

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIVIL



**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

Diseño técnico y económico de un edificio autosustentable aplicando hidro generación  
utilizando certificación EDGE

**AUTOR:**

Nicholas Eduardo Martínez Andrade

Jairo Danilo Cortez Huiracocha

**DIRECTOR:**

Ing. Carlos Luis Navas

Quito, 2022

## Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO I: Introducción</b>	<b>17</b>
1.1	Justificación	17
1.2	Planteamiento del problema	17
1.3	Objetivos general y específico	18
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO II: Fundamentación teórica</b>	<b>18</b>
2.1	Antecedentes	18
2.1.1	Historia de la generación hidroeléctrica	19
2.1.2	Generación de pequeñas plantas hidroeléctricas en el Ecuador	19
2.1.3	Proyecto hidroeléctrico Angamarca Sidne	20
2.1.4	Proyecto minicentral hidroeléctrica Gualaceo	20
2.1.5	Estado actual del mercado eléctrico en el Ecuador	20
2.2	Marco teórico	21
2.2.1	Energías	21
2.2.1.1	Fuentes Renovables	21
2.2.1.2	Fuentes No Renovables	21
2.2.2	Definición de Minicentral hidroeléctrica	21
2.2.3	Clasificación de centrales Hidroeléctricas	22
2.2.3.1	Clasificación en función de la potencia instalada	22
2.2.3.2	Clasificación en función de la altura neta	22
2.2.4	Caudal	22
2.2.5	Altura	23

<b>2.2.6 Energía potencial gravitacional</b> .....	23
<b>2.2.7 Energía Cinética.</b> .....	23
<b>2.2.8 Principio de Bernoulli.</b> .....	23
<b>2.2.9 Potencia.</b> .....	23
<b>2.2.10 Potencia de una central hidroeléctrica</b> .....	24
<b>2.2.11 Turbinas</b> .....	24
<b>2.2.12 Problemas con las Turbinas</b> .....	25
<b>2.2.13 Generadores</b> .....	26
<b>2.2.13.1 Generadores Síncronos:</b> .....	26
<b>2.2.13.2 Generador Asíncrono:</b> .....	26
<b>2.2.14 Tubería de Presión</b> .....	26
<b>2.3 Desarrollo Sostenible</b> .....	27
<b>2.3.1 Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1987)</b> .....	27
<b>2.3.2 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992)</b> .....	28
<b>2.3.2.1 Declaración de Río</b> .....	28
<b>2.3.2.2 Programa 21</b> .....	29
<b>2.3.3 Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (2002)</b> .....	29
<b>2.3.3.1 Declaración de Johannesburgo</b> .....	29
<b>2.3.4 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo sostenible (2012)</b> 29	
<b>2.3.4.1 El futuro que queremos.</b> .....	30
<b>2.3.5 Cumbre de las Naciones Unidas por el Desarrollo Sostenible.</b> .....	30

2.3.5.1	Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	31
2.4	Edificaciones sostenibles en Ecuador.	35
2.5	Sistemas de Certificación Internacionales.	41
2.5.1	Sistema BREEAM.	41
2.5.2	Sistema LEED.	44
2.5.3	EDGE.	46
2.5.4	Sistema CASBEE.	48
2.6	Marco conceptual	49
2.6.1	Dotación	49
2.6.2	Cisternas	49
2.6.3	Bombas	51
2.6.3.1	Definición de bomba	51
2.6.3.2	Tipos de bombas	51
2.6.4	Mini Turbinas	51
3	Alcance	52
4	Hipótesis	52
5	<b>CAPÍTULO III: Diseño del edificio “Le paysage” por hidro generación.</b>	52
5.1	Información general del edificio.	52
5.2	Propuesta del proyecto.	53
5.3	Descripción del diseño moderno arquitectónico del edificio	54
5.4	Cálculo de disponibilidad de caudal del edificio	64

<b>5.5</b>	<b>Planteamiento de alternativas .....</b>	<b>65</b>
5.5.1	Diseño convencional hidrosanitario y eléctrico .....	65
5.5.2	Diseño empleando auto hidro generación eléctrica.....	66
5.5.3	Diseño empleando reutilización de aguas residuales .....	88
5.5.4	Diseño empleando hidro generación eléctrica y reutilización de aguas residuales	89
<b>5.6</b>	<b>Ubicación y diseño de los tanques de almacenamiento de agua .....</b>	<b>90</b>
<b>5.7</b>	<b>Número óptimo de bombas.....</b>	<b>91</b>
<b>5.8</b>	<b>Selección del tipo de turbinas hidro energéticas en el mercado.....</b>	<b>92</b>
<b>5.9</b>	<b>Diseño de la red de tuberías para la hidro generación.....</b>	<b>99</b>
<b>5.10</b>	<b>Cantidad de energía producida.....</b>	<b>102</b>
<b>5.11</b>	<b>Diseño de reutilización de aguas residuales.....</b>	<b>103</b>
<b>5.12</b>	<b>Comparación y selección técnica de la mejor alternativa.....</b>	<b>114</b>
<b>5.13</b>	<b>Diseño de la alternativa seleccionada.....</b>	<b>115</b>
<b>5.14</b>	<b>Programación de obra de la alternativa seleccionada.....</b>	<b>116</b>
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO IV: Evaluación técnica y económica de la alternativa seleccionada.</b>	<b>116</b>
6.1	Análisis técnico de abastecimiento del edificio con energía autoproducida.	116
6.1.1	Equipamiento eléctrico.....	116
6.1.2	Costo de implementar la alternativa seleccionada.....	117
6.1.3	Ahorro energético de la alternativa seleccionada.....	117
6.2	Análisis técnico del abastecimiento hidrosanitario con aguas residuales.....	117

6.2.1	Consumo de agua para el sistema de riego en jardines. ....	117
6.2.2	Costo de implementación de equipos.....	120
6.3	Evaluación económica del proyecto.....	120
6.3.1	Presupuesto para el proyecto. ....	120
6.3.2	Costo de implementación, operación y mantenimiento de la alternativa seleccionada. ....	122
6.3.3	Análisis de costos para el proyecto. ....	123
7	CAPÍTULO V: Simulación de certificación EDGE.....	125
7.1	Simulación de certificación EDGE para el edificio “Le paysage”.....	125
7.1.1	Aplicación de la certificación EDGE en el edificio “Le paysage”.....	125
7.1.2	Tipo de departamentos en el Edificio Le paysage.....	126
7.1.2.3	Planos de departamentos tipo .....	128
7.1.3	Aplicación de la simulación de certificación EDGE.....	130
7.1.3.1	Diseño departamento tipo 1 .....	130
7.2	Simulación de certificación EDGE para un edificio convencional.....	155
8	CAPÍTULO VI: Conclusiones y recomendaciones.....	161
8.1	Conclusiones.....	161
8.2	Recomendaciones.....	162

## Índice de figuras

Figura 1: Tabla CENACE .....	20
Figura 2: Cumbre de Río.....	28
Figura 3: Cumbre de Nueva York.....	30
Figura 4: Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	31
Figura 5: Plaza Batán .....	35
Figura 6: Planta de lácteos .....	36
Figura 7: Hipermercado El Dorado.....	36
Figura 8: Riocentro El Dorado.....	37
Figura 9: Torre 6 .....	37
Figura 10: CNT EP Guayaquil.....	38
Figura 11: CNT EP Quito .....	38
Figura 12: Paseo Shopping Babahoyo .....	39
Figura 13: Editorial Quito .....	39
Figura 14: Aeropuerto de Baltra .....	40
Figura 15: Oficina Odebrecht.....	40
Figura 16: ENNE Arquitectos.....	41
Figura 17: Medidas para reducir CO2.....	42
Figura 18: Levantamiento planimétrico .....	53
Figura 19:Evidencia edificio Le Paysaje.....	55
Figura 20: Departamentos edificio Le Paysaje .....	56
Figura 21: Área departamento 1.....	56
Figura 22: Área departamento 2.....	57
Figura 23: Área departamento 3.....	57
Figura 24: Área departamento 4.....	58

Figura 25: Número de pisos del proyecto .....	58
Figura 26: Área verde 1.....	59
Figura 27: Área verde 2.....	59
Figura 28: Área verde 3 y 4.....	60
Figura 29: Área parqueaderos .....	61
Figura 30: Vista en planta puente peatonal de ingreso .....	61
Figura 31: Vista en elevación del puente peatonal de ingreso .....	62
Figura 32: Fotografía puente peatonal de ingreso.....	62
Figura 33: Rampa de ingreso a parqueaderos .....	63
Figura 34: Rampa de ingreso a parqueaderos en corte .....	63
Figura 35: Curva demanda 1 .....	76
Figura 36: Curva demanda 2.....	76
Figura 37: Curva demanda 3 .....	77
Figura 38: Ficha técnica de la bomba monoestágio .....	92
Figura 39: Ficha Técnica de Turbina de hidrogenación.....	93
Figura 40: Datos de la turbina.....	94
Figura 41: Componentes de la turbina .....	94
Figura 42: Dimensiones de la turbina .....	95
Figura 43: Turbina modelo 6N2.....	96
Figura 44: Características turbina 6N2 .....	97
Figura 45: Componentes del sistema de hidro generación.....	97
Figura 46: Datos adicionales.....	98
Figura 47: Solicitud EMAPS .....	100
Figura 48: Representación alternativa 1.....	101
Figura 49: Simbología.....	101

Figura 50: Representación alternativa 2.....	102
Figura 51: Sistema de tratamiento .....	105
Figura 52: Planos sanitarios - implantación .....	106
Figura 53: Planos sanitarios - S2.....	106
Figura 54: Planos sanitarios - S1.....	107
Figura 55: Planos sanitarios - PB .....	107
Figura 56: Planos sanitarios - P1.....	108
Figura 57: Planos sanitarios - P2.....	108
Figura 58: Planos hidráulicos - implantación .....	109
Figura 59: Planos hidráulicos - S2 .....	109
Figura 60: Planos hidráulicos - S1 .....	110
Figura 61: Planos hidráulicos - S2 .....	110
Figura 62: Planos hidráulicos - P1 .....	111
Figura 63: Planos hidráulicos - P2 .....	111
Figura 64: Planos eléctricos - S2.....	112
Figura 65: Planos eléctricos - S1.....	112
Figura 66: Planos eléctricos - P1.....	113
Figura 67: Planos eléctricos - P2.....	113
Figura 68: Tanque superior de almacenamiento. ....	114
Figura 69: Programación de obra.....	116
Figura 70: Aspersores .....	118
Figura 71: Sistema de Riego .....	119
Figura 72: 3D Sistema de riego.....	119
Figura 73: Diagrama de costos de mantenimiento .....	123
Figura 74: Gráfica de análisis de costos.....	125

Figura 75: Proyecto Le Paysaje .....	125
Figura 76: Vivienda 101 .....	128
Figura 77: Vivienda 102 .....	129
Figura 78: Vivienda 103 .....	129
Figura 79: Vivienda 104 .....	130
Figura 80: Ubicación del proyecto.....	131
Figura 81: Datos del proyecto.....	131
Figura 82: Área detallada del proyecto .....	132
Figura 83: Área detallada del proyecto 1 .....	132
Figura 84: Área detallada del proyecto 2 .....	133
Figura 85: Sistema del edificio .....	133
Figura 86: Datos para Edge.....	134
Figura 87: Datos electricidad .....	135
Figura 88: Datos Diseño Edge .....	135
Figura 89: Ingreso de luz en el edificio.....	136
Figura 90: Gráfico para % WWR NORTE .....	138
Figura 91: Gráfico para % WWR SUR.....	139
Figura 92: Gráfico para % WWR ESTE.....	139
Figura 93: Gráfico para % WWR OESTE .....	140
Figura 94: Energía - Ventilación - Edge .....	142
Figura 95: Relación dimensiones de bloques.....	143
Figura 96: Medidores inteligentes.....	145
Figura 97: Resumen de energía.....	147
Figura 98: Resumen de energía 1 .....	147
Figura 99: EDGE Agua.....	148

Figura 100: HMW02 .....	148
Figura 101: HMW03 .....	149
Figura 102: HMW04 .....	149
Figura 103: Materiales EDGE.....	150
Figura 104: HMM02 .....	150
Figura 105: HMM03 .....	151
Figura 106: HMM04 .....	151
Figura 107: Evidencia de pisos de departamentos .....	152
Figura 108: HMM05 .....	152
Figura 109: HMM06 .....	153
Figura 110: Resultados EDGE.....	153
Figura 111: Resultados de la certificación.....	153
Figura 112: Resultados de aguas residuales.....	154
Figura 113: Evidencia de la certificación.....	154
Figura 114: Datos edificio convencional .....	155
Figura 115: Datos del proyecto .....	155
Figura 116: Unidades de vivienda .....	156
Figura 117: Sistemas del edificio.....	156
Figura 118: Medidas de eficiencia energética.....	157
Figura 119: Medidas de eficiencia energética 1.....	157
Figura 120: Medidas de eficiencia energética 2.....	157
Figura 121: Medidas de eficiencia de agua.....	158
Figura 122: Medidas de eficiencia de agua 1.....	158
Figura 123: Medidas de eficiencia de los materiales .....	158
Figura 124: Medidas de eficiencia de los materiales 1 .....	159

Figura 125: Medidas de eficiencia de los materiales 2 .....	159
Figura 126: Medidas de eficiencia de los materiales 3 .....	159
Figura 127: Medidas de eficiencia de los materiales 4 .....	160
Figura 128: Medidas de eficiencia de los materiales 5 .....	160

## Índice de tablas

Tabla 1:Mini proyectos energéticos .....	20
Tabla 2:Clasificación en función de la potencia instalada. ....	22
Tabla 3: Clasificación en función de la altura neta. ....	22
Tabla 4: Principios relacionados al desarrollo sostenible .....	29
Tabla 5: Secciones de la certificación.....	44
Tabla 6: Categorías BREEAM.....	45
Tabla 7: Dotación.....	49
Tabla 8: Cálculo de disponibilidad de caudal .....	64
Tabla 9: Resumen de disponibilidad de Caudal.....	65
Tabla 10: Demanda 1 .....	68
Tabla 11: Demanda 2 .....	68
Tabla 12: Demanda 3 .....	69
Tabla 13: Datos para cálculo de pérdidas .....	69
Tabla 14: Caudal de generación - Demanda 1 .....	73
Tabla 15: Caudal de generación - Demanda 2 .....	74
Tabla 16: Caudal de generación - Demanda 3 .....	76
Tabla 17: Caudal de aparatos sanitarios.....	79
Tabla 18: Alternativa 1 - Demanda 1 .....	79
Tabla 19: Alternativa 1 - Demanda 2.....	80
Tabla 20: Alternativa 1 - Demanda 3.....	81
Tabla 21: Datos alternativa 2 .....	81
Tabla 22: Datos caudal de ingreso .....	82
Tabla 23: Datos caudal de salida.....	82
Tabla 24: Requerimientos turbina.....	82

Tabla 25: Tiempo de llenado de la cisterna .....	82
Tabla 26: Energía generada.....	82
Tabla 27: Consumo agua potable - lunes .....	83
Tabla 28: Consumo agua potable – martes .....	84
Tabla 29: Consumo agua potable – miércoles .....	84
Tabla 30: Consumo agua potable – jueves.....	85
Tabla 31: Consumo agua potable viernes .....	85
Tabla 32: Consumo agua potable – sábado.....	86
Tabla 33: Consumo agua potable - domingo .....	86
Tabla 34: Pérdidas por accesorios.....	87
Tabla 35: Pérdidas por fricción.....	87
Tabla 36: Secciones .....	87
Tabla 37: Cálculo de secciones .....	87
Tabla 38: Coeficiente de fricción.....	87
Tabla 39: Cálculos.....	88
Tabla 40: Pérdidas por fricción de secciones.....	88
Tabla 41: Resumen resultados .....	88
Tabla 42: Costo sistema de hidro generación .....	117
Tabla 43: Ahorro energético .....	117
Tabla 44: Hydrogol - Aspersor seleccionado.....	118
Tabla 45: Presupuesto equipos.....	120
Tabla 46: Presupuesto proyecto .....	121
Tabla 47: Análisis de costos de mantenimiento.....	122
Tabla 48: Análisis de costos.....	124
Tabla 49: Cuadro de áreas.....	127

Tabla 50: Departamentos Le Paysaje.....	128
Tabla 51: Datos de clima proporcionado por Weather Atlas.....	134
Tabla 52: Tabla de superficie de ventanas .....	137
Tabla 53: Superficie de la fachada.....	137
Tabla 54: Cálculo de %WWR.....	138
Tabla 55: Guía de usuario EDGE.....	141
Tabla 56: Cuadro de espacios para ventilación natural.....	142
Tabla 57: Tipos de ventilación natural.....	143
Tabla 58: Controles de iluminación .....	144
Tabla 59: Consumo diario en el proyecto .....	146
Tabla 60: Caudal de aparatos sanitarios.....	149

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1:Formula del Caudal .....	22
Ecuación 2:Energía Cinética .....	23
Ecuación 3:Principio de Bernoulli. ....	23
Ecuación 4: Potencia .....	24
Ecuación 5:Potencia para una Central Hidroeléctrica.....	24
Ecuación 6: Altura neta.....	69
Ecuación 7: Pérdidas menores .....	70
Ecuación 8: Pérdidas por fricción .....	70
Ecuación 9: Fator "F" .....	71
Ecuación 10: Reynolds.....	71
Ecuación 11: Ecuación de Energía.....	102
Ecuación 12: Proporción entre superficie de vidrios y parte externa de pared.....	136

# **1 CAPÍTULO I: Introducción**

## **Tema:**

Diseño técnico y económico de un edificio autosustentable aplicando hidro-generación utilizando certificación EDGE.

### **1.1 Justificación**

En la actualidad, los recursos que nuestro planeta nos ofrece son consumidos desmesuradamente y sin conciencia alguna, por lo que la situación del medio que nos rodea es crítica. Se está viviendo una realidad en la que no se optimizan recursos ni se aprovechan al máximo las alternativas de energías limpias que la naturaleza nos ofrece, esto ocurre debido a la gran inversión que resulta el optar por este tipo de tecnologías, además, muchas personas consideran que no es una alternativa viable. Teniendo presente este gran problema ocurrido a nivel mundial, se pueden presentar opciones que nos permiten crear otro camino que pueda mejorar esta realidad. Una alternativa que permitirá crear nuevos proyectos en los que no solo cumplamos con nuestro deber de ayudar a nuestro planeta, sino que también sea rentable y sostenible ambientalmente.

La alternativa propuesta implica la construcción en altura de las edificaciones habitacionales para la generación de energía renovable que cumpla con las necesidades que tienen las personas y a su vez para reducir la contaminación tanto del agua como la que emite la estructura, utilizando nuestros conocimientos en ingeniería civil alcanzados gracias a nuestra preparación profesional.

### **1.2 Planteamiento del problema**

La implementación de centrales hidroeléctricas es una opción para generar energía renovable mediante el recurso hídrico pero su tiempo de construcción, su gran cantidad de recursos para construirla, impacto ambiental alto y la gran dimensión de la estructura que se utiliza únicamente para generar energía nos lleva a pensar que se puede generar otra alternativa; un concepto nuevo, un medio en el que los recursos tales como materiales, espacio y tiempo de construcción que se utilizan, sean totalmente aprovechables. Esta estructura sería un espacio donde las personas puedan habitar cómoda y modernamente en su máxima capacidad mediante un modelo moderno, atractivo arquitectónicamente y al mismo tiempo se pueda generar energía limpia mediante la altura que nos proporciona el edificio y el recurso hídrico del mismo y del ambiente por medio de agua pluvial.

Para poder lograr esto se creará un sistema hidráulico, hidrosanitario que utilice el agua que genera el edificio, la acumule en un lugar específico y mediante conducción con bombas se aproveche la altura del edificio para generar energía potencial gravitacional que haga funcionar mini turbinas de hidro-generación. Al generar energía renovable las personas que habitan esa estructura se benefician de la misma.

Para poder hacer el proyecto atractivo se analizarán opciones económicas que permitan justificar la magnitud del proyecto. A su vez el edificio contará, como valor agregado, con la calificación internacional que le dará estatus al proyecto, al simular una certificación EDGE.

### **1.3 Objetivos general y específico**

#### **General**

Realizar el diseño técnico y económico rentable de edificios autosustentables aplicando hidro-generación a través de turbinas, optimizando el recurso hídrico pluvial y el generado por el edificio.

#### **Específicos**

- ✓ Diseño técnico de un sistema de hidro-generación para edificios sustentables.
- ✓ Evaluación técnica y económica de edificios autosustentables utilizando hidro-generación.
- ✓ Análisis económico comparativo de la propuesta presentada con respecto a otras opciones en el mercado.
- ✓ Evaluación del edificio utilizando certificación EDGE.

## **2 CAPÍTULO II: Fundamentación teórica**

### **2.1 Antecedentes**

Cuando se desea generar energía eléctrica utilizando el agua, es primordial tener un flujo que contenga energía potencial gravitacional con una altura establecida, para posteriormente pasar ésta a través de una o varias turbinas Pelton, Francis, Kaplan, Tubular y posteriormente se genera energía eléctrica utilizando un generador.

Este proceso de obtención de energía se ha utilizado a lo largo del tiempo tanto por sus grandes ventajas y atributos como por su bajo costo de producción y mantenimiento, no se necesita gas combustible o cualquier parecido y es muy beneficioso con el ambiente. A pesar de todo esto también se presentan ciertas limitaciones que no permiten que este tipo de energía se siga

desarrollando como la disponibilidad de recursos hídricos o climáticos. Mediante estudios de prefactibilidad se analizan estos y otros parámetros para determinar la implementación de una micro central hidroeléctrica.

### **2.1.1 Historia de la generación hidroeléctrica**

Desde hace varios años los romanos y griegos utilizaban la energía que el agua les podía proporcionar mediante ruedas hidráulicas también llamadas molinos; su material principal era la madera. Su utilización no fue muy aceptada por el motivo de que necesitaban seres vivos para mover estos grandes molinos y lo hicieron hasta el siglo XII. Cuando el tiempo fue pasando y llegamos a la época media, ya se implementaron grandes ruedas que eran movidas por cantidades de agua, estas ruedas eran capaces de generar hasta cincuenta caballos de potencia. La energía hidroeléctrica fue perfeccionada y aplicada de una mejor manera gracias a John Smeaton, reconocido por sus obras civiles, quién realizó una estructura de una rueda hidráulica de hierro colado. Este gran invento fue vital avance durante la Revolución Industrial. Ya que permitió que tanto la industria textil, cuero y talleres de construcción surgieran y se impulsaran por si solas. (Osorio, 2008)

### **2.1.2 Generación de pequeñas plantas hidroeléctricas en el Ecuador.**

El Ministerio de electricidad y energía renovable considera, dentro de las energías renovables no convencionales, el uso de las mini centrales.

El Consejo Nacional de Electrificación (Conelec) determinó a las centrales, con una potencia menor a 50 megavatios, como no convencionales. Por otro lado, el CELEC (Corporación Eléctrica del Ecuador), está actualizando los planes para los proyectos hidroeléctricos en el Ecuador con el fin de precisar las cifras del potencial hidro-energético, que a la vez generará beneficio ambiental. esto impulsa la creación de más proyectos de estas características por sus amplios beneficios con el ambiente y con los recursos económicos que se posee.

La opción de utilizar sistemas de hidro generación en Ecuador representan una solución totalmente factible, más si se las implementa en sectores de bajos recursos. Gracias a esto el país experimentan un aporte tanto del ámbito técnico como del económico, el cual resulta en un beneficio para la demanda eléctrica. (CELEC, 2021).

Mini proyectos energéticos	
1	Angamarca Sidne
2	Rehabilitación de la Minicentral Hidroeléctrica Gualaceo
3	Proyecto Hidroeléctrico Juval Pulpito.

Tabla 1: Mini proyectos energéticos

**Fuente:** Ministerio de electricidad y energía renovable.

### 2.1.3 Proyecto hidroeléctrico Angamarca Sinde

El Proyecto Hidroeléctrico Angamarca Sinde de 30 MW es financiado por el ministerio de recursos no renovables. El proyecto Angamarca Sinde está situado en el medio del país, en la vertiente del Pacífico, en la región litoral y políticamente al occidente de las provincias de Cotopaxi y Bolívar, Cantones Pangua y Guaranda, respectivamente. El proyecto tiene una finalidad muy generosa con la comunidad, que es brindar la demanda eléctrica a estas comunidades que tienen un difícil acceso a la energía eléctrica, está en una etapa de evaluación, en estudios de factibilidad y tiene un presupuesto de 72,418,070 sin IVA. (ERNC, 2020).

### 2.1.4 Proyecto minicentral hidroeléctrica Gualaceo

El proyecto de Gualaceo fue impulsado por INECEL, en 1968, el cual contó con una potencia instalada de 0,97 Mw con el cual se podría generar energía eléctrica a Gualaceo. Esta está ubicada en Azuay, cantón Gualaceo, en la localidad de Rauray, a orillas del río San Francisco, a 4,5 km de la ciudad de Gualaceo. Posee una altura neta de 177 y un caudal de 0,70m<sup>3</sup>/s. (ERNC, 2020).

### 2.1.5 Estado actual del mercado eléctrico en el Ecuador.

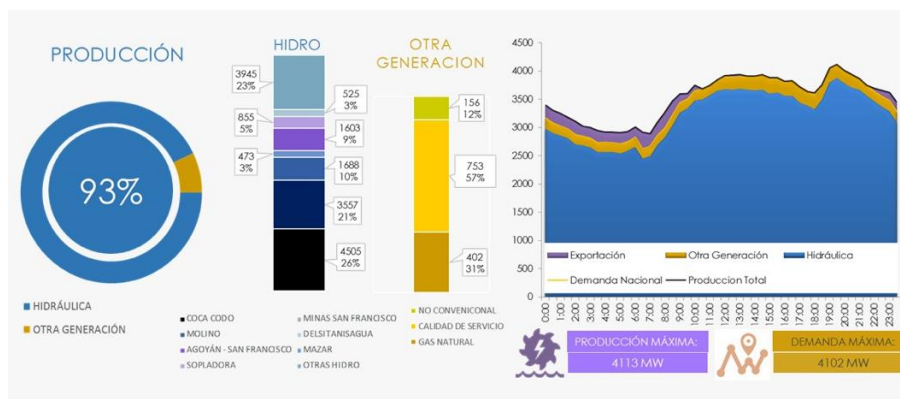


Figura 1: Tabla CENACE

**Fuente:** CENACE

Tras el análisis la información actualizada de la CENACE se observa que el mercado hidroeléctrico ocupa el mayor porcentaje en nuestro país por lo que el mercado es muy grande y existe gran aceptación por parte del gobierno de este tipo de energía renovable.

Se puede observar porcentajes del 89 % solo en energía hidráulica que es proporcionada por Coca Codo 27%, Molino 25%, Sopladora 13%. A pesar de generar toda esta energía, la mayor cantidad se consume en el país, ya que no se la ha exportado en este rango de tiempo.

De la producción total de 21,762 MWh, el 19,350 es energía totalmente hidráulica y solo el 1,957 es otro tipo de generación que puede ser de gas natural u otro.

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Energías**

#### **2.2.1.1 Fuentes Renovables**

Se las conoce como aquellas fuentes de energía capaces de regenerarse luego de ser utilizadas.

Las principales fuentes renovables utilizadas son:

- ✓ Termo solar
- ✓ Eólica
- ✓ Cinética del agua
- ✓ Luminosa

Existen otras fuentes renovables producto de la combustión de vegetación, no es usada comúnmente ya no funciona de forma adecuada porque el tiempo de regeneración es largo.

#### **2.2.1.2 Fuentes No Renovables**

La mayor fuente de energía no renovable utilizada mundialmente se obtiene del aprovechamiento de los hidrocarburos. Esta fuente es imposible de ser regenerada, por lo que se va agotando con su uso.

#### **2.2.2 Definición de Minicentral hidroeléctrica**

Se define como minicentral hidroeléctrica a un proyecto en pequeña escala formado por componentes de carácter mecánicos y estructurales, todos trabajando en conjunto como una estructura única con el objetivo de aprovechar la altura y el caudal del recurso hídrico para lo cual se podrá producir energía eléctrica para consumo.

Cuando se diseña una minicentral uno de los puntos más importantes es siempre lograr el máximo aprovechamiento de la energía potencial gravitacional que nos proporciona la altura y de la energía cinética.

El diseño de este tipo de centrales nos genera beneficios económicos y ambientales al ser una energía renovable.

### 2.2.3 Clasificación de centrales Hidroeléctricas.

Nuestra central hidroeléctrica se encuentra en la categoría de minicentral. Esta clasificación se da en función de los parámetros de potencia instalada y altura neta de salto.

#### 2.2.3.1 Clasificación en función de la potencia instalada

Clasificación en función de la potencia instalada	
Micro central	$P_a < 50\text{kw}$
Mini central	$50 \leq P_a \leq 500\text{kw}$
Pequeña central	$500 \leq P_a < 5000\text{kw}$

Tabla 2: Clasificación en función de la potencia instalada.

**Fuente:** (Ortiz, 2001)

#### 2.2.3.2 Clasificación en función de la altura neta.

Clasificación en función de la altura neta			
TIPO	BAJA (m)	MEDIA (m)	ALTA (m)
Micro Central	$H < 15$	$15 < H < 50$	$H > 50$
Mini Central	$H < 20$	$20 < H < 100$	$H > 100$
Pequeña Central	$H < 25$	$25 < H < 130$	$H > 130$

Tabla 3: Clasificación en función de la altura neta.

**Fuente:** (Ortiz, 2001)

### 2.2.4 Caudal

Es el volumen de cuerpo de agua que circula en una superficie con una sección de área en un tiempo determinado.

$$Q = V \times A$$

Ecuación 1: Fórmula del Caudal

**Fuente:** (Ávila, 2013)

Dónde:

Q= Caudal ( $\frac{m^3}{s}$ )

V=Velocidad ( $\frac{m}{s}$ )

A= Sección de la tubería, canal. ( $m^2$ )

### 2.2.5 Altura

Es una distancia en sentido vertical o en dirección de la gravedad, es una medición en elevación.

### 2.2.6 Energía potencial gravitacional

La energía potencial gravitacional, es una clase de energía mecánica que pueden llegar a obtener cada cuerpo u objeto una determinada altura.

### 2.2.7 Energía Cinética.

Es energía provocada por el movimiento que experimenta un cuerpo, mejor conocida como trabajo que se necesita para poder acelerar una masa que se encuentra en estado reposo.

Para esto se suele usar la segunda ley de Newton:

$$Ec = w \frac{v^2}{2g}$$

*Ecuación 2: Energía Cinética*

**Fuente:** (Ávila, 2013)

Donde:

Ec=Energía cinética. [J]

W=Peso del cuerpo [kg m/s<sup>2</sup>]

V=velocidad [m/s]

G=Gravedad [m/s<sup>2</sup>]

### 2.2.8 Principio de Bernoulli.

El físico de nacionalidad Suiza Daniel Bernoulli mediante empirismo obtuvo la relación entre la presión, altura y la velocidad de un fluido sin viscosidad y sin rozamiento en circulación en un tubo cerrado.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

*Ecuación 3: Principio de Bernoulli.*

**Fuente:** (Ávila, 2013)

### 2.2.9 Potencia.

Potencia se define como la unidad con la que se realiza el trabajo, se mide en watts (w), es la cantidad de trabajo realizado en un periodo de tiempo y también es llamado índice de realización del trabajo (Quirion, 2012).

La ecuación general para obtener la potencia es:

$$P = \frac{F \cdot d}{t}$$

*Ecuación 4: Potencia*

**Fuente:** (Ávila, 2013)

Dónde:

P= Potencia [w]

F= Fuerza [N]

d= Distancia [m]

t= Tiempo [s]

### 2.2.10 Potencia de una central hidroeléctrica

Medida en vatios (W) y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P_e = \rho \cdot 9.81 \cdot h_t \cdot h_g \cdot h_m \cdot Q \cdot H$$

*Ecuación 5: Potencia para una Central Hidroeléctrica.*

**Fuente:** (Ávila, 2013)

Donde:

- ✓  $P_e$  = potencia en vatios (W)
- ✓  $\rho$  = densidad del fluido en kg/m<sup>3</sup>
- ✓  $\eta_t$  = rendimiento de la turbina hidráulica (entre 0,85 y 0,94)
- ✓  $\eta_g$  = rendimiento del generador eléctrico (entre 0,92 y 0,97)
- ✓  $\eta_m$  = rendimiento mecánico del acoplamiento turbina alternador (0,95/0.99)
- ✓ Q = caudal turbinable en m<sup>3</sup>/s
- ✓ H = desnivel disponible entre la captación y el eje de la turbina, en metros (m)

### 2.2.11 Turbinas

Estas máquinas tienen la habilidad de transformar energía hidráulica en energía mecánica, y utilizando un eje unido a un alternador permite la generación de energía eléctrica.

En el proyecto de hidro generación en el edificio dichos equipos utilizadas serán seleccionadas de tal manera que se pueda aprovechar al máximo los parámetros de caudal y salto hidráulico.

Las turbinas tienen el mismo principio de funcionamiento que las de grandes centrales hidroeléctricas, deben ser de fácil operación y mantención.

### **Clasificación de las Turbinas:**

Por el cambio de presión y grado de acción:

**Turbinas de acción:** Donde el líquido no tiene alteración en la presión al pasar por el rodete.

**Turbinas de reacción:** Donde el líquido se ve afectado con cambios de presión al pasar por el rodete.

Por diseño de rodete:

#### **Turbinas Pelton:**

Es una turbina de acción, con un flujo tangencial, su rodete está formado por varias cucharas y un sistema encargado de inyectar presión. Su aplicación es adecuada para velocidades bajas, por otro lado, están diseñadas para trabajar con saltos hidráulicos grandes y bajos caudales con una eficiencia del 85%.

#### **Turbinas Kaplan:**

Trabaja con un flujo transversal, el rodete está formado por cucharas curvas y el ingreso de caudal se da a través de un inyector. Cuenta con una eficiencia del 80% y puede llegar a generar hasta 1000kW. Es de fácil construcción por lo que es más económico que otras turbinas.

#### **Turbinas Francis:**

Diseñada para trabajar con velocidades, saltos y caudales medianos. Su eficiencia está entre 83% y 90%. Su fabricación es compleja por lo que tiene un elevado costo.

### **2.2.12 Problemas con las Turbinas**

Sus principales dificultades son el embalamiento y la cavitación.

**Embalamiento:** Se da debido a una variación de carga drástica en el centro del motor, esta alcanza una velocidad que puede dañar los componentes.

**Cavitación:** El líquido al ser sometido a una excesiva presión experimenta evaporación formando pequeñas burbujas, que si estallan dentro de la turbina podrían generar graves daños en los rodets.

### **2.2.13 Generadores**

Son máquinas capaces de transformar la energía mecánica proveniente de las turbinas en energía eléctrica.

Existen dos tipos:

#### **2.2.13.1 Generadores Síncronos:**

Funciona por un campo magnético impulsado en el rotor gracias a una corriente continua externa, al girar, este obtiene un campo en las bobinas del estator. Todo este proceso produce energía eléctrica en los bornes de la turbina.

Se clasifican en:

✓ **Tipo de excitación:**

Auto excitado

Excitación externa

✓ **Tipo de rotor:**

Polos lisos

Polos salientes

Estos generadores se emplean en centrales de potencia mayor a 2000Kva, o en centrales de pequeña potencia sin estar conectadas a la red.

#### **2.2.13.2 Generador Asíncrono:**

Contrario al generador síncrono, este debe permanecer conectado siempre a una red eléctrica, de esta utiliza la energía para la magnetización. Comúnmente utilizadas en centrales de menos de 500Kva.

En centrales de 500 a 200 KVa la selección de un generador dependerá del presupuesto de gasto, como también del sistema de funcionamiento y las condiciones técnicas necesarias.

### **2.2.14 Tubería de Presión**

Es una tubería capaz de soportar grandes presiones, transporta agua desde la captación hasta las turbinas. Se debe considerar el diseño óptimo, en cuanto a reducción de costos en

construcción y mantenimiento. Las características más influyentes en el correcto funcionamiento de la tubería son: velocidad del agua, altura, caudal y pérdidas de carga y presión. Al momento de seleccionar el número adecuado de tuberías se considera lo siguiente: número de turbinas, presupuesto de producción, instalación y mantenimiento. Se sabe que el caudal y pérdidas de carga son iguales, concluimos que la inversión en una sola tubería sería menor que para varias.

Pasos para seleccionar una tubería de presión:

- a) Conocer las dimensiones de diámetro y espesor disponibles en el mercado local.
- b) Realizar una tabulación con los datos de pérdidas por fricción dependiendo de los materiales y sus diámetros.
- c) Realizar una tabulación donde se consideren los datos de golpe de ariete, tipo de material y espesor.
- d) Conocer el costo-beneficio de todos los materiales disponibles.

El material y diámetro utilizado deben contar con el menor costo y menor perdidos de energía.

## **2.3 Desarrollo Sostenible**

Al hablar de desarrollo sostenible es inevitable preguntarse cómo surgió, es por ello, que es necesario mencionar que el término se introdujo en 1987 debido a la Segunda Guerra Mundial, ya que ésta desencadenó una serie de afectaciones sociales y medio ambientales.

Actualmente este ámbito está muy bien desarrollado y organizado, esto se debe a la variedad de reuniones que se han planificado con el objetivo de impulsar el concepto de sostenibilidad, entre ellas tenemos:

- ✓ Comisión mundial medio ambiente (1987)
- ✓ Informe Brundtland (1987)
- ✓ Agenda 21 (1992)
- ✓ Cumbre del Desarrollo Sostenible (2021)
- ✓ Plan de Johannesburgo (2002)
- ✓ Río +20 (2012)
- ✓ Cumbre de New York (2015)

### **2.3.1 Comisión mundial sobre Medio Ambiente y desarrollo (1987)**

El objetivo de esta reunión fue dispuesto para el 19 de diciembre de 1983 por la ONU, y fue el analizar y tener presente la situación que estaba atravesando el entorno, ya que para ese año no

existía ningún apoyo internacional. El resultado de esta comisión fue el ya conocido Brundtland o “Nuestro futuro común”.

### 2.3.2 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el desarrollo (1992)

Esta junta permitió dar paso al desarrollo sostenible, la cual se dio de forma posterior a la conferencia de Suecia. Esto permitió fijar el soporte para el protocolo de Kioto en 1997, y se alcanzaron 3 grandes convenios: Declaración de Río, Programa 21 y Declaración forestal.



Figura 2: Cumbre de Río

**Fuente:** (Naciones Unidas, 2018)

#### 2.3.2.1 Declaración de Río

Esta declaración permitió afirmar lo tratado en Estocolmo, se establecieron 27 principios, los cuales básicamente indican que el medio ambiente es público y cada país posee el dominio sobre sus propios entornos naturales, con lo cual está permitido que cada nación decida como manejar su propio entorno ambiental.

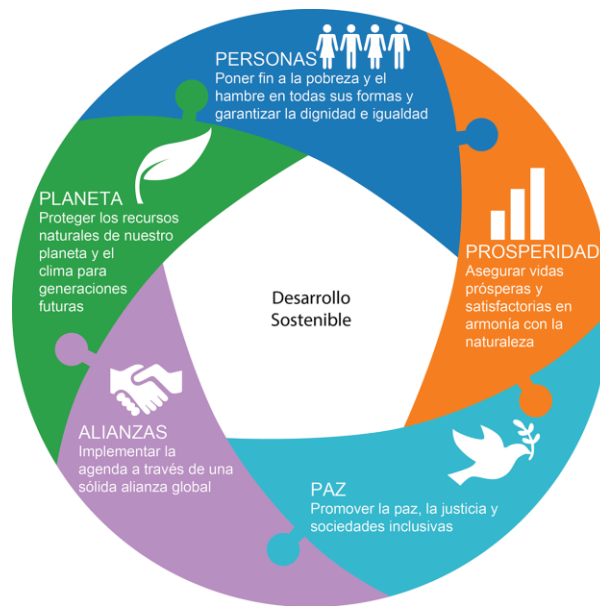


Tabla 4: Principios relacionados al desarrollo sostenible

**Fuente:** (Naciones Unidas, 2018)

### 2.3.2.2 Programa 21

Esto es mayormente conocido como agenda 21, en este constan las naciones integrantes de la Cumbre de Río donde se llegó al acuerdo de promover el desarrollo sostenible. Esta agenda cuenta con 40 capítulos los cuales están divididos en las siguientes secciones:

- ✓ Dimensiones sociales y económicas.
- ✓ Conservación y gestión de los recursos para el desarrollo.
- ✓ Fortalecimiento del papel de los grupos principales.
- ✓ Medios de ejecución.

Fuente: (Naciones Unidas, 2018)

### 2.3.3 Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (2002)

El objetivo de esta reunión fue el afirmar el acuerdo político establecido en la cumbre de Río, analizar lo sucedido en los 10 años pasados entre las dichas reuniones, e intentar disminuir la distancia que existía entre el Programa 21 y lo que se promovía.

#### 2.3.3.1 Declaración de Johannesburgo

En la reunión de Río se establecieron 37 puntos los cuales entraron en la declaración de Johannesburgo, con el propósito de estimular el desarrollo sostenible en los países integrantes, utilizando las políticas de cada nación o con lo establecido en el Programa 21.

