 2008.

- WENHAM, Stuart & GREEN, Martin. “Applied Photovoltaics” Capítulos 11 y 12. “Photovoltaic water pumping system components and system design”. Londres, 2007.
- WILLIAMS, Neville. “Chasing the sun: solar adventures around the world”. New Society Publishers. Canada, 2005

Revistas y artículos de prensa:

- Basque Research – “Ikerlan desarrolla un módulo fotovoltaico sin silicio” España, 2009.
- El Comercio. “EE.UU. destina USD 37 500 millones para créditos energía renovable”. Quito. Julio, 2009
- Grundfos Product Guide. SQFlex. Renewable - energy based water supply system. 50/60 Hz. www.grundfos.com
- La Prensa. “Obama firma plan por 787 mil millones”. Honduras. 2009.
- National Geographic. “Conectados al sol. Energía solar, pros y contras.” Madrid. Octubre 2009
- New York Times. “Promoting Renewable Energy is Focus of New Agency”. Estados Unidos. Mayo, 2009.
Obama For America (OBA) “BARACK OBAMA AND JOE BIDEN: NEW ENERGY FOR AMERICA”
http://www.barackobama.com/pdf/factsheet_energy_speech_080308.pdf
- SBARATO, Rubén; ORTEGA, José. “Planificación y gestión de los estudios de impacto ambiental”. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

- United States Geological Survey – Georgia Water Science Center: “Water Cycles – Spanish” 2009: <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>
- www.wikipedia.org/wiki/medio-ambiente: “medio ambiente”

Instituciones

- Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).
- Corporación Nacional de Electricidad – Regional Sucumbíos. CNEL – Sucumbíos.
- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento EMAAPQ
- Fundación Ecuatoriana de Tecnología Apropiada (FEDETA).
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- Intermediate Technology Development Group (ITDG).
- Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).
- Renova-Energía: Distribuidor autorizado de equipos para generación eléctrica fotovoltaica en el Ecuador.