

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Propuesta de un Proyecto Inmobiliario Eco - Sustentable

José Enrique Palacio Eguiguren

Ingeniería Civil

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Civil

Quito, 11 de Mayo de 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN

DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Propuesta de un Proyecto Inmobiliario Eco - Sustentable

José Enrique Palacio Eguiguren

Nombre del profesor, Título académico

Sixto A. Durán – Ballén, PhD.

Quito, 11 de Mayo de 2020

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: José Enrique Palacio Eguiguren

Código: 00131343

Cédula de identidad: 1717708646

Lugar y fecha: Quito, 11 de Mayo de 2020

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

Una urbanización eco – sostenible es el futuro de la construcción y urbanismo de las ciudades. En este proyecto se tratara de analizar la factibilidad de contruir esta urbanización en un cantón de la ciudad de Loja, siendo esta la primera en esta provincia. En la cual el objetivo fundamental es que sea totalmente autosustentble en energía y tratamiento de aguas residuales. Se va analizar la instalación masiva de sistemas de paneles solares por vivienda, planta de tratamiento comunal y grandes áreas verdes.

Palabras Clave: Energía Solar, Aguas Residuales, Planta de tratamiento y Eco – Sostenible.

ABSTRACT

An ecological - sustainable urbanization is the future of city construction and urban planning. This project analyzes the feasibility of developing an urbanization in the city of Loja, for the first in this province. The fundamental objective is to be totally self-sustaining in energy and waste water. The installation of solar panel systems per home, communal treatment plant and large green areas are analyzed.

Key words: Solar Energy, Wastewater, Treatment plant and Ecological - Sustainable.

Agradecimientos

A mi padre por ser mi motivación principal y mi ejemplo a seguir. Por enseñarme a salir adelante en cualquier situación y enseñarme todo. A mi madre por siempre estar atrás de mí en cada paso de mi vida aconsejándome y preocupándose por mi bienestar. A mi abuelo Enrique por enseñarme a nunca rendirme. A mi abuela Luz por enseñarme lo que es el verdadero amor y sacrificio hacia una familia. A mis hermanos José Luis y Mauricio por siempre estar en mi vida cuidándome y protegiéndome.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.....	8
1.1 <i>Introducción.....</i>	<i>8</i>
1.2 <i>Objetivos</i>	<i>9</i>
1.3 <i>Ubicación.....</i>	<i>9</i>
1.4 <i>Agua Potable.....</i>	<i>11</i>
1.5 <i>Distribución de lotes.....</i>	<i>14</i>
1.6 <i>Cuantificación del consumo de Agua :.....</i>	<i>15</i>
1.7 <i>Balance Hídrico</i>	<i>18</i>
1.8 <i>Acuíferos:.....</i>	<i>20</i>
1.9 <i>Agua Residual.....</i>	<i>20</i>
CAPÍTULO 2: ENERGÍA SOLAR	21
2.1 <i>Calentador de Agua Solar:.....</i>	<i>21</i>
2.2 <i>Sistema Fotovoltaico:.....</i>	<i>23</i>
2.2.1 <i>Paneles.....</i>	<i>26</i>
2.2.2 <i>Baterías.....</i>	<i>26</i>
2.2.3 <i>Inversores.....</i>	<i>27</i>
CAPÍTULO 3: PLANTA DE TRATAMIENTO	28
3.1 <i>Planta de Tratamiento:.....</i>	<i>28</i>
3.2 <i>Reservorio de Ingreso</i>	<i>30</i>
3.3 <i>Tubería Reservorio – Sedimentación</i>	<i>32</i>
3.4 <i>Tanque de Sedimentación.....</i>	<i>32</i>
3.5 <i>Laguna de estabilización.....</i>	<i>34</i>
3.6 <i>Reservorio Salida</i>	<i>36</i>
CAPÍTULO 4: DISEÑO ÁREA VERDE.....	38
4.1 <i>Área Verde</i>	<i>38</i>
4.2 <i>Kiri.....</i>	<i>39</i>
4.3 <i>Arupo.....</i>	<i>40</i>
4.4 <i>Diseño del Bosque.....</i>	<i>42</i>
4.5 <i>Diseño del Riego:.....</i>	<i>44</i>
4.5.1 <i>Evo-transpiración</i>	<i>45</i>
4.5.2 <i>Caudales Tubería.....</i>	<i>48</i>
4.5.3 <i>Cálculo Bomba.....</i>	<i>49</i>
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS ECONÓMICO.....	52
5.1 <i>Análisis Económico Paneles Solares</i>	<i>52</i>
5.2 <i>Análisis Económico Planta de Tratamiento.....</i>	<i>55</i>
5.3 <i>Conclusiones</i>	<i>56</i>
5.4 <i>Recomendaciones</i>	<i>59</i>
REFERENCIAS	60
ANEXOS	63
<i>Anexo 1 : Mapa de Exceso Hídrico Anual.....</i>	<i>63</i>
<i>Anexo 2 : Mapa de Déficit Hídrico Anual</i>	<i>64</i>
<i>Anexo 3 : Mapa de Balance Hídrico Anual</i>	<i>65</i>

<i>Anexo 4 : Ficha Técnica Panel Solar</i>	<i>66</i>
<i>Anexo 5 : Ficha Técnica Panel Solar</i>	<i>67</i>
<i>Anexo 6 : Ficha Técnica Batería</i>	<i>68</i>
<i>Anexo 7 : Ficha Técnica Batería</i>	<i>69</i>
<i>Anexo 8 : Ficha Técnica Inversor.....</i>	<i>70</i>
<i>Anexo 9 : Plastigama Tubérias Sanitarias</i>	<i>71</i>
<i>Anexo 10 : Plastigama Tubérias Riego</i>	<i>72</i>
<i>Anexo 11 : Plastigama Tubérias Riego</i>	<i>73</i>
<i>Anexo 12 : Ficha Técnica Bomba.....</i>	<i>74</i>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos	9
Tabla 2: Cálculo de litros de agua en un día.....	17
Tabla 3: Resultado de la estimación de alto nivel.....	17
Tabla 4: Consumo Promedio	25
Tabla 5: Diámetro Tuberías	48
Tabla 6: Cantidad Tubos	49
Tabla 7: Perdida de carga tubería.....	50
Tabla 8: Perdida de Presión cálculo bomba	50
Tabla 9: Costo Paneles Solares	52
Tabla 10: VAN Paneles Solares.....	53
Tabla 11: VAN Red Municipal de Electricidad.....	53
Tabla 12: TIR Paneles Solares	54
Tabla 13: 80% Costo Planta Tratamiento	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Proyecto	10
Figura 2: Ubicación Georreferenciada.....	11
Figura 3: Temperatura Catamayo	12
Figura 4: Temperatura promedio en un día.....	12
Figura 5: Humedad	13
Figura 6: Consumo de agua per cápita por día por provincia.....	14
Figura 7: Balance Hídrico	18
Figura 8: Balance Hídrico	18
Figura 9: Probabilidad de lluvia.....	19
Figura 10: Precipitación de lluvia mensual promedio	19
Figura 11: Esquema Colector Solar	23
Figura 12: Esquema Sistema Fotovoltaico	24
Figura 13: Ubicación Planta de Tratamiento	29
Figura 14: Esquema Planta de Tratamiento	30
Figura 15: Vista Lateral Reservorio de Captación.....	31
Figura 16: Vista en Planta Reservorio de Captación	31
Figura 17: Vista Lateral Tanque Sedimentación	34
Figura 18: Vista en Planta Tanque Sedimentación	34
Figura 19: : Vista Lateral Laguna de Estabilización.....	35
Figura 20: Vista en Planta Laguna de Estabilización	36
Figura 21: Vista Lateral Reservorio de Salida	37
Figura 22: Vista en Planta Reservorio de Salida	37
Figura 23: Árbol Kiri	39
Figura 24: Arupo.....	41
Figura 25: Terreno	43
Figura 26: Área Verde	43

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1 Introducción

Una urbanización eco – sustentable es el futuro de la construcción y urbanismo de las ciudades. La construcción eco – sustentable significa satisfacer las necesidades actuales sin comprometer el bienestar de las futuras generaciones (Universia, 2020). Este concepto de sostenibilidad se desarrolló por la ONU en 1983, y se creó la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Estévez, 2017). En países como Suiza se ha aplicado a gran escala esta idea hasta llegar a crear ciudades sostenibles. Zurich fue la ciudad líder en sostenibilidad urbana en 2016 (Iberdrola, 2018). Se deben aplicar estos conceptos en la construcción porque son las tendencias hacia el futuro es el aprovechamiento de los recursos renovables. El objetivo de la construcción eco - sustentable es tratar de hacer el menor impacto posible en la naturaleza y no comprometer el bienestar de las futuras generaciones.

En este proyecto analizara la factibilidad de contruir esta urbanización en un cantón de la ciudad de Loja, siendo esta la primera en esta provincia. En Ecuador la construcción sustentable cada más toma más iniciativa. Existen futuras edificaciones en Quito que quieren tener reconocimiento LEED (Leadership in Energy & Enviromental Design). Existen edificaciones que tienen implementado uno de los requisitos de sostenibilidad como paneles solares, o urbanizaciones con plantas de tratamientos. Pero no existe una urbanización que englobe todos los requisitos necesarios para considerarse eco – sostenible.

Este análisis va tratar de cumplir los siguientes requisitos:

- Sustentabilidad hídrica. - Toda el agua utilizada por los habitantes de la urbanización tiene que provenir de acuíferos o precipitación.
- Sustentabilidad Energética. - La energía utilizada por los habitantes en la urbanización debe ser obtenida por sistemas como paneles solares.

- Aguas Residuales Tratadas y Reutilizadas. – Las aguas residuales producidas por los habitantes deben ser tratadas en una planta de tratamiento y reutilizadas como agua para riego de las áreas verdes.
- Reforestación. – Crear áreas verdes amplias en la urbanización con árboles que ayuden a captar mayor cantidad de carbono y ayudar con la hulla de carbono.

1.2 Objetivos

- Diseñar el sistema de tratamiento de aguas servidas.
- Diseñar el funcionamiento de una residencia mediante paneles solares.
- Planificar la siembre de un bosque y la irrigación de la misma con agua reutilizada.
- Elaborar un análisis económico para determinar la factibilidad de las propuestas eco – sostenibles.

1.3 Ubicación

La urbanización eco-sostenible se va desarrollar en la provincia de Loja, los datos más importantes se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 1: Datos

País:	Ecuador
Provincia:	Loja
Cantón:	Catamayo
Área Total:	32,30 hectáreas
Referencia:	Cerca del Ingenio Monterrey
Línea de Fábrica	Zona Agrícola

Fuente: (Google Earth Pro, 2020)

Figura 1: Ubicación Proyecto

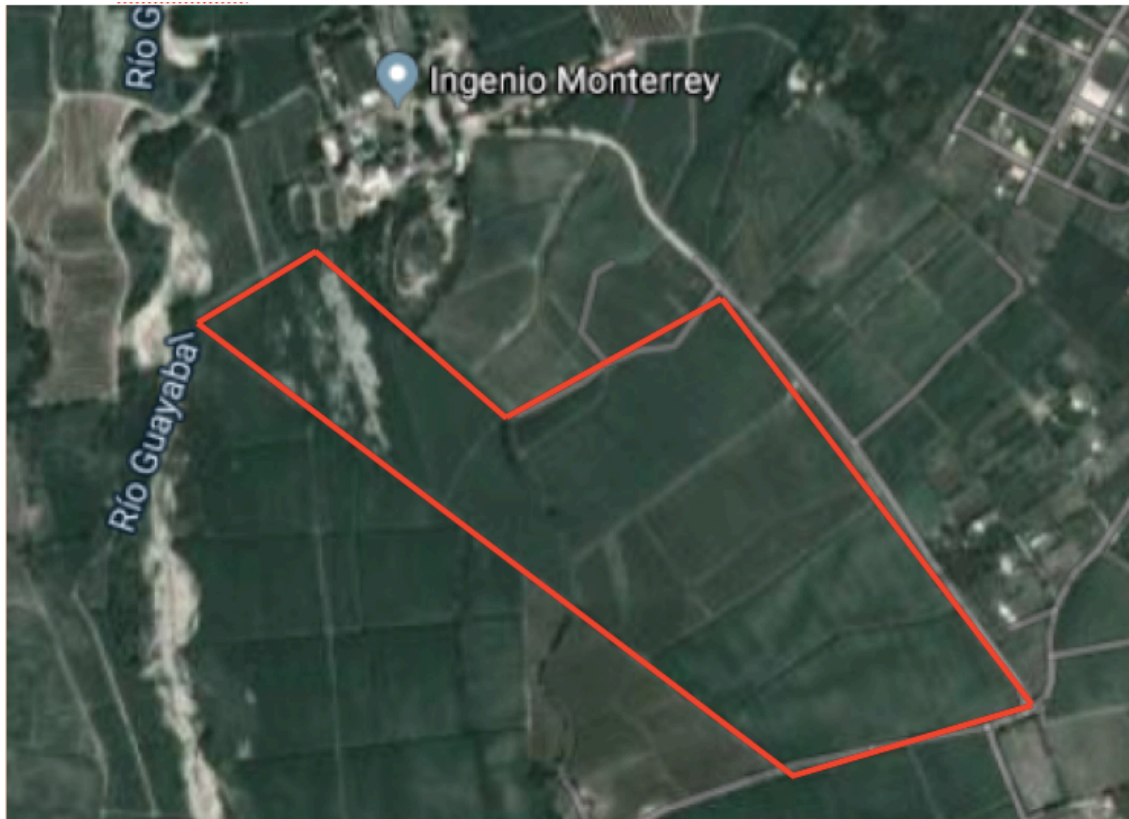
Fuente: (Sevilla, 2011)

El cantón de Catamayo es un cantón Rural, donde en sus próximos años tendrá un crecimiento urbanístico muy importante para la provincia de Loja. Por esta razón el planificar una urbanización eco-sostenible es un factor diferenciador determinante que atraerá a clientes a vivir en ella. La provincia de Loja consta de una población de 511,184 habitantes; su capital, Loja, tiene una población de 448,966 habitantes. La ciudad de Loja se considera una zona urbana, donde más del 85% de los habitantes de la provincia de Loja viven en ella. La ciudad de Catamayo tiene alrededor de 25,000 habitantes.

La urbanización eco-sostenible sería la primera urbanización con estos parámetros a desarrollarse. Su ubicación queda a 38 km de distancia de la capital, y en sus cercanías se encuentra el Aeropuerto Ciudad de Catamayo. El terreno tiene una extensión de 32,30 hectáreas que en la actualidad está arrendada con un contrato de coproducción a la empresa

Malca. La empresa Malca tiene sembrado en este terreno caña de azúcar, que la convierten en azúcar en el Ingenio Monterrey. El terreno da a la calle en 2 de sus 6 lados y una de sus esquinas tiene al río Guayabal.

Figura 2: Ubicación Georreferenciada

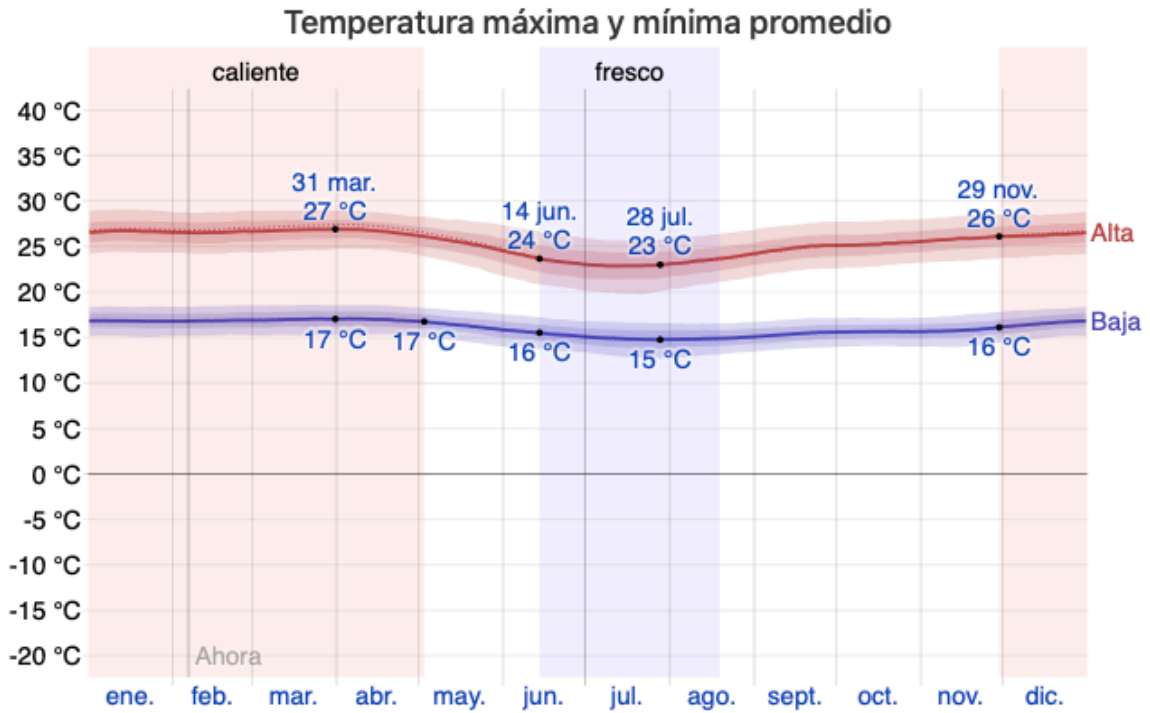


Fuente: (Google Earth Pro, 2020)

1.4 Agua Potable

El consumo de agua potable en el Ecuador varía bastante dependiendo la región donde se encuentre. Este proyecto va ser desarrollado en la región de la Sierra, en el sur del Ecuador, en la provincia de Loja en el cantón de Catamayo. Es muy determinante la ubicación y las características de la zona para cuantificar el consumo del agua, ya que en zonas más húmedas y calientes el consumo tiende a subir; en cambio en zonas frías el consumo de agua es mucho menor. El cantón de Catamayo se caracteriza por ser una zona caliente y seca. Su temperatura promedio es de 20 °C.