#### 2.3.4 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo sostenible (2012)

Mejor conocido como Río +20 permitió la unión de todas las naciones que tenían cierto interés sobre el desarrollo sostenible. Es decir, en esta conferencia participaron las naciones que

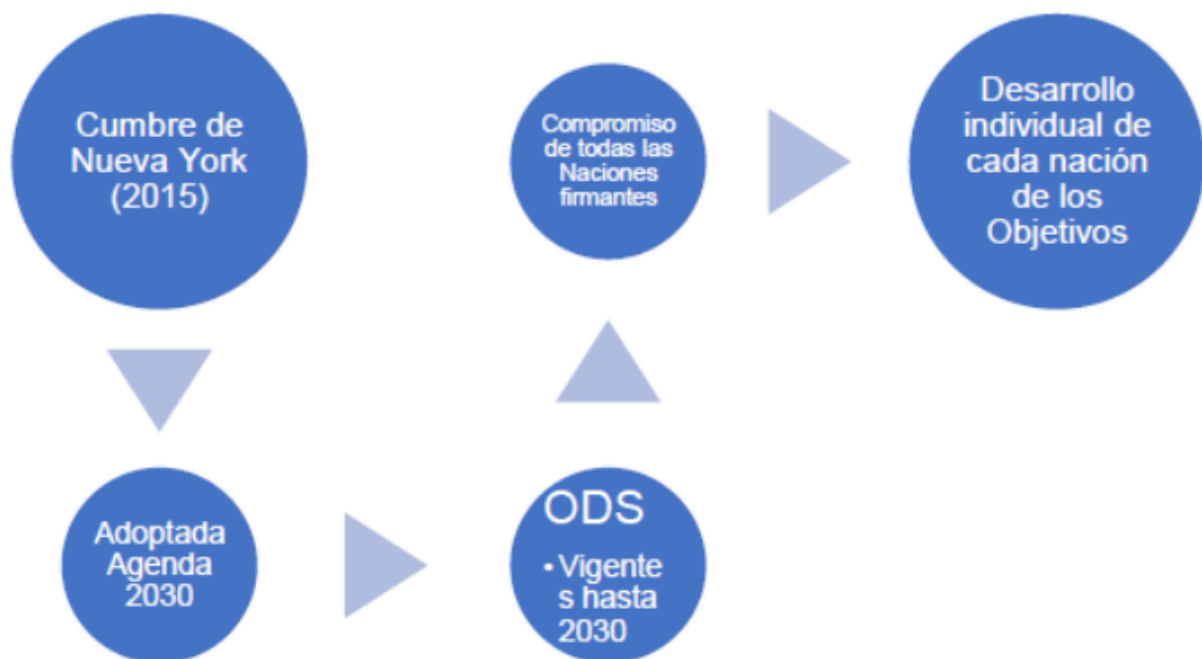
anteriormente habían hecho parte de esto como las naciones que se integraban recientemente, esta fue para revisar objetivos, dilemas y resoluciones establecidos con el transcurso de los 20 años desde que se firmó el primer acuerdo. El documento que salió de esta conferencia se lo conoce como “El futuro que queremos” el mismo que se compone de 4 secciones.

#### **2.3.4.1 El futuro que queremos.**

En las 4 secciones descritas anteriormente, se menciona el progreso que se ha dado a cerca del desarrollo sostenible, este no representa simplemente presentar ideas que puedan ser amigables con el medio ambiente, sino que también se deben establecer las vías para poder lograr la idea planteada. Para lograr esto, es fundamental la enseñanza para todas las personas con valores sobre el medio ambiente.

#### **2.3.5 Cumbre de las Naciones Unidas por el Desarrollo Sostenible.**

Esta cumbre sirvió para complementar lo tratado en Río +20 y se desarrolló en Nueva York. Para ser precisos un 25 de septiembre del 2015 se adoptó la “Nueva Agenda de Desarrollo Sostenible” con el fin de eliminar del planeta la pobreza. Para esto se basará en 17 objetivos y 169 metas integradas para el año 2030 que abarcan mejoramiento ambientales, económicos y sociales.



*Figura 3: Cumbre de Nueva York*

**Fuente:** (Naciones Unidas, 2018)

### 2.3.5.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Son 17 los puntos planteados por las Naciones Unidas, los cuales están basados en los propósitos de Desarrollo del Milenio e incluyeron nuevas ideas como el cambio climático, desigualdad económica, consumo sostenible, entre otras. (Naciones Unidas, 2018)



Figura 4: Objetivos de Desarrollo Sostenible

**Fuente:** (Naciones Unidas, 2018)

#### Objetivo 1:

La finalidad de este objetivo es disminuir hasta erradicar cualquier forma de pobreza mundialmente, el número de personas que viven en condiciones precarias se redujo desde un 36% en 1990 hasta un 10% en 2015. No obstante, un nuevo estudio publicado por el instituto Mundial de Investigaciones de Economía del Desarrollo de la Universidad de las Naciones Unidas previene sobre las consecuencias económicas del COVID, las cuales podrían aumentar la pobreza a nivel, lo cual equivale a un 8% más de la población total mundial, esto es relativo ya que sería la única vez en que el índice de pobreza aumente en lugar de disminuir en 30 años, desde 1990.

Entre tanto, más de 700 millones de personas, o lo equivalente al 10% de la población, sigue viviendo en situaciones precarias actualmente, es decir, sin acceso a necesidades básicas.

#### Objetivo 2:

Lastimosamente el número de personas que padecen hambre comenzó a aumentar a partir del 2015. Según estimaciones, se sabe que aproximadamente 690 millones de personas en el mundo padecen hambre, lo cual corresponde al 8,9% de la población mundial.

Según los datos obtenidos en los últimos años, esto quiere decir que el mundo no logrará alcanzar el objetivo de hambre cero para 2030.

### Objetivo 3:

Actualmente se está atravesando una grave crisis sanitaria a causa del COVID-19, lo cual provoca sufrimiento humano, desestabilización de la economía mundial, cambiando así la forma de vida de muchas familias. Es necesario tener presente el antes y después de la pandemia, ya que antes de la misma se consiguieron grandes avances en la mejora de la salud de millones de personas.

Esta pandemia que estamos atravesando deja a la vista que es vital una preparación para afrontar este tipo de crisis.

### Objetivo 4:

En los últimos años se ha logrado grandes avances sobre el ampliar el acceso a la educación, especialmente para las niñas.

Es importante mencionar que, en el 2020, a medida que la pandemia se fue desarrollando, una gran parte de los países optaron por pedir que los estudiantes no asistan a clases presenciales. Esto se vuelve crítico en las situaciones en las que los estudiantes hacen uso de los comedores escolares, ya que, al cerrar las escuelas, debían buscar otras fuentes de nutrición diaria.

### Objetivo 5:

Durante las últimas décadas se ha conseguido grandes avances en derechos e igualdad de género, se puede ver en que hay muchas más estudiantes niñas, lo cual obliga a menos niñas que consideran el matrimonio precoz. Sin embargo, pese a que la evolución que se ha dado, aún sigue existiendo dificultades, en tema de leyes y normas sociales discriminatorias estas aún son muy generalizadas, es decir, no hay una gran atención sobre este tema que lo amerita.

La situación del COVID-19 podría generar efectos negativos ante los avances sobre la igualdad de género, ya que la mujer tiene el papel del cuidado de la casa, y, por otra parte, cumplen con ciertas funciones desbalanceadas en respuesta al virus como trabajadoras sanitarias.

### Objetivo 6:

Actualmente se ha logrado un gran avance sobre la demanda de agua potable y saneamiento, a pesar de ello, aún existen personas que no cuentan con agua potable salubre.

Esta pandemia ha obligado a mantenerse alerta ante estas situaciones, ya que esto puede generar enfermedades virales, como lo dice la OMS el lavado de manos salva vidas, por lo que las personas cuenten con agua potable, es esencial.

#### Objetivo 7:

Sobre este objetivo, se tiene buenas expectativas ya que hay pruebas que generan positividad de que la energía es sostenible y ampliamente disponible.

#### Objetivo 8:

Impulsar ese objetivo puede generar progreso, crear empleos y nuevos frentes de trabajo en el mundo entero. Como es de conocimiento general la pandemia puso en riesgo una cantidad inimaginable de negocios y con ello puso en riesgo muchos empleados que dependían de ese ingreso para poder tener alimento para sus hogares. Esto se puede traducir en una gran recesión mundial debido a las grandes pérdidas que esto genera.

#### Objetivo 9:

Impulsar este punto puede significar dar paso al sector económico dinámico y competitivo que genera empleo e ingresos. Gracias a esto se puede impulsar nuevas formas de tecnología. Esto permitirá llegar a 2030 con este objetivo como alcanzable, para esto varios países que aún no han despegado por completo en el sector manufacturero, deberán implementar nuevas políticas.

#### Objetivo 10:

La desigualdad entre países es una realidad a cause de que varios países han tenido un desarrollo económico superior.

Debido al COVID-19 las desigualdades han aumentado significativamente, por lo que ha afectado más a los pobres y a las comunidades más vulnerables. Al mismo tiempo, las desigualdades sociales, políticas y económicas han amplificado los efectos de la pandemia.

#### Objetivo 11:

El crecimiento poblacional es un suceso innegable, ya que el planeta cada día está más habitado.

Debido al enorme crecimiento tanto de urbanizaciones como poblacional que se ha registrado, esta situación en barrios pobres es crítica porque habrá infraestructura y servicios inadecuados.

El impacto generado por la pandemia será aún más devastador en las zonas de alta pobreza y altamente pobladas.

#### Objetivo 12:

El gasto depende del uso del entorno natural y de los recursos de una manera que continúa teniendo efectos negativos y destructivos sobre el planeta.

#### Objetivo 13:

En el año 2019 se registraron niveles de calor muy elevados, los niveles de Co2 y gases aumentaron de forma exponencial.

El efecto climático es un efecto que genera daños a nivel mundial, siendo unos países más afectados que otros.

#### Objetivo 14:

Podemos aprovechar el océano, lluvia, agua potable, tiempo, clima, litorales, etc. Ya que nuestros alimentos e incluso el oxígeno que nos permite respirar son proporcionado y regulado por el mar.

#### Objetivo 15:

Con la pandemia que estamos viviendo, se ha podido evidenciar la amenaza a la que están expuestas las especies y los ecosistemas.

#### Objetivo 16:

Para el desarrollo sostenible siguen existiendo varias amenazas entre las cuales están los que afectan de forma directa al proceso que se busca dar al DS.

Al hablar de este objetivo es necesario hablar de datos, la Naciones Unidas para 2019 registró varios asesinatos y desapariciones.

#### Objetivo 17:

Para que los objetivos de desarrollo sostenible tengan una base sólida sobre la cual empezar a crecer se requiere de uniones fuertes y cooperación entre las mismas.

Para esto se decidió impulsar asociaciones inclusivas sobre principios y valores, con objetivos compartidos en los cuales se centren en el ser humano y el planeta como prioridad.

Con el COVID-19, se espera que la economía en todo el planeta sufra proporcionalmente. Esto implicará la peor recesión desde la Gran Depresión. Ya que, ahora más que nunca es fundamental que las asociaciones se vuelvan más sólidas y exista apoyo mutuo, para poder cumplir con todos los objetivos planificados por las Naciones Unidas y para así tener un Desarrollo Sostenible importante.

#### **2.4 Edificaciones sostenibles en Ecuador.**

A continuación, veremos los proyectos que cuentan con alguna certificación:

- ✓ Plaza Batán



*Figura 5: Plaza Batán*

**Fuente:** Mundo Constructor

Ciudad: Samborondón

Certificado: LEED Oro y Plata

Establecimientos certificados: MegaKywi, Bebemundo, Supermaxi, Juguetón.

Sistema de clasificación: Minorista – Obra Nueva

- ✓ Planta de lácteos y oficinas administrativas de Toni S.A



*Figura 6: Planta de lácteos*

**Fuente:** Mundo Constructor

Ciudad: Guayaquil

Certificado: LEED Silver

Sistema de clasificación: Obra Nueva

✓ Hipermercado El Dorado.



*Figura 7: Hipermercado El Dorado*

**Fuente:** Mundo Constructor

Ciudad: Guayaquil

Certificado: LEED

Sistema de clasificación: Minorista - Obra Nueva

✓ Riocentro El Dorado



*Figura 8: Riocentro El Dorado*

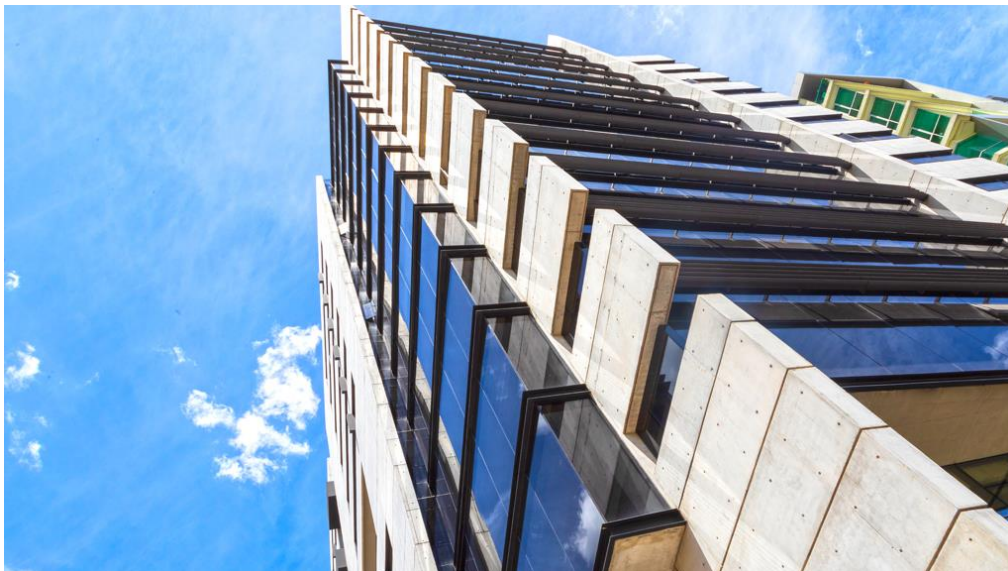
**Fuente:** Mundo Constructor

Ciudad: Guayaquil

Certificado: LEED

Sistema de clasificación: Core y Shell

✓ Torre 6



*Figura 9: Torre 6*

**Fuente:** Mundo Constructor

Ciudad: Quito

Certificado: LEED Silver

Sistema de clasificación: Core y Shell

✓ CNT EP



*Figura 10: CNT EP Guayaquil*

**Fuente:** Mundo Constructor



*Figura 11: CNT EP Quito*

**Fuente:** Mundo Constructor

Ciudad: Centro de datos Quito y Guayaquil

Certificado: LEED

Sistema de clasificación: Construcción nueva

✓ Paseo Shopping Babahoyo



*Figura 12: Paseo Shopping Babahoyo*

**Fuente:** Mundo Constructor

Ciudad: Babahoyo

Certificado: LEED

Sistema de clasificación: Edificios existentes

✓ Editorial Quito



*Figura 13: Editorial Quito*

**Fuente:** Mundo Constructor

Ciudad: Quito

Certificado: LEED Gold

Sistema de clasificación: Construcción nueva

- ✓ Terminal del aeropuerto de Baltra



*Figura 14: Aeropuerto de Baltra*

**Fuente:** Mundo Constructor

Ciudad: Isla Baltra

Certificado: LEED Gold

Sistema de clasificación: Construcción nueva

- ✓ Oficina Sede Odebrecht Ecuador



*Figura 15: Oficina Odebrecht*

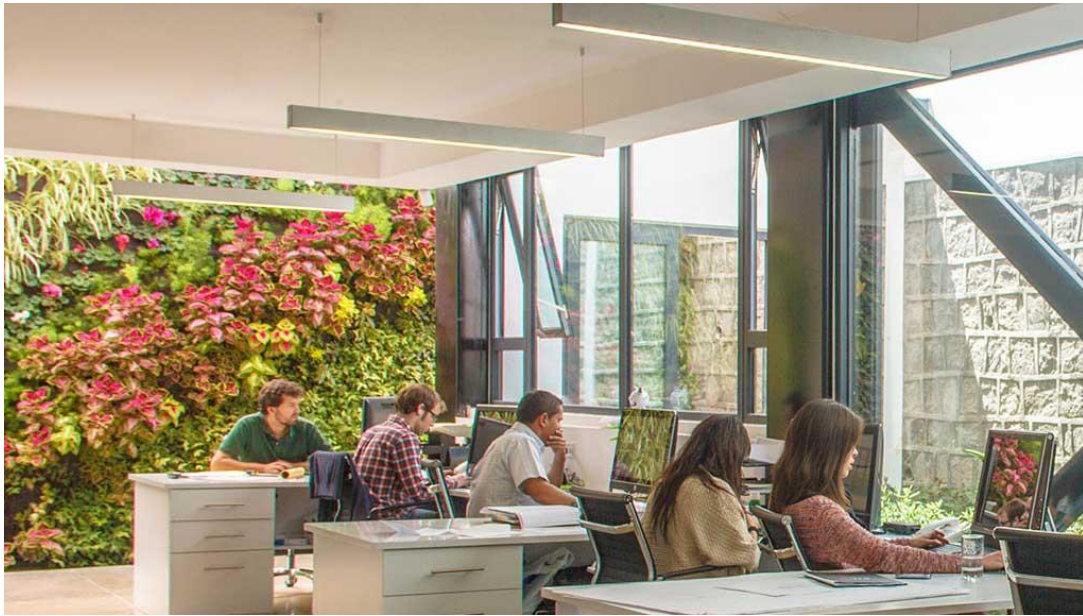
**Fuente:** Mundo Constructor

Ciudad: Quito

Certificado: LEED Gold

Sistema de clasificación: Interiores comerciales

- ✓ ENNE Arquitectos



*Figura 16: ENNE Arquitectos*

**Fuente:** Mundo Constructor

Ciudad: Quito

Certificado: LEED Silver

Sistema de clasificación: Interiores comerciales

## **2.5 Sistemas de Certificación Internacionales.**

### **2.5.1 Sistema BREEAM.**

Esta es una alternativa internacional desarrollado por BRE Global de Reino Unido, el cual lo que hace es medir el grado de sostenibilidad ambiental que presenta cada proyecto. (BREEAM, 2018)

Este sistema presenta categoría en la cual un edificio puede estar dependiendo de cuan sostenible es, los tipos de certificados van desde A, B, C, D, E, F y G.

Este sistema presenta un reconocimiento conocido como, certificado BREEAM. El sistema mencionado anteriormente empezó a desarrollarse en 1988, pero recién para los años 90 se empezó a utilizar.

### **Objetivos de BREEAM:**

Con el propósito de perfeccionar la sostenibilidad de edificios, BREEAM implanta los siguientes objetivos:

- ✓ Disminuir el efecto ambiental sobre los edificios.

- ✓ Implantar normativas de gran exigencia y que se encuentren vigentes.
- ✓ Promover la construcción de edificios ecoeficientes.
- ✓ Generar una forma con la cual se pueda reconocer que edificios son menos ecoeficientes.
- ✓ Instituir una simbología ecológica.
- ✓ Incitar utilización de nuevas tecnologías en la construcción.

### **Funcionamiento del sistema BREEAM:**

Como primer punto se reconocerá las 10 medidas evaluadas por BREEAM que ayudan a disminuir las famosas emisiones de CO2 provenientes de edificios y del sector de la construcción.



*Figura 17: Medidas para reducir CO2*

**Fuente:** (BREEAM, 2018)

El sistema está fundamentado en una agrupación de procesos adscritos a evaluar los niveles de sostenibilidad de un edificio, durante las distintas etapas por las cuales atraviesa un proyecto para poder concluir.

La metodología utilizada para la certificación consiste en un sistema de puntos bastante básico en el cual se evalúan parámetros de distintas fases del proyecto como: diseño, construcción, mantenimiento, acondicionamiento, restauración, etc.

Las categorías que esta certificación evalúa son las siguientes:

- ✓ "Gestión."
- ✓ "Salud y bienestar."
- ✓ "Energía."
- ✓ "Transporte."
- ✓ "Agua."
- ✓ "Materiales."
- ✓ "Residuos."
- ✓ "Uso ecológico del suelo".
- ✓ "Contaminación e innovación."

**Fuente:** (BREEAM, 2018)

Todos estos ítems se tendrán en consideración al momento de tener un resultado ponderado por parte del certificador, con esto podremos saber en qué rango de los cinco que propone BREEAM entra: Aprobado, bueno, muy bueno, excelente y excepcional.

#### Clases de certificados BREEAM

- ✓ BREEAM Urbanismo: Valora la sustentabilidad de proyectos urbanísticos en ciudades.
- ✓ BREEAM Vivienda: Mide la perdurabilidad de viviendas particulares o built-to-rent.
- ✓ BREEAM Nueva Construcción: Contempla los proyectos en construcción, rehabilitación, ampliación o acondicionamiento.
- ✓ BREEAM A medida: Valora edificios individualmente
- ✓ "BREEAM En uso: Evalúa inmuebles que están puestos en explotación hace al menos dos años." (BREEAM, 2018)

La obtención de la certificación BREEAM requiere de tres partes para su desenvolvimiento:

- ✓ **El solicitante:** Este es aquel que construye o realiza los procesos para poder acceder a la certificación.
- ✓ **El auditor:** Es quien indica a la persona que se encuentra aplicando a la certificación que debe cumplir.
- ✓ **El establecimiento:** Viene a ser el "Sistema BREEAM" ya que son quienes indican sus parámetros y estándares. (BREEAM, 2018)

### 2.5.2 Sistema LEED.

La certificación LEED es actualmente una de las más prestigiosas y reconocidas certificaciones en lo que comprende edificios sostenibles. Sus siglas significan "Leadership in Energy and Environmental Design."

La ventaja que presenta este sistema de certificación es que es posible aplicarlo sobre prácticamente cualquier tipo de edificación.

Gracias a la buena gestión por parte de este sistema, a partir del año de su desarrollo (1993) empezó a crecer exponencialmente, debido a esto actualmente está posicionado como un sistema de certificación que diariamente certifica alrededor de 22,30 ha en más de 94000 proyectos.

Para facilidad de categorización, el sistema LEED implemento la división a través de secciones según el nivel de certificación en la que se encuentre el proyecto:

Secciones de la certificación LEED	
BD + C (Building Design and Construction)	Esta sección aplica a edificios que están recién construidos o que van a pasar por una remodelación a gran escala, entre los que pueden incluir bodegas, escuelas, galpones, centros de distribución y centros de salud.
ID + C (Interior Design and Construction)	Se aplica a proyectos los cuales necesitan una complementación completa interiormente, incluyen interiores de comerciales, centros de venta y centros de alojamiento.
O + M (Building Operations and Maintenance)	Aplica a edificios que buscan una optimización de su uso y operación, trabajos de mejora en poca o ninguna construcción.
ND (Neighborhood Development)	Aplica a proyectos nuevos de urbanización o proyectos de restablecimiento urbano con zonas residenciales o no residenciales, en esta sección el certificado se puede gestionar en cualquier instancia del proyecto, desde la planificación
Homes (Hogares)	Aplica a casas familiares, multifamiliares de pequeño y medio presupuesto.

*Tabla 5: Secciones de la certificación.*

**Fuente:** (BREEAM, 2018)

A partir de las características que presente cada proyecto, el edificio recibirá una calificación y posteriormente una medalla la cual corresponde a la categoría a la que ha entrado gracias a los puntos ganados.





Categoría	Puntaje	Símbolo
Certificado	40-49 puntos	
Plata	50-59 puntos	
Oro	60-79 puntos	
Platino	+80 puntos	

Tabla 6: Categorías BREEAM

**Fuente:** (BREEAM, 2018)

Como se puede ver en la figura anterior, la máxima condecoración que puede recibir un edificio sostenible es "Platino". Pocos son los proyectos que cuentan esta calificación. "El primer edificio en recibir la máxima categoría LEED fue sede de la fundación Aldo Leopold ubicado en Farfield, Wisconsin." (Group, s.f)

Es importante conocer cuáles son los elementos que el sistema LEED califica al momento de otorgar una categoría, a continuación, veremos estos parámetros:

- ✓ Sitios Sostenibles (SS): Este parámetro está relacionado con el sitio en el cual está implantado el proyecto, y los procesos necesarios para disminuir los efectos generados por el proyecto.
- ✓ Eficiencia de agua (WE): Analiza las alternativas que utiliza el edificio para disminuir el consumo de agua, ya sea reutilizando agua, captando aguas lluvias, u otra alternativa.
- ✓ Energía y atmósfera (EA): Estudia el consumo de energía, y las opciones para reducir el consumo diario.

- ✓ Materiales y recursos (MR): Se concentra en el uso de los materiales en las distintas etapas del proyecto, principalmente en etapa de construcción. Y transporte de los desechos.
- ✓ Calidad ambiental en interiores (IEQ): Genera una calificación del diseño correspondiente a entradas de luz, calidad y circulación de aire, acústica y paisaje.
- ✓ Innovación en diseño (ID): Analiza los criterios para la optimización en el proyecto.
- ✓ Prioridad Regional (RP): Genera una calificación de las soluciones que plantee para los problemas principales que se tengan en la región.

Para poder certificar un proyecto a través del sistema LEED se debe cumplir con un proceso ya establecido. Veremos rápidamente cual es el proceso:

- ✓ Ingresar los datos del proyecto en la base de datos para ser registrado.
- ✓ Implementar la certificación el proyecto.
- ✓ Comprobar los datos registrados.
- ✓ Asignar la certificación LEED.

Es necesario conocer quiénes son las personas que van a participar en todo este proceso:

- ✓ Dueño: Es aquella persona que tiene el control del proyecto y recibirá la calificación por parte de LEED.
- ✓ Agente: Es aquella persona la cual será nombrada por el dueño del proyecto con la meta de que registre y acepte el acuerdo con LEED.
- ✓ Administrador del proyecto: Es aquella persona encargada de gestionar el proceso para que la certificación se pueda llevar a cabo bajo las mejores condiciones.

### **2.5.3 EDGE.**

Este sistema el cual sus siglas significan Excellence in Design for Greater Efficiencies fue fundado por la Corporación Financiera Internacional (IFC).

Este fue creado como una alternativa para los anteriores sistemas de certificación, con el objetivo de implementar construcciones eficientes con el ambiente, de una forma efectiva, rápida y asequible que las anteriores opciones. El sistema permite certificar todo tipo de construcciones habitacionales.

Para poder obtener esta certificación se debe obtener como mínimo una calificación del 20% en los 3 ítems que solicita EDGE: Energía, agua y materiales.

EDGE otorga niveles de excelencia cuando los proyectos a ser certificados presentan ahorros superiores al 20% de lo mencionado anteriormente, entre los beneficios que esto podría dejar tenemos:

- ✓ Mejor rentabilidad.
- ✓ Beneficios de las inversiones en un tiempo mucho más reducido.
- ✓ Con respecto a las ventas es 8% mejor que las construcciones tradicionales.

Si se opta por la opción de utilizar certificación EDGE, este presenta ventajas como un software gratuito el cual permite a la persona responsable tomar decisiones en función de tener un diseño más ecológico y así reducir consumos donde exista en exceso. Por último, cuando el proyecto tenga las condiciones para tener la certificación el auditor por parte de EDGE deberá seguir los siguientes pasos:

- ✓ Anotar en la base de datos el proyecto de construcción.
- ✓ Especificar los datos que se tiene del proyecto.
- ✓ Utilizar un auditor certificado para analizar la documentación.
- ✓ Generar la certificación asignada para el proyecto.

Al utilizar el software gratuito de EDGE este permitirá realizar cálculos a tiempo real, los cuales entregan valores porcentuales del ahorro que se va obteniendo en los aspectos de energía, agua y material. Es importante conocer que EDGE no califica a todo el edificio, sino más bien se encarga de analizar individualmente a cada departamento tipo, por lo tanto, los resultados serán por departamento analizado. Otra de las varias ventajas que se presentan con este software es que en los resultados también tendremos gráficos de barras, en donde se muestra los resultados base vs los resultados implementando los ahorros respectivos.

El IFC busca implementar a nivel mundial la construcción de proyectos ecoeficientes, es por esto que su sistema de fácil acceso para todo aquel que quiere obtener la certificación. Sin embargo, para lograr la misma, la certificación EDGE establece 5 puntos para lograr sus objetivos.

1. Generar un ambiente político que apoye e implemente mediante recompensas en el ámbito privado con el objetivo de apoyar las construcciones de edificios ecoeficientes e impulsar normas de construcción orientadas al beneficio del medio ambiente.(WORLD BANK GROUP, 2018).
2. La certificación EDGE resume un manual y conjunto de normas que se concentran en la reducción y ahorro de 3 aspectos, agua, energía y materiales. (WORLD BANK GROUP, 2018).

3. Facilitar a los profesionales en las áreas de construcción para implementar diseños y construcciones ecoeficientes es un objetivo de la certificación EDGE mediante un software que tiene una interfaz simple que contiene todos los conocimientos a la mano de los profesionales. (WORLD BANK GROUP, 2018).
4. Los beneficios al momento de adquirir, invertir o desarrollar proyectos ecoeficientes utilizando certificación EDGE, genera facilidades en hipotecas por el mismo hecho de ser construidos con técnicas ecoeficientes. (WORLD BANK GROUP, 2018).
5. Cuando utilizamos este tipo de certificaciones generamos sostenibilidad que es comprobable al momento de demostrar la rentabilidad de construcciones ecoeficientes. (WORLD BANK GROUP, 2018).

#### **2.5.4 Sistema CASBEE.**

Este sistema el cual por sus siglas significa Comprehensive Assesment System for Building Environmental Efficiency fue desarrollada en Japón para el año 2002, al efecto de promover la sostenibilidad en los proyectos de construcción, dando como recompensa la seguridad del mismo.

Este sistema hace un enfoque entre el proyecto a certificarse y su entorno, para así poder analizar los efectos que provoca. Para dicho análisis se toma en cuenta impactos tanto individuales como colectivos o públicos.

Este sistema destaca debido a su simplicidad y este debe ser aplicado a cualquier construcción en todo tipo de funcionalidades, la cual funciona para:

- ✓ Construcciones, ya sean estas nuevas o antiguas.
- ✓ Proyectos del gobierno.
- ✓ Viviendas.

Esta alternativa de ecoeficiente utiliza 4 parámetros para la calificación:

- ✓ Prediseños.
- ✓ Nuevos proyectos.
- ✓ Edificios ya construidos.
- ✓ Construcciones en reformas.

**Fuente:** (ATECOS, 2010)

Para CASBEE, se utilizan los siguientes parámetros para analizar la relación del proyecto sostenible con su ambiente:

- ✓ **Q (Calidad del entorno del edificio):** Hace referencia a las bondades con respecto a sostenibilidad que pueda presentar cada proyecto, está subdividido en:
  - Interiores del medio ambiente (Q1)
  - Condiciones del mismo (Q2)
  - Exterior del medio ambiente (Q3)
- ✓ **L (Cargas ambientales del edificio):** Hace referencia a las posibilidades de contaminación que pueda generar dicho proyecto sobre el ecosistema, subdividido en:
  - Consumo energético
  - Uso de los recursos proporcionados por la naturaleza.
  - Contaminación sobre el planeta.

Tanto para la calidad como las cargas ambientales sobre el edificio, se considera al interior del edificio la eficiencia energética que el mismo presente.

## 2.6 Marco conceptual

El edificio autosustentable con hidro generación está diseñado para ser implantado en zonas del Ecuador donde los servicios básicos no están bien atendidos. El edificio tendrá un sistema de hidro generación que será diseñado de una forma que se aproveche la altura del edificio al máximo.

### 2.6.1 Dotación

Como se va a emplear el agua producida por los habitantes en cada piso se necesita conocer cuántos litros de agua produce cada persona para ello se utilizará la tabla de la NEC.

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350

*Tabla 7: Dotación*

**Fuente:** (NEC, 2018)

Luego se procederá a colocar tanques de almacenamiento para el agua en la parte superior e inferior del edificio.

### 2.6.2 Cisternas

La función que cumple una cisterna es la de almacenar agua con el objetivo de disponer de ella cuándo se lo necesite. Una cisterna es una estructura que sirve para almacenar agua potable, y que la edificación en la que se encuentra pueda utilizarla.

Una de las principales ventajas que presentan, es que, si el sistema de agua deja de funcionar por algún motivo, se dispondrá de agua de la cisterna.

### ¿Cómo funciona una cisterna?

Acumula líquido gracias al sistema de agua potable que tenga cada ciudad, la cisterna se llena por gravedad y posteriormente con una bomba se conduce el agua a cada aparato. (Rotoplas, 2022)

### Diferencias entre cisternas y tanques de agua:

Ambos sistemas sirven para poder almacenar agua, sin embargo, los tanques de agua suelen ubicarse elevados, para suministrar el agua a gravedad. Mientras que, las cisternas generalmente se colocan de forma subterránea o bien a nivel del suelo, y debido a que no cuentan con fuerza necesaria para llegar a donde el agua es requerida, se implementa bombas. (Rotoplas, 2022)

### Tipos y tamaños de cisternas de agua:

- ✓ Cisternas Subterráneas: Por lo general se las suele construir de hormigón, a pesar de que estas puedan sufrir fisuras ante un evento sísmico. Otra opción es enterrar una cisterna prefabricada.
- ✓ Cisternas a nivel del suelo: Se las suele diseñar de metal, concreto, o distintos tipos de plásticos.

Sin embargo, actualmente existe un mayor mercado para cisternas de plástico, independientemente de si son subterráneas o están a nivel del suelo, debido a que hay una gran variedad de medidas, son menos susceptibles a los fallos, fáciles de limpiar y económicamente son más accesibles. (Rotoplas, 2022)

### Dimensiones de una cisterna:

Principalmente el cálculo de las dimensiones depende del número de personas que habiten la vivienda en donde se colocará la cisterna. Por otro lado, existen otros aspectos que deben considerarse para el cálculo de las dimensiones:

- ✓ El volumen interno de la cisterna va a depender del gasto de agua por persona por día.
- ✓ Es necesario tener una reserva de agua.

- ✓ Para poder tener el control de que la cisterna no se llene más de su límite se debe utilizar una bomba de flotador.(NEC, Capítulo 16, 2011)

### **2.6.3 Bombas**

Como se desea reutilizar el agua en un circuito, se necesitará de bombas que suban el agua hacia el tanque superior de agua y luego vuelva a bajar para que se produzca energía y se repita el mismo ciclo.

#### **2.6.3.1 Definición de bomba**

Las bombas son herramientas que permiten transformar energía mecánica en energía hidráulica a través del líquido que circule en ella. Sobre los tipos existentes, tenemos:

#### **2.6.3.2 Tipos de bombas**

##### **Bomba Centrífuga**

Es una clase de bomba que tiene una forma espiral con una rotación horizontal abierta o cerrada, el agua entre de forma frontal y de la misma forma sale de forma frontal hacia su respectivo destino. Puede ser a combustión o también puede ser eléctrica

##### **Bombas rotativas**

Es un tipo de bombas que tienen un desplazamiento en sentido positivo y rotatorio. Los componentes de la bomba generan presión reducida con el objetivo de que la presión externa provoque que el agua ingrese a la bomba y después de ser rotado el agua sale de la bomba. (Ávila, 2013)

### **2.6.4 Mini Turbinas**

Son turbinas que generan cantidades pequeñas de energía 50kw aproximadamente, estas turbinas están diseñadas para generar energía con menores cantidades de caudal y altura por lo que son ideales para el sistema planteado en nuestro proyecto.

Se Utilizarán microturbinas de la marca Power Turbines estas turbinas son capaces de producir desde 3 hasta 100kw con cantidades de caudal y altura bajas en los modelos de Microbat. (Powerturbines, 2020).

### **3 Alcance**

El tema elegido tiene como finalidad realizar el diseño técnico y económico de un edificio autosustentable aplicando hidro generación, el cual generará beneficios para las personas que habiten el mismo, ya que permitirá la obtención de energía a través de la hidro generación de electricidad con una turbina.

En el desarrollo de este sistema, se verán involucrados las personas que vivan en dicho edificio, ya que serán totalmente beneficiados debido a sistema. Este procedimiento puede ser de gran ventaja principalmente en sectores donde existan problemas de alcantarillado y electricidad, como puede ser en varios lugares del Ecuador.

Con esto lo se busca es optimizar el sistema de electricidad que manejamos, y una excelente forma sería a través de dicho sistema en un edificio de altura considerable.

### **4 Hipótesis**

Ya que lo que se demanda con el proyecto es optimizar y mejorar la forma en que un edificio va a recibir electricidad, hemos decidido plantear la siguiente hipótesis:

El sistema elegido permitirá a un edificio beneficiarse de una turbina, las cuales serán ubicadas en distintos pisos de la estructura, la cual producirá energía suficiente para el uso luces, aparatos electrónicos y electrodomésticos, evitando así la necesidad de un sistema de electricidad.

## **5 CAPÍTULO III: Diseño del edificio “Le paysage” por hidro generación.**

### **5.1 Información general del edificio.**

#### **Ubicación:**

**Provincia:** Pichincha

**Cantón:** Quito

**Parroquia:** Conocoto

**Sector:** Puente 5, calle Miguel de Santiago.

#### **Linderos:**

**Norte:** Con el lote doscientos treinta y nueve en 35.00 m. Rumbo. S 78°4' E

**Sur:** Con el lote doscientos cuarenta y uno en 35.00 m Rumbo. N 78°4' W

**Este:** Con el lote doscientos veinte y tres en 18.70 m Rbo. S 12°57'30" W

**Oeste:** Con la calle Miguel de Santiago en 8.49m de ancho en 18.70 m Rbo. N 12°57'32" E.

**Coordenadas:**

**P01:** 778962,61;9969706,00

**P02:** 500723,62;9969701,94

**P03:** 500719,43;9969683,72

**P04:** 500685,19;9969690,95

**DATUM:** WGS-84 TM QUITO

DATOS TOMADOS CON GPS

**Área del terreno:** 654,38 m<sup>2</sup>

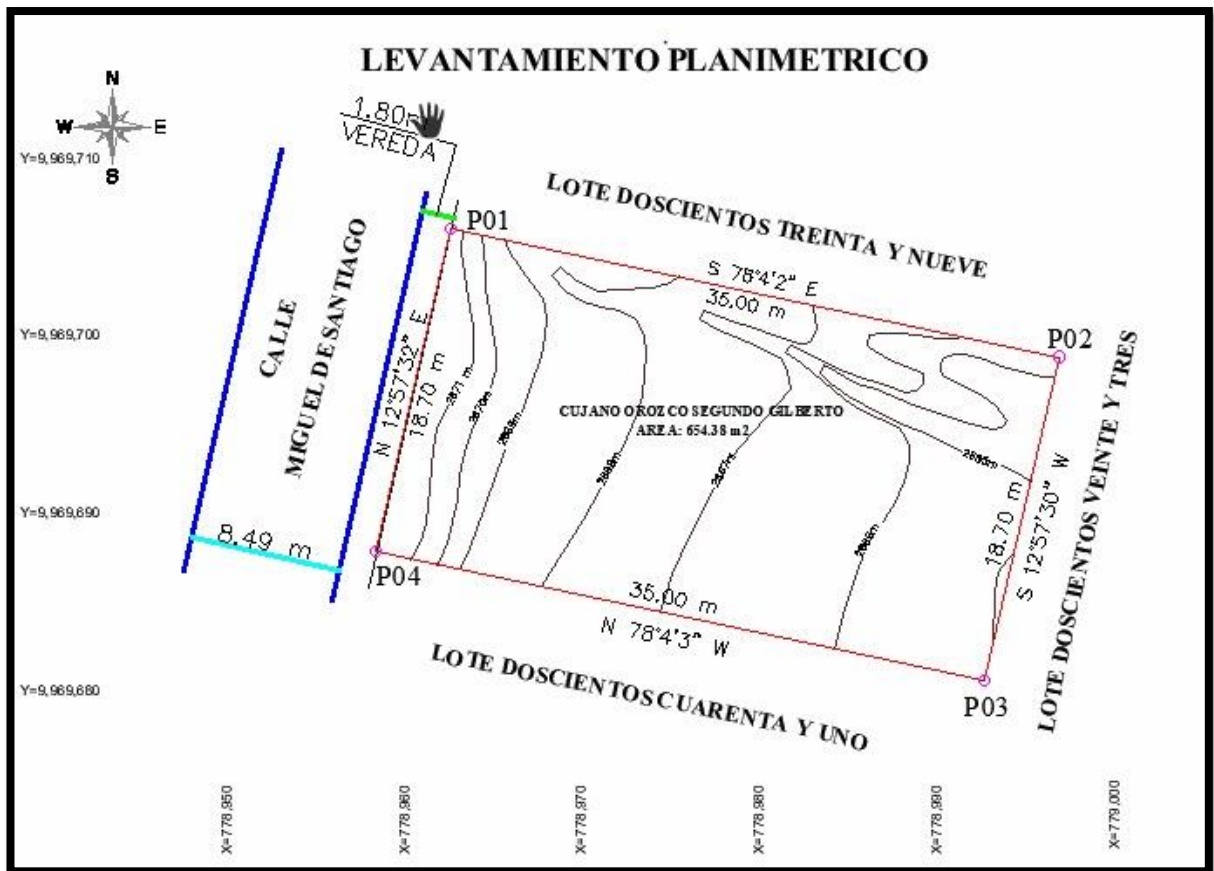


Figura 18: Levantamiento planimétrico

Elaborado por: Arq. Johan Pérez

**5.2 Propuesta del proyecto.**

Para la propuesta del edificio como punto de partida se realizará un análisis para la implementación del proyecto, se utilizará un diseño arquitectónico acorde a la modernidad de la tecnología de este.

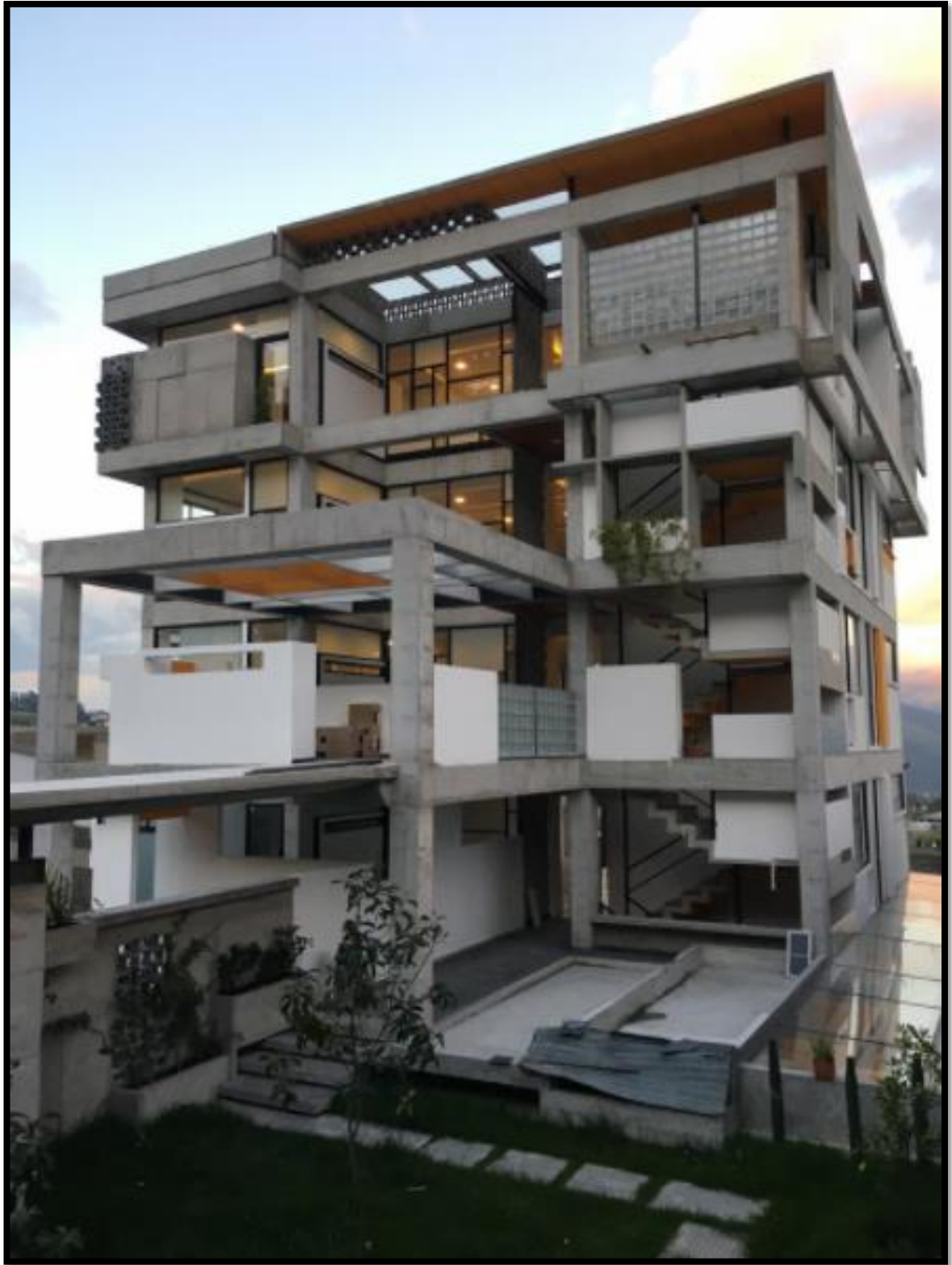
Lo que se pretende exponer para un edificio convencional, es la instauración de un sistema el cual estará basado en la hidro generación, con el objetivo principal de producir energía limpia y suficiente para que sea posible abastecer a la mayor parte de los sectores del edificio. Lo que demostrará una nueva alternativa viable y auto sustentable, con respecto al sistema tradicional. Con el diseño del edificio terminado se dará una simulación de la certificación EDGE lo que permitirá obtener una calificación a nuestro proyecto y compararla con el edificio convencional. Para esto se realizará una visita de campo con el objetivo de recopilar la información necesaria.

Finalmente se realizará un estudio económico que justifique y genere interés en las personas con el proyecto y se darán los resultados finales.

### **5.3 Descripción del diseño moderno arquitectónico del edificio**

El modelo del edificio en el cual se trabajará cuenta con las siguientes características:

El número de departamentos es de 4, lo cual se puede aseverar en la figura 4 y 5, correspondientemente.



*Figura 19: Evidencia edificio Le Paysaje*

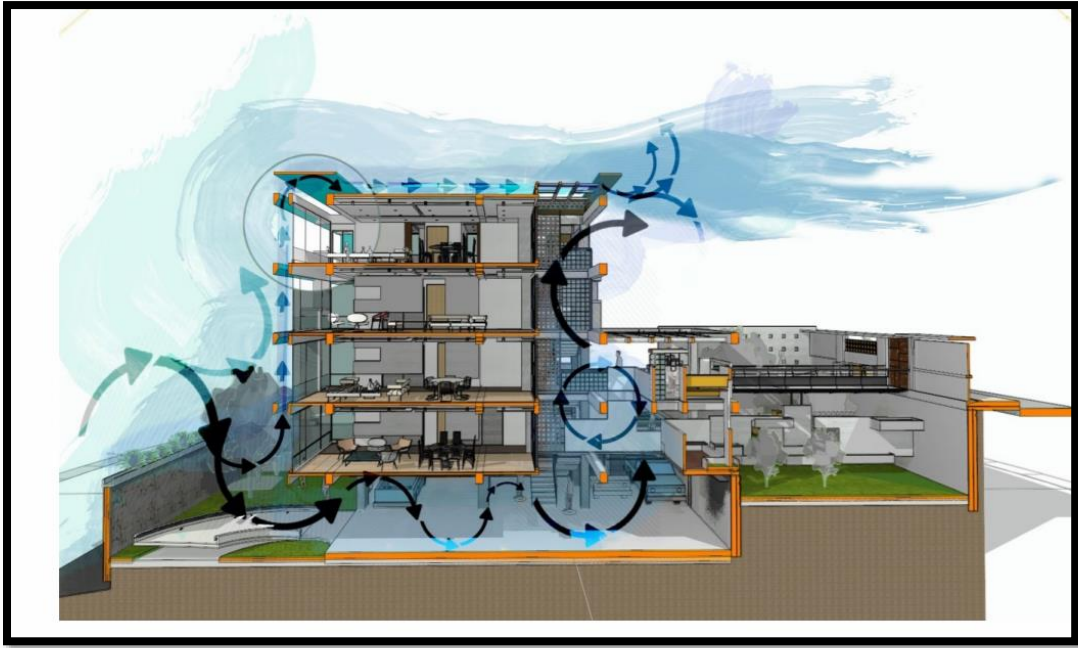


Figura 20: Departamentos edificio Le Paysaje

**Elaborado por:** Arq. Johan Pérez

- ✓ En promedio cada departamento cuenta con un área de 119 m<sup>2</sup>, dentro de lo cual está considerado: tres baños, dos dormitorios sencillos, dormitorio master, cocina, área de lavado y secado, área de sala. Verificable en las siguientes figuras:

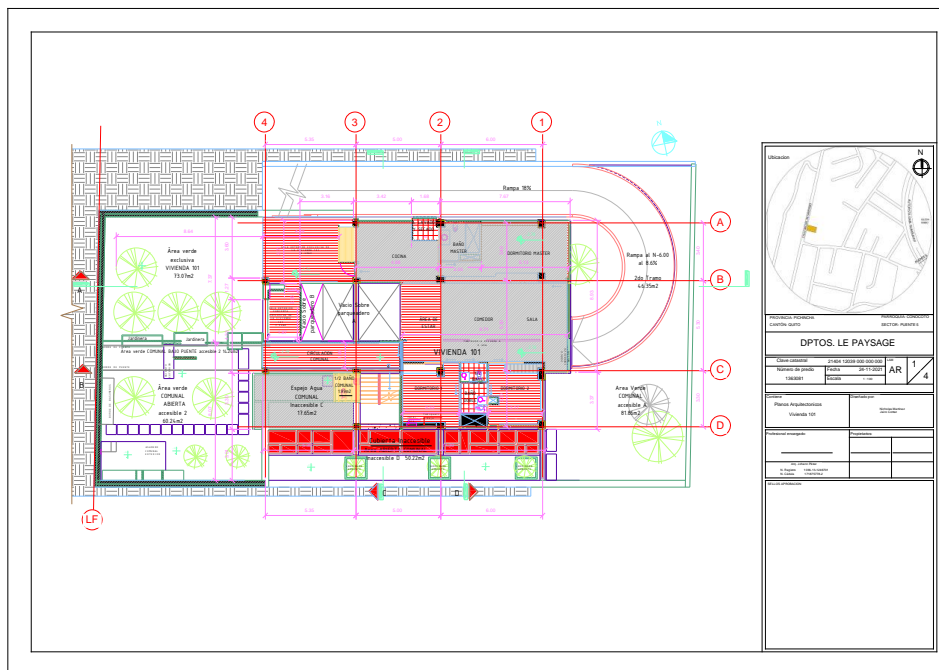


Figura 21: Área departamento 1

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

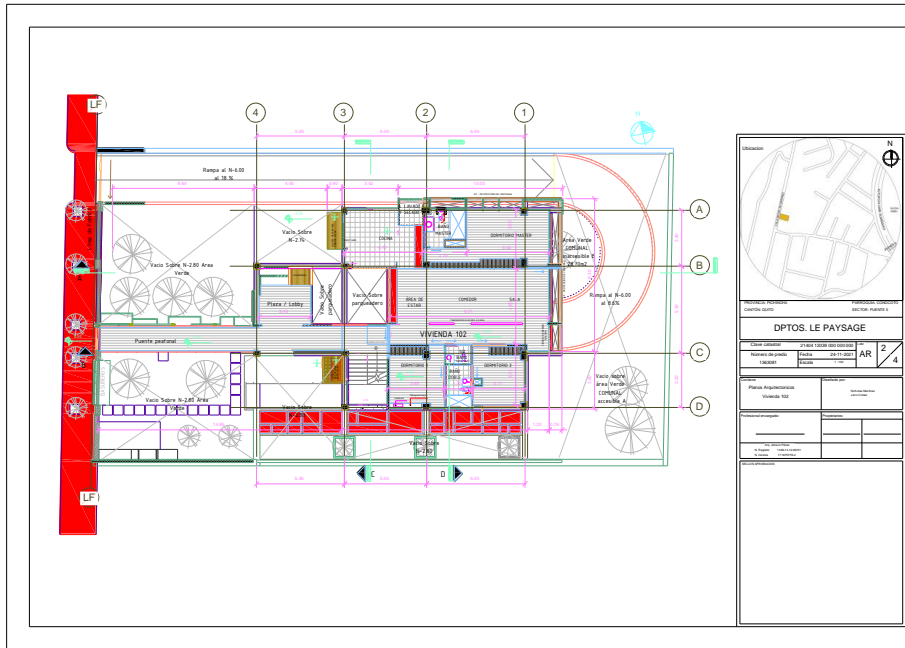


Figura 22: Área departamento 2

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

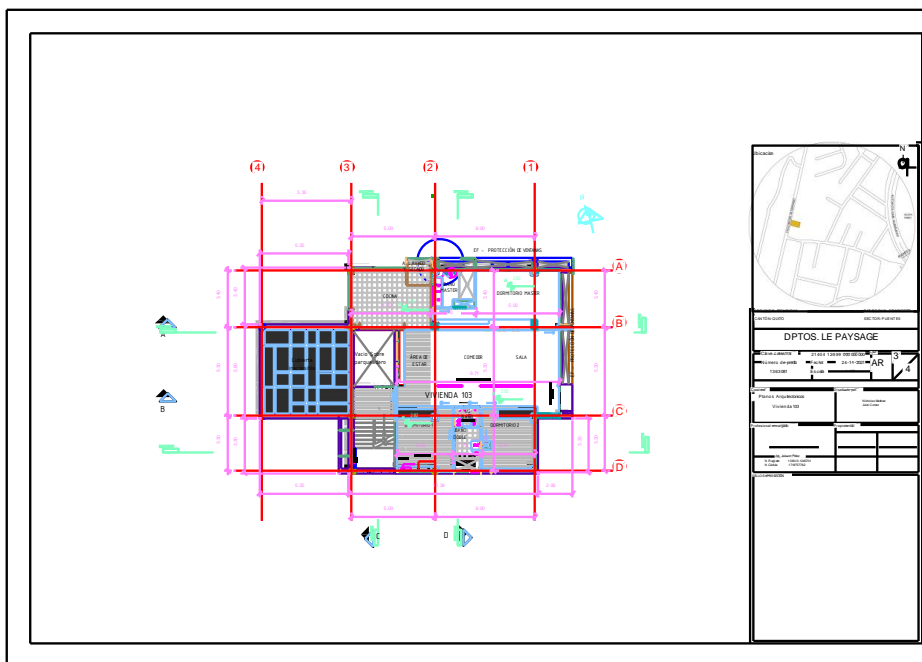


Figura 23: Área departamento 3

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

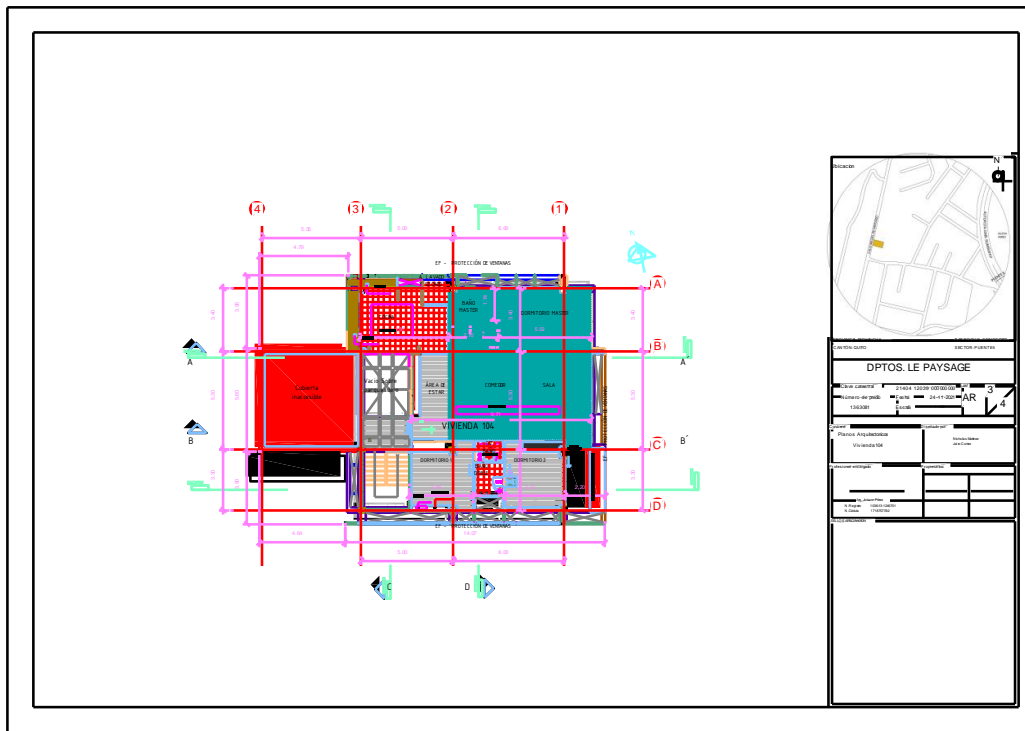


Figura 24: Área departamento 4

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

- ✓ El proyecto posee 5 pisos, lo cual comprende: Dos subsuelos, planta baja, primer y segundo piso, como se ve en las siguientes imágenes:



Figura 25: Número de pisos del proyecto

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

- ✓ El proyecto cuenta con áreas verdes en el nivel -2,80m de aproximadamente 240m<sup>2</sup>.

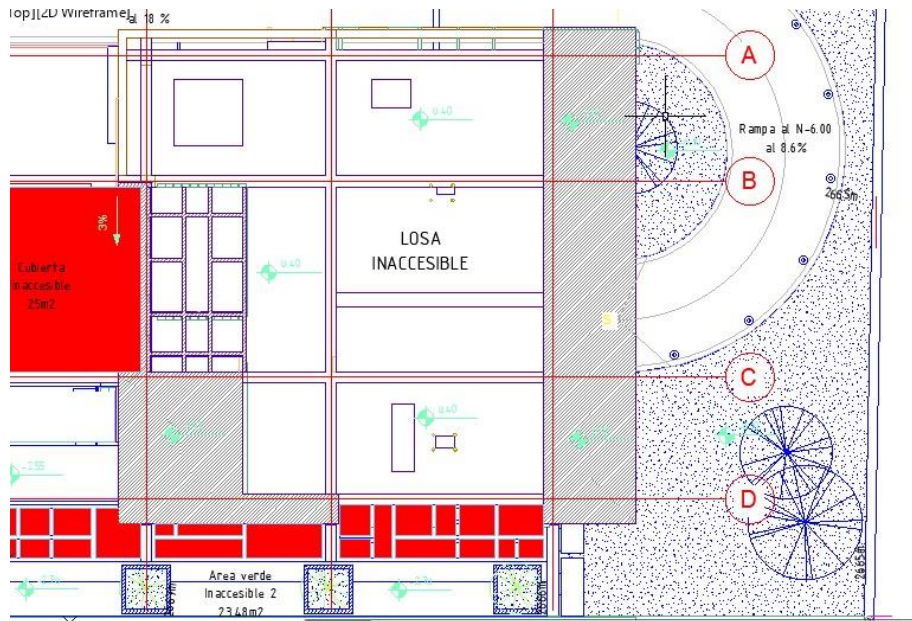


Figura 26: Área verde 1

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

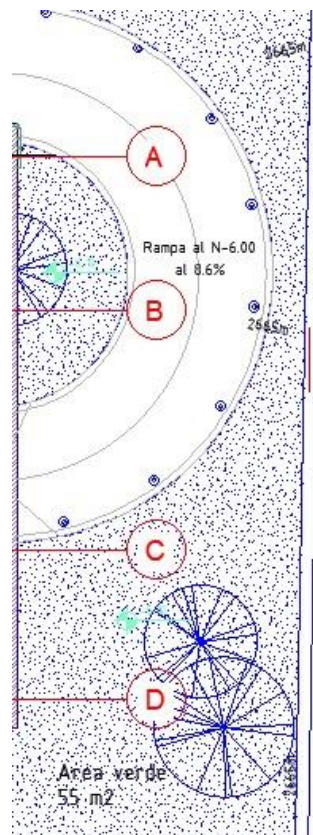


Figura 27: Área verde 2

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

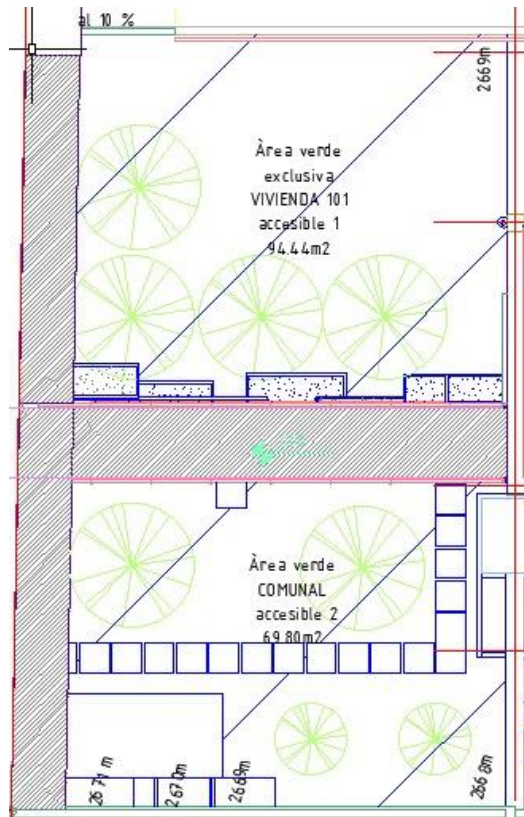


Figura 28: Área verde 3 y 4

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

- ✓ El edificio cuenta con un nivel destinado para parqueaderos de aproximadamente 61,74m<sup>2</sup> para circulación vehicular y parqueaderos.

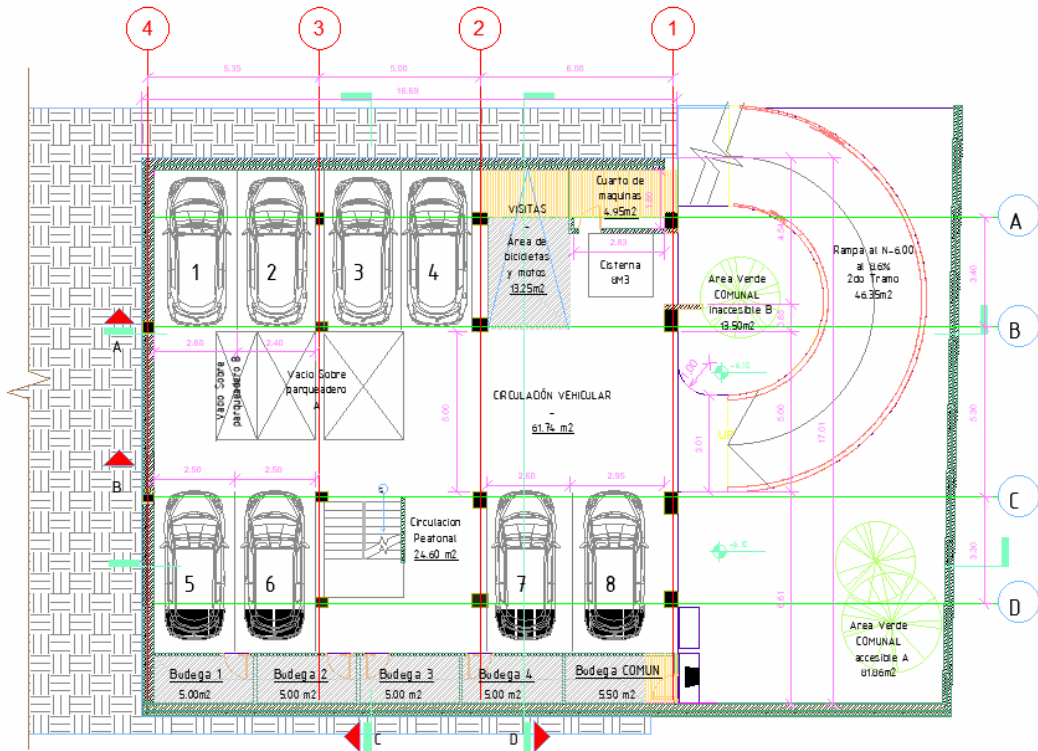


Figura 29: Área parqueaderos

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

- ✓ El edificio posee un puente peatonal de aproximadamente de 10m de longitud.

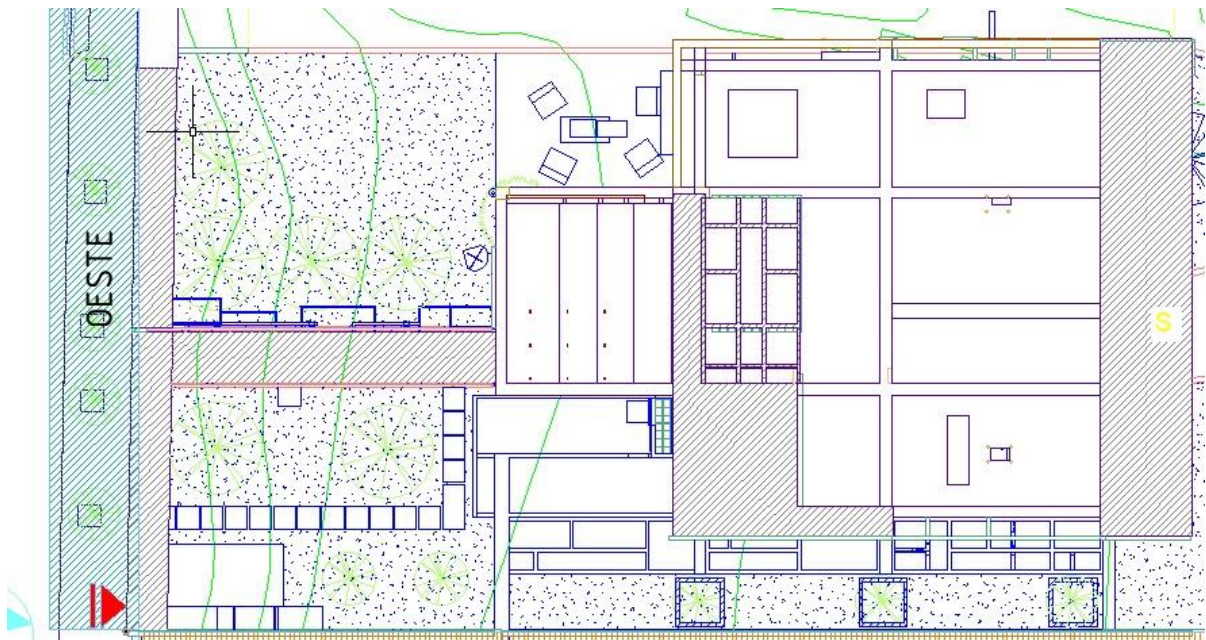


Figura 30: Vista en planta puente peatonal de ingreso

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez



Figura 31: Vista en elevación del puente peatonal de ingreso

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez



Figura 32: Fotografía puente peatonal de ingreso

- ✓ Cuenta con una rampa de pendiente de  $-8.6\%$  para ingreso a los parqueaderos, como se puede observar en la figura

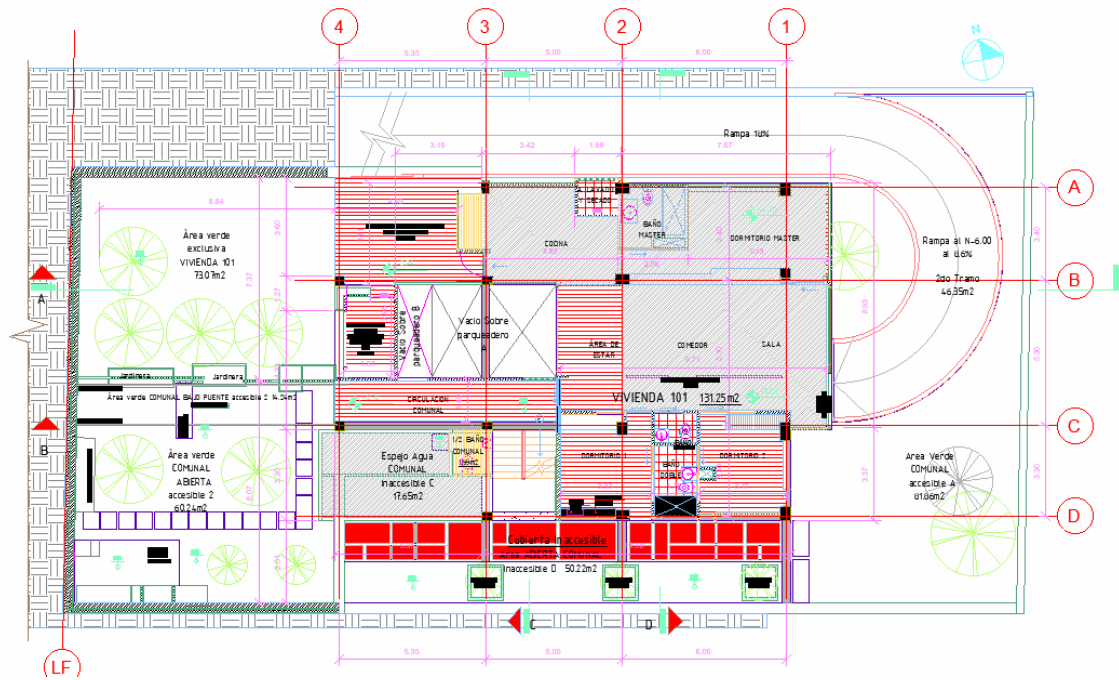


Figura 33: Rampa de ingreso a parqueaderos

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

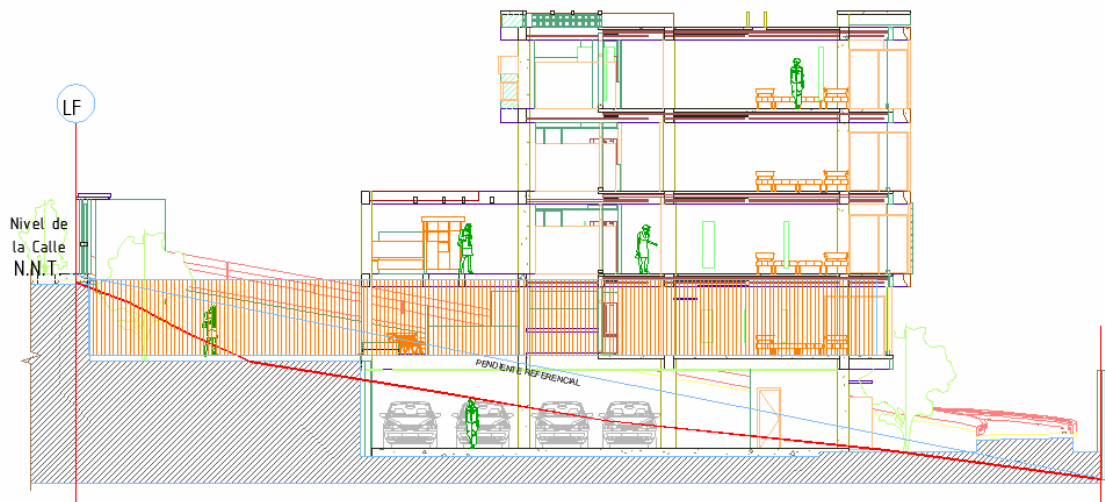


Figura 34: Rampa de ingreso a parqueaderos en corte

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

- ✓ Cuenta con un lobby.

## 5.4 Cálculo de disponibilidad de caudal del edificio

Utilizando los planos arquitectónicos, sanitarios e hidráulicos se desarrolló el cálculo de disponibilidad de caudal, que se observa en los cuadros a continuación.

Disponibilidad de caudal por piso				CAUDAL	
NIVEL	Aparatos	Cantidad	Caudal instantáneo mínimo NEC (L/s)	L/s	M <sup>3</sup> /SEG
SUBSUELO 2	Grifo para manguera	4	0,2	0,8	0,0008
	TOTAL			0,8	0,0008
SUBSUELO 1	Grifo para manguera	3	0,2	0,6	0,0006
	Máquina de lavar ropa	1	0,2	0,2	0,0002
	Fregadero cocina	1	0,2	0,2	0,0002
	Lavabo	4	0,1	0,4	0,0004
	Calentadores	2	0,3	0,6	0,0006
	Hidromasaje Domésticos	1	1	1	0,0010
	Bañera/Tina	1	0,3	0,3	0,0003
	Ducha	2	0,2	0,4	0,0004
	Inodoro con deposito	3	0,1	0,3	0,0003
	TOTAL			4	0,0040
Planta Baja	Lavabo	4	0,1	0,4	0,0004
	Fregadero cocina	1	0,2	0,2	0,0002
	Máquina de lavar ropa	1	0,2	0,2	0,0002
	Calentadores	2	0,3	0,6	0,0006
	Hidromasaje Domésticos	1	1	1	0,0010
	Bañera/Tina	1	0,3	0,3	0,0003
	Ducha	2	0,2	0,4	0,0004
	Inodoro con deposito	3	0,1	0,3	0,0003
	TOTAL			3,4	0,0034
Piso 1	Lavabo	4	0,1	0,4	0,0004
	Fregadero cocina	1	0,2	0,2	0,0002
	Máquina de lavar ropa	1	0,2	0,2	0,0002
	Calentadores	2	0,3	0,6	0,0006
	Hidromasaje Domésticos	1	1	1	0,0010
	Bañera/Tina	1	0,3	0,3	0,0003
	Ducha	2	0,2	0,4	0,0004
	Inodoro con deposito	3	0,1	0,3	0,0003
TOTAL			3,4	0,0034	
Piso 2	Lavabo	4	0,1	0,4	0,0004
	Fregadero cocina	1	0,2	0,2	0,0002
	Máquina de lavar ropa	1	0,2	0,2	0,0002
	Calentadores	2	0,3	0,6	0,0006
	Hidromasaje Domésticos	1	1	1	0,0010
	Bañera/Tina	1	0,3	0,3	0,0003
	Ducha	2	0,2	0,4	0,0004
	Inodoro con deposito	3	0,1	0,3	0,0003
TOTAL			3,4	0,0034	

Tabla 8: Cálculo de disponibilidad de caudal

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

Resumen de disponibilidad de caudal		
NIVEL	CAUDAL	
	L/s	M <sup>3</sup> /SEG
SUBSUELO 2	0,8	0,0008
SUBSUELO 1	4	0,0040
PLANTA BAJA	3,4	0,0034
PISO 1	3,4	0,0034
Piso 2	3,4	0,0034
TOTAL	15	0,0150

Tabla 9: Resumen de disponibilidad de Caudal

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

## 5.5 Planteamiento de alternativas

### 5.5.1 Diseño convencional hidrosanitario y eléctrico

Para el diseño convencional hidrosanitario, se considerará una cisterna de entrada la cual servirá para almacenar agua potable y así garantizar la efectividad de los aparatos sanitarios dentro de cada uno de los departamentos, esta tendrá las siguientes dimensiones: 2mx2mx2,3m en la cual la altura de agua será de 2m.

Para la acometida que llegará hasta la cisterna se utilizará tubería de  $\phi 1/2''$ . Para que el agua que se encuentra en la cisterna pueda llegar con suficiente presión a cada departamento se utilizará una bomba de 3HP.

En el subsuelo 2 se contará con tubería de  $\phi 1/2''$  para poder abastecer a las tomas de manguera, con el objetivo de que se pueda lavar vehículos allí.

En el subsuelo 1 ya se cuenta con el primer departamento por lo que se tendrán más elementos por conectar a la tubería, se utilizará tubería de  $\phi 1/2''$  para conectar a tomas de mangueras, inodoros, lavabos, tinas, duchas, área de lavado y tanques eléctricos.

Para la planta baja se utilizará tubería de  $\phi 1/2''$  con la diferencia de que en este piso no existirán tomas para manguera, sin embargo, se tienen los mismos elementos con los que cuenta el departamento del piso anterior, adicionalmente se tendrá una tubería para agua caliente que proviene de los calentadores eléctricos.

Tanto para el piso 1 como para el piso 2 se contará con el mismo esquema de tubería ya que solo se tendrán los departamentos, es decir los elementos de baños y del mismo departamento.

Es importante resaltar que existirán tuberías bajantes las cuales serán de  $\phi 1''$  y estarán encargadas de conducir los desechos provenientes de cada uno de los departamentos hacia el sistema de alcantarillado.

Por otro lado, con respecto al diseño convencional eléctrico, para el subsuelo 2 tendremos solamente puntos de luz debido a que la única función de este espacio será de parqueadero y para poder lavar los vehículos.

Mientras que para el subsuelo 1 contaremos con conexiones eléctricas tanto para puntos de luz como para tomacorriente. Desde la entrada por el puente en su parte baja se tendrá luminaria ojo de buey LED de 5W, antes de ingresar al proyecto existirá una caja de paso, una vez que se ingrese se contará con puntos de luz, tomacorrientes, cajas de paso, reflectores, interruptores, conmutadores, lámparas de emergencia, pulsadores de timbre, sensores de movimiento. Para la planta baja en dónde se encuentra el segundo departamento, a la entrada a través del puente existirán luminaria ojo de buey LED de 5W, se tendrá la respectiva caja de paso, puntos de luz, tomacorriente, reflectores, interruptores, conmutadores, lámpara de emergencia, pulsador de timbre, sensores de movimiento.

Mientras que para el piso 1 y piso 2 se tendrá la misma distribución ya que solo están los departamentos a los cuales se les dará la energía, para esto tendremos: caja de paso, puntos de luz, tomacorriente, reflectores, interruptores, conmutadores, lámpara de emergencia, pulsador de timbre, sensores de movimiento.

Todo el sistema eléctrico del edificio está diseñado para conectarlo a la red principal de energía.

### **5.5.2 Diseño empleando auto hidro generación eléctrica**

#### Alternativa 1

El funcionamiento del sistema de hidro generación funcionará mediante un proceso basado en una cisterna de entrada de  $8\text{m}^3$  ubicada en el subsuelo 2 que estará abastecida con la red municipal a través de la acometida con una tubería de  $\frac{1}{2}$  pulg. El agua almacenada en la cisterna estará conectada a una bomba de 3HP que va a impulsar un caudal de  $0.005\text{ m}^3/\text{s}$  por medio de una tubería de 2 pulg, con la cual se obtiene una velocidad de 1,93 m/s, hacia el embalse ubicado en la terraza del edificio “Le Paysage” previamente diseñado en la tabla 20-22. Una vez que el agua se encuentre en el embalse ubicado en la última planta del edificio a una altura de 15m, el embalse tendrá dos funciones, la primera llevará agua hacia todos los aparatos sanitarios del edificio a gravedad cubriendo la demanda de cada uno de los aparatos sanitarios

del consumidor por medio de una tubería de 1 pulg para llegar a cada piso. La segunda función de dicho tanque de almacenamiento de agua tiene como objetivo suministrar agua a la turbina modelo 10N1 de hidro generación, mediante una conexión con una tubería vertical de 1 ½ pulg que enviará agua en caída libre de 15m hacia la turbina que se encontrará ubicada en el subsuelo 2 en donde toda el agua potable se volverá a depositar en la primera cisterna, repitiendo el proceso obtendremos energía renovable.

Después se recolectará aguas grises para llevarla hacia el tanque Klaro E profesional que va a tratar el agua con el objetivo de ser utilizada para el sistema riego por aspersión y goteo, y para las dos tomas de agua ubicadas en el subsuelo 2 destinada a lavar los vehículos.

### Alternativa 2

Para esta opción se ha decidido aprovechar la presión con la cual el agua potable llega desde la red municipal, ya que en un diseño convencional esta presión se perdía al almacenar el agua potable en la cisterna de entrada de 8m<sup>3</sup>, en base a mediciones diarias durante una semana de la presión existente en la acometida, podemos asegurar que esta está en un rango de 25mca a 30mca. Para que la propuesta funcione de forma óptima será necesario tener una tubería de acometida de diámetro 1 pulg, con lo cual se debe realizar un trámite de aumento de diámetro de acometida dirigido a la empresa de agua potable. La esencia de esta alternativa es hacer que la presión y caudal con la que llega desde la acometida se encargue de dar el funcionamiento al rodete de la turbina, la cual cuenta con un generador integrado, con el cual posteriormente se generará energía la cual será almacenada en baterías de plomo ácido de 24V – 150Ah, además de la turbina se contará con un cuadro de control para la turbina y un regulador de carga el cual dejará de enviar energía a las baterías cuando estas se encuentren en su máxima capacidad. Por otro lado, si existe demanda será necesario que el agua potable pase a través de la turbina para poder llegar a la cisterna de entrada, esto no implicaría ningún problema, ya que gracias al regulador de carga y el control de la turbina, el rodete seguirá girando, pero no estará generando energía. Para esta situación existe una válvula opcional que sirve para cortar y dar paso de agua hacia la turbina, sin embargo, se ha considerado como no necesaria, ya que la turbina requerirá su primer mantenimiento a los 5 años. Un punto a resaltar es que una vez que el agua pasa a través de la turbina esta pierde gran parte de su presión, sin embargo, no es un problema, ya que llegaría fácilmente hacia la cisterna de entrada.

Adicionalmente contaremos con una válvula de flotador diferencial, la cual permitirá configurar el ingreso de agua hacia la cisterna, para que cierre el paso de agua cuando la cisterna haya alcanzado los 8 m3, y se abra cuando esta contenga 4 m3. Debido a requerimiento de los bomberos, es necesario contar con un volumen en caso de incendio.

## **DEMANDAS:**

### DEMANDA 1:

Para esta opción se cubrirá la demanda generada por parte de los focos comunitarios, es decir, los que se encuentran en áreas verdes y comunales. En este caso tendremos luminaria LED y puntos de iluminación, como se describe a continuación:

DEMANDA 1						
	Descripción	Número	Watts	Tiempo de uso (horas al día)	Consumo (W/día)	Consumo (kW/mes)
Focos comunitarios	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	4	5	4	80	2,4
	LED PANELES START	7	3	2	42	1,26
TOTAL					122	3,66
RESUMEN						
					Watts/Día	kW/día
TOTAL EDIFICIO					122	0,122

Tabla 10: Demanda 1

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

### DEMANDA 2:

Como segunda opción se planteó cubrir lo requerido por la demanda número uno más lo requerido por los solenoides que se ocuparán para automatizar el sistema de riego. Esto implicará una mayor demanda, sin embargo, aún es una alternativa viable.

DEMANDA 2						
	Descripción	Número	Watts	Tiempo de uso hora/día	Consumo (W/día)	Consumo (kW/mes)
Focos comunitarios	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V	4	5	4	80	2,4
	LED PANELES START	7	3	2	42	1,26
Sistema riego	Solenoides	3	3	1	9	
TOTAL					131	3,66
RESUMEN						
					Watts/Día	kW/día
TOTAL EDIFICIO					131	0,131

Tabla 11: Demanda 2

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

### DEMANDA 3:

Por último, como demanda número tres se tendrán focos comunitarios más focos de los departamentos, lo cual significará una gran cantidad de energía a ser cubierta.