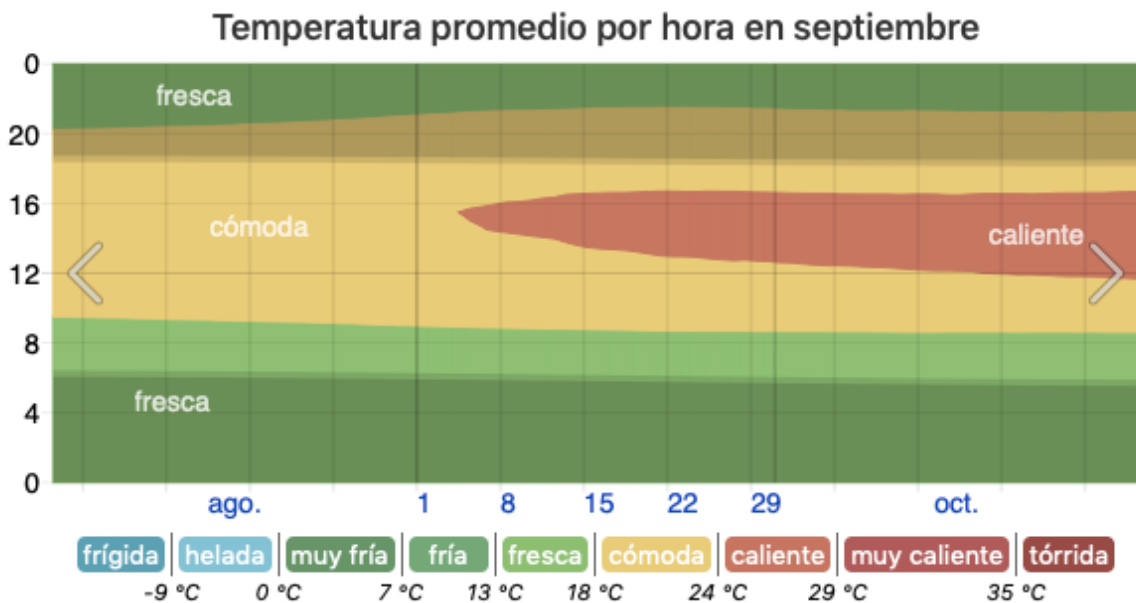
Figura 3: Temperatura Catamayo



Fuente: (Weather Spark, 2016)

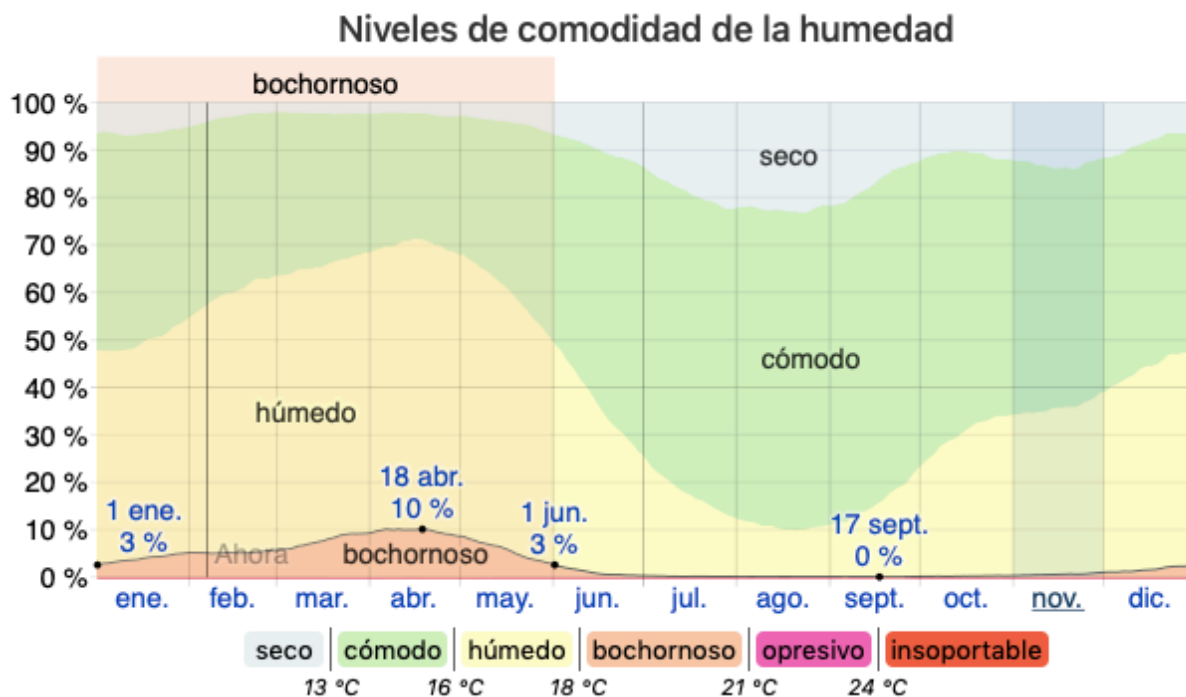
Como se puede observar en el gráfico las temperaturas oscilan entre 15°C y 28°C.

Figura 4: Temperatura promedio en un día



Fuente: (Weather Spark, 2016)

Figura 5: Humedad



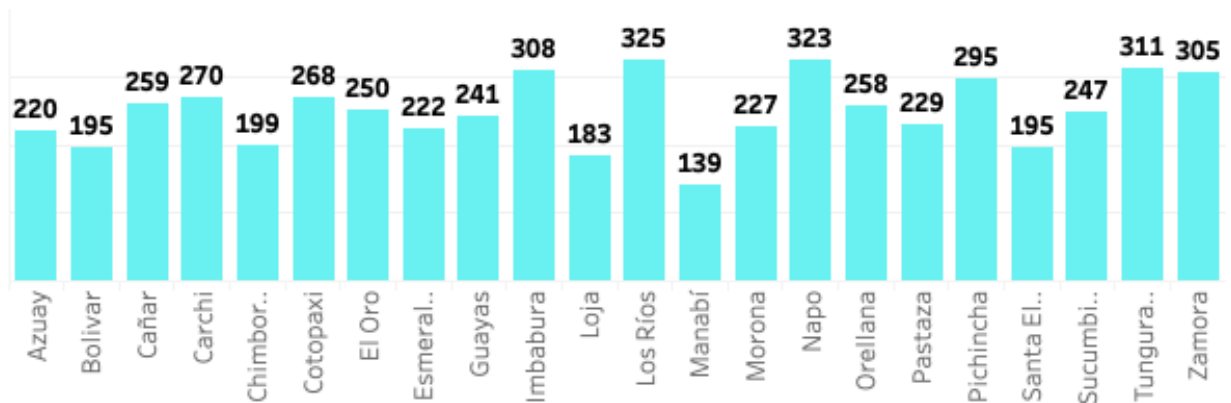
Fuente: (Weather Spark, 2016)

Al observar las Figuras # 3,4 y 5 se puede representar el ambiente en el cantón de Catamayo. Este cantón se caracteriza por ser caliente seco y no es común sentir un calor húmedo, lo que incrementa el consumo de agua. El consumo de agua promedio se incrementa cuando el clima es caliente húmedo porque es comprobado que la gente tiende a bañarse más veces al día.

En Ecuador el consumo de agua potable por persona es alrededor de 237 litros por día. Esto representa el promedio per cápita más alto de Latinoamérica, debido al alto porcentaje de pérdidas en los sistemas de agua potable. En la costa ecuatoriana el promedio de consumo es de 287 L/hab/día, en cambio en la sierra es de 204 L/hab/día. Esto se debe mucho a un tema cultura. También afecta mucho que el agua en el Ecuador es muy barata por lo que los habitantes no valoran de la misma manera que en otros lugares del mundo. El

Ecuador se caracteriza por ser un país con bastantes recursos hídricos por lo que nunca los habitantes han sufrido de sequía, por ende, nunca han aprendido a cuidarla.

Figura 6: Consumo de agua per cápita por día por provincia



Fuente: (El Comercio, 2018)

La provincia de Loja es la segunda provincia que menos agua per cápita consume por persona, el consumo es de 183 litros L/hab/día. Y la tendencia es que en el futuro este consumo vaya aumentando porque con mayor desarrollo va existir mayor consumo. También es cierto que con el tiempo los habitantes comienzan a desarrollar mayor conciencia ambiental y nuevas costumbres con respecto al uso del agua. Pero se va determinar que el consumo va ser de 200 L/hab/día.

1.5 Distribución de lotes

Cantidad de Lotes

- 400 lotes

Área de cada lote

- 400 metros cuadrados

Espacio área verdes

- 12 hectáreas (bosque, zona comunal, y reservorios)

Organización de calles y lotes

- 4,2 hectáreas o menos en la distribución de calles y veredas.
 - 400 lotes * 400 metros cuadrados = 160.000 metros cuadrados = 16 hectáreas
 - Organización calles y veredas = 4,2 hectáreas
 - Área verde = 12 hectáreas
-
- =32,2 hectáreas

1.6 Cuantificación del consumo de Agua :

La urbanización eco-sustentable se va distribuir de la siguiente manera, 16 hectáreas van a ser asignadas para lotizar. De las cuales se pueden distribuir de estas distintas maneras

- 400 lotes de 400 m² = 16 hectáreas
- 615 lotes de 260 m² = 15,9 hectáreas
- 800 lotes de 200 m² = 16 hectáreas

Estos tipos de configuraciones van a ser definidas dependiendo el análisis económico, por lo que es importante tomar en cuenta en el caso de que lleguen a ser evaluadas. Se van a tomar algunas otras asunciones como la cantidad de personas que viven dependiendo del lote, las siguientes opciones son:

- 2 personas por lote
- 4 personas por lote
- 6 personas por lote

Se tomó como un número máximo 6 personas por lote para poder cuantificar el consumo de agua máximo que existiría en este proyecto.

Para determinar el promedio de litros de agua que se consume al día se va hacer una estimación conceptual de alto nivel, la cual se la hace con la siguiente fórmula:

$$\text{Estimación Población Alto Nivel} = \frac{A + 4B + C}{6}$$

Donde:

- A= El menor valor
- B= El valor promedio de todas las opciones
- C= El mayor Valor

Tabla 2: Cálculo de litros de agua en un día

Lotes	Personas	Litros	Resultado [Litros por día]
400	2	200	160000
400	4	200	320000
400	6	200	480000
615	2	200	246000
615	4	200	492000
615	6	200	738000
800	2	200	320000
800	4	200	640000
800	6	200	960000

Fuente: Excel, propia

Tabla 3: Resultado de la estimación de alto nivel

A	160000
B	484000
C	960000
Estimación Población Alto nivel	509334

Fuente: Propia

Como resultado de la estimación de alto nivel, el consumo de la urbanización eco-sostenible es de 509334 litros por día, que es igual a 510 metros cúbicos. Para un consumo diario la urbanización necesita poder abastecer en el caso más crítico y sobre estimado 510 metros cúbicos de agua al día. Hay que analizar si la ubicación de la urbanización es apta

para poder considerar una sostenibilidad hídrica y no depender de la red municipal de agua potable.

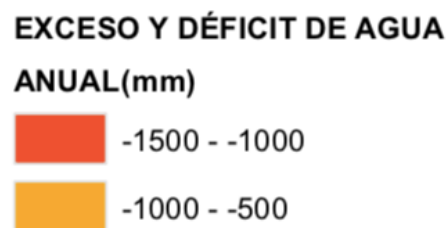
1.7 Balance Hídrico

Figura 7: Balance Hídrico



Fuente: (Senagua, 2012)

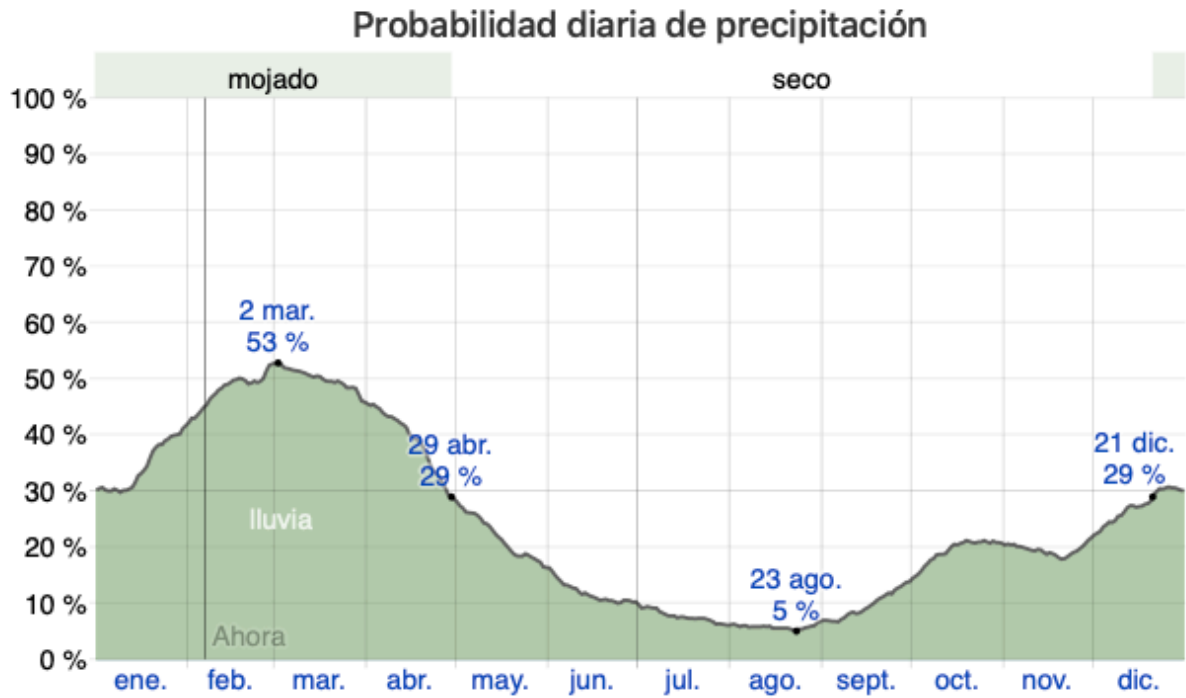
Figura 8: Balance Hídrico



Fuente: (Senagua, 2012)

Como se puede observar en la Figura # 7 el cantón de Catamayo tiene un déficit anual de agua muy alto. Se puede concluir que esta zona es clasificada como seca, ante todo, la probabilidad de lluvia es muy baja y no muy recurrente en el año.

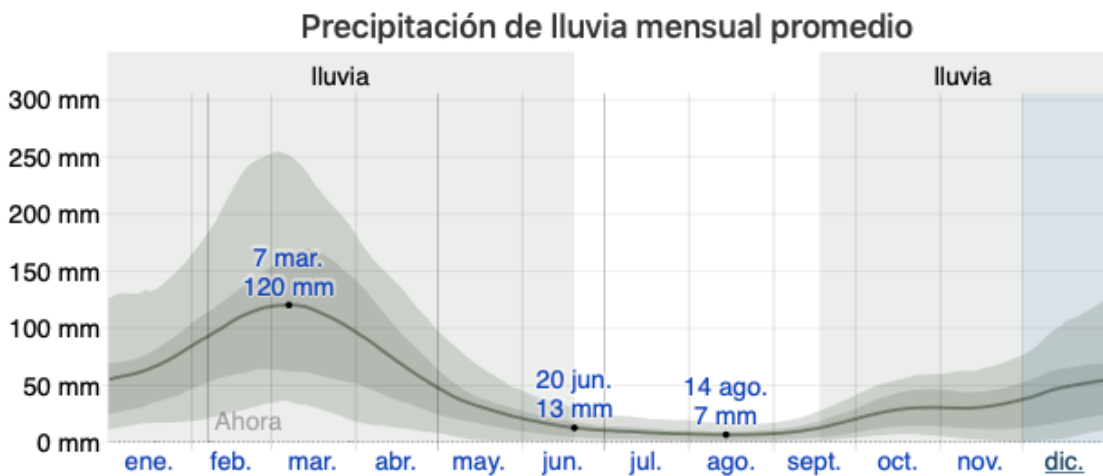
Figura 9: Probabilidad de lluvia



Fuente: (Weather Spark, 2016)

En la Figura # 9 se puede observar que los meses donde existe más probabilidad que llueva es en el mes de febrero y marzo, donde aún no es totalmente seguro que llueva.

Figura 10: Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: (Weather Spark, 2016)

Finalmente, al analizar la Figura # 10 se puede concluir que Catamayo es una ciudad donde llueve muy poco y cuando llueve no existe una precipitación lo suficientemente intensa para poder tener una recolecta que sea significativa (Bravo, 2016). La urbanización eco – sostenible no puede pensar en basarse que la cantidad de precipitación que cae en esta zona sea la encargada de abastecer el sustento de agua potable para los habitantes de esta urbanización.

1.8 Acuíferos:

La exploración de acuíferos en la zona de Loja es muy baja, con los datos y tablas obtenidas se puede observar que en Loja no existen acuíferos significativos que sirvan para explotarlos y su estado de recarga no es lo suficiente alto para ser óptimo. Por lo que en la zona de Catamayo se asume que los acuíferos no van a ser explotados por no cumplir con lo requerido.

1.9 Agua Residual

La cantidad de agua residual que produce la urbanización es difícil de medir porque de toda el agua per cápita que consumen los habitantes no se sabe cuánto de este se va por el alcantarillado. Normalmente un 95% del agua consumida se vuelve agua residual. En que en este caso esta urbanización va tener esta cantidad de agua residual:

510 metros cúbicos de agua potable consumida * 95% = 485 metros cúbicos diarios de agua residual.

Estos 485 metros cúbicos de agua residual se va estudiar la manera de tratarla internamente para poder volver a utilizarla no para consumo humano, sino para el riego de las áreas verdes de la urbanización. Para esto hay que determinar un método de saneamiento eficiente.

CAPÍTULO 2: ENERGÍA SOLAR

Para el diseño de la urbanización eco-sostenible uno de los factores de análisis va ser el diseño de energía solar. Por lo cual se va cuantificar el consumo promedio de una residencia y hacer todos los cálculos para implementar un sistema de paneles solares eficiente.