DEMANDA 3						
	Descripción	Número	Watts	Tiempo de uso hora/día	Consumo (W/día)	Consumo (kW/mes)
Focos comunitarios	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	4	5	4	80	2,4
	LED PANELES START	7	3	2	42	1,26
Focos Departamentos	Subsuelo 1 Punto de Iluminación 127 V 5 watt	30	9	9	2430	72,9
	Planta Baja Punto de Iluminación 127 V 5 watt	23	9	9	1863	55,89
	Piso 1 Punto de Iluminación 127 V 5 watt	23	9	9	1863	55,89
	Piso 2 Punto de Iluminación 127 V 5 watt	23	9	9	1863	55,89
TOTAL					8141	244,23
RESUMEN						
					Watts/Día	kW/día
TOTAL EDIFICIO					8141	8,14

Tabla 12: Demanda 3

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

### ALTERNATIVA 1 DESARROLLO

A continuación, se observan el cálculo de las pérdidas existentes para la alternativa 1:

DATOS			
		Unidad	Valor de K
Velocidad	1,93	m/s	
Viscosidad dinámica	0,001005	pa*s	
Eficiencia turbina	0,71		
Eficiencia del generador	0,9		
Eficiencia del transformador	1		
g	9,81		
p	998	kg/m3	
Altura bruta	20	m	
Diámetro interior	0,0574	m	
Diámetro Exterior	2"	pulg	
Accesorios	Codos de 90	2	0,9
	Válvula check	1	2,5
	Válvula compuerta	1	0,2
Q	18,6	m3/h	
Q	0,0052	m3/s	

Tabla 13: Datos para cálculo de pérdidas

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

En dónde:

V: Velocidad en [m/s].

U: Viscosidad dinámica del agua [pa\*s].

g: Gravedad.

$\rho$ : Densidad del agua en [kg/m3].

La velocidad fue calculada a través de Hazen - Williams colocando los datos de la bomba y diámetro de la tubería que se señalan en la tabla

#### ✓ Cálculo de altura neta (Hn):

$$H_n = H_t = h_m + h_f$$

Ecuación 6: Altura neta

**Fuente:** (Ávila, 2013)

En dónde:

Hn: Altura neta.

hm: Pérdidas menores (Accesorios).

hf: Pérdidas por fricción a lo largo de la tubería.

$$hm = k \frac{v^2}{2g}$$

*Ecuación 7: Pérdidas menores*

**Fuente:** (Ávila, 2013)

En dónde:

hm: Pérdidas menores (Accesorios).

k: Constante que depende del tipo de accesorio.

v: Velocidad dentro de la tubería en [m/s<sup>2</sup>].

g: Gravedad en [m/s<sup>2</sup>].

$$hf = f \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

*Ecuación 8: Pérdidas por fricción*

**Fuente:** (Ávila, 2013)

En dónde:

hf: Pérdidas por fricción a lo largo de la tubería.

f: Factor de fricción de Darcy Weisbach.

L: Longitud de la tubería en [m].

D: Diámetro de la tubería en [m].

v: Velocidad dentro de la tubería en [m/s<sup>2</sup>].

g: Gravedad en [m/s<sup>2</sup>].

✓ **Cálculo de pérdidas menores:**

$$hm = 2 \left( 0,9 \frac{1,9322^2}{2*9,81} \right) + 2,5 \left( \frac{1,9322^2}{2*9,81} \right) + 0,2 \left( \frac{1,9322^2}{2*9,81} \right)$$

$$hm = 0,856300479$$

✓ **Cálculo de pérdidas por fricción:**

$$f = \frac{1,325}{\left( -\ln \left( \frac{e}{3,7 * D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right)^2}$$

*Ecuación 9: Fator "F"*

**Fuente:** (Ávila, 2013)

En dónde:

e: Rugosidad absoluta del material con el que se está trabajando.

D: Diámetro de la tubería.

Re: Número de Reynolds.

✓ **Obtención del número de Reynolds:**

$$Re = \frac{V * D * \rho}{\mu}$$

$$Re = 110136,8649$$

*Ecuación 10: Reynolds*

**Fuente:** (Ávila, 2013)

En dónde:

Re: Número de Reynolds.

V: Velocidad dentro de la tubería en [m/s].

D: Diámetro de la tubería.

$\rho$ : Densidad del agua en [kg/m<sup>3</sup>].

**Para esto Reynolds nos indica que:**

Si  $Re > 4000$ ; Se tendrá flujo turbulento, mientras que:

Si  $Re < 2000$ ; Se tendrá flujo laminar.

Ya que  $Re > 4000$  vamos a tener flujo turbulento, utilizaremos la siguiente ecuación para determinar el valor de “f”.

✓ **Cálculo del factor de fricción:**

$$f = \frac{1,325}{\left(-\ln\left(\frac{e}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)\right)^2} = 0,017669723$$

✓ **Obtención de pérdidas por fricción:**

$$hf = f \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} = 1,171551849 \text{ m}$$

✓ **Obtención de pérdidas:**

$$H_t = h_m + hf = 2,027852328 \text{ m}$$

✓ **Cálculo de altura neta (Altura bruta – Pérdidas):**

$$H_n = h_b - \Delta h ; \Delta h = H_t$$

$$H_n = 17,972147$$

A continuación, se observan las tablas correspondientes a cada una de las demandas, con las horas en las que requerirá mayor cantidad de energía:

DEMANDA 1							
Horario	Aparatos	Watts	Cantidad	Consumo W	Consumo Total W	Q gen m3/s	
0:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
1:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
2:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
3:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
4:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
5:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
6:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
7:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
8:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
9:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
10:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
11:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
12:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
13:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
14:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
15:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
16:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
17:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
18:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
19:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
20:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
21:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
22:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
23:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			

Tabla 14: Caudal de generación - Demanda 1

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

DEMANDA 2							
Horario	Aparatos	Watts	Cantidad	Consumo W	Consumo Total W	Q gen m3/s	
0:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
1:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
2:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
3:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
4:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
5:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
6:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	750	0,006670538	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
	Bomba de riego	750	1	750			
7:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	750	0,006670538	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
	Bomba de riego	750	1	750			
8:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
9:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
10:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
11:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
12:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
13:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
14:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
15:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
16:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	0	0	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
17:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65		12	0	750	0,006670538	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt		13	0			
	Bomba de riego	750	1	750			
18:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
19:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
20:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
21:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
22:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			
23:00	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V, protección IP65	5	12	60	177	0,001574247	
	Punto de iluminación 127 V 5 watt	9	13	117			

Tabla 15: Caudal de generación - Demanda 2

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez



Tabla 16: Caudal de generación - Demanda 3

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

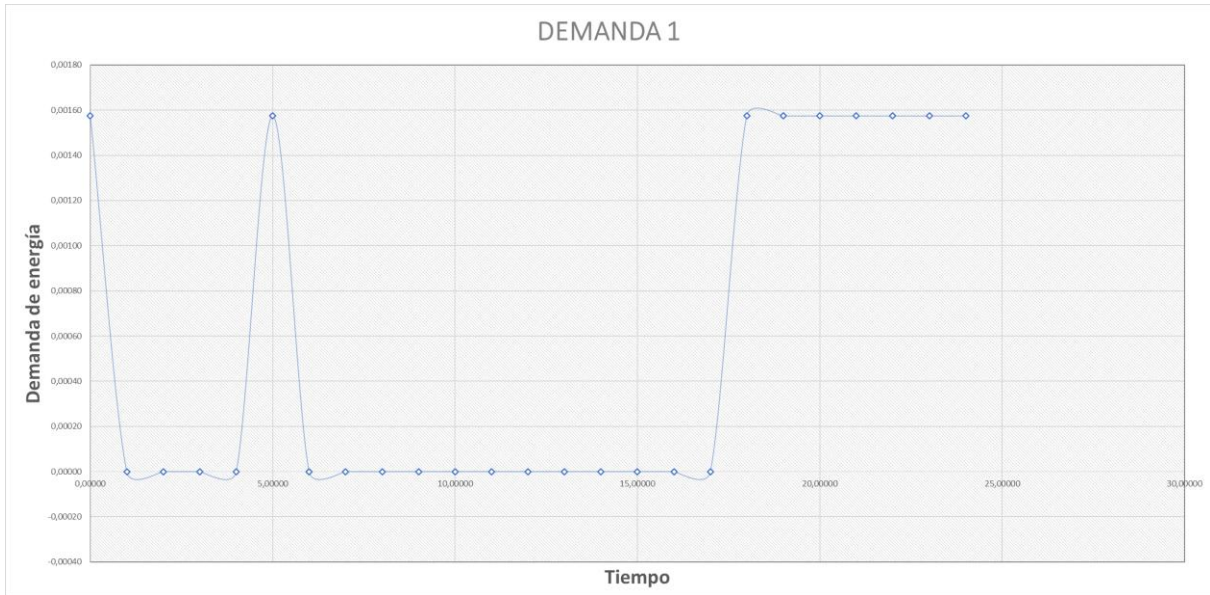


Figura 35: Curva demanda 1

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

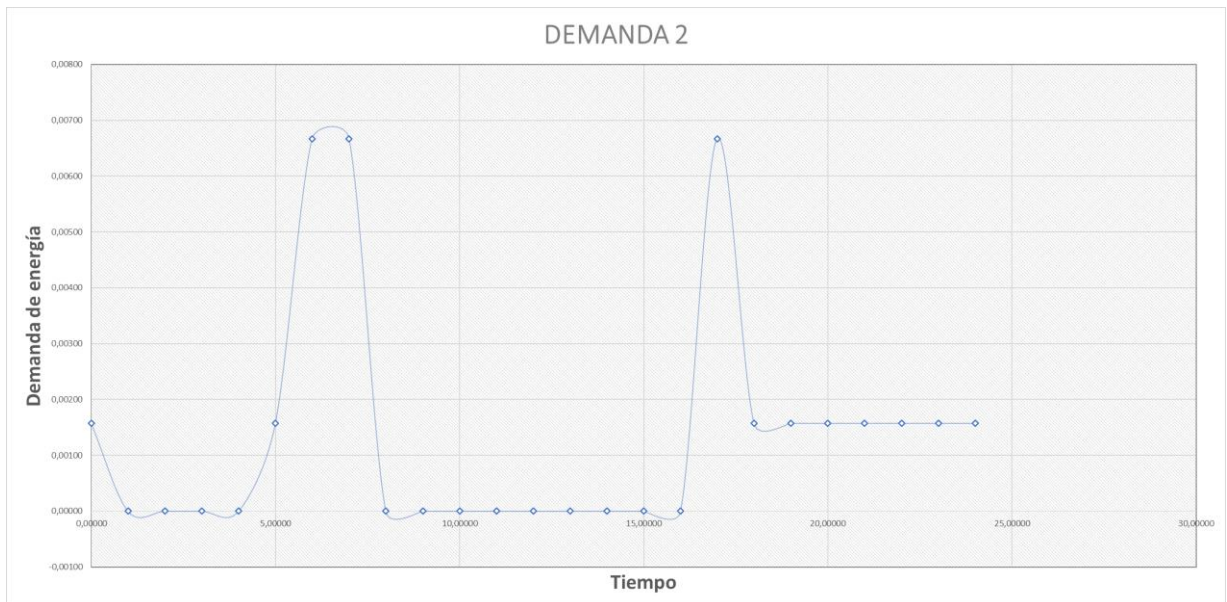


Figura 36: Curva demanda 2

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

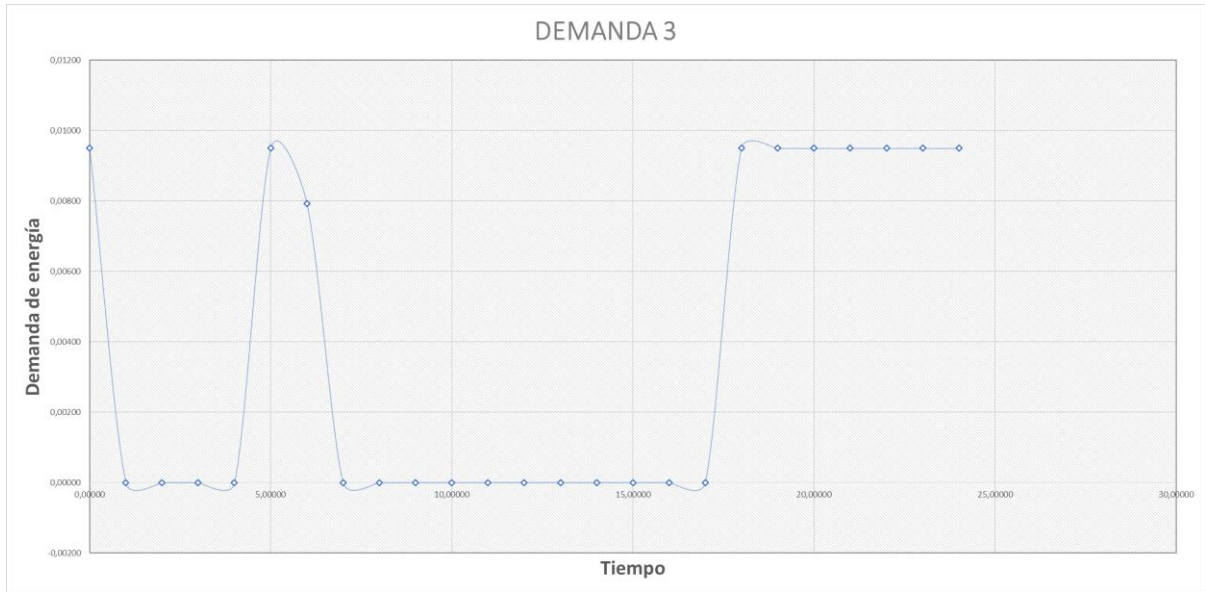


Figura 37: Curva demanda 3

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

En la siguiente tabla, se observa el caudal requerido por los aparatos sanitarios para su correcto funcionamiento.

Caudal de aparatos sanitarios							
Horario	Aparatos	Caudal instantáneo máximo (litros/s)	Cantidad	Caudales L/s	m³/s	Suma en L/s	Suma en m³/s
0000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
1000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
2000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
3000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
4000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
5000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
6000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	6.4	0.0064
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
	Bañera/Tiña	0.3	4	1.2	0.0012		
	Calentador Calentador	0.3	8	2.4	0.0024		
	Ducha	0.2	4	0.8	0.0008		
7000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	6.4	0.0064
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
	Ducha	0.2	4	0.8	0.0008		
	Bañera/Tiña	0.3	4	1.2	0.0012		
	Calentador Calentador	0.3	8	2.4	0.0024		
8000	Fregadero de cocina	0.2	4	0.8	0.0008	2.4	0.0024
	Máquina de lavar ropa	0.2	4	0.8	0.0008		
	Máquina de lavar vajilla	0.2	4	0.8	0.0008		
9000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	5.2	0.0052
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
	Calentador Calentador	0.3	8	2.4	0.0024		
	Ducha	0.2	4	0.8	0.0008		
10000	Ducha	0.2	8	0.8	0.0008	3.2	0.0032
	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012		
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
	Grifo de manopla	0.2	2	0.4	0.0004		
11000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
12000	Fregadero de cocina	0.2	4	0.8	0.0008	2.8	0.0028
	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012		
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
13000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
14000	Fregadero de cocina	0.2	4	0.8	0.0008	2.8	0.0028
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012		
15000	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008	2	0.002
	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012		
16000	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008	2	0.002
	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012		
17000	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008	2	0.002
	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012		
18000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	6.4	0.0064
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
	Ducha	0.2	4	0.8	0.0008		
	Bañera/Tiña	0.3	4	1.2	0.0012		
	Calentador Calentador	0.3	8	2.4	0.0024		
19000	Fregadero de cocina	0.2	4	0.8	0.0008	8	0.008
	Máquina de lavar vajilla	0.2	4	0.8	0.0008		
	Bañera/Tiña	0.3	4	1.2	0.0012		
	Ducha	0.2	4	0.8	0.0008		
	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012		
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
	Calentador Calentador	0.3	8	2.4	0.0024		
20000	Bañera/Tiña	0.3	4	1.2	0.0012	6.4	0.0064
	Calentador Calentador	0.3	8	2.4	0.0024		
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
	Ducha	0.2	4	0.8	0.0008		
21000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
22000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
23000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		
0000	Lavabo	0.1	12	1.2	0.0012	2	0.002
	Inodoro con depósito	0.1	8	0.8	0.0008		

Tabla 17: Caudal de aparatos sanitarios

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

**DEMANDA 1:**

HORA	DIF HORAS	CAUDAL INGRESO		CAUDAL SALIDA				EMBALSE [m³]
		Q.de ingreso (Red) [m³/s]	Vol. Ingresa [m³]	Q Demanda 1 [m³/s]	Q aparatos sanitarios [m³/s]	Q Salida [m³/s]	Vol Salida [m³]	
0,00000		0,00500		0,00157	0,00200	0,00357		0,00000
	1,00000		18,00000				10,03364	
1,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200		7,96636
	1,00000		18,00000				7,20000	
2,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200		18,76636
	1,00000		18,00000				7,20000	
3,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200		29,56636
	1,00000		18,00000				7,20000	
4,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200		40,36636
	1,00000		18,00000				10,03364	
5,00000		0,00500		0,00157	0,00200	0,00357		48,33271
	1,00000		18,00000				17,95364	
6,00000		0,00500		0,00000	0,00640	0,00640		48,37907
	1,00000		18,00000				23,04000	
7,00000		0,00500		0,00000	0,00640	0,00640		43,33907
	1,00000		18,00000				15,84000	
8,00000		0,00500		0,00000	0,00240	0,00240		45,49907
	1,00000		18,00000				13,68000	
9,00000		0,00500		0,00000	0,00520	0,00520		49,81907
	1,00000		18,00000				15,12000	
10,00000		0,00500		0,00000	0,00320	0,00320		52,69907
	1,00000		18,00000				9,36000	
11,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200		61,33907
	1,00000		18,00000				8,64000	
12,00000		0,00500		0,00000	0,00280	0,00280		70,69907
	1,00000		18,00000				8,64000	
13,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200		80,05907
	1,00000		18,00000				8,64000	
14,00000		0,00500		0,00000	0,00280	0,00280		89,41907
	1,00000		18,00000				8,64000	
15,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200		98,77907
	1,00000		18,00000				7,20000	
16,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200		109,57907
	1,00000		18,00000				7,20000	
17,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200		120,37907
	1,00000		18,00000				17,95364	
18,00000		0,00500		0,00157	0,00640	0,00797		120,42542
	1,00000		18,00000				31,58729	
19,00000		0,00500		0,00157	0,00800	0,00957		106,83813
	1,00000		18,00000				31,58729	
20,00000		0,00500		0,00157	0,00640	0,00797		93,25084
	1,00000		18,00000				20,78729	
21,00000		0,00500		0,00157	0,00200	0,00357		90,46355
	1,00000		18,00000				12,86729	
22,00000		0,00500		0,00157	0,00200	0,00357		95,59626
	1,00000		18,00000				12,86729	
23,00000		0,00500		0,00157	0,00200	0,00357		100,72897
	1,00000		18,00000				12,86729	
24,00000		0,00500		0,00157	0,00200	0,00357		105,86169
SUMATORIA	24,00000		432,00000				326,13831	120,42542

Tabla 18: Alternativa 1 - Demanda 1

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

## DEMANDA 2:

HORA	DIF HORAS	CAUDAL INGRESO		CAUDAL SALIDA			VOL EMBALSE [m3]	
		Q de ingreso (Red) [m3/s]	Vol. Ingresos [m3]	Q Demanda 2 [m3/s]	Q aparatos sanitarios [m3/s]	Q Salida [m3/s]		Vol Salida [m3]
0,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00157	0,00200	0,00357	10,03364	0,00000
1,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00200	0,00200	7,20000	7,96636
2,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00200	0,00200	7,20000	18,76636
3,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00200	0,00200	7,20000	29,56636
4,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00200	0,00200	7,20000	40,36636
5,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00157	0,00200	0,00357	10,03364	48,33271
6,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00667	0,00640	0,01307	29,96061	36,37210
7,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00667	0,00640	0,01307	47,05394	7,31816
8,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00240	0,00240	27,84697	-2,52881
9,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00520	0,00520	13,68000	1,79119
10,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00320	0,00320	15,12000	4,67119
11,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00200	0,00200	9,36000	13,31119
12,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00280	0,00280	8,64000	22,67119
13,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00200	0,00200	8,64000	32,03119
14,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00280	0,00280	8,64000	41,39119
15,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00200	0,00200	8,64000	50,75119
16,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00000	0,00200	0,00200	7,20000	61,55119
17,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00667	0,00200	0,00867	19,20697	60,34422
18,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00157	0,00640	0,00797	29,96061	48,38361
19,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00157	0,00800	0,00957	31,58729	34,79632
20,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00157	0,00640	0,00797	31,58729	21,20903
21,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00157	0,00200	0,00357	20,78729	18,42174
22,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00157	0,00200	0,00357	12,86729	23,55445
23,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00157	0,00200	0,00357	12,86729	28,68716
24,00000	1,00000	0,00500	18,00000	0,00157	0,00200	0,00357	12,86729	33,81987
SUMATORIA	24,00000		432,00000				398,18013	-2,52881

Tabla 19: Alternativa 1 - Demanda 2

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

### DEMANDA 3:

HORA	DIF HORAS	CAUDAL INGRESO		CAUDAL SALIDA			VOL EMBALSE [m3]
		Q de ingreso (Red) [m3/s]	Vol. Ingreso [m3]	Q Demanda 3 [m3/s]	Q aparatos sanitarios [m3/s]	Q Salida [m3/s]	
0,00000		0,00500		0,00950	0,00200	0,01150	0,00000
	1,00000		18,00000				24,29792
1,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200	-6,29792
	1,00000		18,00000				7,20000
2,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200	4,50208
	1,00000		18,00000				7,20000
3,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200	15,30208
	1,00000		18,00000				7,20000
4,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200	26,10208
	1,00000		18,00000				24,29792
5,00000		0,00500		0,00950	0,00200	0,01150	19,80415
	1,00000		18,00000				46,48220
6,00000		0,00500		0,00792	0,00640	0,01432	-8,67805
	1,00000		18,00000				37,30428
7,00000		0,00500		0,00000	0,00640	0,00640	-27,98233
	1,00000		18,00000				15,84000
8,00000		0,00500		0,00000	0,00240	0,00240	-25,82233
	1,00000		18,00000				13,68000
9,00000		0,00500		0,00000	0,00520	0,00520	-21,50233
	1,00000		18,00000				15,12000
10,00000		0,00500		0,00000	0,00320	0,00320	-18,62233
	1,00000		18,00000				9,36000
11,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200	-9,98233
	1,00000		18,00000				8,64000
12,00000		0,00500		0,00000	0,00280	0,00280	-0,62233
	1,00000		18,00000				8,64000
13,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200	8,73767
	1,00000		18,00000				8,64000
14,00000		0,00500		0,00000	0,00280	0,00280	18,09767
	1,00000		18,00000				8,64000
15,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200	27,45767
	1,00000		18,00000				7,20000
16,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200	38,25767
	1,00000		18,00000				7,20000
17,00000		0,00500		0,00000	0,00200	0,00200	49,05767
	1,00000		18,00000				32,21792
18,00000		0,00500		0,00950	0,00640	0,01590	34,83975
	1,00000		18,00000				60,11585
19,00000		0,00500		0,00950	0,00800	0,01750	-7,27610
	1,00000		18,00000				60,11585
20,00000		0,00500		0,00950	0,00640	0,01590	-49,39195
	1,00000		18,00000				49,31585
21,00000		0,00500		0,00950	0,00200	0,01150	-80,70779
	1,00000		18,00000				41,39585
22,00000		0,00500		0,00950	0,00200	0,01150	-104,10364
	1,00000		18,00000				41,39585
23,00000		0,00500		0,00950	0,00200	0,01150	-127,49949
	1,00000		18,00000				41,39585
24,00000		0,00500		0,00950	0,00200	0,01150	-150,89534
SUMATORIA	24,00000		432,00000				582,89534
							-150,89534

Tabla 20: Alternativa 1 - Demanda 3

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

### ALTERNATIVA 2 - DESARROLLO

A continuación, se observa el diseño de nuestro sistema de hidro generación:

DATOS		
Dotación	350,0000	l/hab/dia
# Habitantes	5,0000	hab
# Dptos	4,0000	
Dotacion	7000,0000	L/dia
	604800000,0000	L/s
	0,0810	m3/h

Tabla 21: Datos alternativa 2

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

<b>Caudal de ingreso</b>		
Diámetro Tubería	1,0000	pulg
	0,0254	m
Velocidad	2,0000	m/s
Área	0,0005	m <sup>2</sup>
Caudal de ingreso	0,0010	m <sup>3</sup> /s
	1,0134	l/s
	3,6483	m <sup>3</sup> /h

Tabla 22: Datos caudal de ingreso

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

<b>Caudal de Salida</b>		
Q consumo	0,0810	m <sup>3</sup> /h
Q riego	3,0000	m <sup>3</sup> /h
Suma	3,0810	m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal Sobrante</b>		
Q Ingreso	3,6483	m <sup>3</sup> /h
Q Salida	3,0810	m <sup>3</sup> /h
Sobrante	0,5673	m <sup>3</sup> /h

Tabla 23: Datos caudal de salida

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

<b>TURBINA</b>		
Turbina requiere	1,0600	L/s
	3,8160	m <sup>3</sup> /h

Tabla 24: Requerimientos turbina

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

<b>Tiempo de llenado cisterna</b>		
Vol. Ciste	8,0000	m <sup>3</sup>
Q=V/t	2,1928	h

Tabla 25: Tiempo de llenado de la cisterna

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

<b>ENERGÍA GENERADA</b>		
Caudal	1,0600	L/s
Tiempo de trab	2,0000	h
Potencia	97,1000	w
Energía	194,2000	w

Tabla 26: Energía generada

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

En función de las tablas anteriores, conocemos que tendremos una cisterna de entrada de  $8\text{m}^3$  de volumen de agua potable, la cual servirá para cumplir con las necesidades de todos los departamentos y adicionalmente nos permitirá cubrir la demanda de riego para las áreas verdes:

Debido a que nuestra cisterna tiene un tamaño de  $8\text{m}^3$  y el caudal de entrada será de  $3,65\text{ m}^3/\text{h}$  ( $1,01\text{ L/s}$ ). Es fundamental realizar un análisis de la situación de la cisterna ya que el caudal de entrada será variable en función de las horas requeridas para el sistema de riego, a continuación, se detallará lo mencionado anteriormente a través de una tabla semanal.

CALCULO CONSUMO AGUA SEMANAL						
HORAS/DIA	Qingreso	Qsalida	tiempo(h)	Vingreso(m3)	Vsalida(m3)	Vdel reservorio (m3)
<b>LUNES</b>						
1,00		0,06	1,00	0,00	0,06	1,0
2,00	3,65	0,06	1,00	3,65	0,06	4,6
3,00	3,65	0,06	0,95	3,47	0,06	8,0
4,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
5,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
6,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,8
7,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
8,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
9,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,6
10,00		1,06	1,00	0,00	1,06	6,5
11,00		1,06	1,00	0,00	1,06	5,5
12,00		1,06	1,00	0,00	1,06	4,4
13,00	3,65	0,06	1,00	3,65	0,06	8,0
14,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
15,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
16,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,8
17,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
18,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
19,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,6
20,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,6
21,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,5
22,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,4
23,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,4
24,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,3

Tabla 27: Consumo agua potable - lunes

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

MARTES						
1,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,2
2,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,2
3,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,1
4,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,0
5,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,0
6,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,9
7,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,9
8,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,8
9,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,7
10,00		1,06	1,00	0,00	1,06	5,7
11,00		1,06	1,00	0,00	1,06	4,6
12,00		1,06	1,00	0,00	1,06	3,5
13,00	3,65	0,06	1,00	3,65	0,06	7,1
14,00	3,65	0,06	0,25	0,91	0,02	8,0
15,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
16,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
17,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,8
18,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,8
19,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
20,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,6
21,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,6
22,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,5
23,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,4
24,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,4

Tabla 28: Consumo agua potable – martes

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

MIÉRCOLES						
1,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,3
2,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,2
3,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,2
4,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,1
5,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,1
6,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,0
7,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,9
8,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,9
9,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,8
10,00		1,06	1,00	0,00	1,06	5,7
11,00		1,06	1,00	0,00	1,06	4,7
12,00	3,65	1,06	1,00	3,65	1,06	7,3
13,00	3,65	0,06	0,20	0,73	0,01	8,0
14,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
15,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,8
16,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,8
17,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
18,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
19,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,6
20,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,5
20,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,5
20,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,4
20,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,3
20,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,3

Tabla 29: Consumo agua potable – miércoles

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

JUEVES						
1,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,2
2,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,1
3,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,1
4,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,0
5,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,9
6,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,9
7,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,8
8,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,8
9,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,7
10,00		1,06	1,00	0,00	1,06	5,6
11,00		1,06	1,00	0,00	1,06	4,6
12,00	3,65	1,06	1,00	3,65	1,06	7,2
13,00	3,65	0,06	0,25	0,91	0,02	8,0
14,00		0,06	1,00	0,00	0,06	8,0
15,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
16,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
17,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,8
18,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
19,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
20,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,6
21,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,5
22,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,5
23,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,4
24,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,3

Tabla 30: Consumo agua potable – jueves

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

VIERNES						
1,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,3
2,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,2
3,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,2
4,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,1
5,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,0
6,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,0
7,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,9
8,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,8
9,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,8
10,00		1,06	1,00	0,00	1,06	5,7
11,00		1,06	1,00	0,00	1,06	4,6
12,00		1,06	1,00	0,00	1,06	3,6
13,00	3,65	0,06	1,00	3,65	0,06	7,2
14,00	3,65	0,06	0,23	0,84	0,01	8,0
15,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
16,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
17,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,8
18,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
19,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
20,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,6
21,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,5
22,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,5
23,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,4
24,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,3

Tabla 31: Consumo agua potable viernes

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

SÁBADO						
1,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,3
2,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,2
3,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,2
4,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,1
5,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,0
6,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,0
7,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,9
8,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,8
9,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,8
10,00		1,06	1,00	0,00	1,06	5,7
11,00		1,06	1,00	0,00	1,06	4,6
12,00	3,65	1,06	1,00	3,65	1,06	7,2
13,00	3,65	0,06	0,22	0,80	0,01	8,0
14,00		0,06	1,00	0,00	0,06	8,0
15,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
16,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,8
17,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,8
18,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
19,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,6
20,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,6
21,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,5
22,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,4
23,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,4
24,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,3

Tabla 32: Consumo agua potable – sábado

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

DOMINGO						
1,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,2
2,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,2
3,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,1
4,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,1
5,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,0
6,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,9
7,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,9
8,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,8
9,00		0,06	1,00	0,00	0,06	6,7
10,00		1,06	1,00	0,00	1,06	5,7
11,00		1,06	1,00	0,00	1,06	4,6
12,00	3,65	1,06	1,00	3,65	1,06	7,2
13,00	3,65	0,06	0,22	0,80	0,01	8,0
14,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
15,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,9
16,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,8
17,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
18,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,7
19,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,6
20,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,5
21,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,5
23,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,4
23,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,3
24,00		0,06	1,00	0,00	0,06	7,3

Tabla 33: Consumo agua potable - domingo

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

## Cálculo de pérdidas

Pérdidas por accesorios	
$hm = k$	$\frac{v^2}{2g}$

Tabla 34: Pérdidas por accesorios

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

Pérdidas por fricción	
$hf = f \frac{L}{D} \times$	$\frac{v^2}{2g}$

Tabla 35: Pérdidas por fricción

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

Longitud de la tubería hasta la turbina (Sección1)	27,63	m
Longitud de la tubería hasta la cisterna (Sección 2)	26,66	m

Tabla 36: Secciones

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

Seccion 1		Seccion 2	
Accesorios	K	Accesorios	K
Codo de 90		Codo de 90	0,9
Valvula compuerta	10	Valvula compuerta	0,2
Turbina hidrogenacion		turbina hidrogenacion	50
Total	10	Total	51,1
Hm	<b>2,044364747</b>	Hm	<b>10,4467</b>

Fuente: Morris Henry M. Applied Hydraulic in Engineering. John Wiley And Sons

Tabla 37: Cálculo de secciones

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

Cálculo de coeficiente de fricción	
$f = \frac{1,325}{$	$\left( -Ln \left( \frac{e}{3,7 * D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right)^2$

Tabla 38: Coeficiente de fricción

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

<b>Calculo de Reynolds</b>			
$Re = \frac{V * D * P}{u}$		<b>Viscosidad Din.</b>	0,00101 pa*s
		<b>p</b>	998 kg/m <sup>3</sup>
<b>Re=</b>	50515,75978		
turbulento Re >4000			
Laminar Re < 2000			
<b>Flujo turbulento</b>			
<b>Rugosidad absoluta E</b>	PVC	0,0014 mm	
		0,0000014 m	
<b>Calculo factor fricción</b>			
		$f = \frac{1,325}{\left(-\ln\left(\frac{e}{3,7 * D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)\right)^2}$	
<b>f=</b>	0,020705313		

Tabla 39: Cálculos

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

<b>Sección 1</b>	
hf=	4,25559073 m
<b>Sección 2</b>	
hf=	4,447434295 m

Tabla 40: Pérdidas por fricción de secciones

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

<b>PERDIDAS DE CARGA</b>												
<b>Sección 1</b>				<b>Sección 2</b>								
<b>Presión en la tubería (m)</b>		25,00		<b>Presión en la tubería (m)</b>		23,70						
<b>Perdida por Accesorios (mca)</b>		2,04		<b>Perdida por Accesorios</b>		10,45						
<b>Sección</b>	<b>DE (mm ")</b>	<b>DI (mm)</b>	<b>C</b>	<b>L (m)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Hf (m)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Cota 1</b>	<b>Cota 2</b>	<b>P. Disp (m)</b>	<b>Estatica</b>	
1	1	25,40	140	25,51	3,65	4,26	2,00	0,00	-5,00	23,70	27,96	
2	1	25,40	140	26,66	3,65	4,45	2,00	-5,00	-6,00	9,81	23,96	

Tabla 41: Resumen resultados

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

### 5.5.3 Diseño empleando reutilización de aguas residuales

La reutilización de aguas residuales, en este caso aguas grises, está contemplado únicamente para la alternativa 1, ya que para esta alternativa se planteó el tratamiento de aguas grises.

El objetivo de la reutilización será captar las aguas grises provenientes del edificio para posteriormente darles un tratamiento en el tanque “Klaro e profesional” y así alimentar un sistema de riego que cubrirá las áreas verdes comunitarias del proyecto con el objetivo de reciclar el agua para aportar con el medio ambiente. Para que la alternativa sea viable será necesaria la cisterna de entrada, la cual tendrá conexión directa a un embalse el cual estará en el último piso del edificio, para de este repartir el agua potable hacia todos los aparatos sanitarios simplemente a gravedad y a la vez que tenga conexión directa con la turbina que proporcionará energía para el edificio a través de las baterías. Mientras que las aguas grises serán captadas en los tanques de tratamiento para por medio de tratamientos fisicoquímicos, y biológicos o en su defecto una combinación de ambas, obtener agua para poder utilizarla en el riego de áreas verdes y en el lavado de vehículos.

Mientras que como se mencionaba anteriormente, para la alternativa 2 no se consideró la reutilización de aguas residuales, debido a que esto implicaba un mayor costo.

#### **5.5.4 Diseño empleando hidro generación eléctrica y reutilización de aguas residuales**

Para la alternativa 1 el sistema contará con tres fases de funcionamiento, la primera es almacenar el agua potable proveniente de la red municipal en una cisterna que mediante una bomba enviará el agua hacia un embalse ubicado en la parte superior del edificio, como segunda fase tenemos el embalse de agua ubicado en la parte superior el cual tendrá dos funciones, abastecer de agua potable a todos los departamentos a gravedad y enviar caudal a la turbina por medio de una tubería vertical en donde la turbina con generador integrado producirá energía la cual será almacenada en las baterías de plomo ácido, como última fase las aguas grises serán captadas en los tanques de tratamiento con el objetivo de volverlas aptas para utilizarlas en un sistema de riego que cubrirá todas las áreas verdes del proyecto y realizar el lavado de vehículos en el subsuelo 2.

Para la segunda alternativa, el agua potable que llega desde la red municipal, la cual cuenta con una presión que se encuentre en el rango de 25 a 30 mca, se encargará de hacer girar el rodete de la turbina para que junto con el generador produzcan energía que se almacenará en las baterías de plomo ácido, después el agua potable pasará por una válvula de flotador diferencial la cual permitirá controlar el nivel de agua dentro de la cisterna de entrada, y luego a través de

la misma bomba que se encarga de abastecer al edificio, se aprovechará para dar la presión necesaria para poder dar el riego a las áreas verdes, como ya fue antes mencionado en este caso no se dará el tratamiento de aguas grises.

## **5.6 Ubicación y diseño de los tanques de almacenamiento de agua**

### **Alternativa 1**

Se considerará un embalse el cual estará ubicado en la terraza del edificio “Le Paysaje” específicamente entre los ejes 1 y 2, y los ejes A y B. El tamaño del embalse que se utilizará dependerá directamente del análisis realizado en las tablas 20-22 en las que se consideró las horas pico de consumo energético. Además, es necesario tener en cuenta que el sistema propuesto utilizará la cisterna de entrada y la bomba planteadas para el sistema convencional. Para lo cual se procederá al diseño de los embalses:

El tanque de almacenamiento tendrá las siguientes dimensiones:

#### **Demanda 1:**

Ya que no se requiere de un volumen de embalse como se observa en la tabla #20, se contará con un volumen emergente.

Volumen del embalse:

$$a = \sqrt[3]{120,42m^3} = 4,94 m$$

Por lo tanto, es inviable

#### **Demanda 2:**

A través de la tabla #21 se optó por esta como la mejor alternativa de las planteadas, ya que se cuenta con un volumen de embalse el cual además es un valor relativamente pequeño.

Volumen del embalse:

$$a = \sqrt[3]{2,53 m^3} = 1,36 m$$

#### **Demanda 3:**

Esta alternativa requiere de un embalse excesivo como se observa en la tabla #22 por lo cual no sería funcional.

Volumen del embalse:

$$a = \sqrt[3]{150,90 m^3} = 5,32 m$$

## **Alternativa 2**

Ya que para la alternativa 2, se utilizará la cisterna de entrada de 8m<sup>3</sup>, esta estará en la misma ubicación que se consideró en primera instancia.

### **5.7 Número óptimo de bombas**

#### Cálculo de Altura dinámica total:

Vamos a obtener la altura dinámica de agua que se debe vencer para poder llegar sin problemas hasta la última planta.

Altura dinámica total: Altura estática + H<sub>f</sub> + H<sub>m</sub>

Altura estática: 15m

H<sub>f</sub>: 1,171551849

H<sub>m</sub>: 0,856300479

Altura Dinámica total: 15 + 1,17155+0,8563

Altura Dinámica total: 17,029 m

#### Alternativa 1:

Para esta opción se necesitará de dos bombas, una de 3HP y otra de 1HP. La primera permitirá conducir el agua potable hasta el embalse que estará en la última planta del edificio, mientras que la segunda bomba estará destinada para un sistema riego de áreas verdes del proyecto.

#### Alternativa 2:

Debido al funcionamiento de esta opción, solo vamos a requerir de la bomba de 3HP, ya que, al presurizar todo el sistema de tubería del edificio, se podrá utilizar una toma de manguera para poder abastecer el sistema de riego.

La bomba de 3HP que se utilizará es la siguiente:

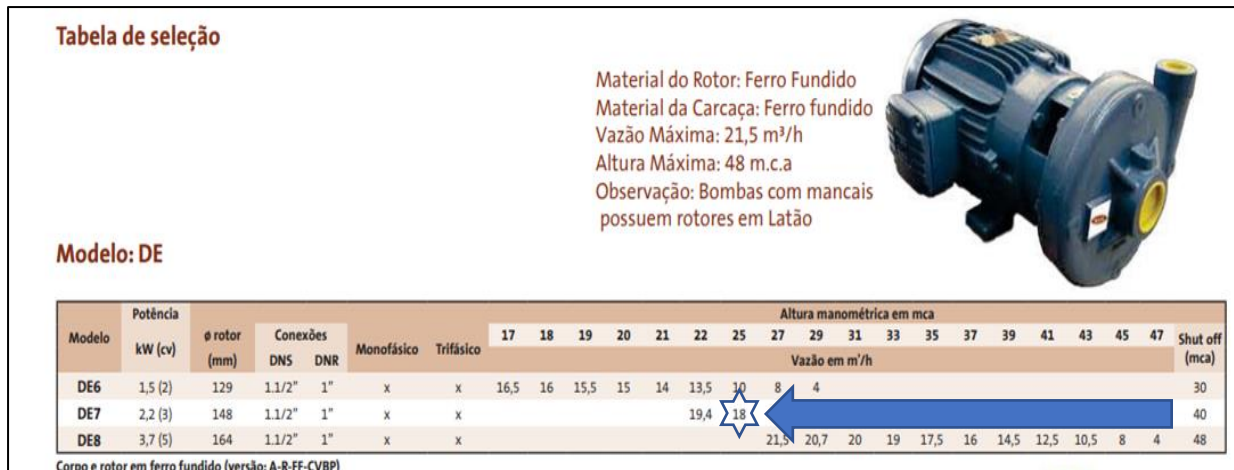


Figura 38: Ficha técnica de la bomba monoestágio

**Fuente:** Empresa Grundfos

La cuál proporciona un caudal de 18 m<sup>3</sup>/h con una presión de 25 mca. Es importante tener presente que tanto el caudal como la presión de la bomba se la puede regular de acuerdo a las necesidades.

La bomba seleccionada cuenta con una presión de 25 mca. Sin embargo, para la alternativa 1 no puede llegar con una excesiva presión al embalse superior, ya que podría deteriorarlo con el tiempo. Esto no sería ningún problema ya que lo que requerimos son 17,029 mca y la bomba cuenta con una capacidad máxima de presión de 25 mca, es posible configurar la bomba para reducir la presión.

Con lo cual se va a trabajar con una presión de 20 mca para mantener un llenado constante, y una velocidad de 1,93 m/s, evitando futuros daños en nuestro tanque elevado.

### 5.8 Selección del tipo de turbinas hidro energéticas en el mercado.

#### Alternativa 1:

En función de la alternativa seleccionada, los datos de entrada como son:

- ✓ Altura: 15m
- ✓ Caudal: 0,005 m<sup>3</sup>/s

Se utilizará la turbina Microbat Line que cuenta con las siguientes características técnicas:

**Diseño:** en línea con la tubería instalación: eje en vertical u horizontal

**Conexiones:** brida

**Sistema de estanqueidad:** cierre mecánico

**Rodamientos:** estándar de bolas

**Certificados:** ACS (bajo pedido)

**Caudal (L/s):** 5 litros/segundo

**Potencia (W):** 211 W

### MATERIALES

**cuerpo principal:** fundición

**Rodete:** Acero inoxidable

**Eje:** Acero templado (opcional acero inoxidable)

**Acople Generador:** Fundición

### CONDICIONES AMBIENTALES

**Temperatura:** -20 a 45 °C

**Humedad:** Hasta 95%

**Altitud:** Hasta 2000 metros sin perder prestaciones

La Turbina que se ha seleccionado corresponde a la empresa Power Turbines.

En la siguiente imagen pse puede observar el rango de operación de la turbina según los parámetros disponibles en nuestro proyecto.

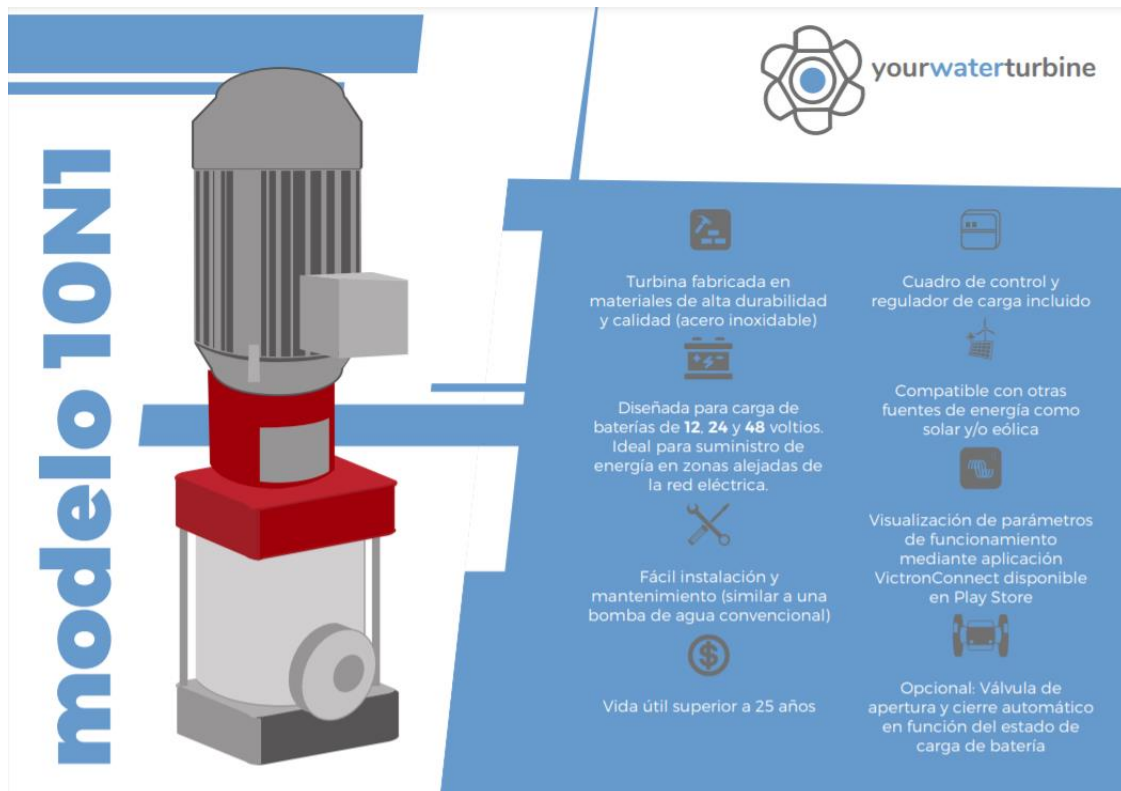


Figura 39: Ficha Técnica de Turbina de hidrogenación

**Fuente:** (Your water turbine, 2020)

**DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA TURBINA**

Con la altura disponible de tu instalación puedes comprobar **el caudal** de funcionamiento y **la potencia** generada por la turbina, **en función del voltaje de batería** que elijas (12, 24 ó 48 voltios):

- **Altura:** es la altura de agua con la que trabaja la turbina en metros.
- **Caudal:** es el caudal de funcionamiento de la turbina en litros por segundo.
- **Potencia:** es la potencia que genera la turbina en wats.

Funcionamiento con batería 12V			Funcionamiento con batería 24V			Funcionamiento con batería 48V		
Altura (metros)	Caudal (litro/seg)	Potencia (watts)	Altura (metros)	Caudal (litro/seg)	Potencia (watts)	Altura (metros)	Caudal (litro/seg)	Potencia (watts)
3,7	2,25	15,2	3,6	2,25	11,9	4	2,28	10,1
4,5	2,50	27,7	4,5	2,50	25,8	4,5	2,45	24,1
6	2,90	54,6	6	2,90	54,3	6	2,90	33,3
7,5	3,25	85,3	7,5	3,25	85,6	7,5	3,28	63,7
9	3,55	116,8	9	3,55	117,2	9	3,60	105,3
10,5	3,83	150,6	10,5	3,85	153,0	10,5	3,89	155,7
12	4,10	187,3	12	4,12	189,0	12	4,15	211,0

Figura 40: Datos de la turbina

Fuente: (Your water turbine, 2020)

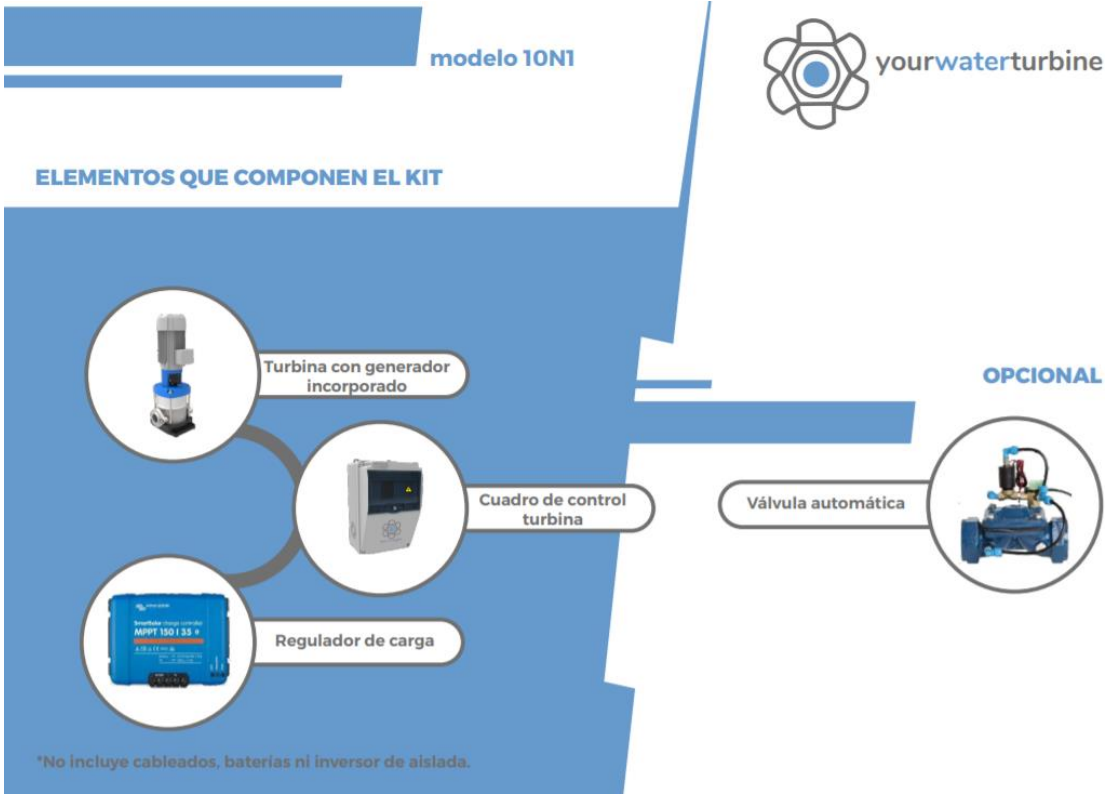
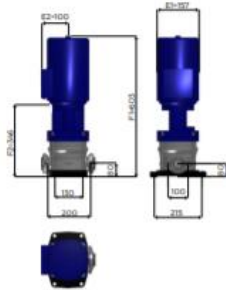


Figura 41: Elementos de la turbina

Fuente: (Your water turbine, 2020)

**DIMENSIONES Y PESOS:**

Turbina con generador incorporado



Peso: 32 kg

Conexión entrada/salida: Rosca 1 1/2"

Instalar en tuberías de diámetro mínimo recomendado: Tubería de 75mm

Cuadro de Control turbina



Peso: 1,5 kg

Regulador de carga



Peso: 1,25 kg

Válvula automática (opcional)



Peso: 3 kg

Conexión entrada/salida: Rosca 1 1/2"

\*Medidas en milímetros.

Figura 42: Dimensiones de la turbina

**Fuente:** (Your water turbine, 2020)

Alternativa 2:

Para este caso ya que se tiene diferentes datos de entrada, se ha optado por seleccionar por otra turbina.

- ✓ Altura: 15m
- ✓ Caudal: 0,0010 m<sup>3</sup>/s (1,01 L/s)

**MATERIALES**

- ✓ **cuerpo principal:** fundición
- ✓ **Rodete:** Acero inoxidable
- ✓ **Eje:** Acero templado (opcional acero inoxidable)
- ✓ **Acople Generador:** Fundición
- ✓ **CONDICIONES AMBIENTALES**

- ✓ **Temperatura:** -20 a 45 °C
- ✓ **Humedad:** Hasta 95%
- ✓ **Altitud:** Hasta 2000 metros sin perder prestaciones

Características de la turbina seleccionada:

**modelo 6N2**

**your waterturbine**

- Turbina fabricada en materiales de alta durabilidad y calidad (acero inoxidable)
- Diseñada para carga de baterías de 12, 24 y 48 voltios. Ideal para suministro de energía en zonas alejadas de la red eléctrica.
- Fácil instalación y mantenimiento (similar a una bomba de agua convencional)
- Vida útil superior a 25 años
- Cuadro de control y regulador de carga incluido
- Compatible con otras fuentes de energía como solar y/o eólica
- Visualización de parámetros de funcionamiento mediante aplicación VictronConnect disponible en Play Store
- Opcional: Válvula de apertura y cierre automático en función del estado de carga de batería

Figura 43: Turbina modelo 6N2

**Fuente:** (Your water turbine, 2020)

**DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA TURBINA**

Con la altura disponible de tu instalación puedes comprobar **el caudal** de funcionamiento y **la potencia** generada por la turbina, **en función del voltaje de batería** que elijas (12, 24 ó 48 voltios):

- **Altura:** es la altura de agua con la que trabaja la turbina en metros.
- **Caudal:** es el caudal de funcionamiento de la turbina en litros por segundo.
- **Potencia:** es la potencia que genera la turbina en wattios.

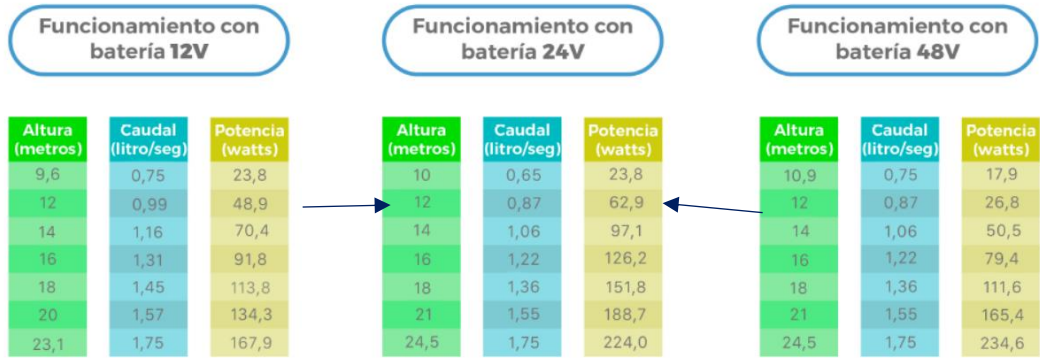


Figura 44: Características turbina 6N2

**Fuente:** (Your water turbine, 2020)

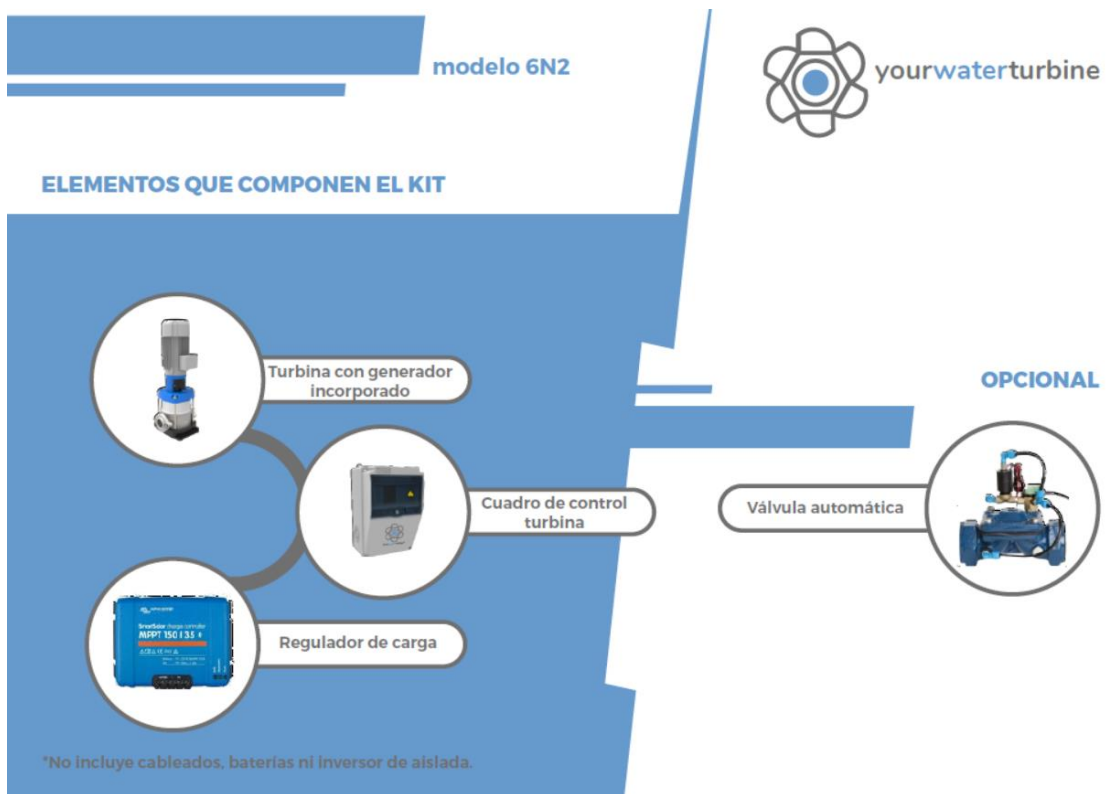
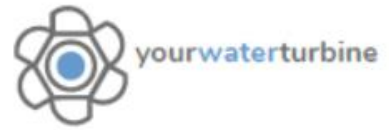


Figura 45: Componentes del sistema de hidro generación

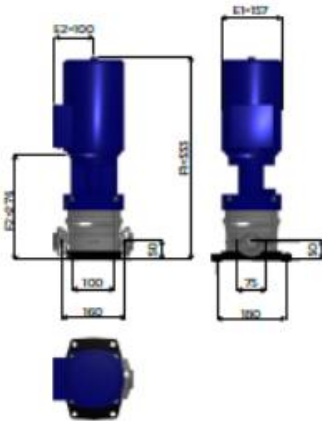
**Fuente:** (Your water turbine, 2020)

modelo 6N2



### DIMENSIONES Y PESOS:

Turbina con generador Incorporado



Peso: 29 kg

Conexión entrada/salida: Rosca 1 1/4"

Instalar en tuberías de diámetro mínimo recomendado: Tubería de 75mm

Cuadro de Control turbina



Peso: 1,5 kg

Regulador de carga



Peso: 1,25 kg

Válvula automática (opcional)



Peso: 3 kg

Conexión entrada/salida: Rosca 2 1/2"

\*Medidas en milímetros.

Figura 46: Datos adicionales

Fuente: (Your water turbine, 2020)

## **5.9 Diseño de la red de tuberías para la hidro generación.**

### **Alternativa 1:**

Para esta opción se tendrá una tubería de ingreso desde la acometida hasta la cisterna de entrada de ½ pulg, a partir de la cisterna a través de una bomba de 3HP se enviará el agua por una tubería de 2 pulg a un caudal de 5L/s hasta un embalse que se encontrará en la última planta del edificio “Le Paysaje” el cual tendrá un volumen de 3m<sup>3</sup>. Desde el embalse tendremos dos conexiones de salida, la primera será para abastecer todos los aparatos del edificio, para lo cual se utilizará tubería de 1 pulg para llegar hasta cada uno de los pisos y la otra salida será la que abastezca de agua para que la turbina de hidro generación pueda producir energía la cual se almacenará en las baterías de 24v. Además, se tendrá la recolección de aguas grises para posteriormente tratarlas en el tanque Klaro E profesional, y una vez tratadas con una bomba de 1 HP se la utilizará para el riego de las áreas verdes del proyecto, en donde se requerirá de 4m<sup>3</sup>.

### **Alternativa 2:**

Para esta alternativa, se requerirá de un diámetro de acometida de 1 pulg, con lo cual será necesario realizar el trámite respectivo hacia la EPMAPS, con esto se tendrá un caudal de 1,01 L/s y se garantizará una velocidad menor a 2,5 m/s. El agua potable que llega desde la red municipal con una presión de 25 a 30 mca, primero pasa por una válvula flotadora diferencial que es la que nos permitirá regular el volumen de la cisterna de entrada a través de un flotador, para después pasar por la turbina de hidro generación y por último será almacenada en la cisterna de entrada. Después utilizaremos el diseño convencional del edificio para poder abastecer de agua potable al edificio, es decir con la bomba de 3HP se enviará el agua potable hacia cada departamento, y así todo el sistema de tubería estará presurizado, con lo cual se utilizará una toma de manguera ubicada en el subsuelo para brindar el agua requerida para el sistema de riego, es decir, se utilizará la misma presión que existe en las tuberías para poder llevar el agua hacia las áreas verdes.



## PROPUESTA ALTERNATIVA 1

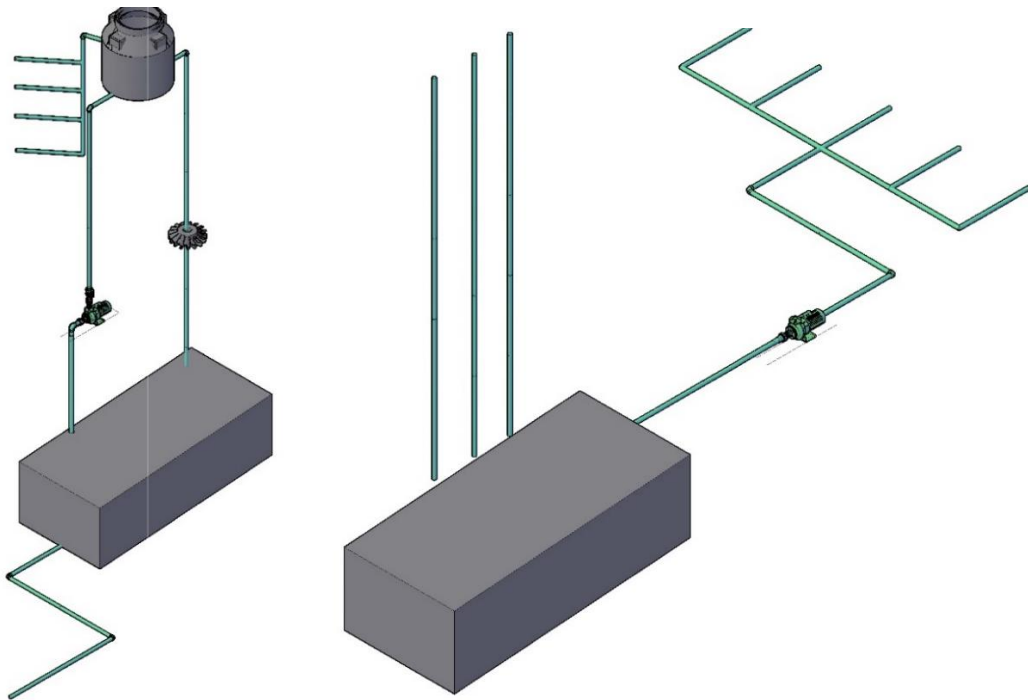


Figura 48: Representación alternativa 1

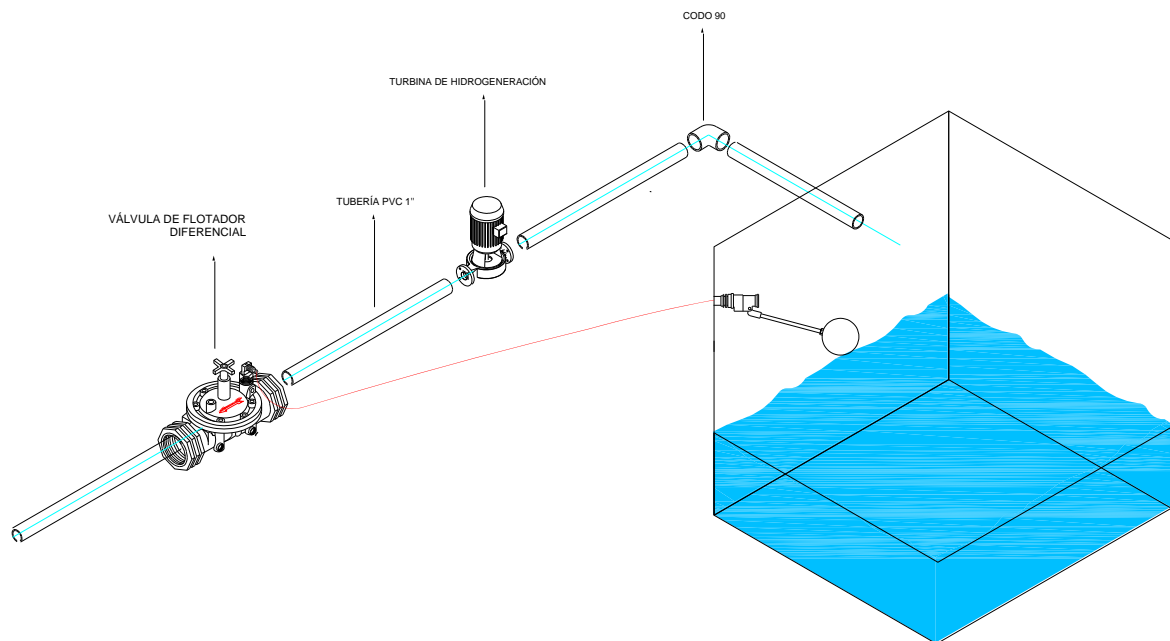
**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

Cuadro de Simbología	
	Tanque de almacenamiento
	Sistema
	Bomba
	Turbina de hidrogenación

Figura 49: Simbología

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

## **PROPUESTA ALTERNATIVA 2**



*Figura 50: Representación alternativa 2*

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

### **5.10 Cantidad de energía producida.**

#### **Alternativa 1:**

Para esta alternativa se utilizará una turbina de la empresa (Power Turbines). Se ha optado por utilizar la turbina modelo 10N1 la cual trabajará con un salto de presión de 14m, esta turbina que se ha elegido cuenta con una potencia instalada de 211W, es decir, la máxima generación que se tendría será si esta trabaja las 24horas, lo cual implica:

$$E = 211W * 24h = 5064Wh$$

*Ecuación 11: Ecuación de Energía*

#### **Alternativa 2:**

Debido a que las condiciones de caudal y presión varían para esta propuesta, como se mencionó en anteriores párrafos, tendremos un caudal de 1,01 L/s y una presión en el rango de 25 mca a 30 mca. Sin embargo, para esto se utilizará una válvula reguladora de presión. Con esto se contará con una potencia instalada de 97,1 W.

Es necesario recordar que para esta alternativa se hizo un análisis semanal, con lo cual, se llegó a la conclusión de que la turbina podrá llegar a trabajar 10horas.

$$E = 97,1W * 10,32h = 1002,07W \text{ a la semana}$$

Es decir, 143 W diarios, lo cual permite cubrir la demanda #2.

### 5.11 Diseño de reutilización de aguas residuales.

Se utilizará una planta de tratamiento de aguas residuales urbanas, para lo cual se estima un consumo aproximado de 4000 Litros, los cuales serán conducidos a la planta anexa.

La planta de tecnología GRAF, se dimensiona para 4200 litros/día, y un total de 1,68Kg DOB5/día, con el modelo KLARO 28, con sistema SBR de 4 fases. A continuación, adjuntamos ciertos parámetros generales de depuración y eficiencia de la planta.

DQO (Demanda química de oxígeno): 91,9%

DBO5 (Demanda biológica de oxígeno): 95,9%

SS (Sólidos sedimentables): 94,4%

NH4-N: 65,4%

Ntotal: 57,1%

Los valores anteriormente mencionados son valores estándares del tipo de planta a utilizarse, es decir, se han utilizado los valores referenciales.

La planta de tratamiento funciona únicamente con aire comprimido para su proceso de tratamiento, y realizará automáticamente las 4 fases del ciclo. Decantación, aireación, reposo, extracción.

Fase de decantación: En la primera fase ingresan todas las aguas negras hacia la de decantación donde consiste en una cámara en que los sólidos se van depositando en el fondo. El resto del agua que tenemos en la superficie se deposita en la siguiente cámara.

Fase de aireación: La limpieza biológica utilizando organismos microscópicos y fangos reactivos. El proceso lleva a cabo mediante la combinación en lapsos de tiempo de reposo y oxígeno. Los lodos activados o fangos activos desarrollan millones de microorganismos que ayudan a limpiar el agua de manera natural.

Fase de reposo: Fase de estado de reposo del agua en donde se acumulan nuevamente todos los fangos en la parte inferior del tanque mientras que el agua limpia se queda en la parte superior.

Fase de depuración: El agua ya tratada puede salir del tanque para ir hacia una bomba que hará circular el agua depurada hacia el sistema BlueCycle de desinfección, donde pasará por un filtro de arena y un tanque de cloración de contacto.

Finalizado el proceso, el agua ya podrá ser reutilizada para los usos estipulados en el proyecto de riego de áreas verdes, huerto y limpieza de vehículos.

Dada que la demanda de agua por riego será de 3m<sup>3</sup>/día como máximo, se necesitará un tanque adicional para acumular el agua restante para los usos de lavado de vehículos, estipulado

1 vez/semana. Este tanque será de 6500 litros, y estará conectado al tanque de cloración de contacto por una bomba sumergible programada 1h posterior al final de cada ciclo. Desde dicho tanque el agua será extraída para los distintos usos.

Partes del sistema de tratamiento:

- ✓ Sistema Klaro 28.
- ✓ Sistema Bluecycle 1200.
- ✓ Bomba y programación adicional para el almacenaje de agua en el tanque de reserva.
- ✓ Tanque reserva CARAT 6500.
- ✓ Interconexión entre tanques e instalación.