- Calentador de Agua Solar. - Es un diseño mediante el cual se utiliza la energía solar para calentar el agua, esta agua pasa por tubos que son calentados por la energía recolectada por colectores solares.
- Sistema de Paneles Solares Fotovoltaicos. – Es un sistema mediante se instalan paneles solares, baterías e inversores. Los tres equipos en conjunto proveen la energía necesitada. Los paneles son los encargados de recolectar la energía solar, las baterías almacenan la energía y los inversores son los encargados de transformar esta energía para poder utilizarse en el sistema. (Garnica, 2010)

2.1 Calentador de Agua Solar:

Para poder obtener cuantos colectores solares y el área se necesitan y sus dimensiones primero hay que hacer los siguientes cálculos (Fuentes Domínguez, 2004)

$$\text{Consumo Agua Caliente Promedio Por habitante} = 40 \frac{l}{\text{día}}$$

$$\text{Promedio personas por casa} = 4 \text{ habitantes}$$

$$\text{Volumen del consumo agua por casa} = 160 \frac{l}{\text{día}}$$

$$I = \text{Radiación solar promedio} = 6 \frac{kW}{m^2 * h} = 5160 \frac{Kcal}{m^2 * \text{día}}$$

$$E = \text{Eficiencia} = 50\%$$

$$M = V * \text{Peso Agua}$$

$$q = M * Temperatura$$

$$A = \frac{q}{(I * E)}$$

Se determina que el consumo promedio de cada habitante es de 40 litros de agua caliente y que en cada casa van a existir en promedio 4 personas. La temperatura promedio de Catamayo de 20 grados centígrados (Weather Spark, 2016). La eficiencia escogida en los colectores es menor a la real, de esta manera se crea un margen para situaciones críticas en que factores como la radiación solar sea menor en ciertos días a la que fue utilizada en los cálculos iniciales.

Se va aplicar las siguientes fórmulas para obtener el área final del colector solar que se tiene que construir. (Fuentes Domínguez, 2004)

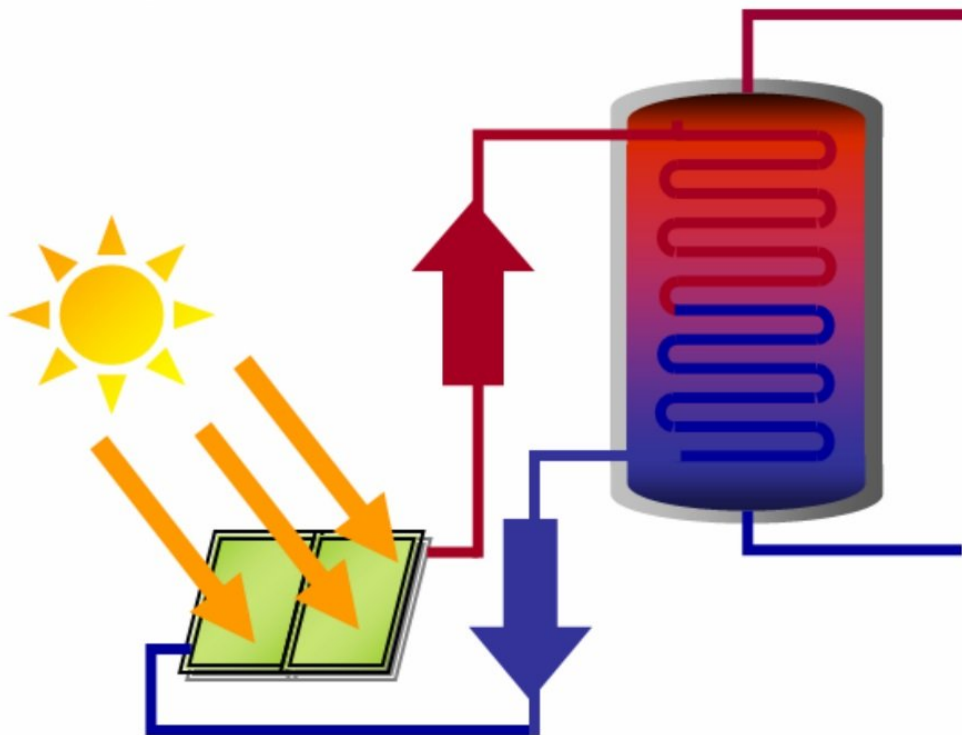
$$M = V * Peso\ Agua = 160\ litros * 1 \frac{kg}{litro} = 160kg$$

$$q = M * Temperatura = 160Kg * 1 \frac{Kcal}{kg\ C} * 20C = 3200 \frac{Kcal}{día}$$

$$A = \frac{3200}{(5160 * 0,5)} = 2,067m^2$$

El área del colector es de 2,1 metros cuadrados, pero se va diseñar un colector de 2,5 metros cuadrados. 2,5 metros de alto por 1 metro de ancho.

Figura 11: Esquema Colector Solar



Fuente: (Garnica, 2010)

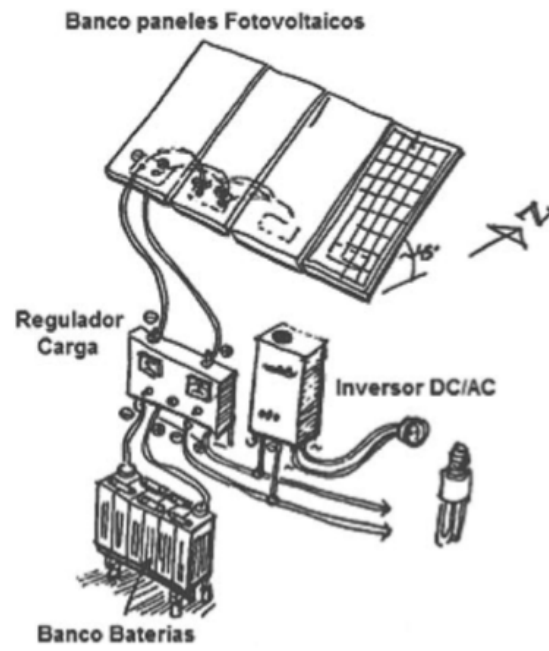
2.2 Sistema Fotovoltaico:

El sistema fotovoltaico es una fuente de energía en la cual la energía solar es transformada en energía eléctrica. Comúnmente estos sistemas son colocados en los techos de las casas por manera estética y para darle utilidad a sitios inaccesibles. Los sistemas fotovoltaicos tienen los siguientes:

- **Panel Solar:** Es el encargado de absorber la energía solar y transformarla en energía eléctrica. Existen muchas variedades como los mono-cristalinos y poli-cristalinos (Valdiviezo, 2014).
- **Baterías:** Son las encargadas de almacenar la energía para cuando se la necesite principalmente para las noches.
- **Inversor:** Es el encargado de dar un voltaje de salida de 110V o 220V.

- Regulador de Carga: Su objetivo principal es no sobrecargar las baterías y no reducir su vida útil.

Figura 12: Esquema Sistema Fotovoltaico



Fuente: (Ospino, 2010)

Para el hacer el análisis de cuantos paneles solares, baterías e inversores se necesitan primero se va cuantificar el consumo eléctrico de una casa promedio. Para la cual en la siguiente tabla se podrá observar el consumo promedio de una casa de 4 habitaciones:

Tabla 4: Consumo Promedio

#	Equipo	# de equipos	Potencia (Watts)	Horas de uso diario	KW/ h Día	KW/h mes
1	Nevera	1	350	3	1,05	31,5
2	Congelador	1	200	3	0,6	18
3	Cocina Eléctrica (4 quemadores)	1	1800	1	1,8	54
4	Horno Eléctrico	1	750	1	0,75	22,5
5	Horno Microondas	1	750	1	0,75	22,5
6	Plancha	1	700	1	0,7	21
7	Licuada	1	300	1	0,3	9
8	Cafetera Eléctrica	1	600	1	0,6	18
9	Lavadora	1	500	2	1	30
10	Secadora de ropa	1	250	2	0,5	15
11	Bombillas Exteriores	5	80	2	0,8	24
12	Bombillas Interiores	8	35	2	0,56	16,8
13	Bombillas de bajo consumo Exteriores	5	20	8	0,8	24
14	Bombillas de bajo consumo Interiores	10	15	8	1,2	36
15	Televisor 20''	1	200	2	0,4	12
16	Televisor de plasma de 42''	2	600	2	2,4	72
17	Calentador de agua	1	800	2	1,6	48
18	Secador de pelo	1	600	1	0,6	18

19	Teléfono Inalámbrico	2	30	4	0,24	7,2
20	Reproductor de DVD	2	200	1	0,4	12
21	Computador de mes	2	350	3	2,1	63
22	Computador portátil	2	90	3	0,54	16,2
23	Impresora	1	150	3	0,45	13,5
24	Router Inalámbrico	1	15	24	0,36	10,8
Consumo Total					20,5	615
Costo (0,085 \$/KW)						52,275

Fuente: (CalcuWorld, s/f), (La Hora, 2019)

2.2.1 Paneles

Para diseñar el sistema fotovoltaico se necesitan utilizar las siguientes fórmulas:

$$\# \text{ Paneles} = \frac{E * 1,3}{HSP * WP}$$

$$E = \text{Consumo Diario}$$

$$HSP = \text{Horas solar pico}$$

$$WP = \text{Potencia Panel Solar}$$

$$\# \text{ Paneles} = \frac{20500 * 1,3}{6 * 300} = 14,80 \approx 15 \text{ Paneles}$$

Se determinó que una vivienda que gasta 615 KW/h al mes, es decir una factura alrededor de 53 dólares. Va necesitar 15 paneles solares. Se van a utilizar paneles Mono cristalinos Big de dimensiones 1956x992x40 (Hersic, 2018).

2.2.2 Baterías

Para calcular la cantidad de baterías se necesitan utilizar las siguientes fórmulas (Yebra Pérez, 2006):

$$ID = \frac{E}{Vt} = \frac{20500}{12} = 1709 A$$

$$CB = \frac{Días * Id}{70\%} = \frac{2 * 1709}{0,7} = 4880 A$$

Por lo que se necesitan una batería de 4880 A, lo cual no hay en el mercado entonces se van a utilizar dos baterías de 2500 A y de esta manera podemos almacenar hasta 5000 A en las dos baterías. De esta manera se está calculando la cantidad de baterías para 2 días de autonomía completa, esto significa que en estos dos días no va a ver nada de sol y los paneles no van funcionar. También estamos asumiendo que los paneles solares no están funcionando al 70%.

2.2.3 Inversores

$$Inversores = \# \text{ Paneles} * \text{Potencia Panel} = 12 * 300 = 3600 W$$

Por lo que se va escoger un inversor de 5KVA que puede resistir hasta 5000W. De esta manera se tiene un diseño de un sistema fotovoltaico con todos sus componentes.

CAPÍTULO 3: PLANTA DE TRATAMIENTO

La planta de tratamiento de aguas residuales es una característica para la urbanización eco-sustentable. Esta planta de tratamiento va a tratar las aguas servidas de la urbanización, el resultado del agua limpia será utilizada para regar las áreas verdes de la urbanización.

3.1 Planta de Tratamiento:

El diseño de una planta de tratamiento a escala pequeña para una urbanización de 3000 personas es un reto porque existen muchas restricciones y sobre todo el costo es determinante. Los pozos sépticos son una excelente manera de tratar el agua servida proveniente de residencias y no industriales. En la urbanización eco-sustentable se estima tener alrededor de 500 metros cúbicos de agua residual al día. Para tratar toda esta cantidad de agua en pozos sépticos existe un delimitante que es que el pozo séptico puede ser diseñados para un máximo de 20 metros cúbicos por día (Ramírez, 1983).

El diseño de una planta de tratamiento a escala, que el objetivo principal desinfectar el agua residual para poder convertirla en agua de riego para las áreas verdes de la urbanización. Pero el reto más importante es poder enfocar esta planta de tratamiento para que toda materia orgánica como lodos, heces fecales y entre otros sean reutilizados y usados como abono para el bosque también. Por eso esta planta de tratamiento no va a purificar el agua para que los seres humanos la vuelvan a ingerir, sino para que las plantas las utilicen y también que sea como abono para ellas.

Componentes de la planta de tratamiento:

- Reservorio de Ingreso
- 3 tanques de Sedimentación
- 3 lagunas de Estabilización
- Reservorio de Salida

Para el diseño de la planta de tratamiento se va determinar un área específica donde la altura sea la mínima de todo el terreno y lo más alejado de las áreas residenciales. Por lo que esta va estar escondida en el bosque de Kiris.

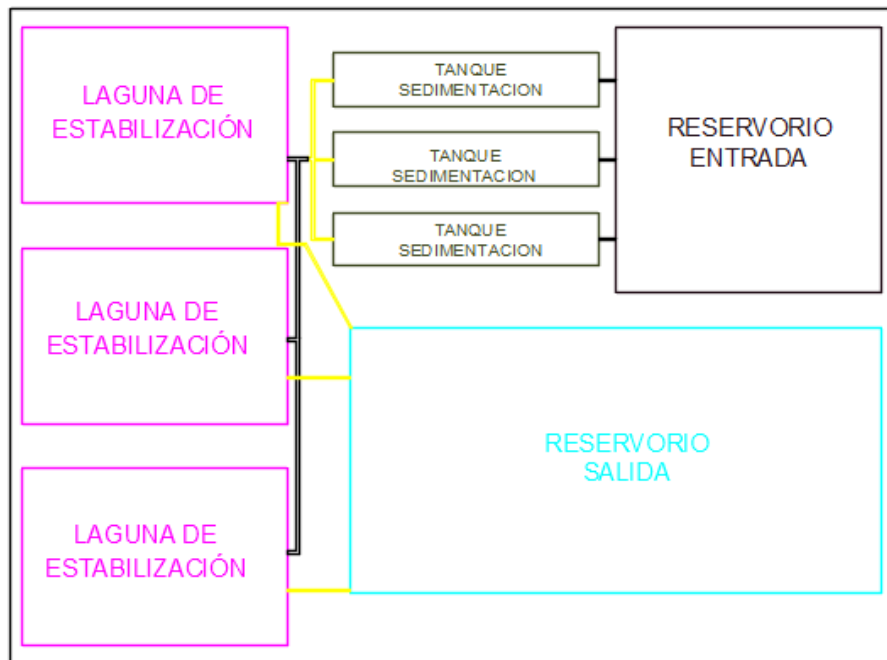
Figura 13: Ubicación Planta de Tratamiento



Fuente: (Autocad, 2019)

Va estar en la esquina inferior de la urbanización, a más de 200 metros de los lotes hacia las casas más cercanas. Se ha designado un espacio de 1850 metros cuadrados y está alado de una calle por donde van a ingresar el personal que trabaja ahí.

Figura 14: Esquema Planta de Tratamiento



Fuente: (Autocad, 2019)

3.2 Reservorio de Ingreso

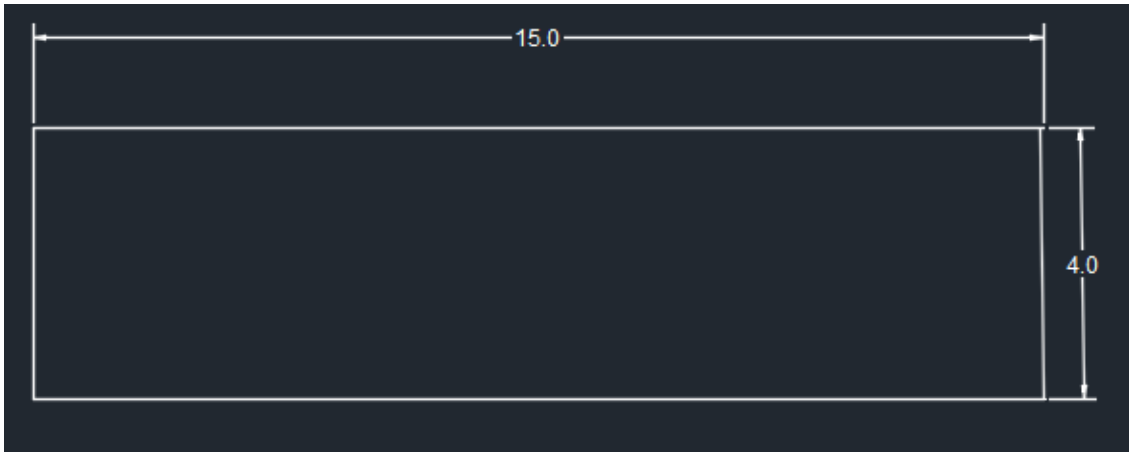
El reservorio de entrada va a ser el que capture las aguas residuales que llegan y va a constar de un módulo que tiene las siguientes dimensiones:

- Largo = 15 metros
- Ancho = 15 metros
- Profundidad = 4 metros
- Volumen Total = 900 metros cúbicos.

Estos valores fueron calculados con el criterio de que el reservorio de captación pueda almacenar las aguas residuales de más de un día en caso de que exista algún problema. Por lo que se hizo un reservorio para retener aguas residuales mayores a un día y cercanos a dos días. El agua residual en dos días es de 970 metros cúbicos, pero es muy poco probable que

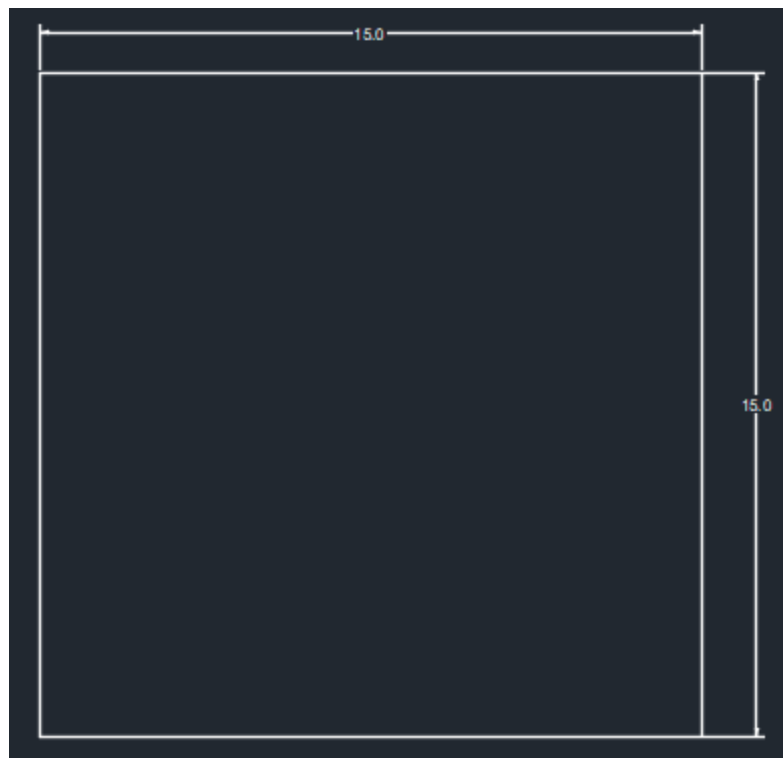
se llegue a esta cantidad de aguas residuales. Por lo que se utilizó un valor de 900 metros cúbicos para no sobredimensionar el reservorio.

Figura 15: Vista Lateral Reservorio de Captación



Fuente: (Autocad, 2019)

Figura 16: Vista en Planta Reservorio de Captación



Fuente: (Autocad, 2019)

En la salida de este reservorio va existir unas mallas que van a cumplir la función de las cribas de no permitir pasar materiales mayores a 40mm.

3.3 Tubería Reservorio – Sedimentación

La tubería que conecta el reservorio con la planta de sedimentación tiene que cumplir con la velocidad de diseño de la planta de sedimentación.

$$Vd = \text{Velocidad Diseño} = 0,75 \frac{m}{s} = 2700 \frac{m}{hora}$$

$$Q = \text{Caudal Diseño} = 485 \frac{m^3}{día} = 20,21 \frac{m^3}{hora}$$

Se va utilizar Tubería Sanitaria NTE INEN 1374 Plastigama de diámetro de 110mm. (Ver Anexo # 9)

$$Q = A * Vd = \frac{\pi}{4} (0,11)^2 * 0,75 = 0,00712 \frac{m^3}{s}$$

$$Qtubería > Qdiseño = 0,00712 \frac{m^3}{s} > 0,00561 \frac{m^3}{s}$$

(INEN, 1992)

3.4 Tanque de Sedimentación

$$Vs = \text{Velocidad Sedimentación} = 1,25 \frac{m}{h}$$

Esta velocidad de diseño es recomendada por la norma de diseño, (Secretaría del Agua, 2012)

$$Q = \text{Caudal Diseño} = 485 \frac{m^3}{día} = 20,21 \frac{m^3}{hora}$$

$$T = \text{Tiempo de retención} = 2 \text{ horas}$$

Para obtener la profundidad se necesita aplicar la siguiente fórmula (INEN, 1992):

$$\text{Profundidad} = Vs * T = 2,5m$$

Después de tener la profundidad que es lo más importante hay que obtener el largo y el ancho. Para obtener el largo la relación entre largo/ profundidad tiene que ser menor a 30.

Y la relación larga/ancho tiene que ser menor a 10. Por lo que tenemos las siguientes medidas (INEN, 1992):

$$Largo = 15m$$

$$\frac{Largo}{Profundidad} = \frac{15}{2,5} = 6 < 30 \quad \text{Cumple}$$

$$Ancho = 3m$$

$$\frac{Largo}{Ancho} = \frac{15}{3} = 5 < 10 \quad \text{Cumple}$$

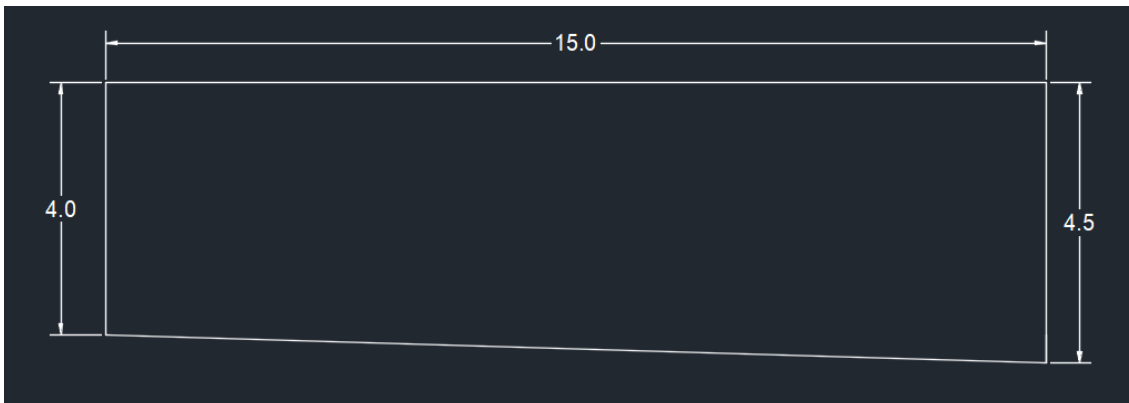
Se van a diseñar dos tanques de sedimentación de 15x3x4. Se asume una mayor profundidad por los lodos que se van acumulando. Se va dar una pendiente de 3% al tanque para que el agua circule (INEN, 1992).

Dimensiones 1 tanque de sedimentación:

- Largo = 15 metros
- Ancho = 3 metros
- Profundidad = 4 metros
- Volumen = $Q \cdot t = 41$ metros cúbicos durante el periodo de retención de dos horas.

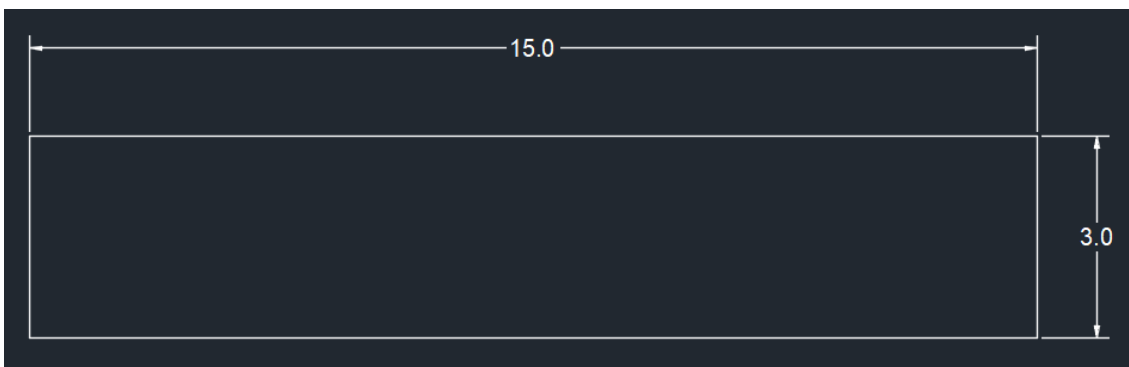
El valor de la profundidad del tanque de sedimentación es mayor a la profundidad calculada en las primeras fórmulas porque toma en cuenta una distancia extra para la cantidad de lodos retenidos y acumulados (INEN, 1992).

Figura 17: Vista Lateral Tanque Sedimentación



Fuente: (Autocad, 2019)

Figura 18: Vista en Planta Tanque Sedimentación



Fuente: (Autocad, 2019)

Se van a construir tres tanques de sedimentación. Dos tanques van a estar funcionando constantemente y el tercero se lo utiliza cuando se necesita dar mantenimiento.

3.5 Laguna de estabilización

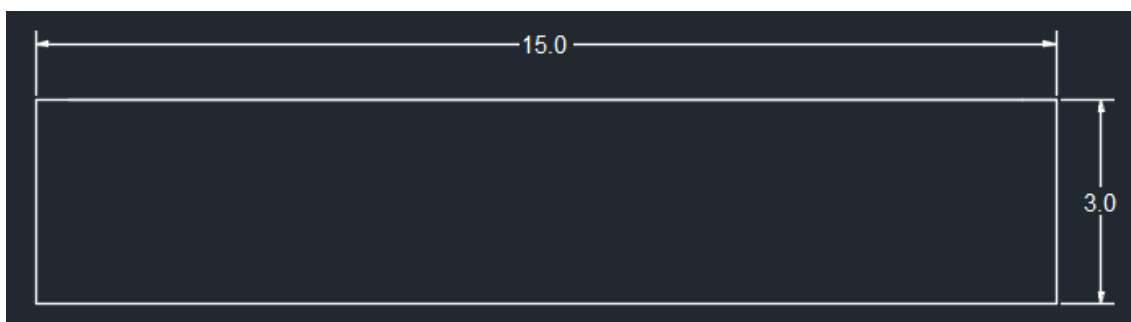
La laguna de estabilización es la parte principal de todo el proceso de desinfección de las aguas residuales. Van a ser lagunas aireadas, las cuales consisten en que están en constante movimiento por un aireador mecánico y en constante actividad biológica que hacen que el agua se estabilice y se purifique. Por lo que se va a diseñar 3 lagunas de estabilización

de 15x10x3. Donde va existir 3 metros de profundidad y va tener un diseño rectangular. La razón por la que se necesitan 3 lagunas es por el tiempo de retención que se necesita por cada tratamiento (INEN, 1992). También es necesario tener más de dos lagunas de estabilización para poder manejar los mantenimientos sin parar la planta de tratamiento. Las dimensiones determinadas fueron diseñadas para tener un ciclo de 3 días. La laguna de estabilización A es utilizada para el día 1. La laguna de estabilización B es utilizada para el día 2. La laguna de estabilización C es utilizada para el día 3. Durante el día 3 la laguna de estabilización A está siendo evacuada porque el agua retenida ya cumplió su tiempo de retención, de esta manera se utilizan 3 lagunas de estabilización. Cada laguna de estabilización tiene el volumen las aguas residuales que se generaron durante un día.

Dimensiones 1 laguna de estabilización:

- Largo = 15 metros
- Ancho = 10 metros
- Profundidad = 3 metros
- Volumen = 450 metros cúbicos

Figura 19: : Vista Lateral Laguna de Estabilización



Fuente: (Autocad, 2019)

Figura 20: Vista en Planta Laguna de Estabilización



Fuente: (Autocad, 2019)

3.6 Reservorio Salida

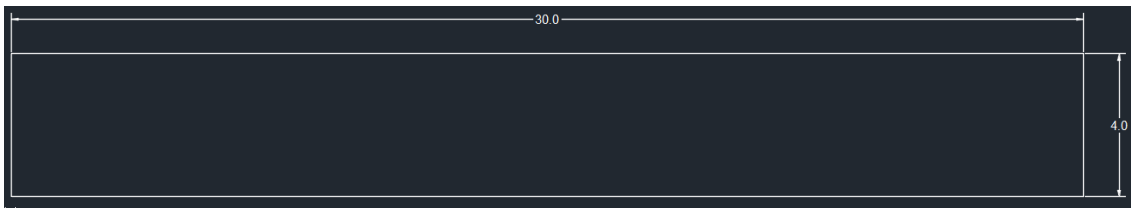
Este reservorio es donde van estar el agua pura y donde el agua va ser bombeada para el riego de las áreas verdes. Por lo que tendrá las siguientes dimensiones:

Dimensiones reservorio salida:

- Largo = 30 metros
- Ancho = 15 metros
- Profundidad = 4 metros
- Volumen = 1800 metros cúbicos

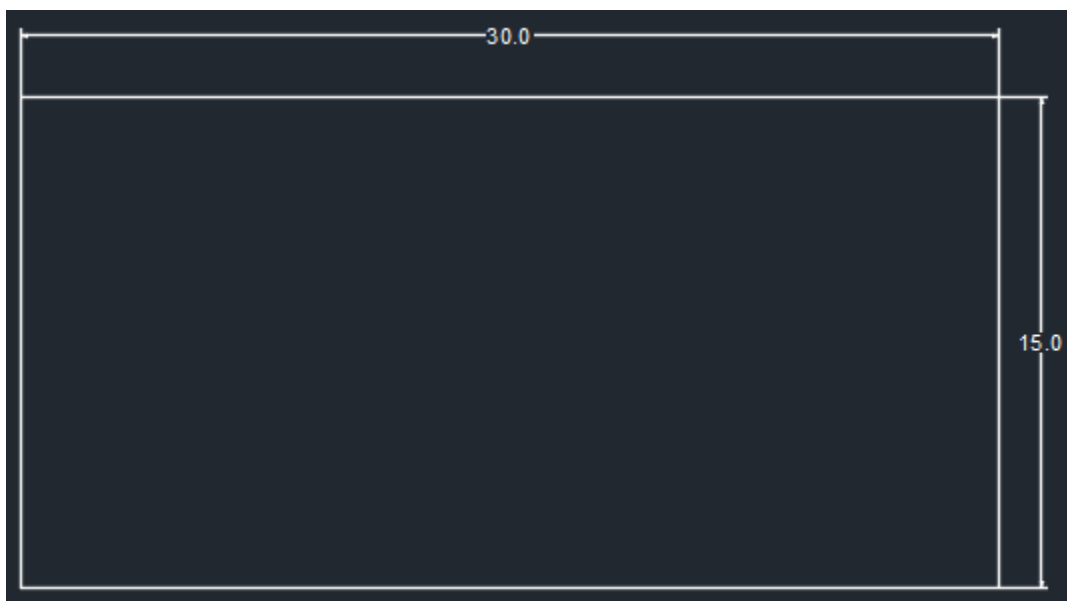
Las dimensiones para el reservorio de salida fueron calculadas para satisfacer la necesidad de la irrigación al bosque sembrado. El reservorio poder almacenar el agua tratada de aproximadamente una semana.

Figura 21: Vista Lateral Reservorio de Salida



Fuente: (Autocad, 2019)

Figura 22: Vista en Planta Reservorio de Salida



Fuente: (Autocad, 2019)

CAPÍTULO 4: DISEÑO ÁREA VERDE

4.1 Área Verde

La urbanización eco – sostenible va tener bastantes áreas verdes, alrededor de 12 hectáreas donde se va a concentrar lo que es bosque y áreas comunales. En su mayoría esta parte va ser destinada para reforestar el medio ambiente y crear dentro de esta urbanización un bosque que cumpla los siguientes objetivos:

- Cumplir con los estándares de una urbanización eco-sostenible.
- Dar características a la urbanización de abundante naturaleza.
- Ayudar con la huella de carbono del planeta tierra.
- Reforestando zonas donde hace cientos de años eran bosques primarios del Ecuador.

Para poder cumplir con estos objetivos se ha escogido una combinación de árboles que pueden coexistir entre sí y que cumplan estos objetivos. Primero se necesita hacer un diseño verde en el cual se pueda tener una gran zona de bosques, con chaquiñanes y zonas para jugar para los habitantes de esta urbanización. Que el bosque tenga colores llamativos y bonitos.

Hay que tener en cuenta que los árboles que van a estar cerca de las calles y de las casas no tienen que ser muy altos por lo que pueden generar sombra durante las horas que van a estar funcionando los paneles solares.

Los 2 tipos de árboles que se van a sembrar son:

- Kiri
- Arupo

Que son los que se van a sembrar en su mayoría, obviamente van a ver otros tipos de árboles dentro de cada lote de terrenos, pero esos van a depender de sus dueños. Y va a existir una decoración y combinación de árboles pequeños tipo arbustos por las aceras de la urbanización.

4.2 Kiri

Este árbol es originario de la China, es un árbol que puede llegar a crecer hasta 27 metros de altura. Tiene hojas muy grandes de hasta 27cm y la copa del árbol es en forma de paraguas y puede llegar a tener un diámetro de 15m. (Gómez, s/f)

Figura 23: Árbol Kiri



Fuente: (Gómez, s/f)

La característica más importante que fue por la que se seleccionó este árbol es porque mundialmente es conocido como el árbol que más consume CO₂ y produce más O₂, esto se debe a las características metabólicas y sus grandes hojas. Cuando el árbol llega a su madurez en un día captura alrededor de 22 [Kg] de CO₂ y produce 6 [Kg] de oxígeno. (Gómez, s/f)

Entre sus otras características que lo hacen muy deseable es que crece muy rápido, para llegar a su altura máxima que es de 25m le toma alrededor de 12 a 15 años. Es muy resistente a las plagas porque no es un árbol que tenga resina ni aceite, las plagas no están interesadas en su madera porque carece de esto. Lo cual es bueno para el mantenimiento de este árbol. Es un árbol muy alto con raíces muy profundas para darle la estabilidad que necesita. Y es perfecto

para cualquier tipo de clima, en la zona donde va ser sembrado tiene muy poca agua por lo que no habría problema, pero la urbanización va tener mucha agua para regar a las plantas y de este modo poder llegar a aprovechar las propiedades de estos árboles al 100%. Es resistente a las sequías y al fuego. Es un árbol que necesita mucha luz, pero no soporta competir con otros árboles más altos porque puede morir. Es muy colorido y tiene una flor color morada sobre sus ramas. Uno de los usos más comunes de este árbol es para mejorar el suelo, cuando se tiene un suelo infértil con poco nitrógeno, se siembre el Kiri porque es muy resistente y después de muchos años se lo puede cortar y sembrar cualquier tipo de árbol porque el suelo se vuelve fértil, lo usan como mejoramiento de suelo. Y finalmente las hojas de este árbol se utiliza para hacer té, y es común que usen este árbol para la apicultura porque las abejas son muy atraídas a este tipo de flores y porque produce una miel muy rica. (Gómez, s/f)

Las semillas del árbol Kiri no son muy complicadas de conseguir aquí en Ecuador cuestan las 1000 semillas \$27 dólares. Y el plantar el árbol no es complicado, existe la posibilidad de contratar y que trasplanten el árbol con cierta altura o que la urbanización designe una cierta cantidad de trabajadores para la logística de la reforestación. Se necesita sembrar la semilla en una maceta húmeda con mucha luz y una temperatura entre 25 grados. Todas estas características el terreno las tiene. Después de dos meses germinará la semilla y puede ser trasplantada. En el primer año el árbol puede llegar a medir 3 metros de alto.