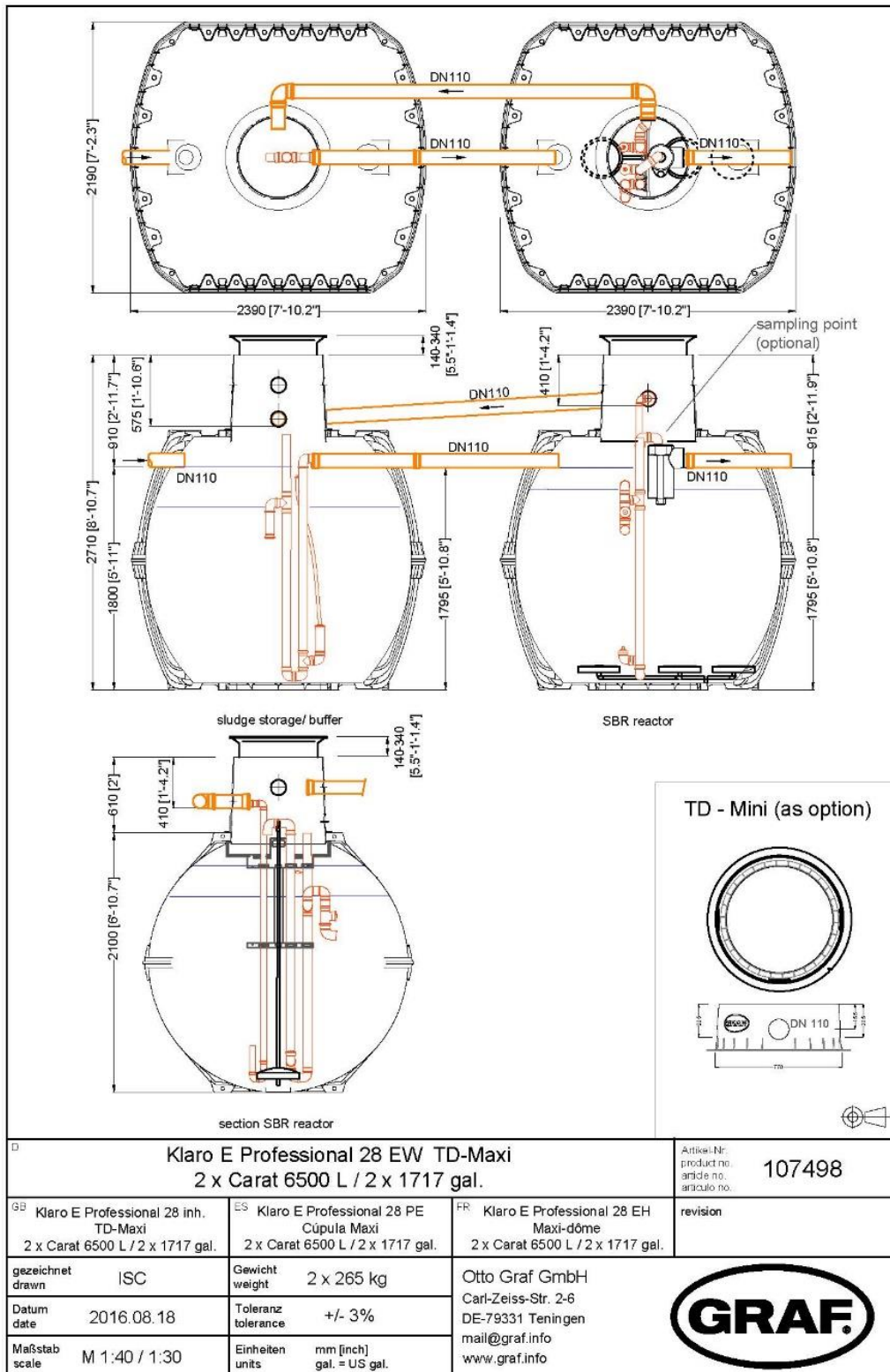


Figura 51: Sistema de tratamiento

Gentileza de: EMPRESA GRAF

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

**Planos hidrosanitarios a nivel de diseño definitivo.**

**PLANOS SANITARIOS**

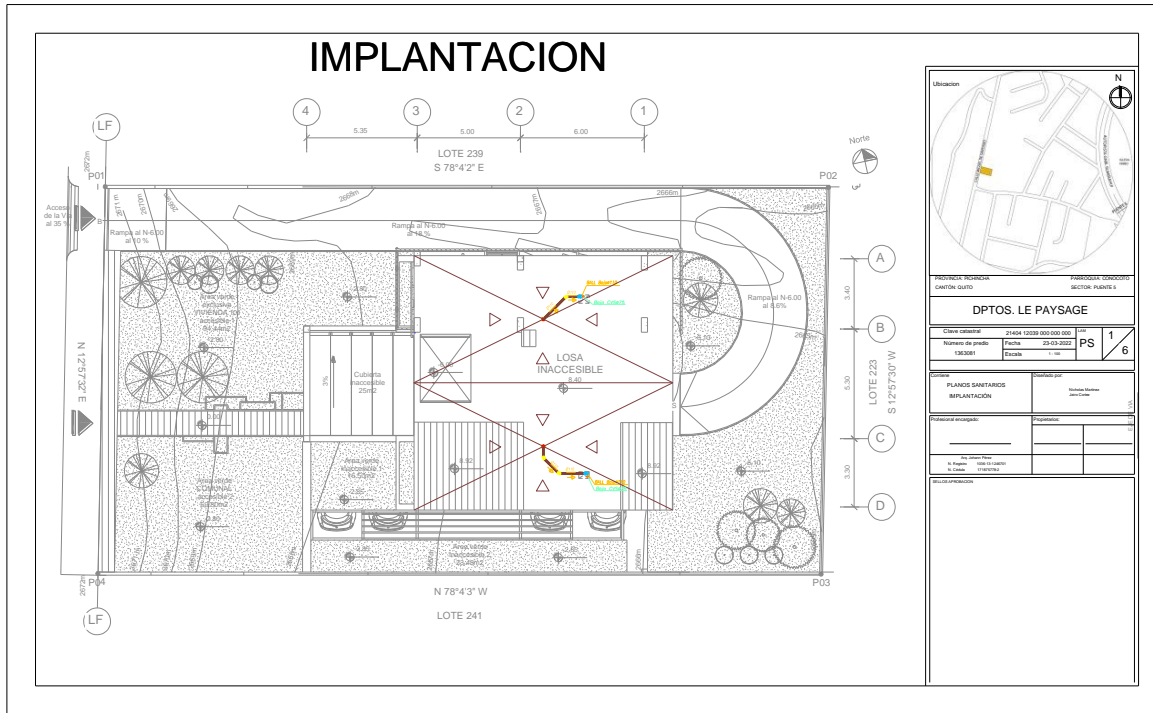


Figura 52: Planos sanitarios - implantación

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

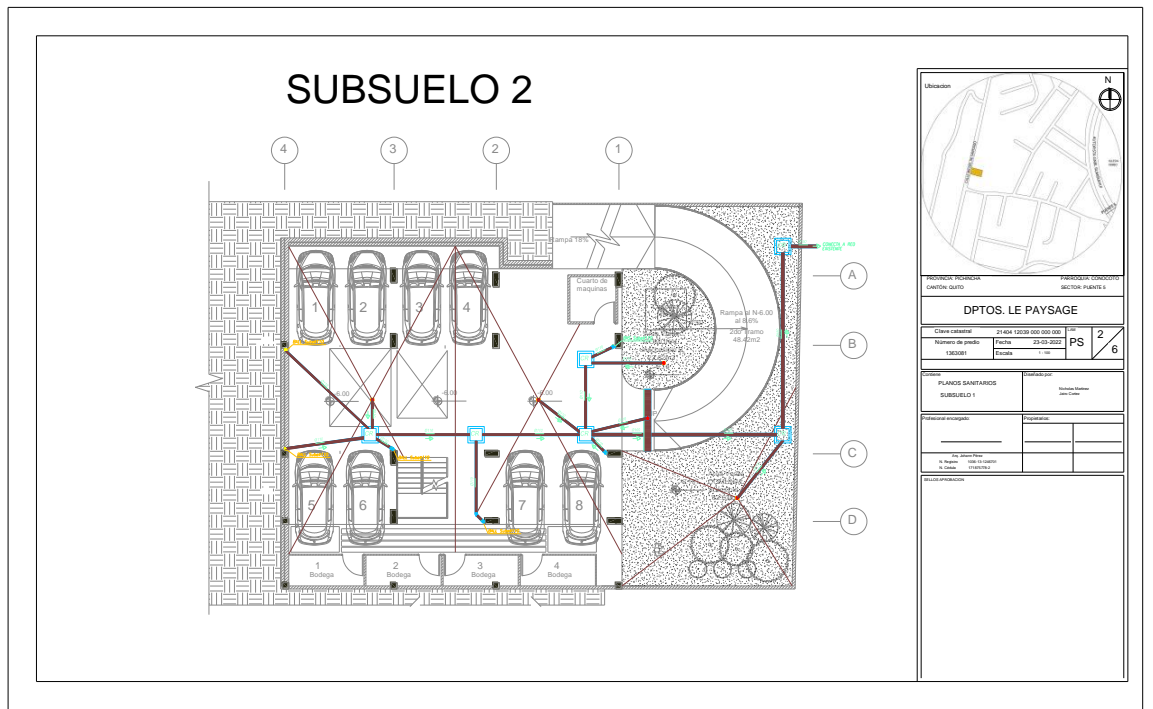


Figura 53: Planos sanitarios - S2

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

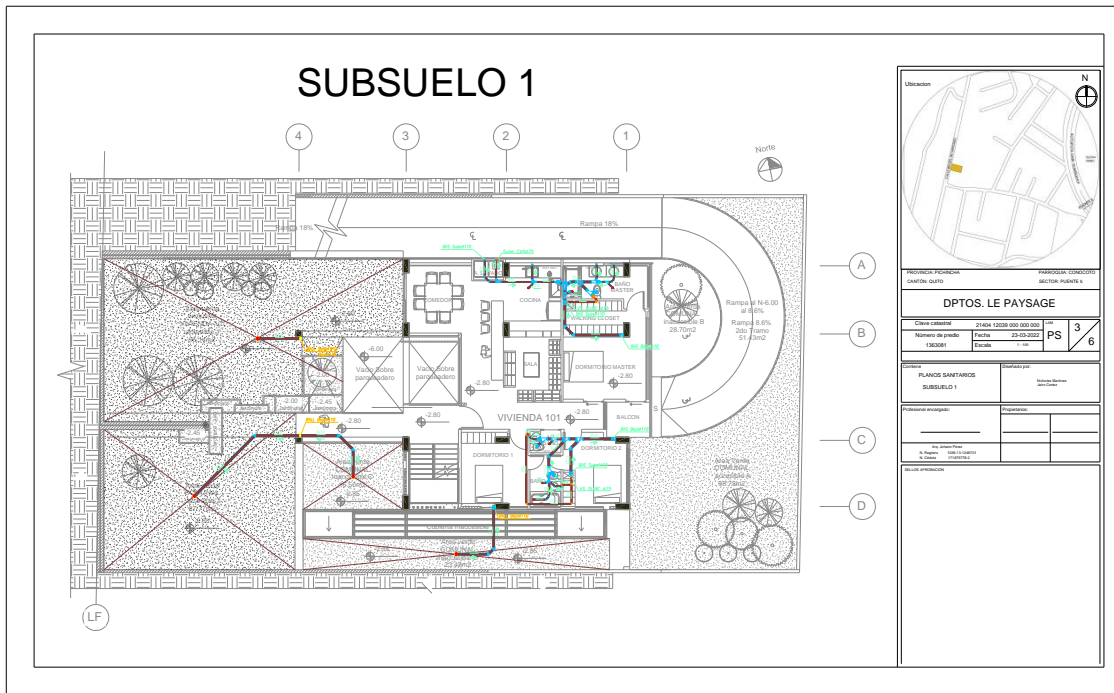


Figura 54: Planos sanitarios - S1

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

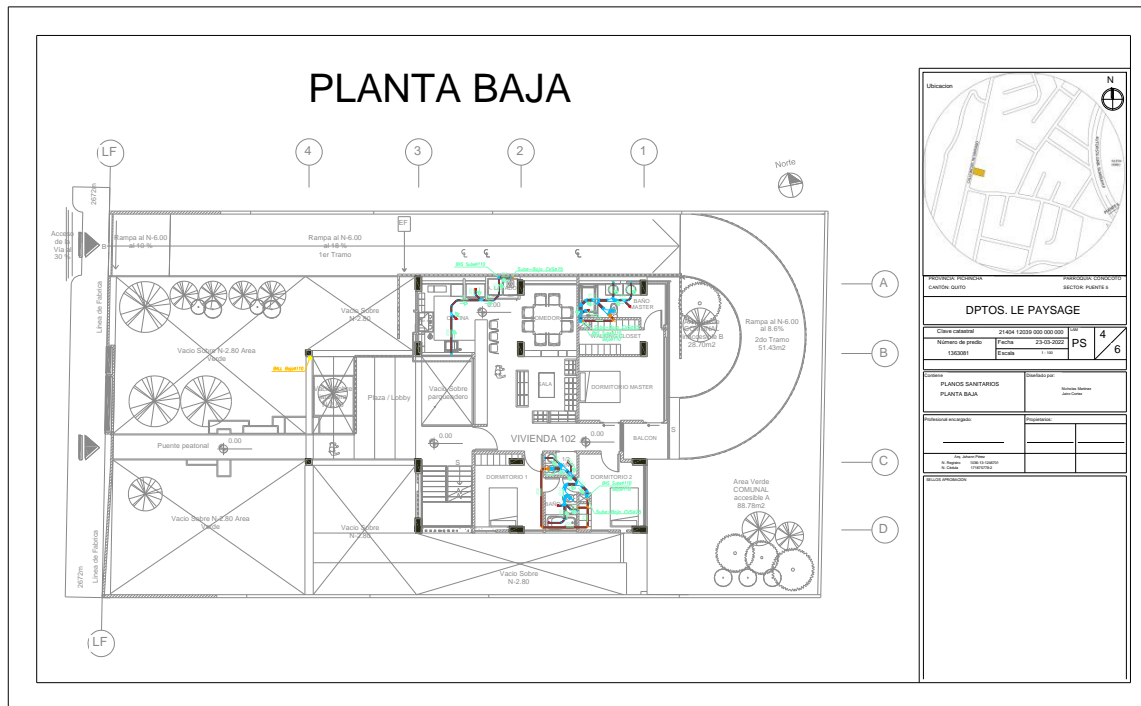


Figura 55: Planos sanitarios - PB

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

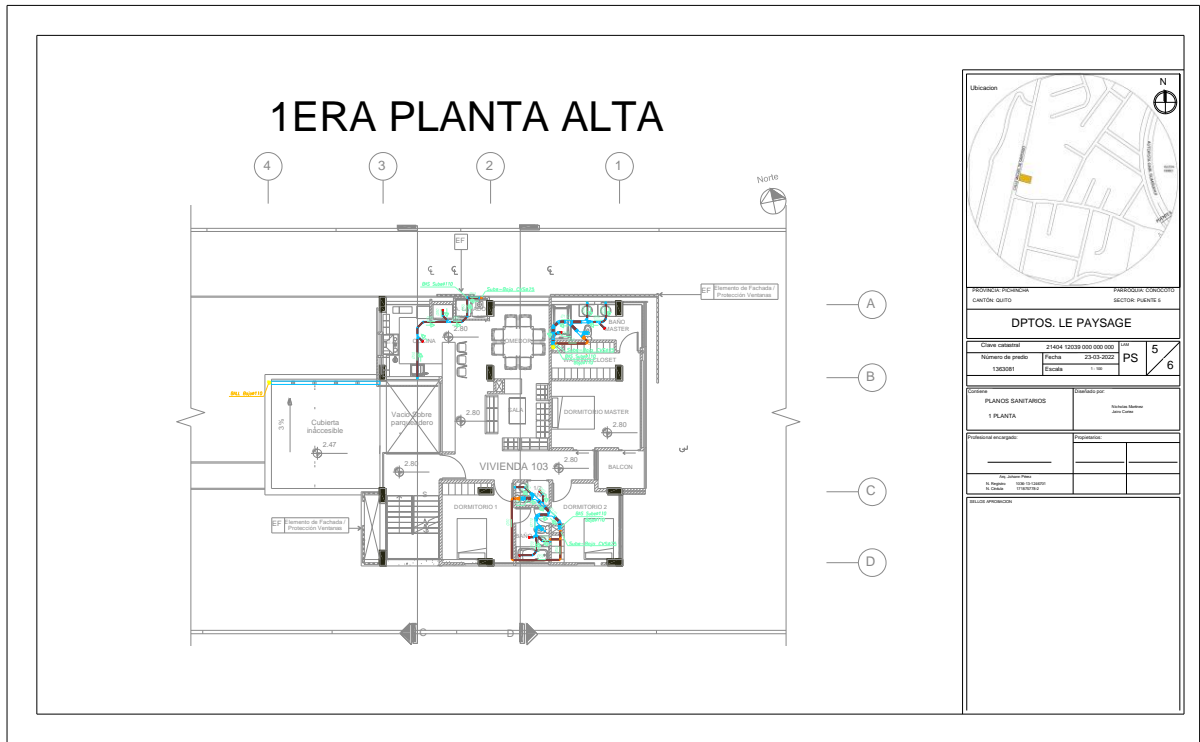


Figura 56: Planos sanitarios - P1

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

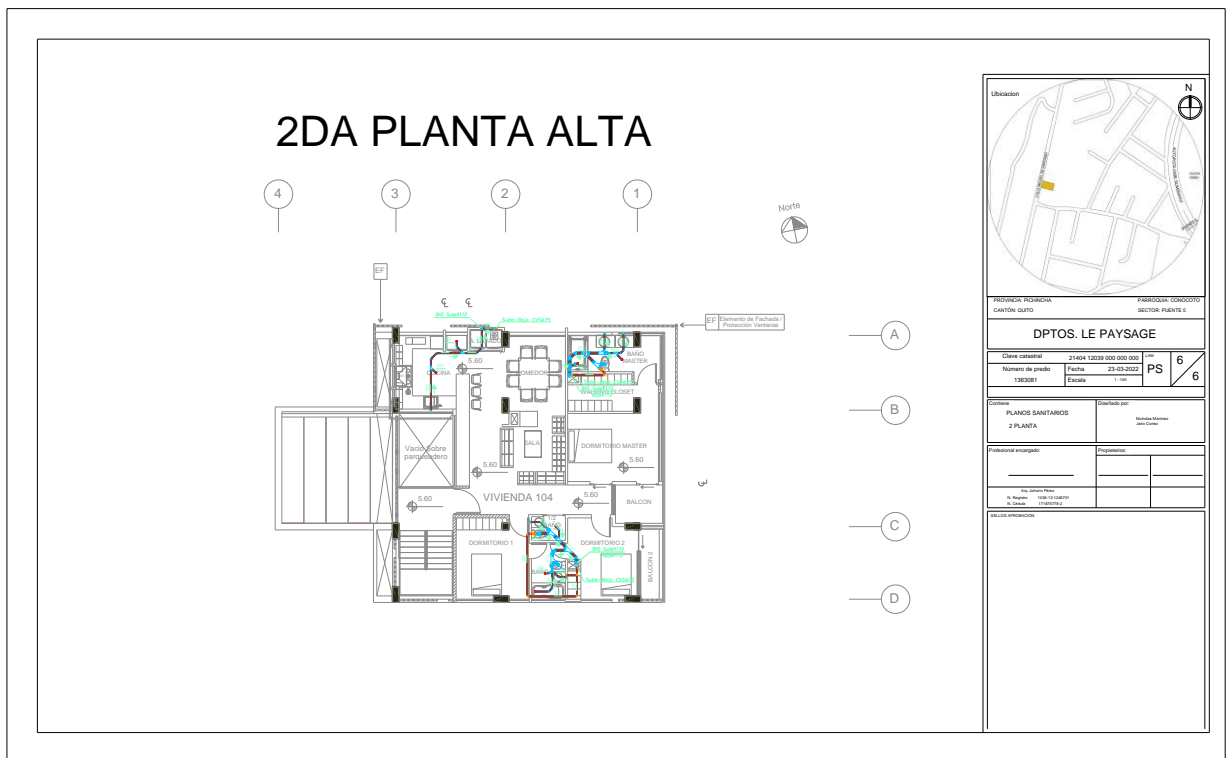


Figura 57: Planos sanitarios - P2

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

# PLANOS HIDRÁULICOS

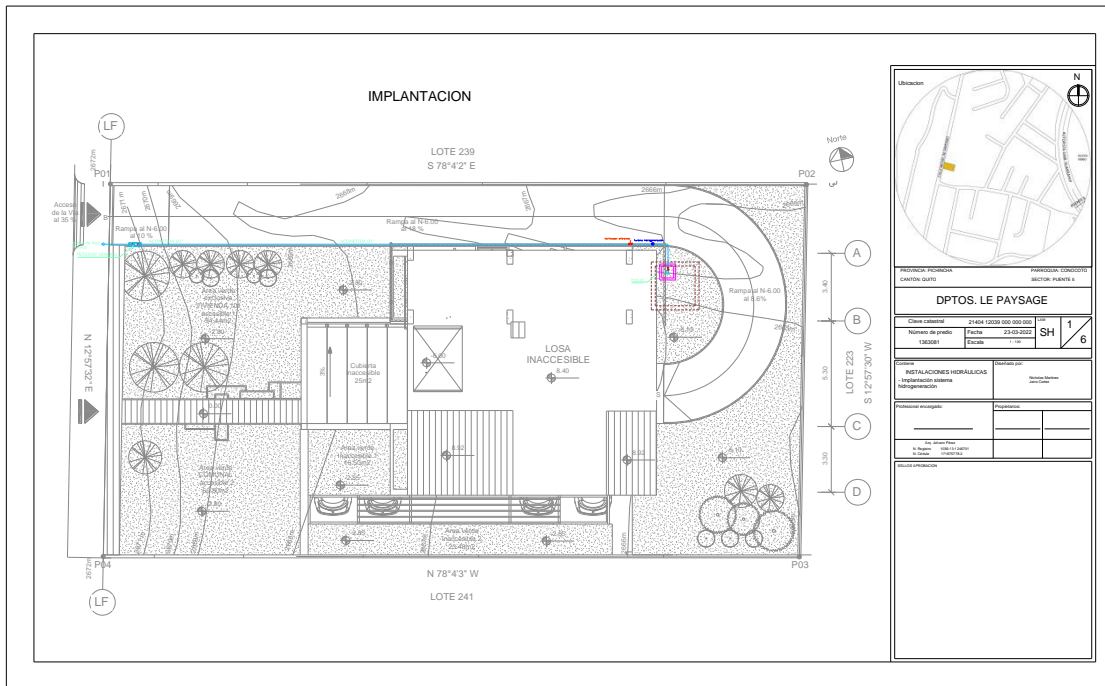


Figura 58: Planos hidráulicos - implantación

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

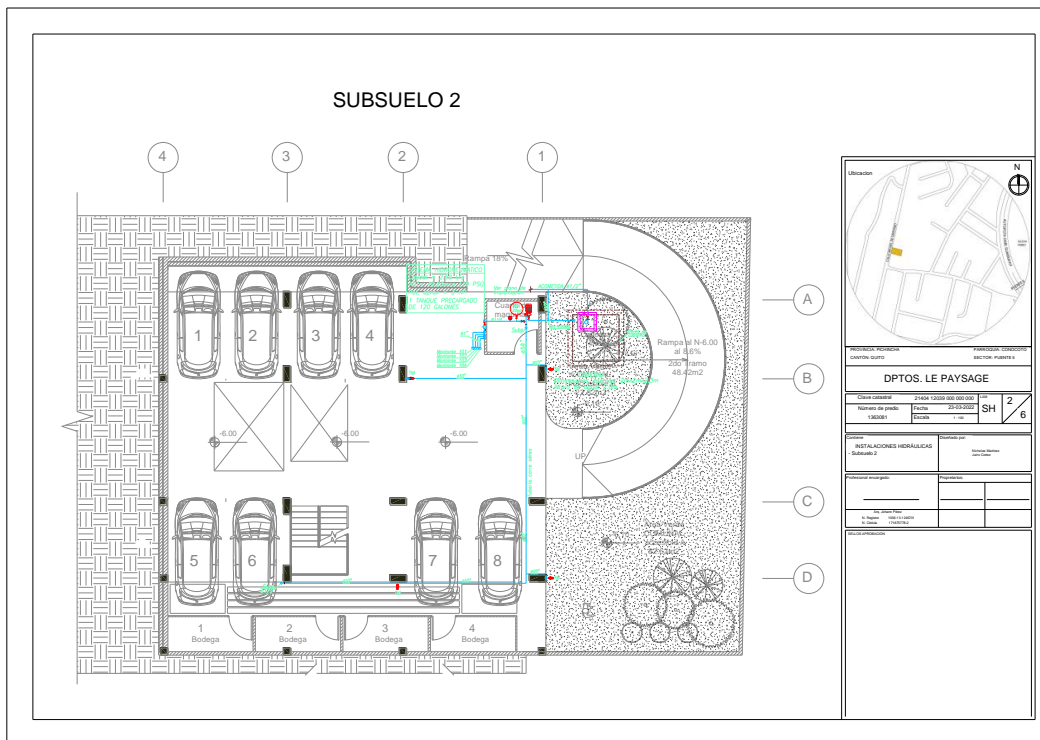
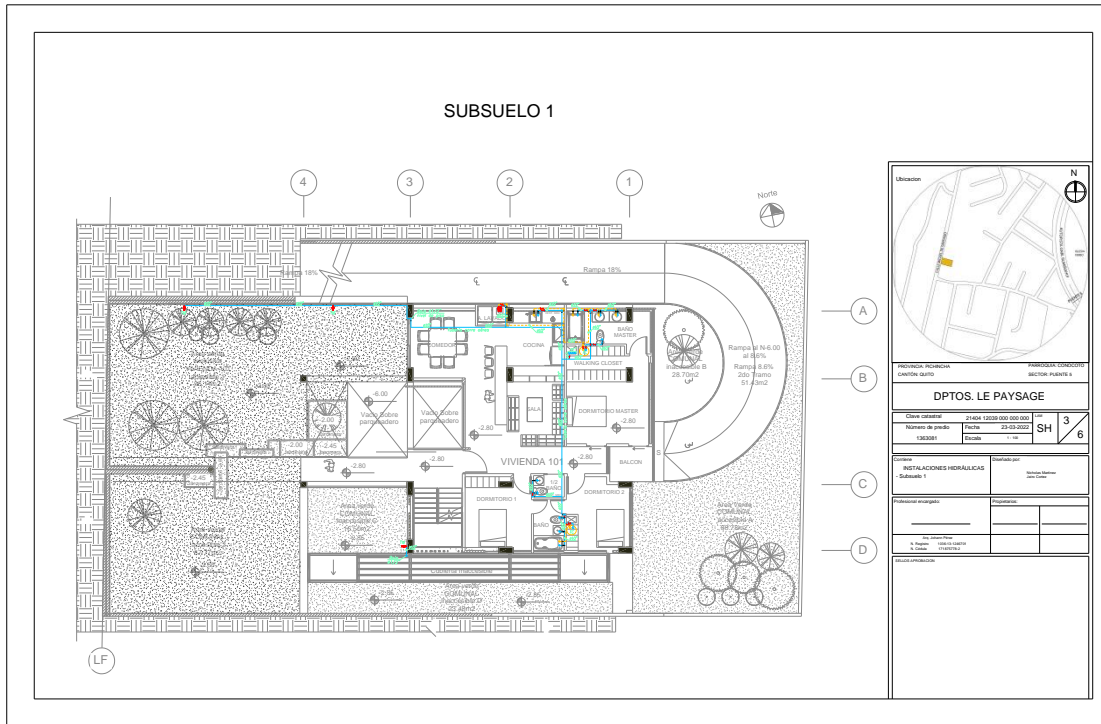


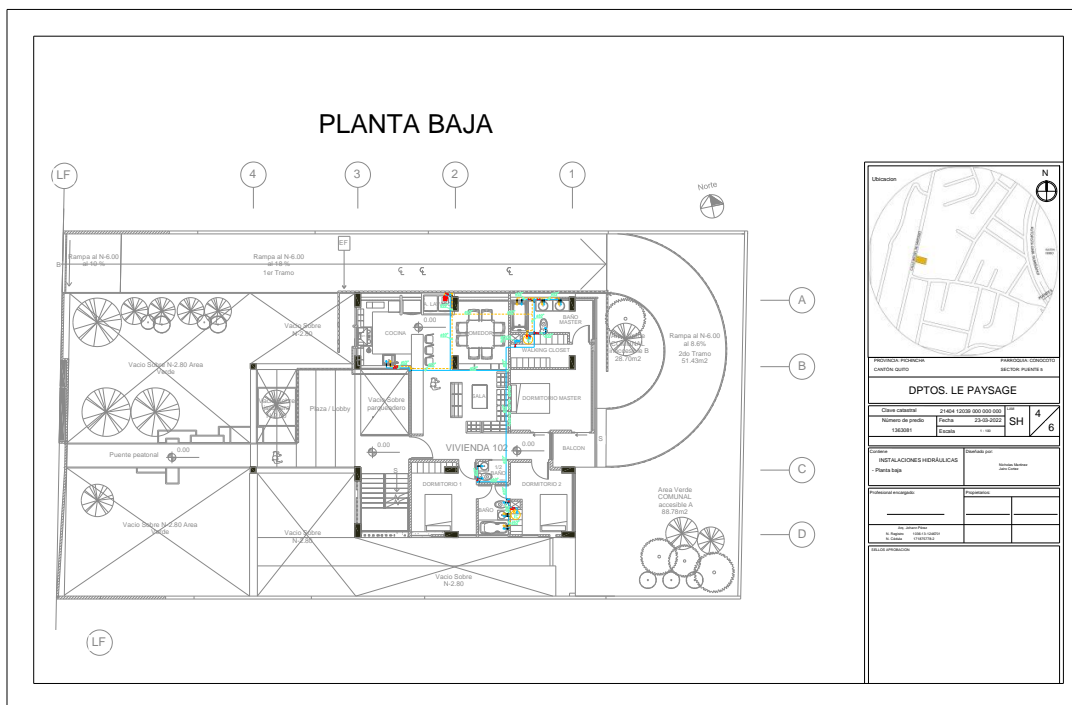
Figura 59: Planos hidráulicos - S2

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez



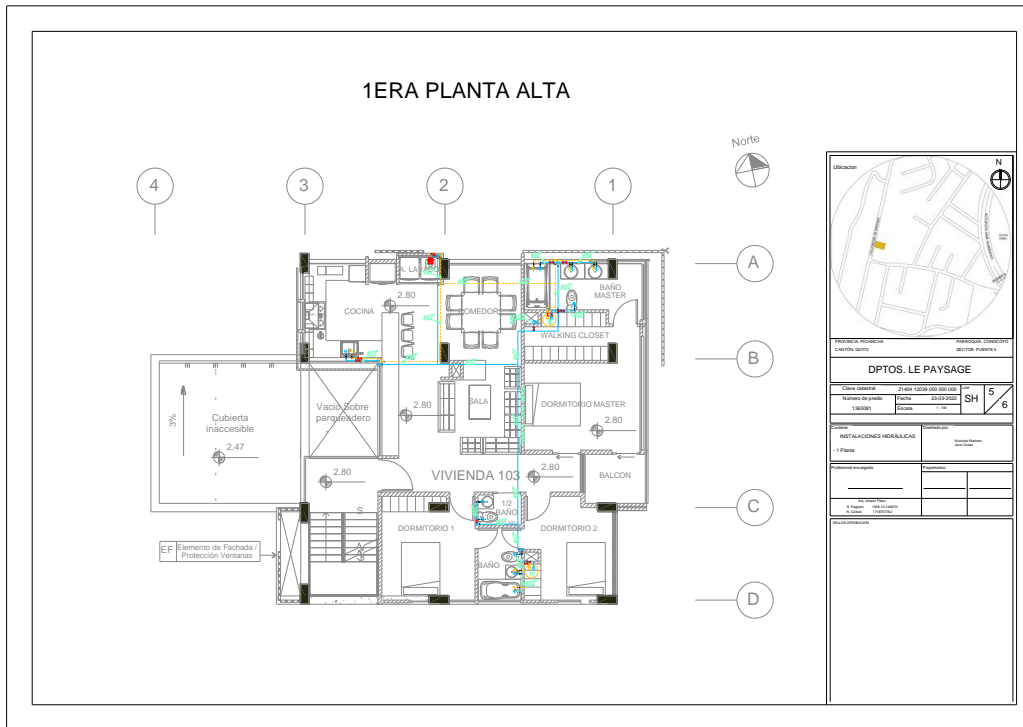
*Figura 60: Planos hidráulicos - S1*

**Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez**



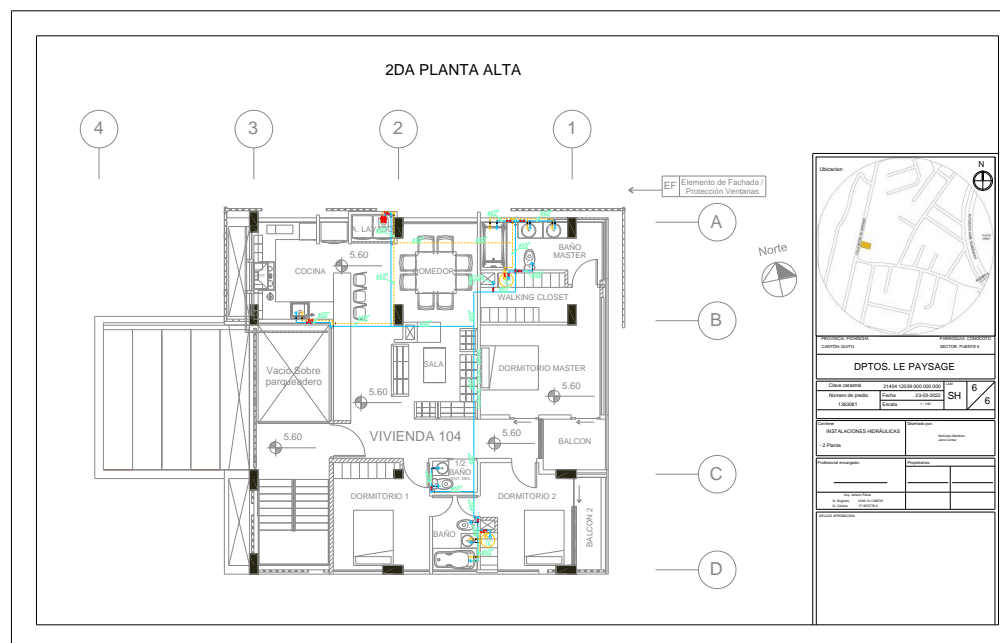
*Figura 61: Planos hidráulicos - S2*

**Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez**



*Figura 62: Planos hidráulicos - P1*

**Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez**



*Figura 63: Planos hidráulicos - P2*

**Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez**

# PLANOS ELÉCTRICOS

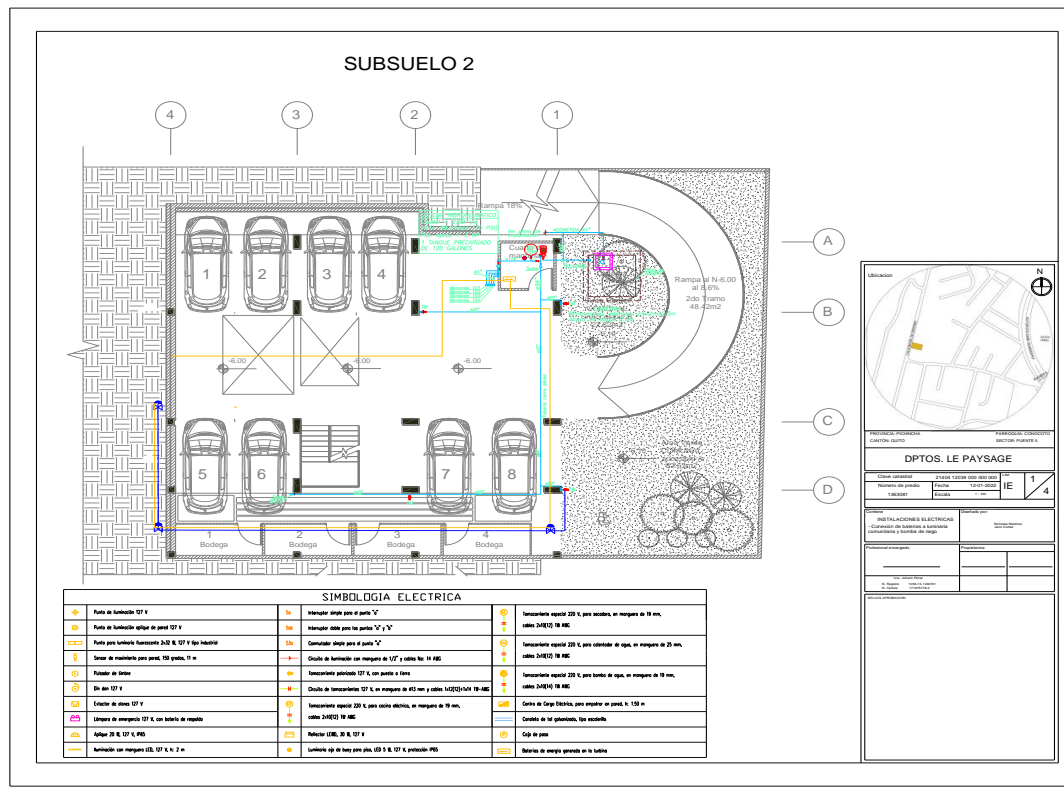


Figura 64: Planos eléctricos - S2

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

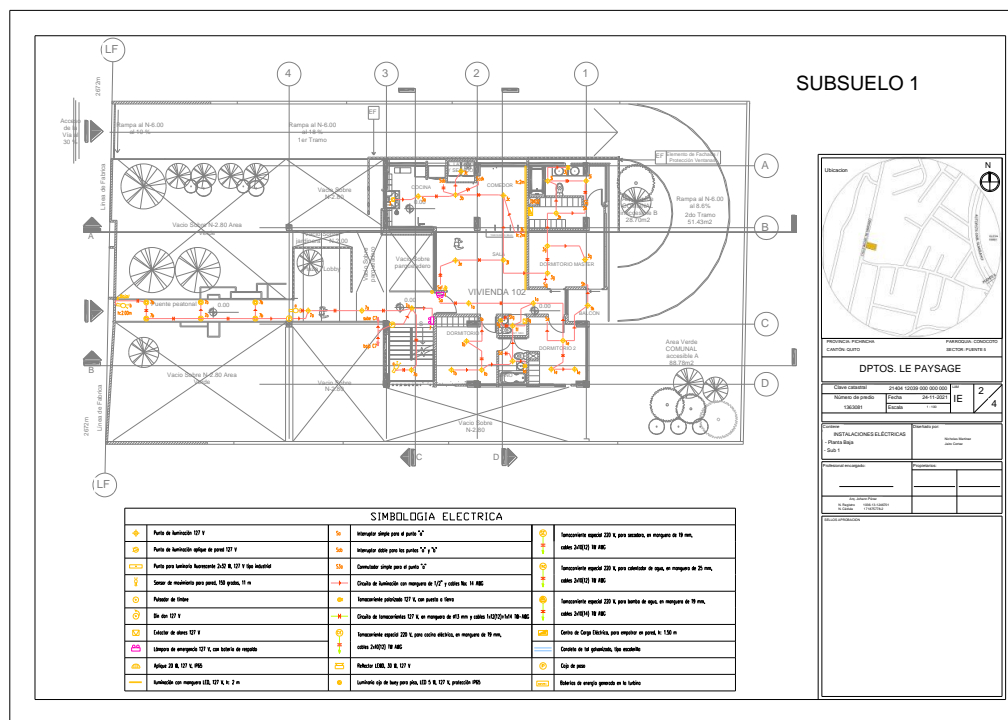


Figura 65: Planos eléctricos - S1

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

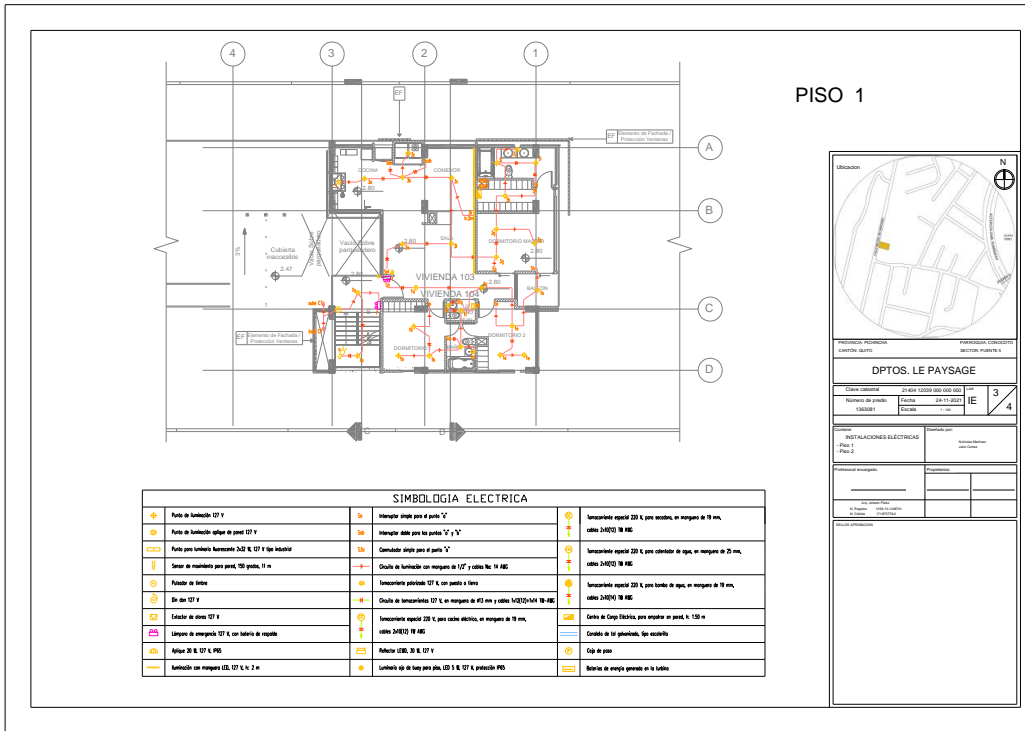


Figura 66: Planos eléctricos - P1

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

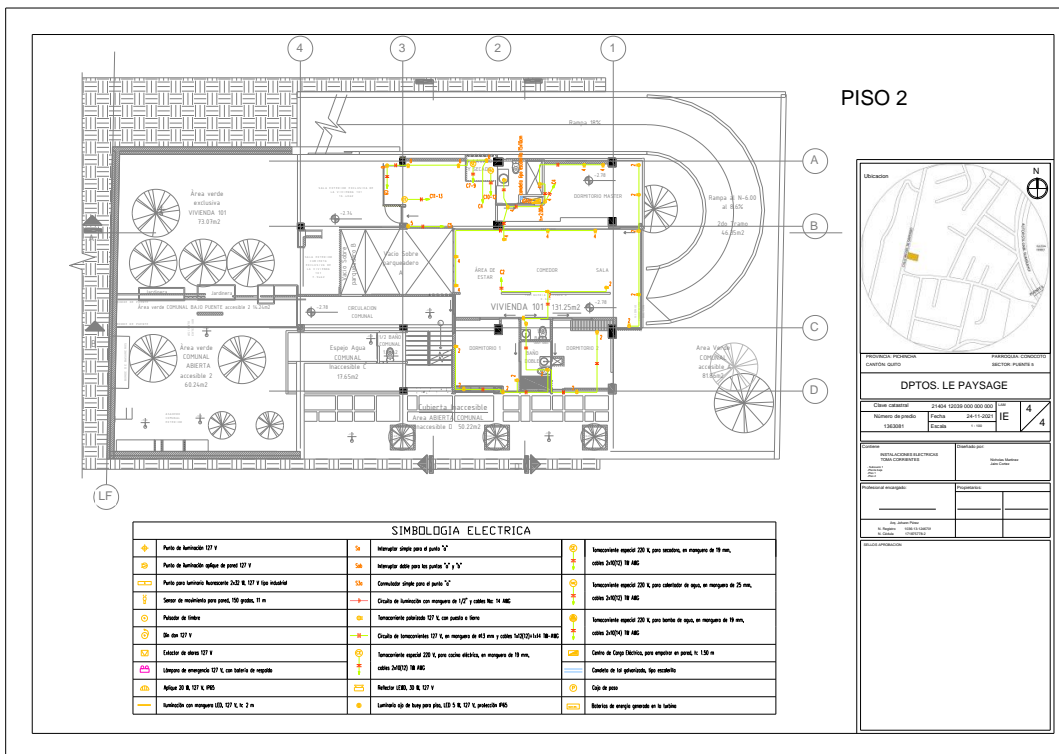


Figura 67: Planos eléctricos - P2

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

## 5.12 Comparación y selección técnica de la mejor alternativa

En función de las alternativas y las demandas que se han planteado, como se observa desde la tabla #20 hasta la tabla #22, en donde se realizó el análisis para cada alternativa. Para la primera alternativa las tablas permitieron determinar los volúmenes que el embalse requeriría para cada una de las 3 demandas. Mientras que, para la alternativa 2, se determinó la energía eléctrica que se podría producir semanalmente.

Para la primera alternativa, se encontró como mejor opción cubrir la demanda 2, por lo cual se necesitará un embalse de 2,53 m<sup>3</sup>. Sin embargo, debido a los volúmenes que existen comercialmente se utilizará un tanque de 5000L, este tiene las siguientes dimensiones:



*Figura 68: Tanque superior de almacenamiento.*

**Fuente:** Plastigama

El tanque de 5000L que ha sido seleccionado cuenta con las siguientes dimensiones

Material: Polietileno.

Diámetro: 2500mm.

Alto: 1580mm.

Diámetro boca superior: 550mm.

Peso tanque: 104,30 kg.

Peso tanque con agua: 5104,3 kg.

Por otro lado, para la segunda alternativa, en función de la energía que se puede producir (143 watts diarios), por lo que se ha elegido como la demanda 2 como la mejor opción para cubrir.

### 5.13 Diseño de la alternativa seleccionada.

El agua potable llegará desde la red municipal a través de la acometida, utilizando tubería de 1 pulg, hasta la cisterna de entrada con una presión en el rango de 25 mca a 30 mca, en el trayecto desde la acometida hasta la cisterna existe un codo de 90 grados, por lo que antes estará la válvula flotadora diferencial que permitirá configurar los niveles de agua en los cuales se dará ingreso de agua a la cisterna, y después de la válvula el agua potable pasará por la turbina de hidro generación para por último llegar y almacenarse en la cisterna de entrada. Una vez completada esta primera fase, el edificio va a requerir del diseño convencional para poder abastecerse de agua potable, por lo tanto, a través de la bomba de 3HP se enviará agua potable a todos los puntos que así lo requieran. Como en el subsuelo 2 existen tomas de mangueras a los cuales el agua llegará gracias a la bomba, se realizará una conexión en una de las tomas para tener agua suficiente para el sistema de riego, goteo y aspersores. Para este caso no se dará el tratamiento de aguas grises, ya que no justifica realizarlo para un edificio de 5 pisos.

Existirá un sistema de tuberías para desechar las aguas residuales, en cada piso se utilizará tubería de 50 mm y para las bajantes se tendrán tuberías de 110 mm de diámetro, con esto evacuaremos de forma óptima las aguas servidas. Adicionalmente, existirán tuberías de ventilación de 50 mm para transportar el aire hacia el exterior del edificio.

Se realizará la verificación de la velocidad en la tubería de acometida que es la cual se tendrá que solicitar el cambio de diámetro para poder cumplir con los parámetros de la turbina de hidro generación.

#### Verificación de velocidad:

La tubería es de diámetro de 1 pulg o 25,40 mm

$$Q = 1,01 \frac{L}{s} = 0,001 \frac{m^3}{s}$$

$$A = \frac{\pi * 0,0254^2}{4} = 0,00051 m^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,001 \frac{m^3}{s}}{0,00051 m^2} = 1,97 \frac{m}{s} < 2,5 \frac{m}{s}$$

## 5.14 Programación de obra de la alternativa seleccionada.

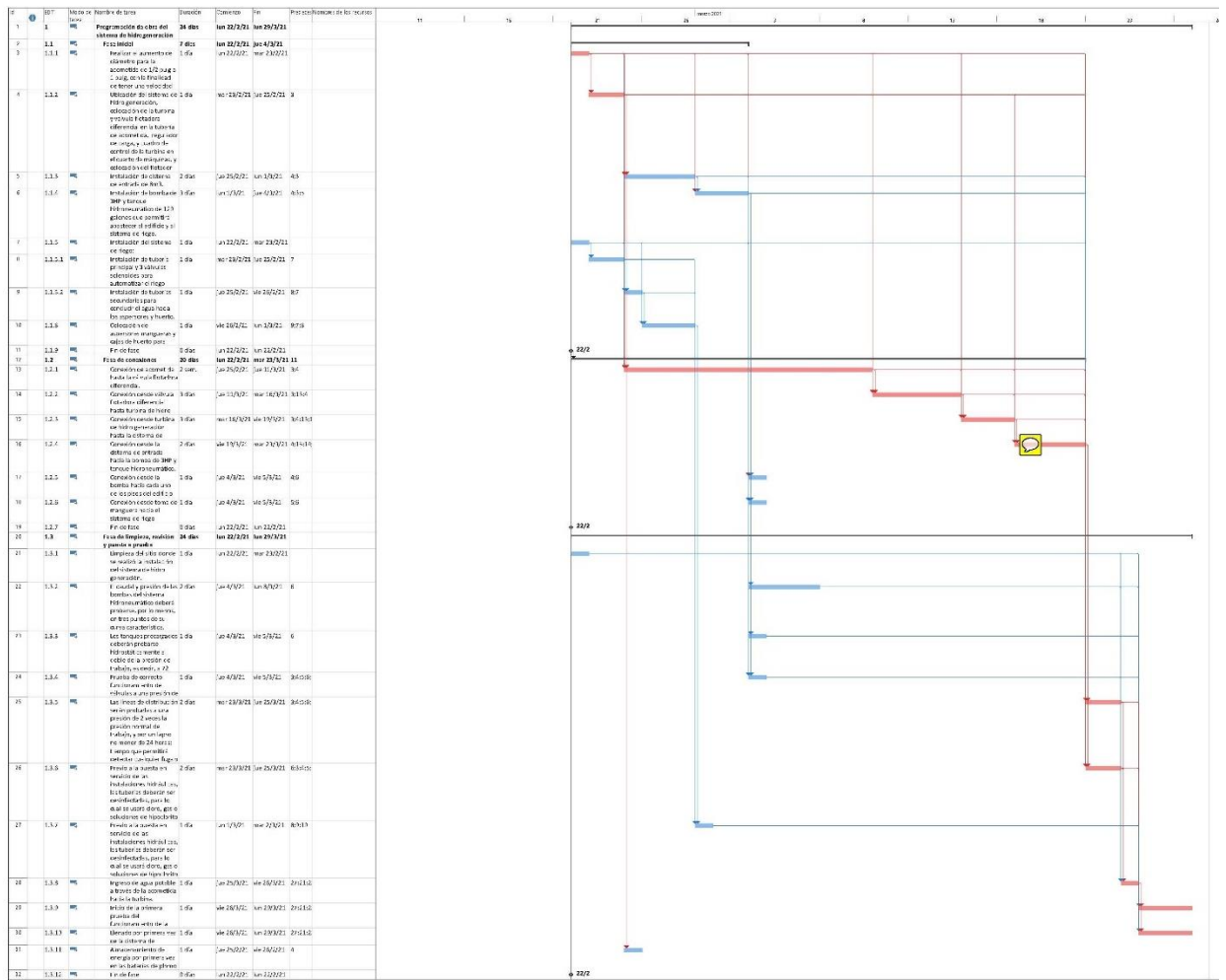


Figura 69: Programación de obra

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

## 6 CAPÍTULO IV: Evaluación técnica y económica de la alternativa seleccionada.

### 6.1 Análisis técnico de abastecimiento del edificio con energía auto producida.

#### 6.1.1 Equipamiento eléctrico.

El sistema propuesto contará con varios elementos, entre estos:

- ✓ Turbina (acero inoxidable) con generador incluido.
- ✓ Cuadro de control y regulador de carga.
- ✓ Baterías de 24V.
- ✓ Válvula de apertura y cierre automático en función del estado de carga de batería.

## 6.1.2 Costo de implementar la alternativa seleccionada.

INSTALACIÓN DE TURBINA DE GENERACIÓN				
Turbina de acero inoxidable con generador incluido	u	1	3710,12	3710,12
Cuadro de control y regulador de carga (transformador)	u			
Válvula de apertura y cierre automático en función del estado de carga de batería	u			
Baterías de 48V	u	1	2,6	2,6
			Subtotal	3712,72

Tabla 42: Costo sistema de hidro generación

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

Para la alternativa que ha sido seleccionada, se ha considerado el sistema de hidro generación.

## 6.1.3 Ahorro energético de la alternativa seleccionada.

El ahorro que se generará será el requerido por las 3 válvulas solenoides, y focos comunitarios, tal como se describe a continuación:

DEMANDA 2						
	Descripción	Número	Watts	Tiempo de uso hora/día	Consumo (W/día)	Consumo (kW/mes)
Focos comunitarios	Luminaria ojo de buey para piso, LED 5 W, 127 V	4	5	4	80	2,4
	LED PANELES START	7	3	2	42	1,26
Sistema riego	Solenoides	3	3	1	9	
<b>TOTAL</b>					<b>131</b>	<b>3,66</b>
<b>RESUMEN</b>						
					Watts/Día	kW/día
<b>TOTAL EDIFICIO</b>					<b>131</b>	<b>0,131</b>

Tabla 43: Ahorro energético

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

Es decir, el ahorro energético será de 131 W/día

## 6.2 Análisis técnico del abastecimiento hidrosanitario con aguas residuales.

### 6.2.1 Consumo de agua para el sistema de riego en jardines.

Para el sistema de riego de áreas verdes se ha considerado un huerto el cual estará abastecido a través de un sistema por goteo, mientras que en el resto de las áreas verdes se considerará aspersores, esto lo podemos verificar a continuación.

- ✓ Aspersores: Boquilla PGJ ROJA. Como se puede ver en la imagen de los datos de rendimiento, se utilizará la opción que cuenta con 2 bares de presión. Esta opción de aspersores seleccionados corresponde a la empresa Hunter.

BOQUILLA PGJ ROJA - DATOS DE RENDIMIENTO							BOQUILLAS PGJ		PGJ	
Boquilla	Presión		Radio L	Caudal		Pluv. mm/h				
	bar	kPa		m³/h	l/min	■	▲			
0,75 Rojo	1.7	170	4.3	0.13	2.2	14	17			
	2.0	200	4.6	0.14	2.4	14	16			
	2.5	250	4.9	0.16	2.7	13	15			
	3.0	300	5.2	0.18	3.0	13	15			
	3.5	350	5.2	0.19	3.2	14	17			
1.0 Rojo	3.8	380	5.5	0.20	3.4	13	15			
	1.7	170	5.2	0.18	3.0	13	15			
	2.0	200	5.5	0.19	3.2	13	15			
	2.5	250	5.5	0.21	3.5	14	16			
	3.0	300	5.8	0.23	3.8	14	16			
	3.5	350	5.8	0.24	4.1	15	17			
	3.8	380	6.1	0.25	4.2	14	16			

Figura 70: Aspersores

Fuente: Hydrogol – Rivulis Israriego

- ✓ Sistema de riego por goteo: Se utilizará la opción Hydrogol de “Rivulis Israriego”. Este es un lateral con gotero incorporado en la manguera. Este ítem genera un flujo turbulento del agua que minimiza la acumulación de residuos que provocan la obturación.