4.3 Arupo

El arupo es un árbol que se ha escogido porque tiene un significado importante para la provincia de Loja, es un árbol originario en el sur del Ecuador y en el norte del Perú. Es muy conocido la provincia de Loja por el florecimiento de los Guayacanes y por la cantidad de arupos que existen en esta zona. (Peralta, 2017)

Figura 24: Arupo

Fuente: Peralta, 2017

El arupo es un árbol que puede llegar a medir hasta 10 metros de alto, tiene raíces muy profundas y largas, puede llegar a crecer más dentro de la tierra que afuera de ella. Es un árbol que tiene el diámetro del tronco es de 60 cm como máximo, y el diámetro de la copa que puede generar el árbol es hasta de 6 metros. Tiene la característica de tener flores en el final de sus ramas y pueden ser de color rosada o blancas. Las hojas que tiene este árbol pueden ser de 5 a 20 cm de grandes. Es normal que este árbol a condiciones normales o bajas

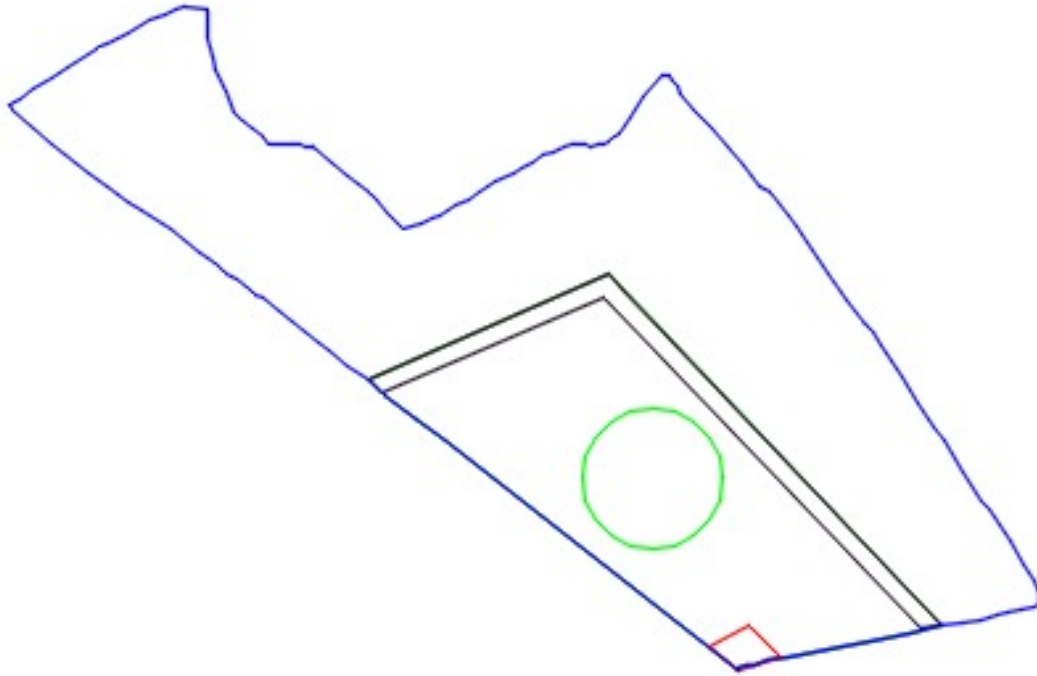
tenga las hojas sobre los 2500 m.s.n.m pero con el sistema de riego que se espera darle a todo este bosque se va poder lograr tener flores a la altura que tiene Catamayo que es de 1300 metros. Es un árbol que no tiene flores al instante, sino después de bastante tiempo. A los diez años de estar sembrado y con buenas condiciones se puede ver su florecimiento. Cuando existe el florecimiento del árbol este permanece así por 40 o 50 días como máximo hasta volver a florecer. Este árbol necesita más cuidado, es común que tenga hongos, pero no llegan a matar al árbol. (Peralta, 2017)

Este árbol va ser sembrado en las afueras del bosque denso de Kiris, y en las partes donde existen las áreas comunales. No va existir mucha abundancia de este árbol dentro de la urbanización.

4.4 Diseño del Bosque

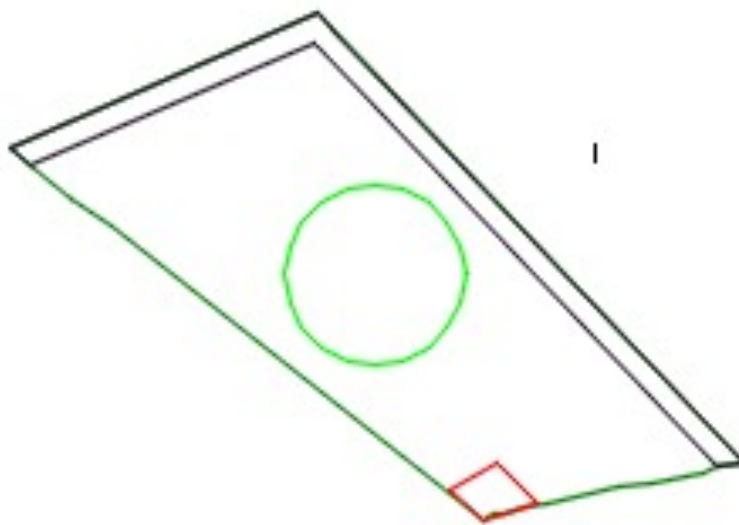
En la Figura # 25 se puede observar la forma del terreno dibujada en Autocad donde el borde azul corresponde a los bordes externos del terreno. Dentro del cual existe un terreno delimitado, que sería en esta casa el diseño del área verde del terreno.

Figura 25: Terreno



Fuente: (Autocad, 2019)

Figura 26: Área Verde



Fuente: (Autocad, 2019)

Dentro de esta área se puede observar un polígono grande que es constituido de la siguiente manera:

- Arupos es el extremo en forma de L y de color negro que bordea todo el bosque. Es lo primero que se tiene que pasar para entrar al área verde.
- Área Comunal que está en el centro del polígono y tiene la forma de un círculo y es de color verde.
- Planta de Tratamiento está en la esquina inferior del terreno, y es el lugar donde el terreno tiene su altura mínima sobre el nivel del mar. Por gravedad van a llegar ahí el agua servida y va ser transformada en agua para regar toda el área verde.
- El bosque Kiri es todo lo que le queda al polígono.

Para cuantificar este polígono se van a mostrar las áreas de cada componente:

• Arupos	=	15 981 m ²	=	1.6 hectáreas
• Área Comunal	=	19 606 m ²	=	1.96 hectáreas
• Planta de Tratamiento	=	2 033 m ²	=	0.2 hectáreas
• Bosque Kiri	=	84 217 m ²	=	8.42 hectáreas

• Total	=	121 837 m ²	=	12.18 hectáreas

4.5 Diseño del Riego:

Para poder cuantificar el consumo de agua que se va necesitar para cada planta se va implementar el sistema de riego por goteo. Para esto es necesario tener una fuente constante de agua los 365 días del año, la cual va ser el reservorio que es proveniente de la planta de tratamiento. El riego por goteo consiste en que cada árbol tiene su propia manguera y número de goteros que logran que sus raíces obtengan agua (Novedades Agrícolas, 2016).

Se va diseñar el riego para una cantidad de 12,18 hectáreas en las cuales van a existir alrededor de 1200 plantas, es necesario saber ciertos conceptos que son importantes para cuantificar el consumo de mangueras. Las cantidades de mangueras y goteros para cada planta van ir cambiando mientras la planta va creciendo. Mientras las raíces van creciendo el área que ocupan en la tierra es mayor por lo que el marco donde la planta ocupa aumenta, y las mangueras y goteros siempre tienen que estar cerca de donde están las raíces (Horcajo, 2014). Por lo que en este cálculo se va determinar un área promedio la cual representa al crecimiento del árbol Kiri promedio.

4.5.1 Evo-transpiración

Es la evaporación del agua en el suelo y la transpiración de la planta, toda esta agua se pierde y hay que calcular la cantidad específica del suelo que se requiere que este mojado, por lo que se van aplicar las siguientes fórmulas (Liotta, 2015) .

$$ET = 1,6 \left(\frac{10T}{I} \right) * A$$

Donde:

- ET es la evo transpiración calculada en mm.
- T es la temperatura promedio mensual de Catamayo en grados centígrados
- A es la constante que depende del lugar y del índice calórico y se obtiene con la siguiente fórmula
- I es el índice calórico anual que es la multiplicación del índice calórico mensual que se calcula con la siguiente fórmula:

$$I = i * 12 = i = \left(\frac{T}{5} \right)^{1,514} * 12$$

$$a = 0,000000675 * I^3 - 0,0000771 * I^2 + 0,017925 * I + 0,49239$$

$$I = i * 12 = i = \left(\frac{20}{5} \right)^{1,514} * 12 = 8,16 * 12 = 97,88$$

$$A = 0,000000675 * 97,88^3 - 0,0000771 * 97,88^2 + 0,017925 * 97,88 + 0,49239$$

$$= 2,14$$

$$ET = 1,6 \left(\frac{10T}{I} \right) A = 1,6 \left(\frac{10 * 20}{97,88} \right) * 2,14 = 7 \frac{mm}{día}$$

La evo-transpiración se le aplican 3 factores de corrección son por localización, variación climática y advección.

$$Dn = ET * k1 * k2 * k3$$

El factor corrector de localización se lo obtiene mediante la solución de fórmulas que dependen del marco de las raíces de la planta, después se determinan 4 factores en los cuales se descartan los extremos y se saca promedio de los 2 restantes y nos quedó un factor K1 es igual a 0,386. (Cadena, 2016)

El factor corrector por variación climático es como un factor de seguridad que aumenta la evo-transpiración entre un 15% o 20%. Por lo que el factor K2 es igual a 1,15- Y el coeficiente K3 se obtuvo de un gráfico que de dependía directamente en la cantidad de hectáreas que se iban a regar (Cadena, 2016). El factor K3 es igual a 0,9.

$$Dn = ET * k1 * k2 * k3 = 7 * 0,386 * 1,15 * 0,9 = 2,8 \frac{mm}{día}$$

Con la demanda neta se va poder calcular las necesidades totales de riego. Primero se calcula la demanda total de riego con la siguiente fórmula:

$$Dt = \frac{Dn}{Rp * Cu}$$

Donde:

- Dn es la demanda neta calculada anteriormente.
- Rp es la relación de percolación que se obtiene calculando el requerimiento de lavado y depende la conductividad eléctrica de la tierra en la que se va regar y el árbol que está sembrado. Rp nos dio un valor de =0,7

- Cu es el coeficiente de uniformidad y depende en la cantidad de goteros y el espaciamiento que va existir entre estos, por lo que se obtuvo un Cu de 0,95.

$$Dt = \frac{Dn}{Rp * Cu} = \frac{2,8}{9,7 * 0,95} = 4,21 \frac{mm}{día}$$

Con la demanda total se va obtener la cantidad de goteros por planta y su caudal.

Primero se va determinar un marco de la planta, esto significa cuantos metros cuadrados del suelo van a estar mojados para cada planta. Se sabe que la planta va creciendo con el tiempo y esta área va aumentando también por lo que se va hacer este cálculo para un área de 25 metros cuadrados.

Se determina un caudal de gotero específico que es de 4 litros por segundo. Al ser árboles grandes se va necesitar proporcionales con alrededor de 50-100 litros de agua cada dos o 3 días.

$$q = \text{caudal gotero escogido} = 4 \frac{\text{litro}}{\text{hr}}$$

$$d = \text{diámetro mojado por cada gotero} = 0,7 + 0,11 * q = 0,7 + 0,11 * 4 = 1,14$$

$$\text{Superficie} = \frac{\pi * d^2}{4} = 1,02$$

$$n = \text{número goteros} = \frac{\text{marco planta} * \text{porcentaje mojado}}{\text{superficie}} = \frac{25 * 0,5}{1,02}$$

= 13 goteros por planta

Para calcular el tiempo de duración de riego:

$$t = \frac{Dt * P}{q * n} = \frac{4,21 * 25 * 0,5}{4 * 13} = 1,012 \text{ horas}$$

Ahora hay que calcular cuantas plantas puede llegar a abastecer:

$$Q = \text{caudal del reservorio} = 16 \frac{lt}{s} = 57600 \frac{lt}{hr} = 57,6 \frac{m^3}{hr}$$

$$\#goteros = \frac{Q}{q} = \frac{57600}{4} = 14400 \text{ goteros}$$

$$\#plantas = \frac{\#goteros}{n} = \frac{14400}{13} = 1107 \text{ plantas}$$

En aproximadamente una hora se van a regar 1107 plantas. Cada planta va obtener 52 litros de agua por goteo en esta hora. Y en una hora se va utilizar 58 metros cúbicos de agua.

4.5.2 Caudales Tubería

Se va cuantifica cuantas tuberías se necesitan, el caudal que pasa por cada tubería y la dimensión necesaria. Se va utilizar la fórmula de Hazen Williams: (Mott, 2006)

$$D = \left(\frac{3,59 * Q}{C_H * S^{0,54}} \right)^{0,38}$$

Donde:

- Q es el caudal de cada tubería.
- Ch es el coeficiente de Hazen Williams que depende directamente del proveedor, como se va utilizar tubos plastigama este valor es 150.
- S=Perdida de carga sobre longitud (m/m)

En la siguiente tabla se puede ver los valores tabulados, y el diámetro necesario para cada tubería.

Tabla 5: Diámetro Tuberías

	Q [m ³ /s]	Ch	S [m/m]	D Teórico [cm]	D Real [cm]
Tubería Primaria	0,016	150	0,0107	12,75	20
Tubería Secundaria	0,016	150	0,0385	9,81	10
Tubería Terciaria	7,000	150	0,22	4,05	5,3

Fuente: Propia

Tabla 6: Cantidad Tubos

	Cantidad [ml]	Longitud Tubos [m]	Cantidad Tubos
Tubería Primaria	464	6	78
Tubería Secundaria	11400	6	1900
Tubería Terciaria	4800	6	800

Fuente: Propia

4.5.3 Cálculo Bomba

Pérdidas en tuberías

Para calcular las pérdidas en las tuberías se tiene que aplicar la siguiente fórmula (Mott, 2006):

$$hl = L \left(\frac{Q}{0,85 * A * C_h * R^{0,63}} \right)^{1,852}$$

Donde:

- Hl es la pérdida de carga de la tubería.
- Q es el caudal que pasa por la tubería.
- Ch es el coeficiente de Hazen-Williams que depende del tubo y el proveedor.
- A es el área la tubería.
- R es el radio hidráulico que puede ser calculado como la cuarta parte del diámetro.

En la siguiente tabla se puede encontrar tabulado todos estos valores y se encuentra la pérdida de carga de cada tipo de tubería:

Tabla 7: Perdida de carga tubería

	L [m lineales]	Q [m ³ /s]	A [m ²]	CH	R [m]	HL [m.c.a]
Tubería Primaria	464	0,016	0,0314	150	0,05	0,55
Tubería Secundaria	11400	0,016	0,0079	150	0,03	397,32
Tubería Terciaria	4800	0,004	0,0031	150	0,02	121,85

Fuente: Propia

Ver Anexos # 10 y # 11 para más información sobre las tuberías y diámetros escogidos.

Tabla 8: Perdida de Presión cálculo bomba

Descripción	Presión m.c.a
HL Total	519,72
10% Accesorios	51,97
Presión Servicio	25
10% desgaste bomba	5,51
Filtro Grava	2
Válvulas	1
Tanque de Fertilización	1
Total	606,21

Fuente: Propia

Para obtener la potencia de la bomba se necesitan obtener estos datos de las siguientes fórmulas (Mott, 2006):

$$P_n = \text{Potencia Neta} = \frac{Q * P}{270}$$

$$P_a = \text{Potencia Absorbida} = \frac{Q * P}{270 * r}$$

$$P_b = \text{Potencia bruta de la bomba} = P_a * (1 + x)$$

$$PF = Potencia Final = \frac{Pb}{Eficiencia Motor Eléctrico}$$

Donde:

- Q es el caudal requerido.
- P es la presión total calculada en la Tabla # 5.
- R es el rendimiento de la bomba que será de 60%
- X es 10% para potencias de bomba mayores a 25 H.P
- Eficiencia Motor Eléctrico va ser de 87%.

$$Pn = Potencia Neta = \frac{Q * P}{270} = \frac{57,6 * 606,2}{270} = 120,35 H.P$$

$$Pa = Potencia Absorbida = \frac{Q * P}{270 * r} = \frac{57,6 * 606,2}{270 * 0,6} = 215,6 H.P$$

$$Pb = Potencia bruta de la bomba = Pa * (1 + x) = 215,6 * (1,1) = 237,2 H.P$$

$$PF = Potencia Final = \frac{Pb}{Eficiencia Motor Eléctrico} = \frac{237,2}{0,87} = 272,55 H.P$$

Por lo que se tiene que escoger una bomba que su potencia sea mayor a la potencia Final, y se escogerá una bomba de 300 H.P.

Ver Anexos # 12 para observar la ficha técnica de la bomba.

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 Análisis Económico Paneles Solares

Para la construcción de los paneles solares se va hacer el análisis económico para invertir en cada lotización. Los precios obtenidos para los paneles solares, baterías e inversores son precios de importación. La construcción del sistema de paneles solar solo se va contratar la instalación.

Tabla 9: Costo Paneles Solares

Descripción	Valor Unidad	Cantidad	Total
Paneles Solares Fotovoltaicos 300 W	\$150,00	15	\$2.250,00
Batería 250 Ah	\$205,00	2	\$410,00
Inversores 5KVA	\$200,00	1	\$200,00
Instalación	\$2.000,00	1	\$2.000,00
Mantenimiento	\$50,00	14	\$700,00
Total			\$5.560,00

Fuente: Propia

Durante el análisis económico al mantenimiento se le va aplicar una tasa de interés anual de 1,5% para tener un valor real sobre la inflación. Se va realizar dos análisis económicos el del valor anual neto (VAN) y el de la tasa interna de retorno (TIR). El VAN va ser un análisis para la hipótesis de instalar los paneles solares y otro análisis en el caso de que no se requiera instalar los paneles solares y solo se utilice la luz de la red municipal. Para el análisis del TIR se va tomar como ingreso en el último año el ahorro generado por haber instalado los paneles solares. En las siguientes tablas se podrá observar:

Tabla 10: VAN Paneles Solares

Periodo	Ingreso	Egreso	Flujo de Caja
0	\$-	-\$4.860,00	-\$4.860,00
1	\$-	-\$50,75	-\$50,75
2	\$-	-\$51,51	-\$51,51
3	\$-	-\$52,28	-\$52,28
4	\$-	-\$53,07	-\$53,07
5	\$-	-\$53,86	-\$53,86
6	\$-	-\$54,67	-\$54,67
7	\$-	-\$55,49	-\$55,49
8	\$-	-\$56,32	-\$56,32
9	\$-	-\$57,17	-\$57,17
10	\$-	-\$58,03	-\$58,03
11	\$-	-\$58,90	-\$58,90
12	\$-	-\$59,78	-\$59,78
13	\$-	-\$60,68	-\$60,68
14	\$-	-\$61,59	-\$61,59
15	\$-	-\$62,51	-\$62,51
Tasa	1,5%	VAN	-\$5.610,00

Fuente: Propia

Tabla 11: VAN Red Municipal de Electricidad

Periodo	Ingreso	Egreso	Flujo de Caja
0	\$-	\$-	\$-
1	\$-	-\$609,00	-\$609,00
2	\$-	-\$618,14	-\$618,14
3	\$-	-\$627,41	-\$627,41
4	\$-	-\$636,82	-\$636,82
5	\$-	-\$646,37	-\$646,37
6	\$-	-\$656,07	-\$656,07
7	\$-	-\$665,91	-\$665,91
8	\$-	-\$675,90	-\$675,90
9	\$-	-\$686,03	-\$686,03
10	\$-	-\$696,32	-\$696,32
11	\$-	-\$706,77	-\$706,77
12	\$-	-\$717,37	-\$717,37
13	\$-	-\$728,13	-\$728,13
14	\$-	-\$739,05	-\$739,05

15	\$-	-\$750,14	-\$750,14
Tasa	1,5%	VAN	-\$9.000,00

Fuente: Propia

Tabla 12: TIR Paneles Solares

PERIODO	INGRESO	EGRESO	FLUJO DE CAJA
0	\$-	-\$4.860,00	-\$4.860,00
1	\$-	-\$50,75	-\$50,75
2	\$-	-\$51,51	-\$51,51
3	\$-	-\$52,28	-\$52,28
4	\$-	-\$53,07	-\$53,07
5	\$-	-\$53,86	-\$53,86
6	\$-	-\$54,67	-\$54,67
7	\$-	-\$55,49	-\$55,49
8	\$-	-\$56,32	-\$56,32
9	\$-	-\$57,17	-\$57,17
10	\$-	-\$58,03	-\$58,03
11	\$-	-\$58,90	-\$58,90
12	\$-	-\$59,78	-\$59,78
13	\$-	-\$60,68	-\$60,68
14	\$-	-\$61,59	-\$61,59
15	\$3.390,00	-\$62,51	\$3.327,49
TIR			-4%

Fuente: Propia

Como se puede observar del análisis económico el instalar el sistema de paneles solares en un periodo de tiempo de 15 años nos va costar en total \$5.610,00. Y él no instalar los paneles solares, y estar conectados a la red pública municipal con un promedio de 600 dólares de pago anuales, el cual se aplica una tasa de inflación con el pasar de los periodos para tener un valor más real. El costo total de estar conectados a la red municipal sería de \$9.000,00. Lo cual no da un ahorro de \$3.390,00. Y al finalizar y realizar el análisis del TIR nos da una tasa interna de retorno negativa, que significa que no es viable invertir en los paneles solares.

5.2 Análisis Económico Planta de Tratamiento

Para determinar la factibilidad de la construcción de la planta de tratamiento se tiene que obtener el costo total. Se hizo un presupuesto del costo de la planta de tratamiento, no se hizo el cálculo de cada uno de los rubros porque es muy extenso y se analizó de una manera más rápida y fácil. Con la ley de Pareto del 80/20 se determinó los rubros de la construcción que son más influyentes en el costo total.

Tabla 13: 80% Costo Planta Tratamiento

DESCRIPCIÓN	Unidad	CD MATERIALES	CD MANO DE OBRA	CD EQUIPO	CD TOTAL	CANTIDAD	COSTO TOTAL
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m ²	\$-	\$1,28	\$0,06	\$1,34	1850	\$2.479,00
REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m ²	\$0,10	\$1,23	\$0,36	\$1,69	1850	\$3.126,50
EXCAVACIÓN H=3 A 4M A MÁQUINA (EXCAVADORA)	m ³	\$-	\$1,44	\$4,37	\$5,81	4590	\$26.667,90
EXCAVACIÓN MANUAL EN CIMIENTOS Y PLINTOS	m ³	\$-	\$9,81	\$0,49	\$10,30	500	\$5.150,00
HORMIGON SIMPLE MUROS F' C=210KG/CM2	m ³	\$85,29	\$40,25	\$12,24	\$137,78	282	\$38.853,96
HORMIGON SIMPLE LOSA DE 15CM, F' C=210KG/CM2	m ³	\$85,84	\$36,59	\$17,93	\$140,36	34	\$4.772,24
HORMIGON SIMPLE LOSA ALIVIANADA E=20CM, F' C=210KG/CM2	m ²	\$47,55	\$6,67	\$4,51	\$58,73	156	\$9.161,88
BOMBA SUMERGIBLE AGUAS NEGRAS AIREACION	U	\$-	\$-	\$-	\$897,00	6	\$5.382,00
Total							\$95.593,48

Fuente: Propia

De esta manera se pudo obtener el costo del 80% de la planta de tratamiento, y el costo total de la planta de tratamiento sería de \$119.491,85. Este valor no es exacto, pero es una buena primera estimación para hacer un análisis de viabilidad.

La construcción de esta planta de tratamiento va hacer que la urbanización se encarezca, ya para determinar en cuanto afecta se procede hacer los siguientes cálculos:

$$\text{Aumento } \frac{\$}{m^2} = \frac{\text{Costo Planta Tratamiento}}{\text{Área en Venta}} = \frac{\$119,491.85}{160,000} = 0,75 \frac{\$}{m^2}$$

Todavía no se sabe que combinación de cantidad de lotes y área para la urbanización, pero el área en venta para lotizar va ser el mismo de 16 hectáreas. Donde el aumento por metro cuadrado por la construcción de la planta de tratamiento es imperceptible de 0,75 \$. Por lo que es muy factible la construcción de esta planta de tratamiento.

5.3 Conclusiones

Construir una urbanización eco-sustentable tiene muchos parámetros a contemplarse. Una vez analizado las precipitaciones y evaluando los mapas del balance hídrico de la Provincia de Loja, el cantón de Catamayo, se pudo determinar que este cantón tiene un déficit hídrico bastante alto. Por lo cual es difícil que esta urbanización pueda lograr captar las aguas lluvias, y almacenarlas para abastecer a una urbanización tan grande. Los acuíferos en esta zona no se tiene mucha información y la poca información que se tiene determina que no tienen la velocidad de recarga necesaria. Esta urbanización no podrá ser auto sustentable en términos hídricos porque los recursos que tiene por su localización no lo permiten. En un futuro se podrá hacer un análisis sobre aprovechar el agua que pasa por el río. Pero por el momento se concluye que esta urbanización va utilizar la red municipal de agua potable como recurso único para el abastecimiento de agua.

El diseño de la planta de tratamiento arrojó resultados muy convincentes, es una planta de tratamiento que ocupará un área de 1850 metros cuadrados. La cual va procesar 500 metros cúbicos de aguas residuales diarias y el agua tratada va ser almacenada en un reservorio para un segundo uso. Se diseñó la planta de tratamiento cumpliendo con la norma INEN y teniendo en cuenta el sistema de mantenimiento cada una de las etapas de la planta de tratamiento. El eficiente funcionamiento de la planta de tratamiento hará que el manejo de la

misma sea fácil. Es necesario que la urbanización tenga 2 trabajadores a tiempo completo que esten controlando el funcionamiento de la planta de tratamiento.

El diseño de un sistema de paneles solares para cada casa fue bastante preciso y aplicable. Se necesitan 15 paneles solares en una casa con las características analizadas, los cuales no ocuparían un espacio aparte en el terreno. Estos paneles solares entrarían en el techo de la casa y se instalaría las baterías e inversores. El sistema de paneles solares aseguraría una autonomía a la red municipal de energía eléctrica. Pero en la urbanización va existir la instalación de toda la red de energía eléctrica por casos de emergencia. El inversor y regulador son los encargados de que en los momentos en los que el sistema de paneles solares no tenga la energía suficiente para abastecer la demanda, en ese momento se extrae energía de la red municipal de energía eléctrica. Pero principalmente se instala la red de energía eléctrica en algún caso crítico en el cual durante más de dos días no ha existido las suficiente radiación para que los paneles solares funcionen optimamente.

El diseño de áreas verdes amplias ha sido exitoso. Se ha escogido dos tipos de árboles que pueden estar juntos y que cumplen funciones específicas. El Kiri que va ser el árbol más plantado va ser el encargado de purificar el aire. El arupo es un árbol endémico del lugar y es sembrado en los límites del bosque Kiri, y es el árbol que va estar más cerca a las residencias por el tamaño del mismo. Hay que considerar que estos árboles no pueden generar sombra a las lotizaciones por los paneles solares que existen en los techos. Por lo que el Arupo al ser un árbol más pequeño no podrá generar sombra suficiente para afectar a los paneles solares. Por esta razón el Arupo es sembrado en los bordes del bosque. El sistema de riego principal va consistir en regar 1107 plantas. Cada una de estas plantas van a estar en el sistema de riego por goteo, y van a recibir 52 litros de agua por cada hora. Y el riego principal va funcionar dos veces al día o 115 metros cúbicos. El riego secundario es el encargado de regar las áreas verdes que no son los bosques como: el área comunal, árboles y arbustos en la

urbanización y incluso existe agua para poder regar las áreas verdes dentro de cada lotización.

El análisis económico en la planta de tratamiento demostro que es una idea muy viable para esta urbanización porque encarece el precio por metro cuadrado en \$0,75 dólares. Lo cual es un valor imperceptible, pero el tener una planta de tratamiento en la urbanización tiene beneficios. El beneficio más importante es que se va tener un reservorio con agua para riego diario, la cual se va a encargar de regar las 12 hectareas de área verde que esta urbanización tiene. La urbanización va tener un aspecto muy bonito al tener todos sus bosques durante 365 días al año bien regados y verdes. La huella de carbono que van a producir estos bosques va ser significativa ya que se van a sembrar árboles especiales para esto.

La construcción de los paneles solares para un periodo de 15 años no es rentable, pero hay que tomar en cuenta que la vida útil de estos paneles solares son 25 años. Solo que en este análisis siendo pesimistas se decidio analizar para una vida útil menor. Concluyendo que posiblemente el instalar paneles solares en las lotizaciones no sea mala idea porque no se va perder dinero y probablemente se gana muy poco dependiendo cuantos años mas después de la vida útil analizada duren. Pero el instalarlo va aportar a la huella de carbono que esta urbanización quiere lograr. Los beneficios al instalar paneles solares son más allá de los económicos. Es una energía renovable, amigable con el ambiente y es abundante. Es un sistema de energía que no produce sonido y bajo mantenimiento. Con los avances tecnológicos cada vez es más eficiente y rentable. El tener instalado paneles solares en tu hogar contribuye al desarrollo sostenible y se alinea a la idea principal de esta urbanización. Es muy probable que en el futuro los gobiernos locales de cada país premien a los ciudadanos que vivan en construcciones sostenibles, por lo que se asume que se pueden reducir los impuestos de estas viviendas.

5.4 Recomendaciones

El siguiente paso para seguir desarrollando los estudios de factibilidad de la construcción de una urbanización eco-sostenible es:

- Analizar la combinación de área de lotes y cantidad de lotes.
- Cuantificar el precio por metro cuadrado y definir bien los espacios de áreas verdes. Puede ser probable que para tener un precio por metro cuadrado más competitivo se va necesitar reducir la cantidad de áreas verdes para obtener más lotes.
- Organizar la recolección de basura interna dentro de la urbanización con el objetivo principal de tener un plan de reciclaje y compostaje eficiente.
- Analizar y diseñar el uso apropiado a los residuos orgánicos de la planta de tratamiento como abono a las áreas verdes.
- Tratar de construir todas las casas sean certificadas LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), que hacen que las casas sean sostenibles y sobre todo eficientes en aspectos económicos con gasto de recursos.

REFERENCIAS

- Autocad, (2019). AutoCad Software, Version 7.3.2.5776.
- Bravo, C., Natali, K., & Zaquinaula Lalangui, O. L. (2016). *Auditoría De Gestión A La Demarcación Hidrográfica Puyango-Catamayo De La Secretaría Nacional Del Agua (Senagua Zona 7), Periodo Comprendido Del 01 De Enero Al 31 De Diciembre Del 2012* (Bachelor's thesis, Loja 25 mayo).
- Cadena, V. (2016). Hablemos de riego. Segunda edición. Quito, Ecuador.
- CalcuWorld. (s/f). Calculadora de Consumo Eléctrico. 3-3-2020, de Calculadoras Sitio web: <https://es.calcuworld.com/ahorro/calculadora-de-consumo-electrico/>
- El Comercio. (2018). En Ecuador se gasta 40% más agua que el promedio de la región 6-2-2020, de Grupo El Comercio Sitio web: <https://www.elcomercio.com/tendencias/ecuador-gasto-agua-cifras-latinoamerica.html>
- Estévez, R. (2017). Un poco de historia sobre el desarrollo sostenible. 8-05-2020, de Eco Inteligencia Sitio web: <https://www.ecointeligencia.com/2017/06/historia-desarrollo-sostenible/>
- Fuentes Domínguez, M. A. (2004). Modelo Conceptual Teórico de Unidad Autosustentable aplicado a una Hostería en el sector San Pablo del Lago, provincia de Imbabura.
- Garnica, J. H., Lucchini, J. M., Stoll, R. G., & Barral, J. R. (2010). Ensayos normalizados de colectores solares y sistemas de calentamiento de agua en argentina: análisis de la situación, avances y dificultades. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 14, 03-147.
- Gomez, V. Árbol kiri: características, hábitat, propiedades, crecimiento.
- Google Earth Pro, (2020). Google Earth Pro Software, Version 7.3.2.5776. Documento

Electrónico: <https://earth.google.com/web/@-0.020942,-78.444837,2368.83626385a,1056.54286319d,35y,0h,45t,0r/data=CjgANhIwCgAZO4pz1NFxlb8hP8ObNXicU8AqGjDCsDAXJzE1LjQiUyA3OMKwMjYnNDEuNCJXGAlgASgC>

Hersic. (2018). Ficha Técnica Paneles Solares. 4-3-2020, de Hersic International Sitio web: <https://www.hersic.com/copia-de-mppt-series>

Horcajo, D. (2014). Riego por Goteo. Mayo 30,2018, de Agrohuerto Sitio web: <http://www.agrohuerto.com/riego-por-goteo-que-es/>.

Iberdrola, (2018). Te descubrimos las ciudades más sostenibles del mundo. 8-5-2020, de Iberdrola S.A. Sitio web: <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/ciudades-sostenibles>

INEN, I. (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

La Hora. (2019). Ecuador está entre los cinco países con las tarifas eléctricas más bajas de la región. 3-3-2020, de La Hora Sitio web: <https://lahora.com.ec/noticia/1102238518/ecuador-esta-entre-los-cinco-paises-con-las-tarifas-electricas-mas-bajas-de-la-region>

Liotta, M. A., Carrión, R. A., Ciancaglini, N., & Olguin Pringles, A. (2015). *Riego por goteo*. PROSAP; INTA.

Mott, R. (2006). *Mecánica de fluidos*. Sexta edición. México.

Novedades Agrícolas. (2016). Riego por goteo. Mayo 30,2018, de Novedades Agrícolas S.A Sitio web: <http://www.novedades-agricolas.com/es/riego/sistemas-de-riego/riego-por-goteo/>.

Ospino Castro, A. J. (2010). Análisis del potencial energético solar en la Región Caribe

para el diseño de un sistema fotovoltaico.

Peralta, I. (2017). El arupo (*Chionanthus pubescens* Kunth), árbol ornamental con potencial de uso en Ecuador.

Ramírez Escalona, A. (1983). Teoría de los procesos de los tanques sépticos.

Secretaría del Agua. (2012). *Ley de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua*.

SENAGUA. Recuperado desde: <https://www.agua.gob.ec/ley-de-aguas/>

Sevilla Pérez, A. M. (2011). El Ecuador en sus mapas: estado y nación desde una perspectiva espacial.

Universia México. (20-01-2020). Diferencias entre desarrollo sostenible y sustentable. 24-04

2020, de Universia Sitio web:

<https://noticias.universia.net.mx/cultura/noticia/2016/02/09/1136185/diferencias-desarrollo-sostenible-sustentable.html>

Valdiviezo Salas, P. D. (2014). Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP.