Color/ Caudal	Diámetro / Espesor de pared	Caudal nominal	Diámetro interno	Espesor de pared		Variación de caudal ±5%					EU 90% **				
						Variación de caudal ±5%					Variación de caudal ±5%				
						Espaciamiento entre emisores (cm)					Espaciamiento entre emisores (cm)				
(l/h)	(mm/mil)	(l/h)*	(mm)	(mil)	(mm)	20	30	50	75	100	20	30	50	75	100
Gris/1.0	12/35	0.95	10.4	35	0.89	44	61	91	122	150	54	75	112	151	184
	12/40	0.90	10.4	40	1.01	45	62	93	125	153	55	77	114	153	188
Negro/2.0	12/35	2.15	10.4	35	0.89	25	34	51	69	85	31	44	65	88	108
	12/40	2.10	10.4	40	1.01	26	36	54	73	90	32	45	67	89	110
Gris/1.0	16/35	1.05	13.8	35	0.89	70	96	141	188	230	86	118	174	232	283
	16/40	1.00	13.8	40	1.01	72	100	146	196	239	89	123	180	241	294
	16/45	1.00	13.8	45	1.14	73	100	147	197	240	90	124	182	242	296
Violeta/1.6	16/35	1.80	13.8	35	0.89	49	68	101	134	164	61	84	124	165	202
	16/40	1.60	13.8	40	1.01	53	73	108	144	176	65	90	133	178	217
	16/45	1.50	13.8	45	1.14	55	76	112	150	183	68	94	138	185	225
Negro/2.0	16/35	2.20	13.8	35	0.89	41	57	84	112	137	53	73	107	143	175
	16/40	2.05	13.8	40	1.01	45	62	92	123	150	56	77	113	151	184
	16/45	2.00	13.8	45	1.14	47	65	95	127	155	57	80	117	156	191
Blanco/4.0	16/35	4.10	13.8	35	0.89	29	40	58	78	95	35	49	72	96	117
	16/40	3.90	13.8	40	1.01	30	41	61	81	99	37	51	75	100	122
	16/45	3.80	13.8	45	1.14	31	43	63	84	103	38	53	77	104	126
Azul/8.0	16/35	8.00	13.8	35	0.89	18	25	37	50	61	23	32	47	63	77
	16/45	7.90	13.8	45	1.14	18	25	37	50	61	23	32	47	63	77
Gris/1.2	20/40	1.20	17.6	40	1.01	98	133	194	257	312	126	173	251	332	404
	20/45	1.15	17.6	45	1.14	100	136	198	262	319	129	176	256	339	413
Negro/2.0	20/40	2.25	17.6	40	1.01	63	86	126	167	203	83	113	165	219	267
	20/45	2.15	17.6	45	1.14	67	92	133	177	216	86	118	172	227	277
Blanco/4.0	20/40	4.00	17.6	40	1.01	45	62	90	120	146	58	79	115	153	186
	20/45	3.90	17.6	45	1.14	45	62	91	120	146	58	79	116	154	187

Tabla 44: Hydrogol - Aspersor seleccionado

Fuente: Hydrogol – Rivulis Israriego

A continuación, se tiene la descripción en el plano correspondiente del modelo del sistema de riego:

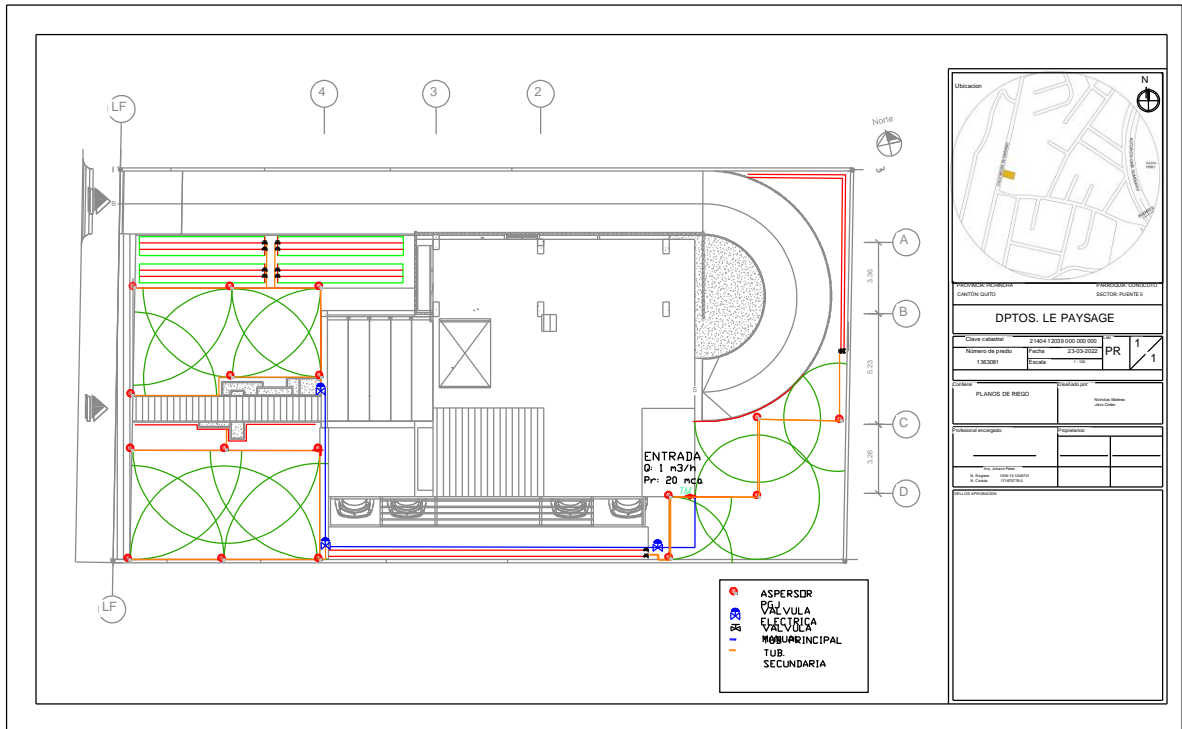


Figura 71: Sistema de Riego

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

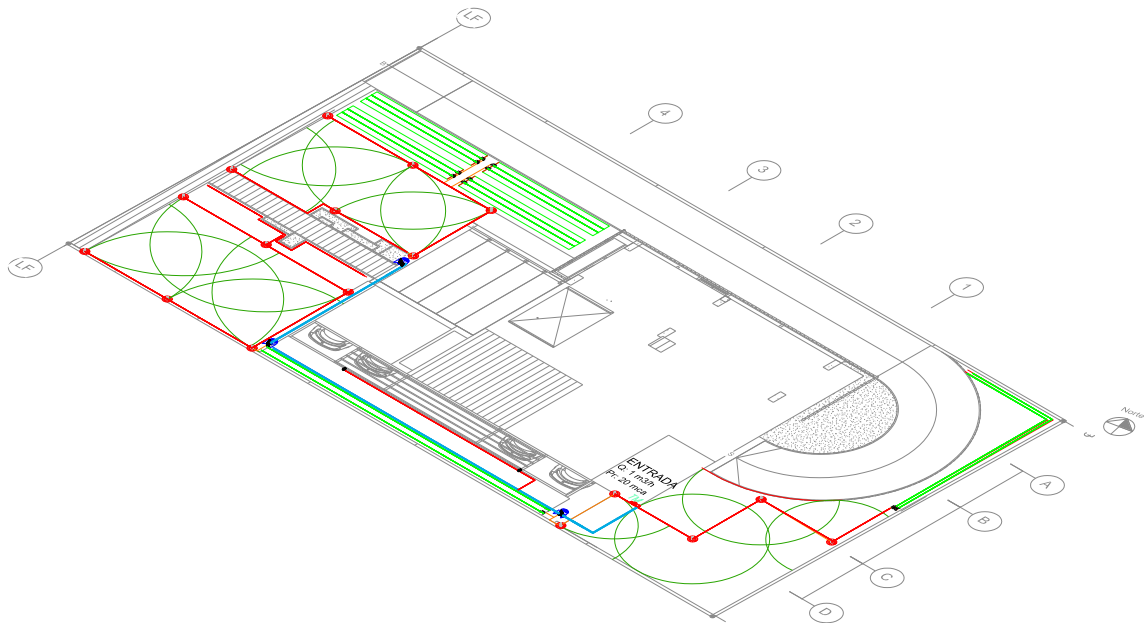


Figura 72: 3D Sistema de riego

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

## 6.2.2 Costo de implementación de equipos.

PRESUPUESTO DE EQUIPOS						
Rubros y Especificación del proceso constructivo						
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	C.TOTAL	P. TOTAL
<b>1</b>	<b>INSTALACIÓN DE TURBINA DE HIDROGENERACIÓN</b>					
	Turbina de acero inoxidable con generador incluido	u				
	Cuadro de control y regulador de carga (transformador)	u	1,00	3.710,12	3.710,12	4.155,33
	Valvula de apertura y cierre automático en función del estado de carga de batería	u				
	Baterías de 24 V	u	1,00	2,60	2,60	2,91
				<b>Subtotal</b>	<b>3.712,72</b>	<b>4.158,25</b>
<b>2</b>	<b>INSTALACION DEL SISTEMA DE BOMBEO</b>					
	Tubería de agua potable	u	2,00	9,00	18,00	20,16
	Codos de 90	u	2,00	9,00	18,00	20,16
	Bomba monoestagio	u	1,00	600,00	600,00	672,00
	Tanque hidroneumatico 120 galones	u	1,00	275,00	275,00	308,00
				<b>Subtotal</b>	<b>911,00</b>	<b>1.020,32</b>
<b>3</b>	<b>SISTEMA DE RIEGO</b>					
	<b>BOMBA PEDROLLO 1 HP MONOFASICA</b>					
	Bomba pedrollo 1 HP 110 V	u	1	231,00	231,00	258,72
	Base bomba	u	1	30	30,00	33,60
	<b>ARRANCADOR Y CABLE</b>					
	guardamotor 7-10 amp	u	1	45	45,00	50,40
	Cable # 12 cableado flexible	m	50	0,63	31,50	35,28
	Manguera pe ciega 20- p/ins t/éctrica m	m	25	0,32	8,00	8,96
	Amarras negras 432 x 5 mm.	u	100	13,96	1.396,00	1.563,52
	<b>SUCCION BOMBA</b>					
	valvula pie 1 1/2" roscada hembra nacional.	u	1	30,46	30,46	34,12
	Bus hing 1,5" x 1"	u	1	1,47	1,47	1,65
	Adap/m 32x1"	u	1	1,16	1,16	1,30
	Codo 32	u	1	1,74	1,74	1,95
	Tubo 32 x 1,25 x 6m	u	1	36,04	36,04	40,36
	Adap/m 32x1"	u	1		0,4	0,45
	Universal 1" pvc bs p	u	1	5,07	5,07	5,68
	Neplo 1"/cor	u	1	0,56	0,56	0,63
	Pega pvc amer717 1/4 galon (947ml)	u	1	1,98	1,98	2,22
	Limpiador o-65 1/4 galon (947 ml)	u	1	0,65	0,65	0,73
	Teflon	u	36	0,43	15,48	17,34
	<b>DESCARGA BOMBA</b>					
	Neplo 1"/cor	u	1	0,56	0,56	0,63
	Universal 1" pvc bs p	u	1	5,07	5,07	5,68
	Valvula check 1" macho p/ass on bsp.	u	1	17,38	17,38	19,47
	Adap/h 32x1"	u	1	2	2,00	2,24
	codo 32	u	4	1,74	6,96	7,80
	<b>CASTILLO Y VLV. AIRE</b>					
	montura 32 x 0.75" italiana	u	2	5,7	11,40	12,77
	Valv aire 3/4" bs p cinetica plastic pn-10	u	1	25	25,00	28,00
	Neplo 0.75"/cor	u	1	0,56	0,56	0,63
	tee/ros 0.75"	u	1	0,46	0,46	0,52
	Valvula esférica 3/4" m/h cromada	u	1	17,38	17,38	19,47
	Conector dentado 16x3/4" macho negro.	u	1	0,3	0,30	0,34
	Manguera 16	m	10	0,32	3,20	3,58
	Buje 3/4"m x 1/4"h roscado plástico	u	1	1,47	1,47	1,65
	Microfitro 1/4" metalico corto bermad	u	1	2,25	2,25	2,52
	Manómetro 6 atm/90 psi 1/4" macho	u	1	15	15,00	16,80
	niple doble plástico 1/8" bs p tefen	u	1	1,25	1,25	1,40
	valv sagi 3 vias 1/8"m+2x1/8"hcom 1/4"h	u	1	25	25,00	28,00
	<b>TUBERIAS</b>					
	Tubería de 1/2"	m	20	9,13	182,60	204,51
	<b>ACCESORIOS</b>					
	Codos 1/2"	u	20	0,53	10,60	11,87
	Tee 1/2"	u	15	0,71	10,65	11,93
	Pega	u	1	3	3,00	3,36
	<b>VÁLVULAS</b>					
	Válvula eléctrica 1/2"	u	3	13	39,00	43,68
	<b>CONTROLADORES DE RIEGO</b>					
	4 Salidas	u	1	150	150,00	168,00
	Cable #16	m	100	0,75	75,00	84,00
				<b>Subtotal</b>	<b>2.442,60</b>	<b>2.735,71</b>
<b>4</b>	<b>Alquiler de maquinaria</b>					
	Excavadora		1	\$50,00	\$50,00	\$56,00
				<b>Subtotal</b>	<b>\$50,00</b>	<b>\$56,00</b>
				<b>Total</b>		<b>7.970,28</b>

Tabla 45: Presupuesto equipos

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez

## 6.3 Evaluación económica del proyecto.

### 6.3.1 Presupuesto para el proyecto.

PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO						
Rubros y Especificación del proceso constructivo						
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	C.TOTAL	P. TOTAL
<b>1</b>	<b>INSTALACIÓN 4 MONTANTES PARA AGUA POTABLE</b>					
	Montantes de 1 pulgada	u	5,00	1,00	5,00	5,60
	Accesorio de acople para montante	u	4,00	1,00	4,00	4,48
	Valvulas de compuerta	u	4,00	1,00	4,00	4,48
					<b>Subtotal</b>	<b>13,00</b>
<b>2</b>	<b>INSTALACION DE RED DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE DE CADA DEPARTAMENTO</b>					
	Tubería agua fría (6m 1/2pulg) departamento 101	m	36,00	9,13	328,68	368,12
	Tubería agua fría (6m 1/2pulg) departamento 102	m	36,00	9,13	328,68	368,12
	Tubería agua fría (6m 1/2pulg) departamento 103	m	36,00	9,13	328,68	368,12
	Tubería agua fría (6m 1/2pulg) departamento 104	m	48,00	9,13	438,24	490,83
	Tubería agua caliente (6m 1/2pulg) departamento 101	m	6,00	11,19	67,14	75,20
	Tubería agua caliente (6m 1/2pulg) departamento 102	m	6,00	11,19	67,14	75,20
	Tubería agua caliente (6m 1/2pulg) departamento 103	m	6,00	11,19	67,14	75,20
	Tubería agua caliente (6m 1/2pulg) departamento 104	m	12,00	11,19	134,28	150,39
	Codos de 90 para tubería caliente	u	54,00	0,53	28,62	32,05
	Codos de 90 para tubería fría	u	55,00	0,53	29,15	32,65
	Unión de Tee PVC	u	12,00	0,71	8,52	9,54
	Unión de Tee PVC	u	12,00	0,71	8,52	9,54
	Valvula check 1/2	u	52,00	17,56	913,12	1.022,69
					<b>Subtotal</b>	<b>2.747,91</b>
<b>3</b>	<b>INSTALACIÓN DE TURBINA DE HIDROGENERACIÓN</b>					
	Turbina de acero inoxidable con generador incluido	u				
	Cuadro de control y regulador de carga (transformador)	u	1,00	3.710,12	3.710,12	4.155,33
	Valvula de apertura y cierre automático en función del estado de carga de batería	u				
	Baterías de 24 V	u	1,00	2,60	2,60	2,91
					<b>Subtotal</b>	<b>3.712,72</b>
<b>4</b>	<b>INSTALACION DEL SISTEMA DE BOMBEO</b>					
	Tubería de agua potable	u	2,00	9,00	18,00	20,16
	Codos de 90	u	2,00	9,00	18,00	20,16
	Bomba monoestagio	u	1,00	600,00	600,00	672,00
	Tanque hidroneumatico 120 galones	u	1,00	275,00	275,00	308,00
					<b>Subtotal</b>	<b>911,00</b>
<b>5</b>	<b>INSTALACION DE RED DE TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES DEL EDIFICIO</b>					
	Tubería de desague de diámetro 110 mm	m	73,00	13,97	1.019,81	1.142,19
	Tubería de desague de diámetro 50 mm	m	60,00	5,44	326,40	365,57
					<b>Subtotal</b>	<b>1.346,21</b>
<b>6</b>	<b>SISTEMA DE RIEGO</b>					
	<b>BOMBA PEDROLLO 1 HP MONOFASICA</b>					
	Bomba pedrollo 1 HP 110 V	u	1	231,00	231,00	258,72
	Base bomba	u	1	30	30,00	33,60
	<b>ARRANCADOR Y CABLE</b>					
	guardamotor 7-10 amp	u	1	45	45,00	50,40
	Cable # 12 cableado flexible	m	50	0,63	31,50	35,28
	Manguera pe ciega 20- p/ins t/elektrica m	m	25	0,32	8,00	8,96
	Amanras negras 432 x 5 mm.	u	100	13,96	1.396,00	1.563,52
	<b>SUCCION BOMBA</b>					
	valvula pie 1 1/2" roscada hembra nacional.	u	1	30,46	30,46	34,12
	Bus ling 1.5' x 1'	u	1	1,47	1,47	1,65
	Adap/m 32x1"	u	1	1,16	1,16	1,30
	Codo 32	u	1	1,74	1,74	1,95
	Tubo 32 x 1.25 x 6m	u	1	36,04	36,04	40,36
	Adap/m 32x1"	u	1		0,4	0,45
	Universal 1" pvc bs p	u	1	5,07	5,07	5,68
	Neplo 1"/cor	u	1	0,56	0,56	0,63
	Pega pvc amer717 1/4 galon (947ml)	u	1	1,98	1,98	2,22
	Limpiador o-65 1/4 galon (947 ml)	u	1	0,65	0,65	0,73
	Teflon	u	36	0,43	15,48	17,34
	<b>DESCARGA BOMBA</b>					
	Neplo 1"/cor	u	1	0,56	0,56	0,63
	Universal 1" pvc bs p	u	1	5,07	5,07	5,68
	Valvula check 1" macho plass on bsp.	u	1	17,38	17,38	19,47
	Adap/h 32x1"	u	1	2	2,00	2,24
	codo 32	u	4	1,74	6,96	7,80
	<b>CASTILLO Y VLV. AIRE</b>					
	montura 32 x 0.75" italiana	u	2	5,7	11,40	12,77
	Valv aire 3/4" bs p cinetica plastic pn-10	u	1	25	25,00	28,00
	Neplo 0.75"/cor	u	1	0,56	0,56	0,63
	tee/ros 0.75"	u	1	0,46	0,46	0,52
	Valvula esférica 3/4" m/h cromada	u	1	17,38	17,38	19,47
	Conector dentado 16x3/4" macho negro.	u	1	0,3	0,30	0,34
	Manguera 16	m	10	0,32	3,20	3,58
	Buje 3/4"m x 1/4"h roscado plástico	u	1	1,47	1,47	1,65
	Microfitro 1/4" metalico corto bermad	u	1	2,25	2,25	2,52
	Manómetro 6 atm/90 psi 1/4" macho	u	1	15	15,00	16,80
	niple doble plástico 1/8" bs p tefen.	u	1	1,25	1,25	1,40
	valv sagi 3 vias 1/8"m+2x1/8"hcom 1/4"h	u	1	25	25,00	28,00
	<b>TUBERÍAS</b>					
	Tubería de 1/2"	m	20	9,13	182,60	204,51
	<b>ACCESORIOS</b>					
	Codos 1/2"	u	20	0,53	10,60	11,87
	Tee 1/2"	u	15	0,71	10,65	11,93
	Pega	u	1	3	3,00	3,36
	<b>VÁLVULAS</b>					
	Valvula eléctrica 1/2"	u	3	13	39,00	43,68
	<b>CONTROLADORES DE RIEGO</b>					
	4 Salidas	u	1	150	150,00	168,00
	Cable #16	m	100	0,75	75,00	84,00
					<b>Subtotal</b>	<b>2.442,60</b>
<b>7</b>	<b>Mano de obra</b>					
	Ayudante de maquinaria	\$	1	\$448,68	\$448,68	\$502,52
	Plomero	\$	2	\$441,73	\$883,46	\$989,48
	Albañil	\$	2	\$441,73	\$883,46	\$989,48
	Operador de equipo liviano	\$	1	\$441,73	\$441,73	\$494,74
					<b>Subtotal</b>	<b>\$2.657,33</b>
<b>8</b>	<b>Alquiler de maquinaria</b>					
	Excavadora		1	\$50,00	\$50,00	\$56,00
					<b>Subtotal</b>	<b>\$50,00</b>
					<b>Total</b>	<b>15.546,46</b>

Tabla 46: Presupuesto proyecto

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez / Fuente: Mega Kiwy

### 6.3.2 Costo de implementación, operación y mantenimiento de la alternativa seleccionada.

Con respecto a la turbina seleccionada, el mantenimiento es bastante sencillo ya que esta funciona similar a una bomba centrífuga, es decir, cada 4 a 5 años se reemplazará el cierre mecánico, esto considerando que la turbina trabajará los 5 años. Mientras que, cada 10 a 15 años se deberá cambiar el rodete de la turbina, sin embargo, el mantenimiento es muy básico ya que las empresas que trabajan con bombas podrán cumplir con este requerimiento.

Costo aproximado del cierre mecánico: \$230.

Costo aproximado del rodete: \$400.

A continuación, veremos un sencillo análisis de los costos de mantenimiento en 15 años:

Costo de mantenimiento	Cierre mecánico	Rodete turbina	Total Anual
1 año			\$0,00
2 años			\$0,00
3 años			\$0,00
4 años			\$0,00
5 años	\$230,00		\$230,00
6 años			\$0,00
7 años			\$0,00
8 años			\$0,00
9 años			\$0,00
10 años	\$230,00	\$400,00	\$630,00
11 años			\$0,00
12 años			\$0,00
13 años			\$0,00
14 años			\$0,00
15 años	\$230,00		\$230,00
		Total 15 años	\$1.090,00

Tabla 47: Análisis de costos de mantenimiento

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

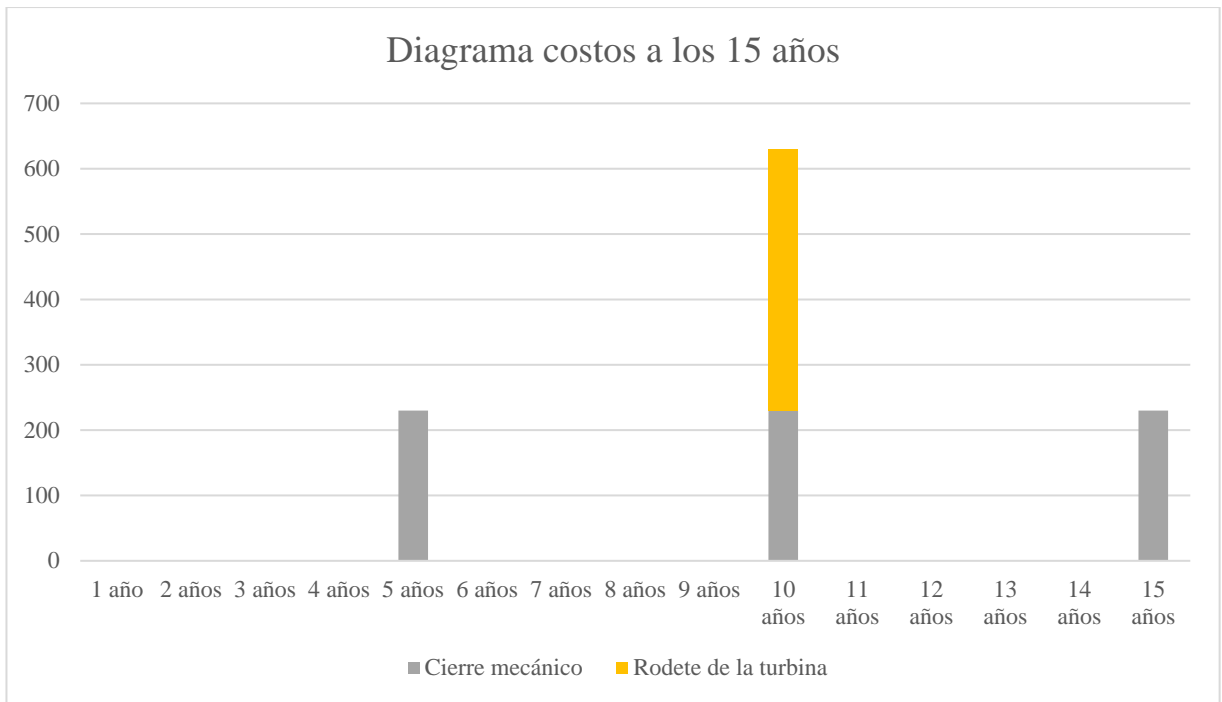


Figura 73: Diagrama de costos de mantenimiento

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

### 6.3.3 Análisis de costos para el proyecto.

ANÁLISIS DE COSTOS						
Rubros y Especificación del proceso constructivo						
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	C.TOTAL	P. TOTAL
<b>2</b>	<b>INSTALACIÓN 4 MONTANTES PARA AGUA POTABLE</b>					
	Montantes de 1 pulgada	u	5,00	\$1,00	\$5,00	\$5,60
	Accesorio de acople para montante	u	4,00	\$1,00	\$4,00	\$4,48
	Valvulas de compuerta	u	4,00	\$1,00	\$4,00	\$4,48
				<b>Subtotal</b>	\$13,00	\$14,56
<b>3</b>	<b>INSTALACION DE RED DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE DE CADA DEPARTAMENTO</b>					
	Tubería agua fría (6m 1/2pulg) departamento 101	m	36,00	\$9,13	\$328,68	\$368,12
	Tubería agua fría (6m 1/2pulg) departamento 102	m	36,00	\$9,13	\$328,68	\$368,12
	Tubería agua fría (6m 1/2pulg) departamento 103	m	36,00	\$9,13	\$328,68	\$368,12
	Tubería agua fría (6m 1/2pulg) departamento 104	m	48,00	\$9,13	\$438,24	\$490,83
	Tubería agua caliente (6m 1/2pulg) departamento 101	m	6,00	\$11,19	\$67,14	\$75,20
	Tubería agua caliente (6m 1/2pulg) departamento 102	m	6,00	\$11,19	\$67,14	\$75,20
	Tubería agua caliente (6m 1/2pulg) departamento 103	m	6,00	\$11,19	\$67,14	\$75,20
	Tubería agua caliente (6m 1/2pulg) departamento 104	m	12,00	\$11,19	\$134,28	\$150,39
	Codos de 90 para tubería caliente	u	54,00	\$0,53	\$28,62	\$32,05
	Codos de 90 para tubería fría	u	55,00	\$0,53	\$29,15	\$32,65
	Unión de Tee PVC	u	12,00	\$0,71	\$8,52	\$9,54
	Unión de Tee PVC	u	12,00	\$0,71	\$8,52	\$9,54
	Valvula check 1/2	u	52,00	\$17,56	\$913,12	\$1.022,69
				<b>Subtotal</b>	\$2.747,91	\$3.077,66
<b>4</b>	<b>INSTALACIÓN DE TURBINA DE HIDROGENERACIÓN</b>					
	Turbina de acero inoxidable con generador incluido	u				
	Cuadro de control y regulador de carga (transformador)	u	1,00	\$3.710,12	\$3.710,12	\$4.155,33
	Valvula de apertura y cierre automático en función del estado de carga de batería	u				
	Baterías de 48 V	u	1,00	\$2,60	\$2,60	\$2,91
				<b>Subtotal</b>	\$3.712,72	\$4.158,25
<b>5</b>	<b>INSTALACION DEL SISTEMA DE BOMBEO</b>					
	Tubería de agua potable	u				
	Tubería de agua potable	u	2,00	\$9,00	\$18,00	\$20,16
	Codos de 90	u	2,00	\$9,00	\$18,00	\$20,16
	Bomba monoestagio	u	1,00	\$600,00	\$600,00	\$672,00
	Tanque hidroneumatico 120 galones	u	1,00	\$275,00	\$275,00	\$308,00
				<b>Subtotal</b>	\$911,00	\$1.020,32
<b>6</b>	<b>INSTALACION DE RED DE TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES DEL EDIFICIO</b>					
	Tubería de desague de diámetro 110 mm	m	73,00	\$13,97	\$1.019,81	\$1.142,19
	Tubería de desague de diámetro 50 mm	m	60,00	\$5,44	\$326,40	\$365,57
				<b>Subtotal</b>	\$1.346,21	\$1.507,76
<b>8</b>	<b>SISTEMA DE RIEGO</b>					
	<b>BOMBA PEDROLLO 1 HP MONOFASICA</b>					
	Bomba pedrollo 1 HP 110 V	u	1	\$231,00	\$231,00	\$258,72
	Base bomba	u	1	\$30,00	\$30,00	\$33,60
	<b>ARRANCADOR Y CABLE</b>					
	guardamotor 7-10 amp	u	1	\$45,00	\$45,00	\$50,40
	Cable # 12 cableado flexible	m	50	\$0,63	\$31,50	\$35,28
	Manguera pe ciega 20- p/ins t/elektrica m	m	25	\$0,32	\$8,00	\$8,96
	Amarras negras 432 x 3 mm.	u	100	\$13,96	\$1.396,00	\$1.563,52
	<b>SUCCION BOMBA</b>					
	valvula pie 1 1/2" roscada hembra nacional.	u	1	\$30,46	\$30,46	\$34,12
	Bus ling 1,5" x 1'	u	1	\$1,47	\$1,47	\$1,65
	Adapim 32x1"	u	1	\$1,16	\$1,16	\$1,30
	Codo 32	u	1	\$1,74	\$1,74	\$1,95
	Tubo 32 x 1,25 x 6m	u	1	\$36,04	\$36,04	\$40,36
	Adapim 32x1"	u	1		\$0,40	\$0,45
	Universal 1" pvc bs p	u	1	\$5,07	\$5,07	\$5,68
	Neplo 1"/cor	u	1	\$0,56	\$0,56	\$0,63
	Pega pvc amer717 1/4 galon (947ml)	u	1	\$1,98	\$1,98	\$2,22
	Limpiaador o-65 1/4 galon (947 ml)	u	1	\$0,65	\$0,65	\$0,73
	Teflon	u	36	\$0,43	\$15,48	\$17,34
	<b>DESCARGA BOMBA</b>					
	Neplo 1"/cor	u	1	\$0,56	\$0,56	\$0,63
	Universal 1" pvc bs p	u	1	\$5,07	\$5,07	\$5,68
	Válvula check 1" macho plass on bsp.	u	1	\$17,38	\$17,38	\$19,47
	Adap/h 32x1"	u	1	\$2,00	\$2,00	\$2,24
	codo 32	u	4	\$1,74	\$6,96	\$7,80
	<b>CASTILLO Y VLV. AIRE</b>					
	montura 32 x 0.75" italiana	u	2	\$5,70	\$11,40	\$12,77
	Valv aire 3/4" bs p cinetica plastic pn-10	u	1	\$25,00	\$25,00	\$28,00
	Neplo 0.75"/cor	u	1	\$0,56	\$0,56	\$0,63
	tee/ros 0.75"	u	1	\$0,46	\$0,46	\$0,52
	Válvula esférica 3/4" m/h cromada	u	1	\$17,38	\$17,38	\$19,47
	Conector dentado 16x3/4" macho negro.	u	1	\$0,30	\$0,30	\$0,34
	Manguera 16	m	10	\$0,32	\$3,20	\$3,58
	Buje 3/4"m x 1/4"h roscado plástico	u	1	\$1,47	\$1,47	\$1,65
	Microfitro 1/4" metalico corto bermad	u	1	\$2,25	\$2,25	\$2,52
	Manómetro 6 atm/90 psi 1/4" macho	u	1	\$15,00	\$15,00	\$16,80
	niple doble plástico 1/8" bs p tefen	u	1	\$1,25	\$1,25	\$1,40
	valv sagi 3 vias 1/8"m+2x1/8"heom 1/4"h	u	1	\$25,00	\$25,00	\$28,00
	<b>TUBERÍAS</b>					
	Tubería de 1/2"	m	20	\$9,13	\$182,60	\$204,51
	<b>ACCESORIOS</b>					
	Codos 1/2"	u	20	\$0,53	\$10,60	\$11,87
	Tee 1/2"	u	15	\$0,71	\$10,65	\$11,93
	Pega	u	1	\$3,00	\$3,00	\$3,36
	<b>VÁLVULAS</b>					
	Válvula eléctrica 1/2"	u	3	\$13,00	\$39,00	\$43,68
	<b>CONTROLADORES DE RIEGO</b>					
	4 Salidas	u	1	\$150,00	\$150,00	\$168,00
	Cable #16	m	100	\$0,75	\$75,00	\$84,00
				<b>Subtotal</b>	\$2.442,60	\$2.735,71
<b>9</b>	<b>Mano de obra</b>					
	Ayudante de maquinaria	S	1	\$448,68	\$448,68	\$502,52
	Plomero	S	2	\$441,73	\$883,46	\$989,48
	Albañil	S	2	\$441,73	\$883,46	\$989,48
	Operador de equipo liviano	S	1	\$441,73	\$441,73	\$494,74
				<b>Subtotal</b>	\$2.657,33	\$2.976,21
<b>10</b>	<b>Alquiler de maquinaria</b>					
	Excavadora		1	\$50,00	\$50,00	\$56,00
				<b>Subtotal</b>	\$50,00	\$56,00
<b>11</b>	<b>Costo de mantenimiento a los 15 años</b>					
	Extracción de fangos	u	15	\$20,00	\$300,00	
	Limpieza y revisión del interior del tanque	u	3	\$80,00	\$240,00	\$1.630,00
	Cierre mecánico	u	3	\$230,00	\$690,00	
	Rodete de turbina	u	1	\$400,00	\$400,00	
				<b>Subtotal</b>	\$1.630,00	\$1.825,60
				<b>Total Proyecto</b>		#1REF1

Tabla 48: Análisis de costos

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez / Fuente: Mega Kiwy

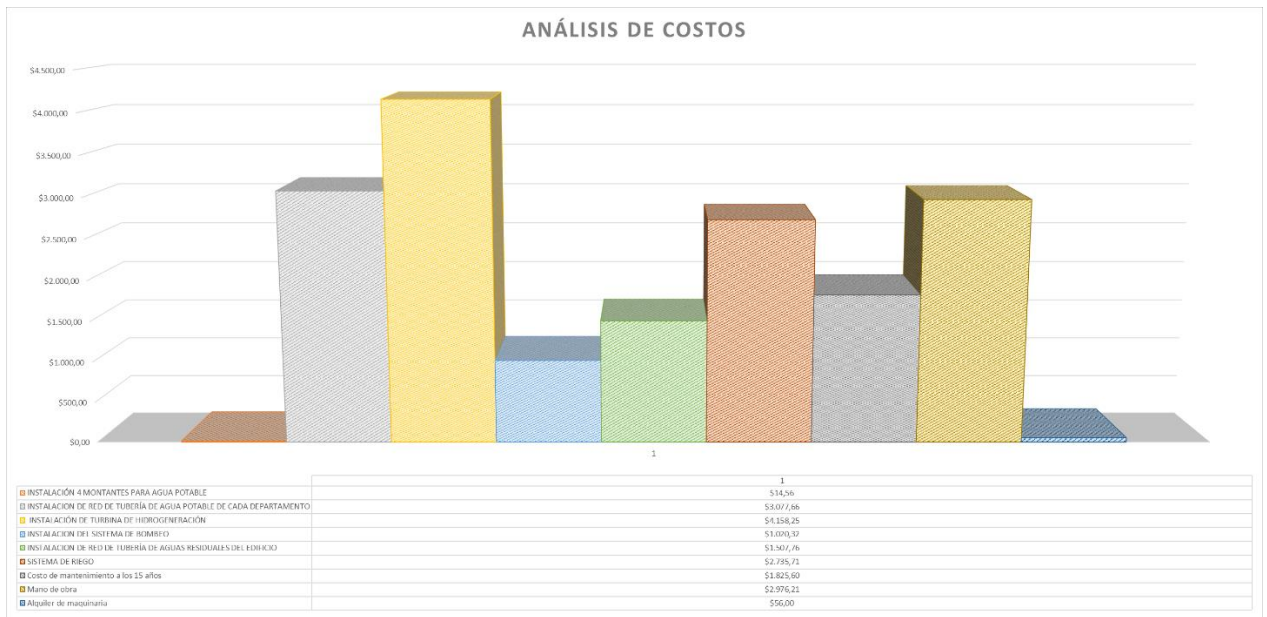


Figura 74: Gráfica de análisis de costos

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

## 7 CAPÍTULO V: Simulación de certificación EDGE.

### 7.1 Simulación de certificación EDGE para el edificio “Le paysage”.

#### 7.1.1 Aplicación de la certificación EDGE en el edificio “Le paysage”

El edificio Le paysage incluyendo el sistema autosustentable aplicando hidro generación ubicado en Valle de los chillos, Conocoto, puente 5, calle Miguel de Santiago.



Figura 75: Proyecto Le Paysaje

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

Debido a los grandes cambios climáticos ocasionados por un mal uso de los recursos ambientales, varios países han optado por implementar certificaciones para construcción sostenible para edificios nuevos residenciales y comerciales.

Con el objetivo de reducir la contaminación en el planeta e implementar buenas prácticas de diseños ambientales amigables con el ambiente, la ONU emitió un comunicado en su página que realza este problema, en donde se menciona que el estilo de vida que se mantiene en el planeta es insostenible.

La certificación EDGE es una de estas, que nos permite evaluar los costos para incorporar opciones de ahorro en energía y agua en sus edificios.

El beneficio más grande de incorporar estas certificaciones en proyectos del Ecuador es el acceso a créditos especiales en entidades financieras permitiendo un beneficio económico en compradores de viviendas y promotores.

Ya que la propuesta del edificio Le Paysage posee un sistema que permite un ahorro de energía y agua, la certificación EDGE es la más adecuada para evaluar nuestro proyecto.

#### **7.1.2 Tipo de departamentos en el Edificio Le Paysage.**

Para poder caracterizar el edificio dentro de la certificación es fundamental establecer departamentos tipo que existen en el edificio.