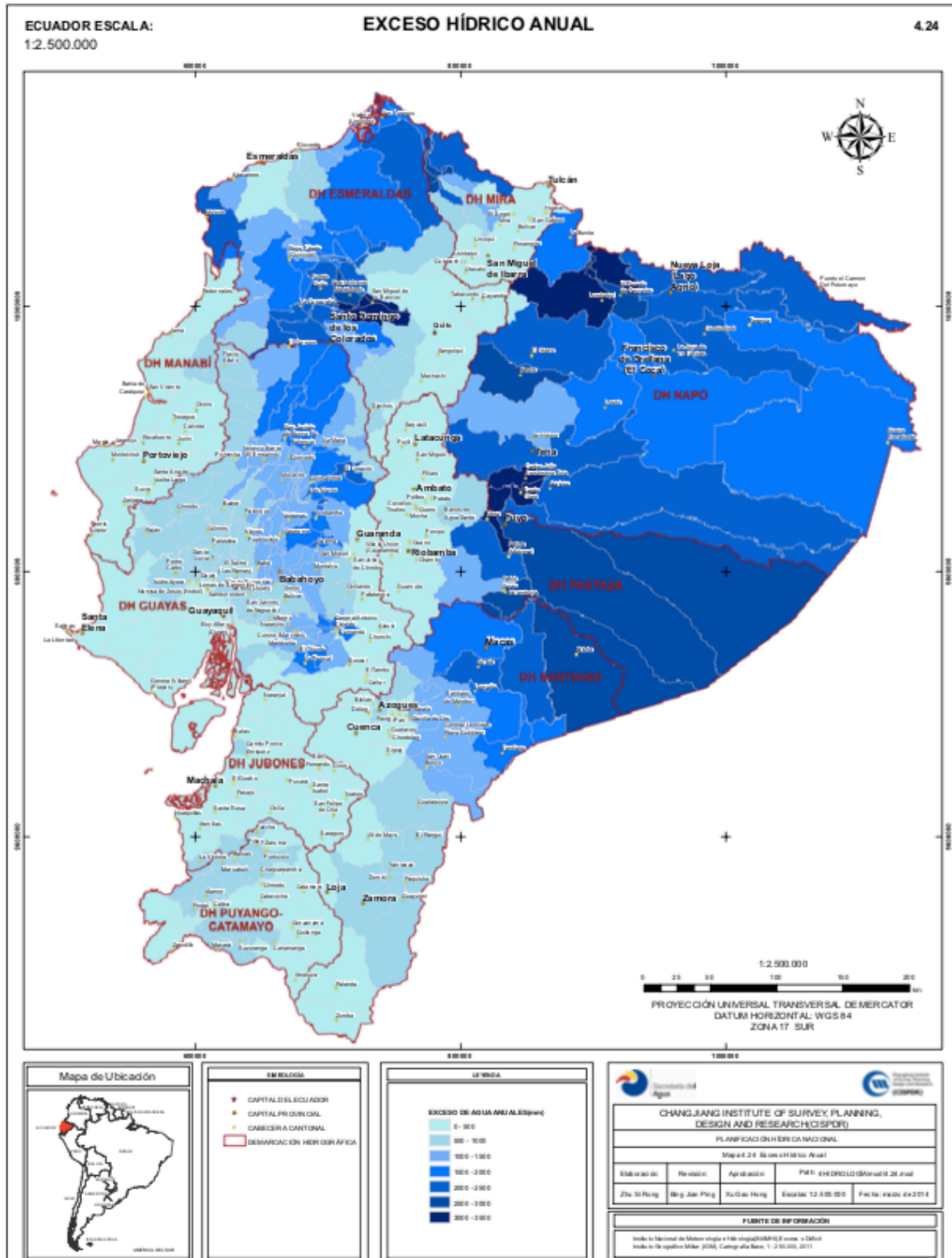
Weather Spark. (2016). El clima promedio en Catamayo. 6-2-2020, de Cedar Lake Ventures Inc

Sitio web: <https://es.weatherspark.com/y/19340/Clima-promedio-en-Catamayo-Ecuador-durante-todo-el-año#Sections-Temperature>

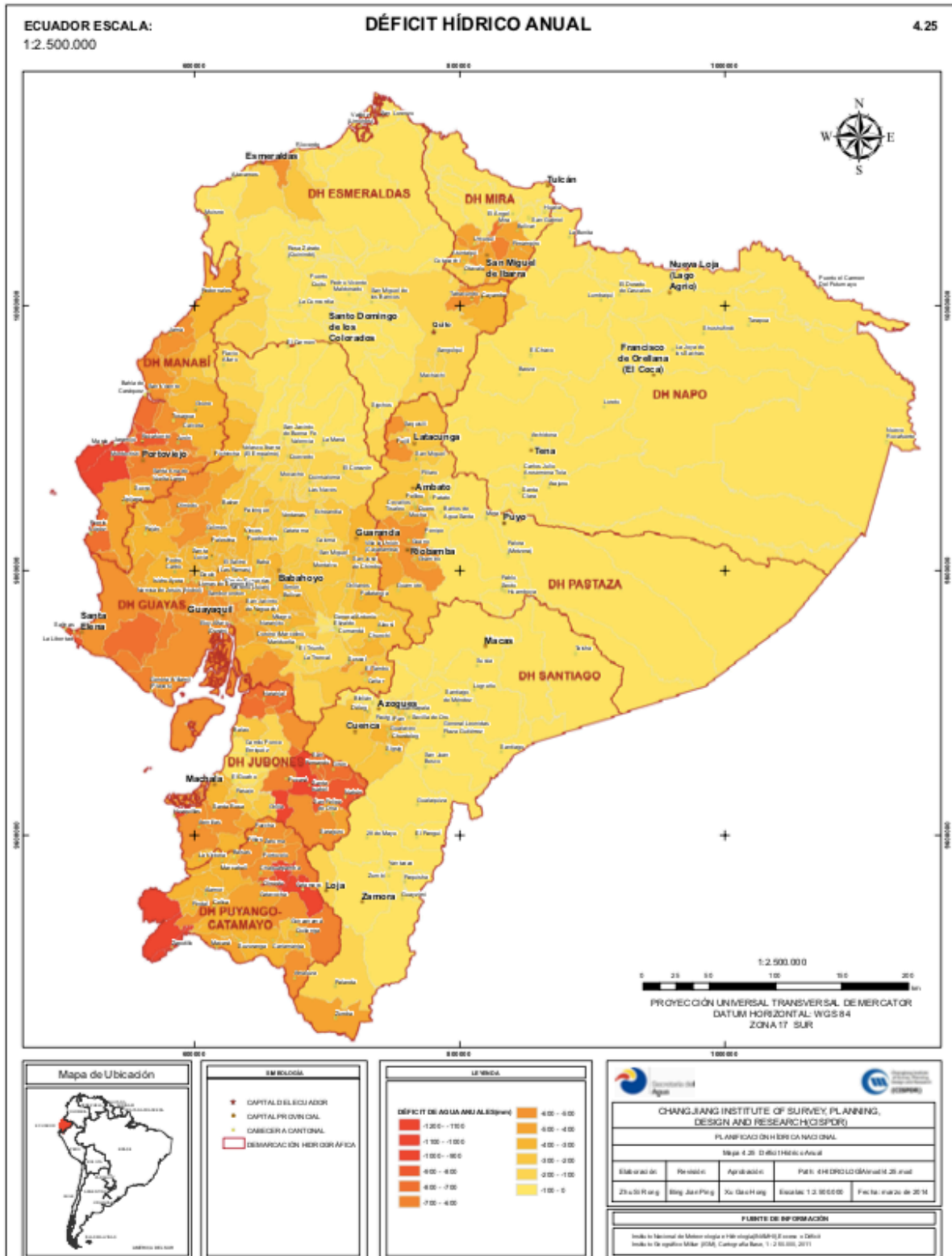
Yebra Pérez, J., & Lagos Fernández, N. (2006). análisis y diseño de un sistema sacada para paneles solares fotovoltaicos.

ANEXOS

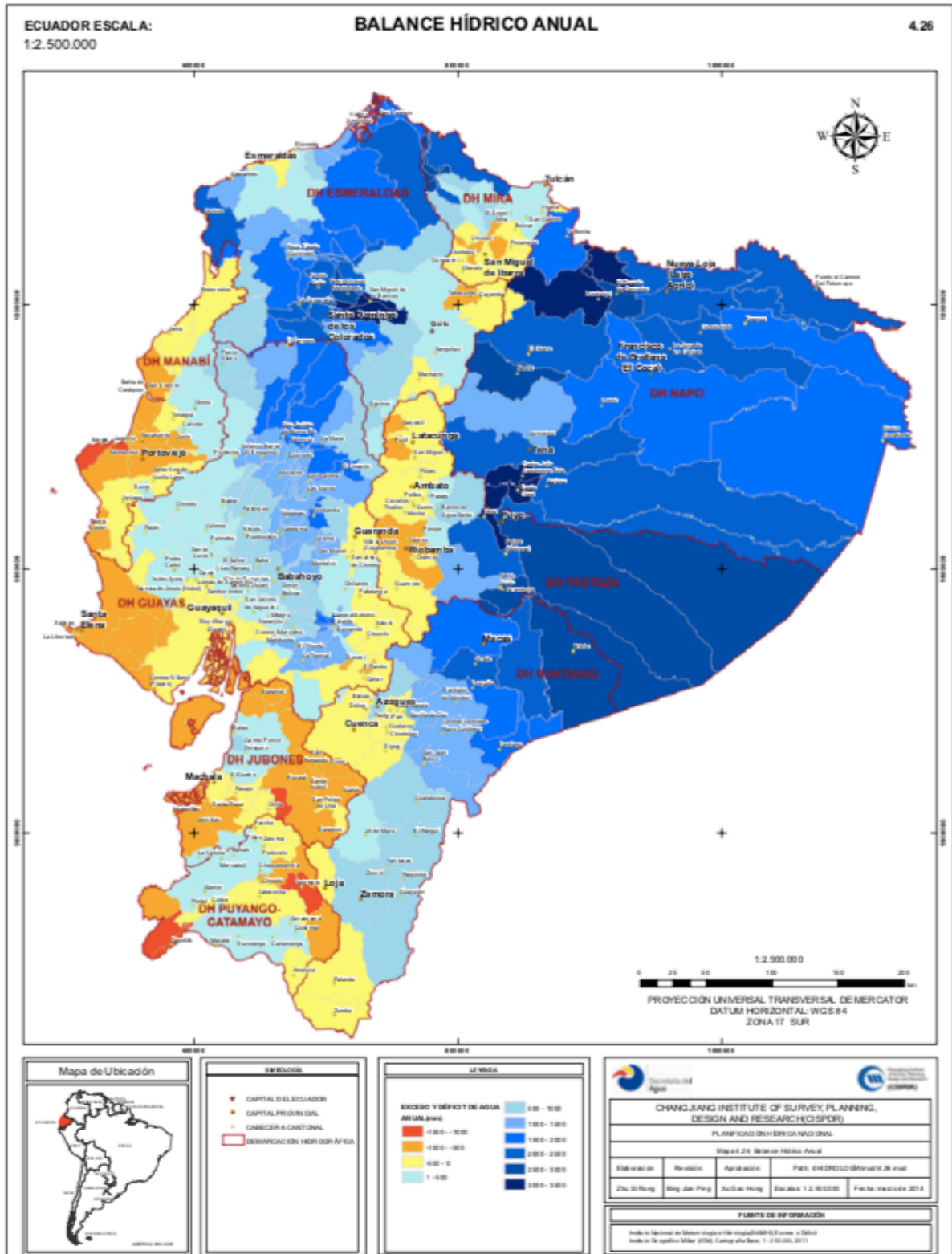
Anexo 1 : Mapa de Exceso Hídrico Anual



Anexo 2 : Mapa de Déficit Hídrico Anual



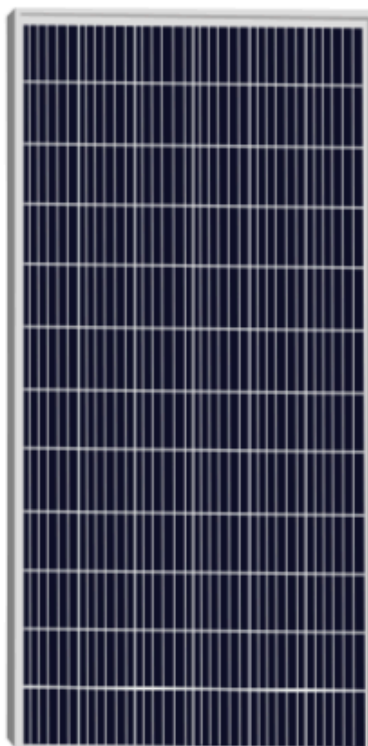
Anexo 3 : Mapa de Balance Hídrico Anual



Anexo 4 : Ficha Técnica Panel Solar

Data Sheet

Solar Panel Polycrystalline Reliable Series



30 YEARS
EFFICIENCY WARRANTY

12 YEARS
PRODUCT WARRANTY

BENEFITS



Modules sorted by current, optimizing system power generation.



High Efficiency



Stable Power



Low Carbon Emission



Excellent Weather Resistance



HERSIC-SP340W-72P

ELECTRICAL DATA

Maximum Power	P_{max}	340W
Optimum Power Voltage	V_{mp}	37.5V
Optimum Operating Current	I_{mp}	9.07A
Open Circuit Voltage	V_{oc}	46.1V
Short Circuit Current	I_{sc}	9.50A
Module Efficiency	EFF.	17.52 %
NOCT	$^{\circ}C$	45 $^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$

TEMPERATURE COEFFICIENTS

Temperature Coefficients of I_{sc}	$\alpha_{I_{sc}}$	%/ $^{\circ}C$	0.05%/ $^{\circ}C$
Temperature Coefficients of V_{oc}	$\beta_{V_{oc}}$	%/ $^{\circ}C$	-0.31%/ $^{\circ}C$
Temperature Coefficients of V_m	$\beta_{P_{max}}$	%/ $^{\circ}C$	-0.41%/ $^{\circ}C$

COMPONENTS & MECHANICAL DATA

Cell (material / Dimensions)	Poly / 5BB 156.75x156.75mm (6x6inches)
Number of Cell(pcs)	72 (6x12)
Size of Module (L / H / W)	1956 x 992 x 40mm
Front cover (material / Thickness)	3.2mm (0.13inches) tempered glass with AR coatingd
Weight Per Piece	22.5kg
Junction Box (Protection degree)	IP67, 3 diodes
Cable & Connector Type	4mm ² (0.006inches ²), 1000mm (39.37inches) MC4 compatible
Frame (material / color)	Anodized aluminum alloy
Operating temperature range	-40 $^{\circ}C$ to +85 $^{\circ}C$
Limiting reverse current	15A
Max. system voltage	1000V DC

Adress: 400 Applewood Crescent, Suite 100,
Vaughan, ON, L4K 0C3, Canada.
Toll Free: (888)-383-7329
E-mail: info@hersic.com

www.hersic.com

Anexo 5 : Ficha Técnica Panel Solar



Data Sheet

Solar Panel Polycrystalline Reliable Series

HERSIC-SP340W-72P

Features

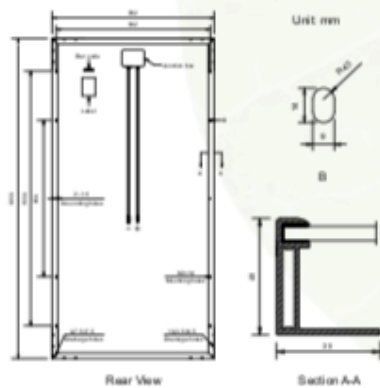
ADVANCED PERFORMANCE & PROVEN ADVANTAGES

- High module conversion efficiency up to 17.52% through innovative five busbar cell technology.
- Low degradation and excellent performance under high temperature and low light conditions.
- Robust aluminum frame ensures the modules to withstand wind loads up to 2400Pa and snow loads up to 5400Pa.
- High reliability against extreme environmental conditions (passing salt mist, ammonia and hail tests).

PACKING

Standard packaging	26pcs/pallet
Module quantity per 20' container	726 pcs
Module quantity per 40' container	572pcs(GP)/616pcs(HQ)

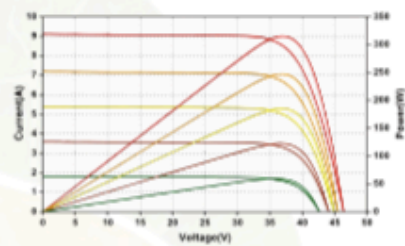
Engineering Drawings



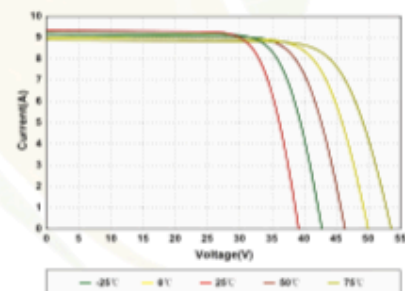
Specifications in this datasheet are subject to change without prior notice.



I-V Curves of the PV module



Current-Voltage and Power-Voltage Curves at Different Irradiances



Current-Voltage Curves at Different Temperatures

Address: 400 Applewood Crescent, Suite 100,
Vaughan, ON, L4K 0C3, Canada.
Toll Free: (888)-383-7329
E-mail: info@hersic.com

www.hersic.com

Anexo 6 : Ficha Técnica Batería



MP250-12

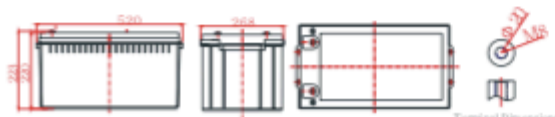


General Features

- › Nanosilica colloidal electrolyte and high tin positive plate alloy design to enhance battery performance
- › Relatively rich electrolyte, high temperature and low temperature performance is superior
- › Long cycle life, excellent deep cycle discharge ability
- › Excellent charge acceptance ability
- › Precision sealing technology
- › Long life



Dimension 520(L)×268(W)×220(H)×223(TH) Unit: mm



MP Series AGM-GEL battery

Applications

- › Solar / wind energy and other new energy storage
- › UPS/EPS
- › Power systems
- › Telecommunications system
- › Emergency lighting, Auto control system
- › Other general purpose

Specification

Nominal Voltage	12V
Nominal Capacity	250Ah
Design life	10 years
Terminal	M8
Approx. Weight	Approx 68.0kg (150.36lbs)
Container Material	ABS
Rated Capacity	250Ah 10Hour Rate (25.0A to 10.8V)
	197Ah 3Hour Rate (65.8A to 10.8V)
	160Ah 1Hour Rate (160A to 10.5V)
Internal resistance	Full charged at 25°C: 2.9 mΩ
Max. Discharge Current	3000A(5S)
Operating Temperature	Discharge: -40~60°C (-40~140°F)
	Charge: -20~50°C (-4~122°F)
	Storage: -20~50°C (-4~122°F)
Charge current:	Max. 62.5A ; Re.com. 25.0A
Charge Method (25°C)	Float Charge: 13.5-13.8V, recom. 13.5V(-18mV/°C)
	Equalize charge: 13.8-14.1V, recom. 14.1V(-24mV/°C)
	Cycle charge: 14.4-15.0V, recom. 14.4V(-30mV/°C)
Self discharge	3% of capacity declined per month at 25°C

Constant Current Discharge Characteristics Unit: A (25°C, 77°F)

FV/Time	15min	30min	1h	2h	3h	5h	8h	10h	20h
1.60V	459	279	165	94.6	68.7	46.1	30.3	25.9	13.6
1.65V	445	274	164	94.1	67.9	45.6	30.0	25.6	13.5
1.70V	436	270	163	93.4	67.0	45.1	29.8	25.4	13.4
1.75V	421	267	160	92.0	66.3	44.7	29.5	25.1	13.4
1.80V	393	256	156	90.3	65.8	43.5	29.3	25.0	13.3
1.85V	350	233	145	85.7	61.9	41.3	28.1	24.1	13.1

Constant Power Discharge Characteristics Unit: W/cell (25°C, 77°F)

FV/Time	15min	30min	1h	2h	3h	5h	8h	10h	20h
1.60V	809	505	312	179	131	87.4	58.8	49.8	26.9
1.65V	794	500	309	178	129	86.9	58.3	49.3	26.7
1.70V	785	500	307	178	128	86.2	58.1	48.8	26.6
1.75V	780	498	305	177	127	85.7	57.6	48.3	26.5
1.80V	738	486	302	176	127	84.8	57.1	47.8	26.4
1.85V	659	446	281	168	121	80.9	55.2	47.0	26.1

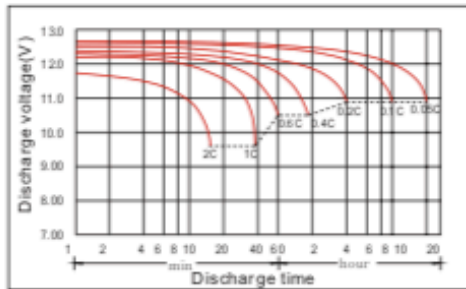
Disclaimer: Manufacturers have the right to self-modify the parameters of the product updates, please keep in touch with manufacturers to obtain the latest information.

Anexo 7 : Ficha Técnica Batería

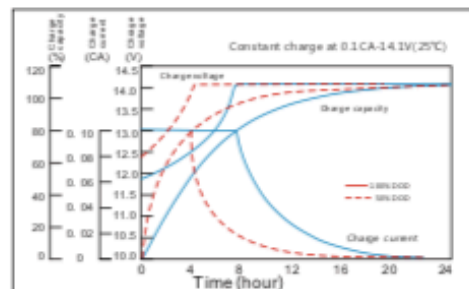


MP Series AGM-GEL battery

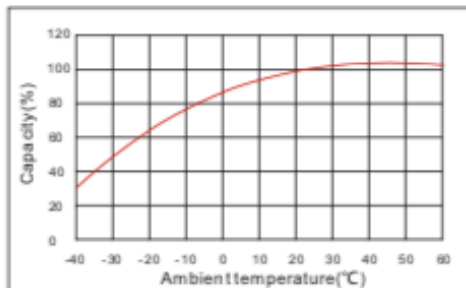
Discharge characteristic



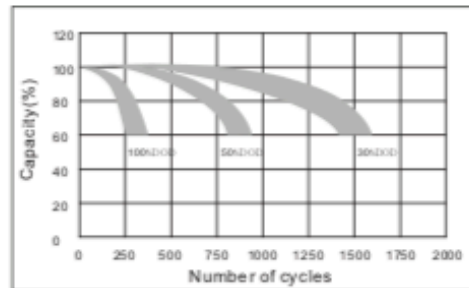
Charging characteristic



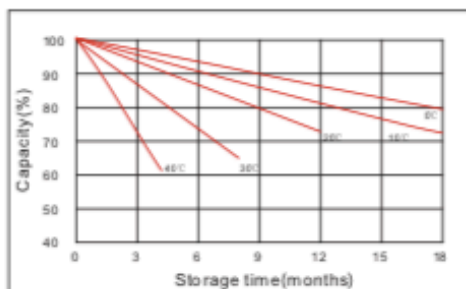
The effect of temperature on capacity



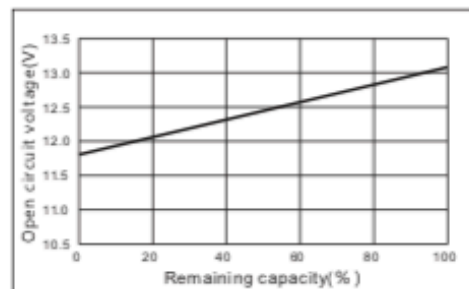
The effect of discharge depth on cycle life



Curves of self-discharge



Curves of open circuit voltage vs. capacity



Anexo 8 : Ficha Técnica Inversor

INVERSOR CONECTADO EN PARALELO A LA RED

Ficha Técnica Genersolar V 3-5k

Model	Genersolar V 3KW	Genersolar V 5KW
PHASE	1-phase out	
INPUT (DC)		
Max. DC Power	3150 W	5300 W
Max. DC Voltage	500 VDC	
MPP Voltage Range	250 VDC~450 VDC	
Nominal DC Voltage	360 VDC	
Start-up Voltage/Initial Feeding Voltage	125VDC/140VDC	
Max. Input Current	1 x 13A	1 x 18A
No. of MPP Trackers/Strings per MPP Tracker	1/A:1	
OUTPUT (AC)		
AC Nominal Power	3000 W	5000 W
Max. AC Apparent Power	3000 VA	5000 VA
Nominal AC Voltage	230 VAC	
AC Voltage Range	184-264 VAC*	
AC Grid Frequency	50 Hz/60 Hz	
Nominal Output Current	13A	21.7A
Output current THDI%	<5%	
Power Factor@ Rated Power	>0.99	
EFFICIENCY		
Max. Efficiency	96%	
European Efficiency@Nominal Voltage & 100% Load	95%	
PROTECTION		
DC Reverse-Polarity Protection	Yes	
Ground Fault Monitoring	Yes	
Grid Monitoring	Yes	
AC Short Circuit Protection	Yes	
Over Current Protection	20A	50A
PHYSICAL		
Dimension, D x W x H (mm)	480 x 285 x 125	
Net Weight (kgs)	9.5	9.8
Type of Mechanical Protection	IP 20	
INTERFACE		
Communication Port	RS-232/USB	
Intelligent Slot	Optional SNMP and Modbus card available	
ENVIRONMENT		
Humidity	0 ~ 90% RH (Non-condensing)	
Operating Temperature	0°C to 40°C	
Altitude	0 ~ 1000 m**	
COMPLIANCE		
Standard	IEC62109, EMC	

Anexo 9 : Plastigama Tuberías Sanitarias




FABRICADA CON SELLO
DE CALIDAD CONFORME NTE INEN 1374 Y 2474



PLASTIGAMA WAVIN

SANITARIA PREMIUM

Tubos y accesorios de PVC para uso sanitario y ventilación con juntas de cementado solvente.

<p>TUBERÍA SANITARIA NTE INEN 1374</p> <p>DIÁMETRO 50mm x 3m 75mm x 3m 110mm x 3m 160mm x 3m 200mm x 6m</p> <p>Longitud de fabricación útil 5 y 6m más la campana.</p> 	<p>TUBERÍA VENTILACIÓN NTE INEN 2474</p> <p>DIÁMETRO 50mm x 3m 75mm x 3m 110mm x 3m</p> <p>NO PARA USO SANITARIO.</p> 		
<p>KIT REJILLA PARA PISO</p> <ul style="list-style-type: none"> Rejilla de acero inoxidable ó Rejilla en polipropileno Canaletas de PVC para conexión salida vertical soldable Ø 50mm y 75mm (6 canaletas x 0,5m) Tapas de extremo de PVC (2 unds.) para conexión salida horizontal soldable (Ø 50mm) Tornillos de sujeción. 			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Codo 45°</p> <p>DIÁMETRO E/C 50mm, 75mm 110mm, 160mm 200mm</p> <p>DIÁMETRO C/C 50mm, 160mm</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Codo 90°</p> <p>DIÁMETRO E/C 50mm, 75mm 110mm, 160mm, 200mm</p> <p>DIÁMETRO C/C 50mm, 110mm, 160mm, 200mm</p>  </div> </div>			
<p>Codo 90° con ramal de ventilación</p> <p>DIÁMETRO E/C 110mm x 50mm x 90°</p> 	<p>Tee</p> <p>DIÁMETRO E/C</p> <p>50 mm 75 mm 110 mm 160 mm 200 mm</p> 	<p>Tee reductora</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>75mm x 50mm 110mm x 50mm 110mm x 75mm 160mm x 110mm</p> 	<p>Yee</p> <p>DIÁMETRO E/C</p> <p>50 mm 75 mm 110 mm 160 mm</p> 
<p>Yee reductora</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>75mm x 50mm 110mm x 50mm 110mm x 75mm 160mm x 110mm E/C 160mm x 110mm C/C</p> 	<p>Sifón</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>50 mm 75 mm 110 mm</p> 	<p>Reductor Excentrico</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>75mm x 50mm 110mm x 50mm 110mm x 75mm 200mm x 160mm</p> 	<p>U con registro</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>50mm</p> 
<p>U sin registro</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>50 mm 110 mm</p> 	<p>Unión</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>50 mm 75 mm 110 mm 160 mm 200 mm</p> 	<p>Buje reductor</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>75mm x 50mm 110mm x 50mm 110mm x 75mm 160mm x 110mm</p> 	<p>Tapón Hembra</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>50 mm 75 mm 110 mm 160 mm 200 mm</p> 
<p>Tapón macho</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>50 mm 75 mm 110 mm 160 mm 200 mm</p> 	<p>Adaptador De limpieza</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>50 mm 75 mm 110 mm 160 mm</p> 	<p>Rejilla Sifonada</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>50mm</p> 	<p>Rejilla</p> <p>DIÁMETRO</p> <p>50 mm 75 mm 110 mm</p> 
<p>Polilimpia</p> <p>CAPACIDAD</p> <p>125 cc 1000 cc 3785 cc</p> 	<p>SOLDADURA LÍQUIDA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Kalipega</p> <p>CAPACIDAD</p> <p>20 cc 125 cc 250 cc 500 cc 946 cc* 3785 cc*</p> <p>*Grandes diámetros</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Polipega</p> <p>CAPACIDAD</p> <p>200 cc 946 cc* 3785 cc</p> <p>*Saturante</p>  </div> </div>		<p>Caja Domiciliaria</p> <p>ALTURA (H):</p> <p>250mm 320mm 400mm 470mm</p>  <p><small>SECCIÓN 390X 430mm Producto PP con junta mecánica (no solvente)</small></p>

Anexo 10 : Plastigama Tuberías Riego

SOLUCIONES PARA RIEGO PLASTIGAMA

ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍAS PVC (U)

Cálculo de las pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams.

D. Nominal (mm)	20		25		32		40		50		63		75			
	Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V		
	lps	gpm														
0.08	1.27		0.85	0.32												
0.10	1.59		1.29	0.40												
0.12	1.90		1.80	0.48	0.54	0.29										
0.14	2.22		2.40	0.56	0.72	0.34										
0.16	2.54		3.07	0.64	0.92	0.39										
0.26	4.12		7.54	1.04	2.26	0.64	0.61	0.37								
0.36	5.71		13.78	1.45	4.13	0.88	1.12	0.52								
0.46	7.29		21.70	1.85	6.50	1.13	1.76	0.66								
0.56	8.88		31.23	2.25	9.35	1.37	2.54	0.80	0.80	0.50						
0.66	10.46		42.34	2.65	12.68	1.62	3.44	0.95	1.08	0.59						
0.81	12.84		61.87	3.26	18.53	1.98	5.03	1.16	1.58	0.72						
0.96	15.22				25.38	2.35	6.89	1.38	2.16	0.86	0.72	0.54				
1.11	17.59				33.21	2.72	9.02	1.59	2.83	0.99	0.94	0.63				
1.26	19.97				42.00	3.09	11.40	1.81	3.58	1.12	1.19	0.71				
1.41	22.35				51.73	3.45	14.04	2.02	4.41	1.26	1.47	0.80				
1.61	25.52						17.95	2.31	5.64	1.43	1.87	0.91	0.60	0.57		
1.81	28.69						22.30	2.60	7.00	1.61	2.33	1.03	0.75	0.64		
2.01	31.86						27.08	2.88	8.50	1.79	2.82	1.14	0.91	0.72		
2.21	35.03						32.28	3.17	10.14	1.97	3.37	1.25	1.09	0.79		
2.41	38.20								11.90	2.15	3.95	1.37	1.27	0.86	0.52	0.59
2.66	42.16								14.29	2.37	4.75	1.51	1.53	0.95	0.62	0.65
2.91	46.12								16.88	2.59	5.61	1.65	1.81	1.04	0.73	0.71
3.16	50.09										6.53	1.79	2.11	1.13	0.85	0.78
3.41	54.05										7.52	1.93	2.42	1.21	0.98	0.84
3.66	58.01										8.57	2.07	2.76	1.30	1.12	0.90
3.96	62.77										9.92	2.24	3.20	1.41	1.29	0.97
4.26	67.52										11.35	2.41	3.66	1.52	1.48	1.05
4.56	72.28										12.88	2.58	4.15	1.62	1.68	1.12
4.86	77.03												4.67	1.73	1.89	1.19
5.16	81.79												5.22	1.84	2.11	1.27
5.56	88.13												6.00	1.98	2.43	1.37
5.96	94.47												6.82	2.12	2.76	1.46
6.36	100.81												7.69	2.26	3.11	1.56
6.76	107.15												8.61	2.41	3.49	1.66
7.16	113.49												9.58	2.55	3.88	1.76
7.66	121.41														4.39	1.88
8.16	129.34														4.94	2.00
8.66	137.26														5.52	2.13
9.16	145.19														6.12	2.25
9.66	153.11														6.75	2.37
10.16	161.04														7.41	2.50
10.66	168.96														8.10	2.62

Pc: Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería

V: Velocidad en metros por segundo (m/s)

C: 150 constante de H-W

CÁLCULO EN BASE A DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA BAJA PRESIÓN

lps: Litros por segundo

gpm: Galones por minuto.

Anexo 11 : Plastigama Tuberías Riego

Tuberías y accesorios de PVC y PE BD

ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍAS PVC (U)

Cálculo de las pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams.

D. Nominal (mm)		90		110		140		160		200		250		315	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm														
3.0	47.6	0.32	0.51												
3.5	55.5	0.42	0.60												
4.0	63.4	0.54	0.68												
5.0	79.3	0.82	0.85	0.31	0.57										
6.0	95.1	1.15	1.02	0.43	0.69										
7.0	111.0	1.53	1.19	0.58	0.80	0.18	0.49								
8.0	126.8	1.96	1.36	0.74	0.91	0.23	0.56								
10.0	158.5	2.96	1.71	1.12	1.14	0.34	0.70								
12.0	190.2	4.15	2.05	1.56	1.37	0.48	0.85	0.25	0.65						
14.0	221.9	5.53	2.39	2.08	1.60	0.64	0.99	0.34	0.76						
16.0	253.6	7.08	2.73	2.66	1.83	0.82	1.13	0.43	0.86						
18.0	285.3			3.31	2.06	1.02	1.27	0.53	0.97	0.18	0.62				
20.0	317.0			4.03	2.28	1.24	1.41	0.65	1.08	0.22	0.69				
22.0	348.7			4.80	2.51	1.48	1.55	0.77	1.19	0.26	0.76				
24.0	380.4			5.64	2.74	1.74	1.69	0.91	1.30	0.31	0.83				
28.0	443.8					2.32	1.97	1.21	1.51	0.41	0.97	0.14	0.62		
32.0	507.2					2.97	2.26	1.55	1.73	0.52	1.10	0.18	0.71		
36.0	570.6					3.69	2.54	1.93	1.94	0.65	1.24	0.22	0.79		
40.0	634.0					4.49	2.82	2.34	2.16	0.79	1.38	0.27	0.88		
45.0	713.3							2.91	2.43	0.98	1.55	0.33	0.99	0.11	0.63
50.0	792.5							3.54	2.70	1.19	1.72	0.40	1.10	0.13	0.70
55.0	871.8							4.23	2.97	1.42	1.90	0.48	1.21	0.16	0.77
60.0	951.0									1.67	2.07	0.56	1.32	0.18	0.84
65.0	1,030.3									1.93	2.24	0.65	1.43	0.21	0.91
70.0	1,109.5									2.22	2.41	0.75	1.54	0.24	0.97
75.0	1,188.8									2.52	2.59	0.85	1.66	0.28	1.04
80.0	1,268.0									2.84	2.76	0.96	1.77	0.31	1.11
85.0	1,347.3									3.18	2.93	1.07	1.88	0.35	1.18
90.0	1,426.5											1.19	1.99	0.39	1.25
95.0	1,505.8											1.32	2.10	0.43	1.32
100.0	1,585.0											1.45	2.21	0.47	1.39
105.0	1,664.3											1.59	2.32	0.52	1.46
110.0	1,743.5											1.73	2.43	0.56	1.53
120.0	1,902.0											2.03	2.65	0.66	1.67
130.0	2,060.5											2.36	2.87	0.77	1.81
140.0	2,219.0													0.88	1.95
150.0	2,377.5													1.00	2.09
160.0	2,536.0													1.13	2.23
170.0	2,694.5													1.26	2.37
180.0	2,853.0													1.40	2.51
190.0	3,011.5													1.55	2.65
200.0	3,170.0													1.70	2.78

Pc: Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería

V: Velocidad en metros por segundo (m/s)

C: 150 constante de H-W

CÁLCULO EN BASE A DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA BAJA PRESIÓN

lps: Litros por segundo

gpm: Galones por minuto.

Anexo 12 : Ficha Técnica Bomba

W22 High Efficiency 300 HP 2P 447/9TS 3F 380-400-415 V 50 Hz IC411 - TEFC - Con pies

DETALLES DEL PRODUCTO CENTRO DE DESCARGAS

DETALLES DEL PRODUCTO

DATOS TÉCNICOS

CURVAS DE DESEMPEÑO

BIBLIOTECA CAD

DIBUJO DIMENSIONAL

PLACA



GENERAR DOCUMENTOS

380 V 50 Hz 2P

400 V 50 Hz 2P

415 V 50 Hz 2P

Motores Eléctricos

Carcasa	447/9TS	Categoría	B
Potencia	300 HP (220 kW)	Clase de aislamiento	F
Numero de polos	2	Factor de servicio	1.15
Frecuencia	50 Hz	Elevación de temperatura	80 K
Rotación nominal	2970 rpm	Ciclo de servicio	Cont.(S1)
Resbalamiento	1.00 %	Método de partida	Partida directa
Tensión nominal	380 V	Temperatura ambiente	-20°C hasta +40°C
Corriente nominal	386 A	Altitud	1000 m
Corriente de arranque	2393 A	Grado de protección	IP55
Ip/In	6.2x(Cód. F)	Refrigeración	IC411 - TEFC
Corriente en vacío	76.0 A	Forma constructiva	F-1
Torque nominal	523 ft.lb	Dirección de rotación ¹	Ambos
Torque de arranque	185 %	Nivel de ruido ²	79.0 dB(A)
Torque máximo	240 %	Masa aproximada ³	2974 lb
Tiempo de rotor bloqueado	27s (frio) 15s (caliente)		

(1) Mirando la punta delantera del eje del motor.; (2) Medido a 1m y con tolerancia de +3dB(A).; (3) Masa aproximada sujetos a cambios después del proceso de fabricación.; (4) Al 100% de la carga completa.