CLAVE CATASTRAL		NÚMERO DE PREDIO		ZONA ADMINISTRATIVA		PARROQUIA						
21404 12 039 000 000 000		1363081		LOS CHILLOS		CONOCOTO						
ZONIFICACIÓN				ÁREA DE TERRENO SEGÚN IRM:		654,50						
A8 (A603-35)				ÁREA DE TERRENO SEGÚN ESCRITUF		654,50						
				ÁREA DE TERRENO SEGÚN LEVANTAMIENTO:		654,38						
				NUMERO DE UNIDADES								
				USO PRINCIPAL								
				(R1) Residencia baja densidad								
PISO	NIVEL	USOS	UNID ADES Nº	AREA UTIL (AU) m2	AREA NO COMPUTABLE (ANC)		AREA BRUTA TOTAL DE m2	AREAS A ENAJENAR		AREAS COMUNALES		
					CONSTRUIDA m2	ABIERTA m2		CONSTRUIDA m2	ABIERTA m2	CONSTRUIDA m2	ABIERTA m2	
SUBSUELO -2	-6,00	ESTACIONAMIENTO 1	1		12,50		12,50		12,5			
		ESTACIONAMIENTO 2	1		12,50		12,50		12,5			
		ESTACIONAMIENTO 3	1		11,75		11,75		11,75			
		ESTACIONAMIENTO 4	1		11,75		11,75		11,75			
		ESTACIONAMIENTO 5	1		12,50		12,50		12,5			
		ESTACIONAMIENTO 6	1		12,50		12,50		12,5			
		ESTACIONAMIENTO 7	1		13,25		13,25		13,25			
		ESTACIONAMIENTO 8	1		13,25		13,25		13,25			
		BODEGA 1	1		5,51		5,51		5,51			
		BODEGA 2	1		5,47		5,47		5,47			
		BODEGA 3	1		5,47		5,47		5,47			
		BODEGA 4	1		5,51		5,51		5,51			
		CUARTO MAQUINAS	1		4,95		4,95			4,95		
		CISTERNA	1		4,00		4,00				4	
		CIRCULACIÓN VEHICULAR				81,50		81,50			81,50	
		CIRCULACIÓN PEATONAL				24,60		24,60			24,60	
		RAMPA AL NIVEL -6,00 2do Tramo					48,42	0				48,42
		ÁREA VERDE COMUNAL ACCESIBLE A	1				88,78	0				88,78
ÁREA VERDE COMUNAL INACCESIBLE B	1				28,70	0				28,70		
<b>SUBTOTAL SUBSUELO -2</b>					<b>237,01</b>	<b>165,9</b>	<b>237,01</b>	<b>121,96</b>		<b>115,05</b>	<b>165,9</b>	
SUBSUELO -1	-2,8	VIVIENDA 101	1	119,083			119,083	119,083				
		BALCÓN	1		3,76		3,76	3,76				
		CIRCULACIÓN DE USO COMÚN	1		20,52		20,52			20,52		
		JARDINERAS				11,94	0				11,94	
		ÁREA VERDE COMUNAL INACCESIBLE C	1			16,50	0				16,50	
		ÁREA VERDE COMUNAL INACCESIBLE D	1			23,48	0				23,48	
		ÁREA VERDE EXCLUSIVA VIVIENDA 101 ACCESIBLE 1	1			96,14	0		96,14			
ÁREA VERDE COMUNAL ACCESIBLE 2	1			67,77	0				67,77			
<b>SUBTOTAL SUBSUELO -1</b>					<b>119,083</b>	<b>24,28</b>	<b>215,83</b>	<b>143,363</b>	<b>122,843</b>	<b>96,14</b>	<b>20,52</b>	
PLANTA BAJA	0,00	VIVIENDA 102	1	119,083			119,083	119,083				
		BALCÓN	1		3,76		3,76	3,76				
		CIRCULACIÓN DE USO COMÚN	1		12,07		12,07			12,07		
		PLAZA / LOBBY	1		10,67		10,67			10,67		
		CIRCULACIÓN PUENTE DE INGRESO	1			18,93	0				18,93	
		RAMPA AL NIVEL -6,00 1er Tramo	1			84,78	0				84,78	
<b>SUBTOTAL PLANTA BAJA</b>					<b>119,083</b>	<b>26,5</b>	<b>103,71</b>	<b>145,583</b>	<b>122,843</b>	<b>0</b>	<b>22,74</b>	
1ERA PLANTA	2,80	VIVIENDA 103	1	119,083			119,083	119,083				
		BALCÓN	1		3,76		3,76	3,76				
		CIRCULACIÓN DE USO COMÚN	1		12,07		12,07			12,07		
<b>SUBTOTAL 1ERA PLANTA ALTA</b>					<b>119,083</b>	<b>15,83</b>		<b>134,913</b>	<b>122,843</b>	<b>0</b>	<b>12,07</b>	
2DA PLANTA ALTA	5,60	VIVIENDA 104	1	119,083			119,083	119,083				
		BALCÓN 1	1		3,76		3,76	3,76				
		BALCÓN 2	1		3,20		3,20	3,20				
		CIRCULACIÓN DE USO COMÚN	1		12,07		12,07			12,07		
<b>SUBTOTAL 2DA PLANTA ALTA</b>					<b>119,083</b>	<b>19,03</b>		<b>138,113</b>	<b>126,043</b>	<b>0</b>	<b>12,07</b>	
<b>SUBTOTAL</b>					<b>476,33</b>	<b>322,65</b>	<b>485,44</b>	<b>798,98</b>	<b>616,53</b>	<b>96,14</b>	<b>182,45</b>	
<b>TOTAL</b>					<b>476,33</b>	<b>808,09</b>	<b>798,98</b>	<b>712,67</b>		<b>571,75</b>		
COS PB CONSTRUCCIÓN	18,20%		ÁREA ÚTIL PLANTA BAJA 119,083				COS PB MUNICIPIO		35%			
COS TOTAL CONSTRUCCIÓN	72,79%		ÁREA ÚTIL TOTAL 476,33				COS TOTAL MUNICIPIO		105%			

Tabla 49: Cuadro de áreas

Elaborador por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez / Fuente: Planos Le paysage

Departamento tipo 1	m2
Vivienda 101	119,083
Vivienda 102	119,083
Vivienda 103	119,083
Vivienda 104	119,083

Tabla 50: Departamentos Le Paysaje

Fuente: Planos Le paysage

### 7.1.2.3 Planos de departamentos tipo

- Vivienda 101

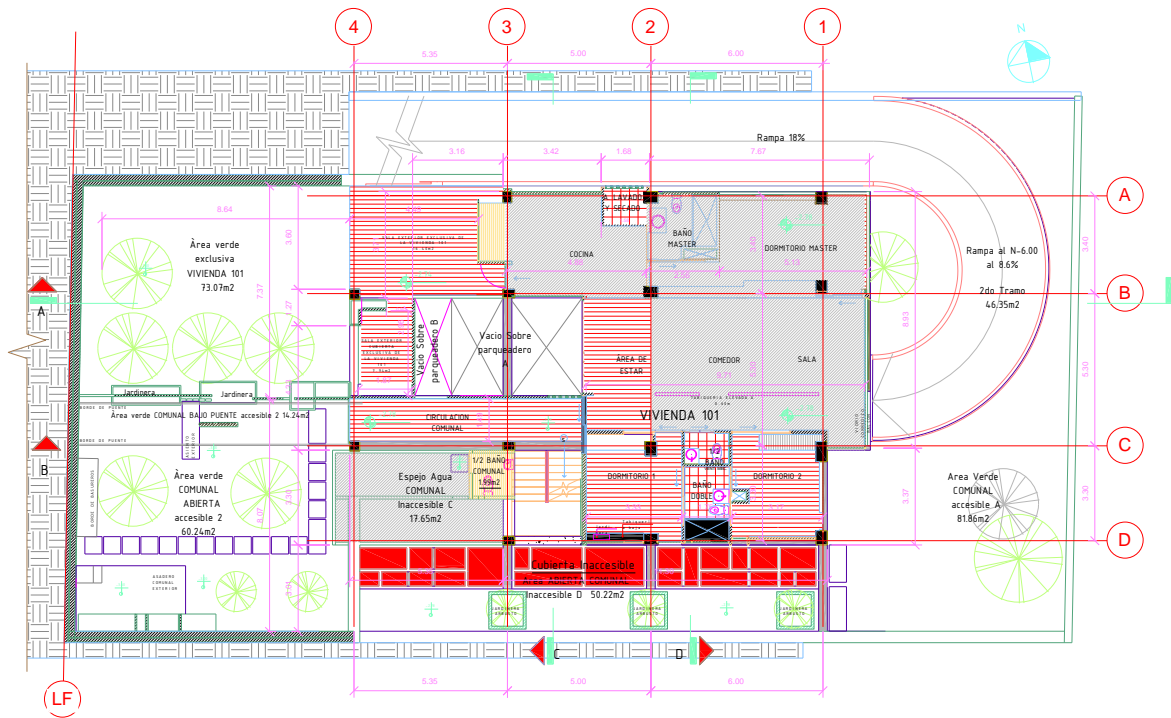


Figura 76: Vivienda 101

Elaborador por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez.

- Vivienda 102

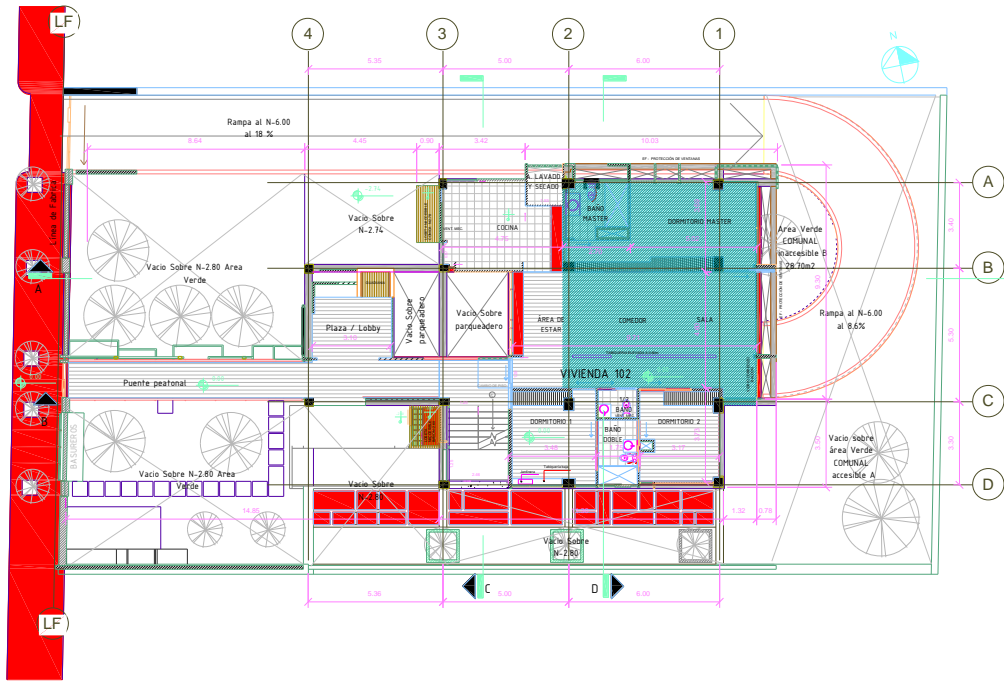


Figura 77: Vivienda 102

Elaborador por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez.

- Vivienda 103

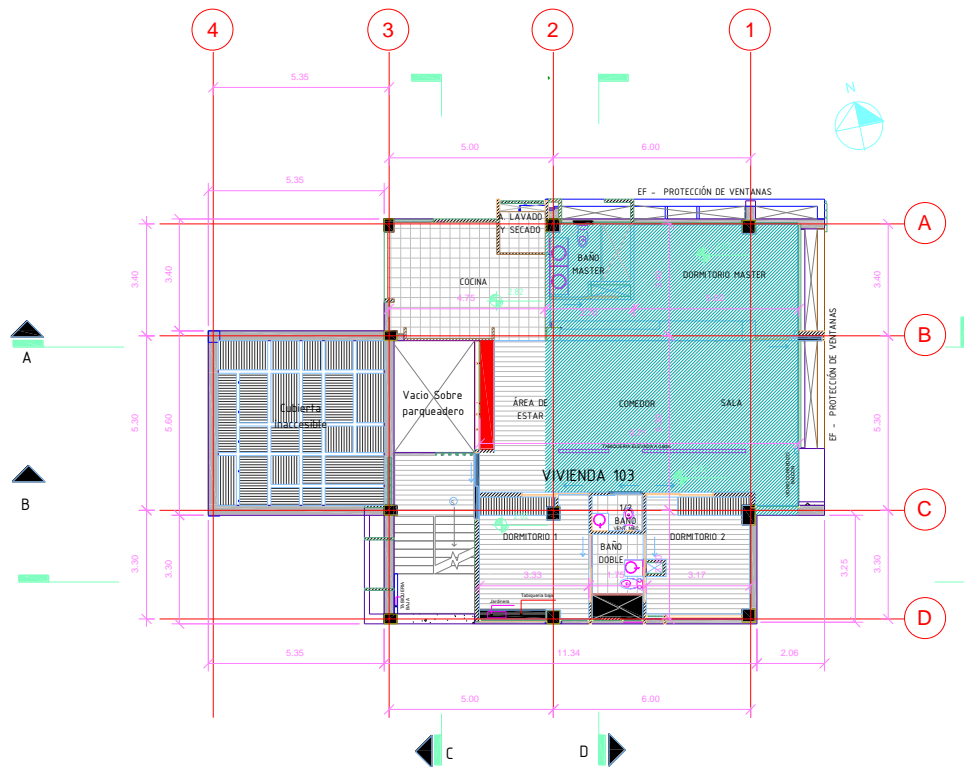


Figura 78: Vivienda 103

Elaborador por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez.

- Vivienda 104

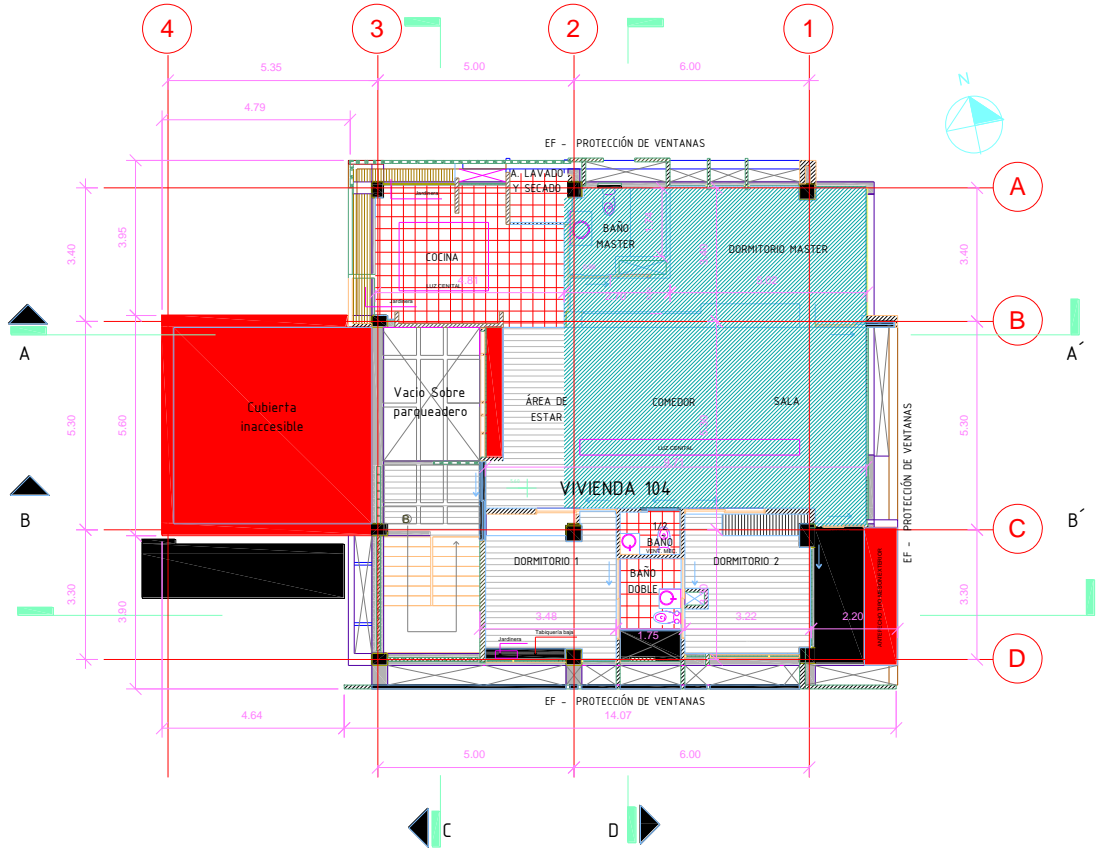


Figura 79: Vivienda 104

Elaborador por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez.

### 7.1.3 Aplicación de la simulación de certificación EDGE

#### 7.1.3.1 Diseño departamento tipo 1

El primer paso de la certificación EDGE es llenar los datos de la sección de diseño, en donde se especifican todos los datos del edificio con respecto a ubicación, número de construcciones, metros cuadrados, titular del proyecto.

## Ubicación del proyecto.

Diseño Energía 0.00% Agua 0.00% Materiales 0.00% OCULTAR RESULTADOS

Datos de ubicación

País  
Ecuador

Ciudad  
Quito

Categoría de Ingresos  
Medio superior

Figura 80: Ubicación del proyecto

Fuente: EDGE

## Datos del proyecto.

Edge IFC International Financial Corporation  
Creating Markets. Creating Opportunities

Español | Página Principal | Iniciar sesión Nicholas Martínez

Casas Le Paysage PANEL PRELIMINARY VERSIÓN 2.1.5 ARCHIVO GUARDAR

Consumo final de energía 831.60 kWh/mes/Unidad Vivienda	Consumo final de agua 13.12 L/mes/Unidad Vivienda	Costos de servicios públicos - Linea... 183.98 \$/mes/Unidad	Reducción en el costo de servicios... -	Costo Incremental -	Retorno en años NA Años
---	---	--	--	------------------------	-------------------------------

Diseño Energía 0.00% Agua 0.00% Materiales 0.00% OCULTAR RESULTADOS

Detalles del Proyecto

Nombre del Proyecto* Le Paysage	Dirección línea1 Valle de los Chillos, Puente 5, Calle Miguel d	Código postal 170156	Cantidad de subproyectos EDGE asocia...
Cantidad de edificios distintos* 5	Dirección línea2	Teléfono del titular del Proyecto Móvil 593 998537525	Superficie total del proyecto (m²)
Nombre del titular del Proyecto Nicholas Martínez	Ciudad Quito	¿Desea certificar?*	Número del Proyecto
Email del titular del Proyecto nico_martinez21@hotmail.com	Estado/Provincia Pichincha	¿Compartir con inversor(s) o banco(s)?*	
	País Ecuador	Is this Project created for Training Purpose?*	

Figura 81: Datos del proyecto

Fuente: EDGE

## Área detallada del Proyecto.

En la Certificación EDGE el programa pide que se haga un desglose de las áreas en m<sup>2</sup> del edificio por lo que para colocar estos datos exactamente, se realiza el cuadro de áreas previamente, el cual se puede observar en la tabla 51 la cual muestra todos los datos de las áreas y espacios correspondientes con el Proyecto.

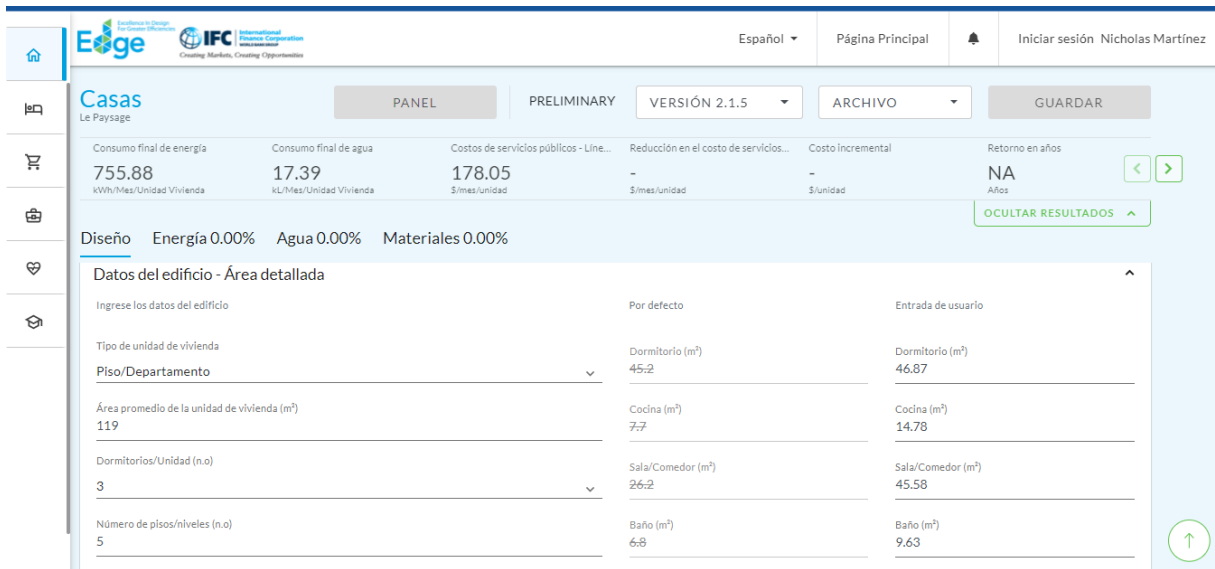


Figura 82: Área detallada del proyecto

Fuente: EDGE



Figura 83: Área detallada del proyecto 1

Fuente: EDGE

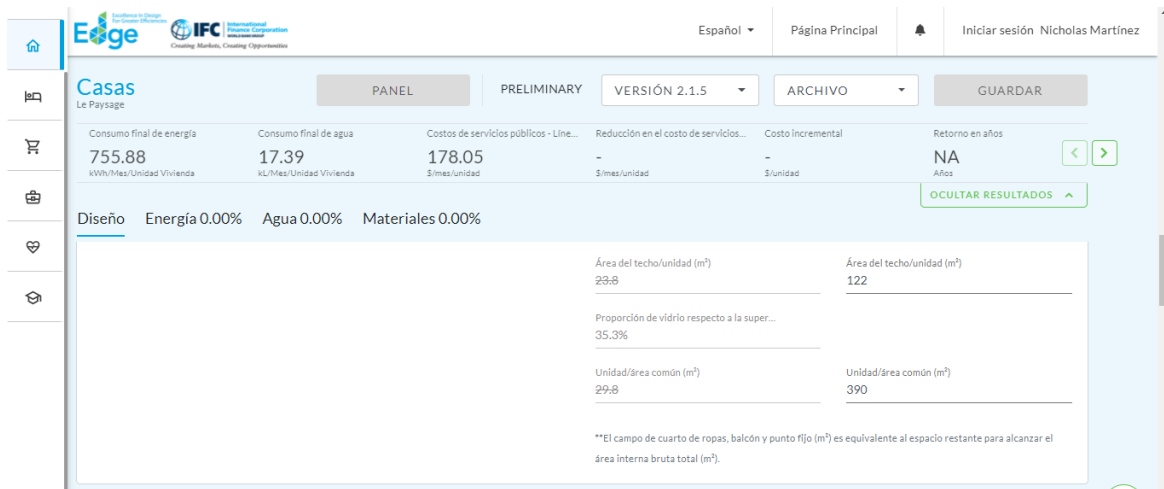


Figura 84: Área detallada del proyecto 2

Fuente: EDGE

## Sistema del Edificio

En el siguiente punto de la certificación pide detallar que tipo de sistema cuenta el edificio para regular el ambiente dentro del edificio, mediante algún sistema de calefacción o sistema de aire acondicionado.

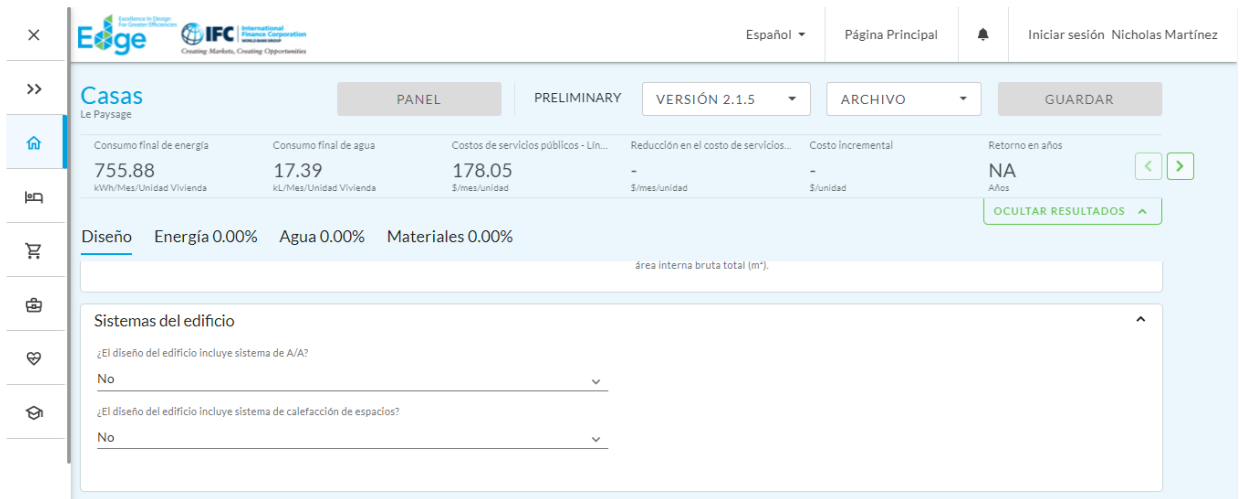


Figura 85: Sistema del edificio

Fuente: EDGE

## Supuestos para Línea base

Es un punto de la certificación donde se evalúa los costos de electricidad, gas, diésel con el objeto de definir la cantidad de gasto anual que se produce en el edificio y poder determinar si es eficiente.

También existe un apartado para ingresar la temperatura promedio mensual del sitio donde se encuentra el edificio para valorar la cantidad de uso de sistemas de calefacción y electricidad. Para poder ingresar estos datos primero se necesita conocer el costo de agua y luz en el Ecuador, para eso se observan datos de clima y planillas eléctricas y de agua.

Meses	Más Baja Temp [°C]	Más Alta Temp [°C]	Temp Promedio [°C]
Enero	8,8	16	12,4
Febrero	9,2	15,8	12,5
Marzo	9	15,6	12,3
Abril	9	15,8	12,4
Mayo	8,8	16,2	12,5
Junio	8,1	16,6	12,35
Julio	7,6	17,3	12,45
Agosto	8	17,8	12,9
Septiembre	8	17,6	12,8
Octubre	9	16,5	12,75
Noviembre	9	15,8	12,4
Diciembre	8,8	15,8	12,3

Tabla 51: Datos de clima proporcionado por Weather Atlas.

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

**Fuente:** (Atlas, 2021).

Según la planilla de agua de la empresa de agua potable se determina que el costo de cada m<sup>3</sup> de agua en el sector del valle de los chillos, puente 5, es de 40ctvs y el costo de electricidad 0,08 ctvs.

		Promedio mensual de temperatura exterior (Celsius)	
Por defecto	Entrada de usuario	Por defecto	Entrada de usuario
Combustible para el calentamiento de a... Electric Resistance	Combustible para el calentamiento de agua Resistencia eléctrica	Ene. 12,8	Ene. 12,4
Combustible utilizado para la calefacción Electricity	Combustible utilizado para la calefacción Electricidad	Feb. 14,0	Feb. 12,5
Costo de la electricidad (\$/KWh) 0,10	Costo de la electricidad (\$/KWh) 0,10	Mar. 12,9	Mar. 12,3
Costo del combustible diésel (\$/L) 1,61	Costo del combustible diésel (\$/L) 0,50	Abr. 12,9	Abr. 12,4

Figura 86: Datos para Edge

**Fuente:** EDGE

Costo de la electricidad (\$/kWh)	Costo de la electricidad (\$/kWh)	Mar.	Mar.
0.19	0.10	13.9	12.3
Costo del combustible diésel (\$/L)	Costo del combustible diésel (\$/L)	Abr.	Abr.
1.61	0.50	13.9	12.4
Costo del GLP/Gas Natural (\$/L)	Costo del GLP/Gas Natural (\$/L)	Mayo	Mayo
-	-	14.0	12.5
Costo del agua (\$/kl)	Costo del agua (\$/kl)	Jun.	Jun.
1.98	0.40	14.1	12.4
Emissiones de CO <sub>2</sub> : g/kWh de electricida...	Emissiones de CO <sub>2</sub> : g/kWh de electricida...	Jul.	Jul.
403.78	-	13.9	12.5
Proporción de vidrio respecto a la pare...		Ago.	Ago.

Figura 87: Datos electricidad

Fuente: EDGE

Costos de electricidad = 0,10 ctvs para el 16 de diciembre 2021 (Universo, 2021)

Costos de agua = 0,40 ctvs para el 16 de diciembre 2021 (Universo, 2021)

Costo de Gas/ natural =0,67 ctvs (prices, 2021)

The screenshot shows the EDGE software interface for a project named "Casas Le Paysage". The interface includes a navigation menu on the left with icons for home, search, and other functions. The top header displays the EDGE and IFC logos, along with the user's name "Nicholas Martínez" and a language dropdown set to "Español". The main content area shows a "PANEL PRELIMINARY" view with a "VERSIÓN 2.1.5" dropdown and a "GUARDAR" button. Below this, there are summary statistics for energy and carbon emissions, and a table of design parameters.

Diseño		Energía 0.00%		Agua 0.00%		Materiales 0.00%	
Reflectividad solar de la pintura: techo (...)	30%	Reflectividad solar de la pintura: techo (...)		Oct.	13.7	Oct.	12.8
Eficiencia de la caldera de agua caliente ...	80%	Eficiencia de la caldera de agua caliente ...		Nov.	13.6	Nov.	12.4
Valor-U del techo (W/m².K)	2.12	Valor-U del techo (W/m².K)		Dic.	13.6	Dic.	12.3
Valor-U de la pared (W/m².K)	1.86	Valor-U de la pared (W/m².K)		Latitud (Grados)	0	Latitud (Grados)	-2.8957
Valor-U del vidrio (W/m².K)	5.75	Valor-U del vidrio (W/m².K)					

Figura 88: Datos Diseño Edge

Fuente: EDGE

## Energía

Posteriormente de completar los datos de diseño, se tiene el siguiente punto de evaluación, que es acerca de la Energía en donde se colocarán todos los parámetros que nos permiten saber que tan eficiente es el edificio en función del ahorro energético que se tenga.

A continuación, se detalla la justificación de los porcentajes de cada uno de los parámetros establecidos en la pestaña de energía.

**HME01 "Reducción de la Proporción de vidrio en la fachada exterior (WWR%)"**

Fuente: (Bank, World Group, 2018)

La proporción de vidrio en la fachada exterior es un valor que se debe ingresar en la aplicación de EDGE, el objetivo de HME01 es permitir encontrar un equilibrio entre la fachada y el vidrio para poder aprovechar el máximo de luz natural y la calefacción de la luz natural con el objetivo de que el edificio tenga un menor consumo energético.



*Figura 89: Ingreso de luz en el edificio*

**Fuente:** EDGE

Para conseguir la medida se debe utilizar la WWR que es la proporción que se tiene entre la superficie completa de los vidrios dividido para la superficie de la parte externa de la pared.

$$\%WWR = \frac{\sum \text{superficie de vidrio } m^2 \times 100}{\sum \text{superficie bruta pared externa } m^2}$$

*Ecuación 12: Proporción entre superficie de vidrios y parte externa de pared*

**Fuente:** EDGE

		VENTANAS							
		SUR		NORTE		ESTE		OESTE	
		Alto	Largo	Alto	Largo	Alto	Largo	Alto	Largo
PISO 2	1	2,13	0,9	2,35	1,26	1,35	2,5	0,55	3
	2	1,48	1,01	2,35	1,3	2,35	4,97	1,2	0,95
	3	1,21	2,05	2,35	1,3	2,35	3,26	2,14	3,2
	4	0,84	0,66	2,35	0,88			1,36	1,53
	5	2,34	0,815	2,35	0,95			2,93	1,25
	6	2,34	0,27	2,3	0,79				
	7	2,34	0,63	3,11	0,46				
	8	2,29	0,47						
	9	2,26	1,15						
TOTAL		14,9461		16,6191		22,7155		15,3813	
PISO 1	10	1,21	2,02	2,35	1,26	2,29	2,52	0,79	1,94
	11	0,66	0,84	2,35	1,3	2,35	4,77	0,18	1,99
	12	2,35	0,85	2,35	1,3	2,35	3,24	2,09	0,84
	13	2,35	0,27	2,35	0,88			2,24	3,3
	14	2,35	0,6	2,35	0,95			1,44	1,6
	15	0,65	2,32	2,3	0,79				
	16	2,35	1,28	1,14	0,95				
TOTAL		12,1786		17,2785		24,5943		13,3424	
PISO PB	17	1,21	2	2,35	1,3	2,75	2,4	2,4	3,08
	18	0,84	0,65	1,67	1	2,55	2,32	1,53	2,73
	19	2,35	0,83	1,67	0,94	2,35	1,55	1,54	3,05
	20	2,35	0,65	2,35	1,3	2,35	3,22	2,39	1,55
	21	2,35	0,25	0,95	1,2	2,3	3,01		
	22	2,35	0,53						
TOTAL		9,9115		10,4898		30,6485		19,9704	
SUB 1	23	1,21	2,02	2,35	1,35	2,4	2,75	2,4	2,75
	24	0,84	0,65	3,33	1,12	2,32	2,54	2,32	2,54
	25	2,22	0,83	0,9	1,15	2,35	1,55	2,35	1,55
	26	2,35	0,27	0,55	2,01	2,35	3,22	2,35	3,22
	27	2,35	0,63	3,05	0,14	3,43	1,15	3,43	1,15
	28	2,35	0,63	1,7	0,19	3,5	0,54	3,5	0,54
	29	0,65	2,32						
TOTAL		11,3983		9,7926		29,5368		29,5368	

Tabla 52: Tabla de superficie de ventanas

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez.

		PAREDES							
		SUR		NORTE		ESTE		OESTE	
		Alto	Largo	Alto	Largo	Alto	Largo	Alto	Largo
PISO 2		2,8	14,1	2,8	14,1	2,8	14,1	2,8	14,1
TOTAL		39,48		39,48		39,48		39,48	
PISO 1		2,8	14,1	2,8	14,1	2,8	14,1	2,8	14,1
TOTAL		39,48		39,48		39,48		39,48	
PISO PB		2,8	14,1	2,8	14,1	2,8	14,1	2,8	14,1
TOTAL		39,48		39,48		39,48		39,48	
SUB 1		2,8	14,1	2,8	14,1	2,8	14,1	2,8	14,1
TOTAL		39,48		39,48		39,48		39,48	

Tabla 53: Superficie de la fachada

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez.

		NORTE	SUR	ESTE	OESTE
PISO 2	VENTANAS	16,6191	14,9461	22,7155	15,3813
	PAREDES	39,48	39,48	39,48	39,48
PISO 1	VENTANAS	17,2785	12,1786	24,5943	13,3424
	PAREDES	39,48	39,48	39,48	39,48
PISO PB	VENTANAS	10,4898	9,9115	30,6485	19,9704
	PAREDES	39,48	39,48	39,48	39,48
SUB 1	VENTANAS	9,7926	11,3983	29,5368	29,5368
	PAREDES	39,48	39,48	39,48	39,48
	% WWR	34,3085106	30,6702761	68,06933891	49,53831054
	% WWR TOTAL	45,646609			

Tabla 54: Cálculo de %WWR

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez.

NORTE

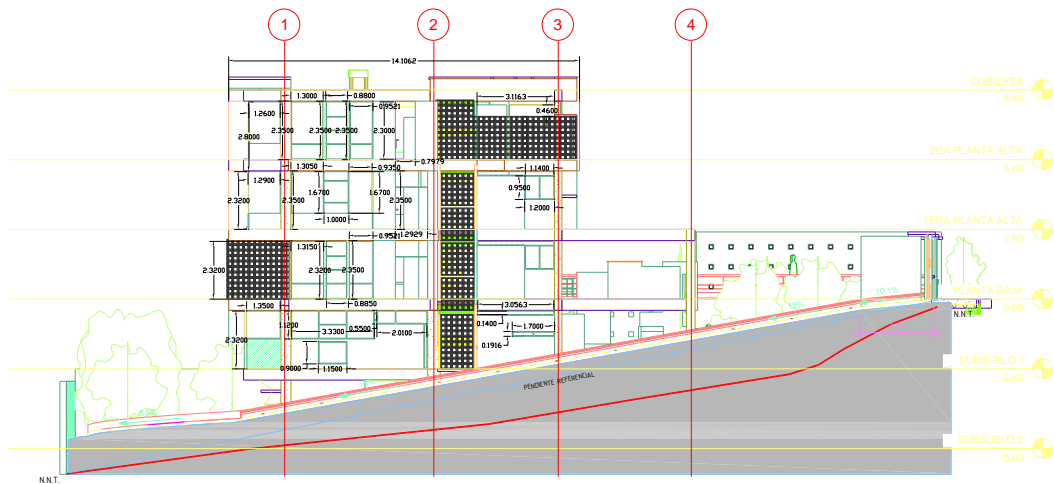


Figura 90: Gráfico para %WWR NORTE

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez.

# SUR

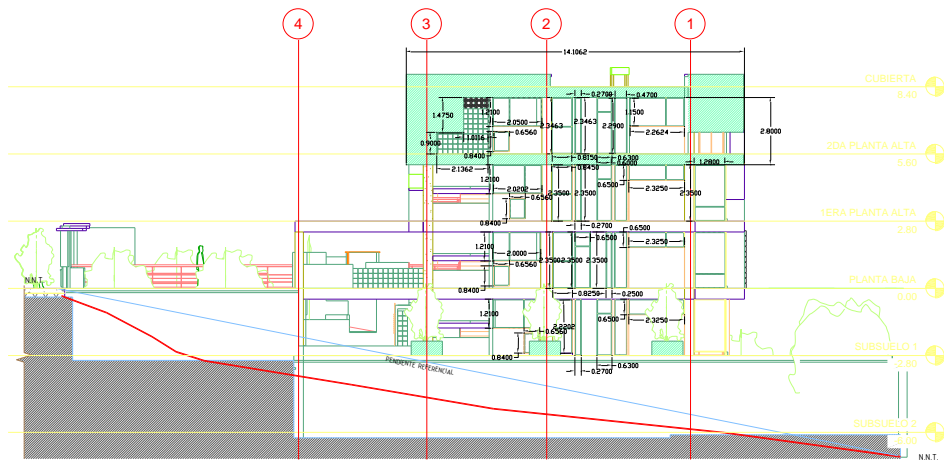


Figura 91: Gráfico para %WWR SUR

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez.

# ESTE

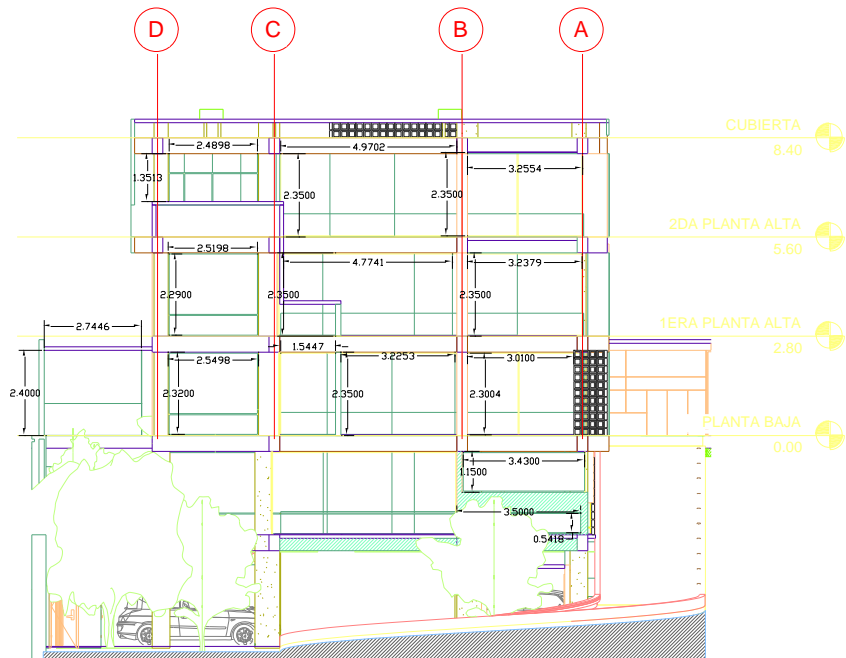
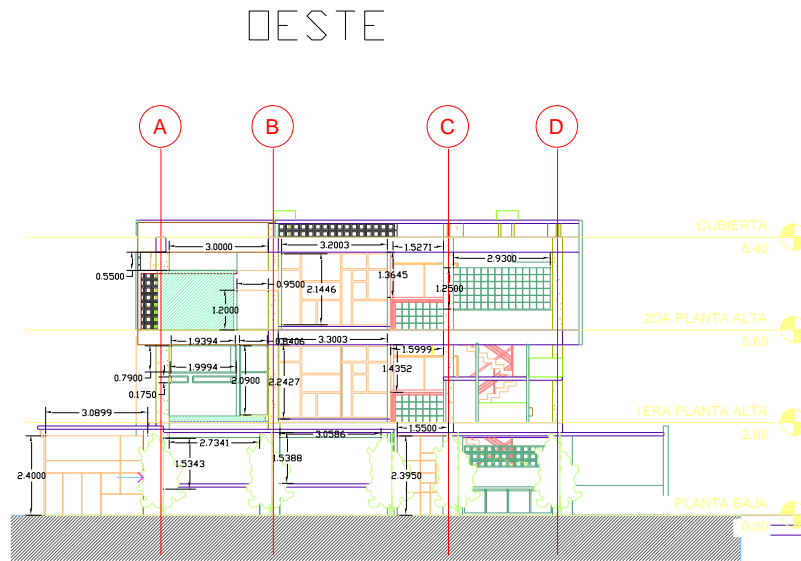


Figura 92: Gráfico para %WWR ESTE

Elaborado por: Nicholas Martínez y Jairo Cortez.



*Figura 93: Gráfico para %WWR OESTE*

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez.

## HME02 Reflectividad Solar

Las industrias de construcción, así como las de materiales han mostrado gran preocupación con respecto al cuidado del medioambiente, lo que ha llevado a las anteriormente mencionadas a la construcción de estructuras sostenibles.

El SRI o Índice de Reflectancia Solar es un valor compuesto que se calcula haciendo uso de la norma ASTM E1980. Muestra la facultad de un material para absorber o no el calor producido por el sol.

Una de las soluciones tomadas para atenuar el efecto de la reflectancia solar al construir o modificar una estructura o un espacio urbano radica en el uso de materiales con propiedades termo físicas aptas. Los cuales se evalúan mediante el análisis de sus propiedades ópticas.

El SRI es la  $T_s$  (Temperatura de una superficie en estado estacionario) relativa de una superficie con respecto al blanco estándar con un índice de reflectancia del 100 % y un negro estándar con un índice de reflectancia del 0 % con respecto al estándar solar y condiciones ambientales. Entre más alto el índice de reflectancia del material, este contribuirá más a la mitigación del calor.

Para el proyecto “Le Paysage” se propone no colocar un revestimiento ya que en este proyecto no es necesario implementar esta medida debido a que el valor de reflectancia solar (SR) provoca que exista un mayor consumo en la línea base.

Materiales de Recubrimiento para techo	Reflectancia solar
"EPDM Gris"	"23% "
"Teja de Asfalto Gris"	"22% "
"Azulejo de Cemento Sin Pintar"	"25% "
"Betún Superficial Granular Blanco"	"26% "
"Azulejo de Arcilla Roja"	"33% "
"Grava liviana empotrada en techo"	"34% "
"Aluminio"	"61% "
"Grava Recubierta de Blanco en Techo"	"65% "
"Revestimiento Blanco en Techo de Metal"	"67% "
"EPDM Blanco"	"69% "
"Azulejo de Cemento Blanco"	"73% "
"Revestimiento Blanco 1 Capa"	"80% "
"PVC Blanco"	"83% "
"Revestimiento Blanco 2 Capas"	"85% "

(Bank, World Group, 2018)

*Tabla 55: Guía de usuario EDGE*

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez.

**Fuente:** (Bank, World Group, 2018)

## HME9 Ventilación Natural.

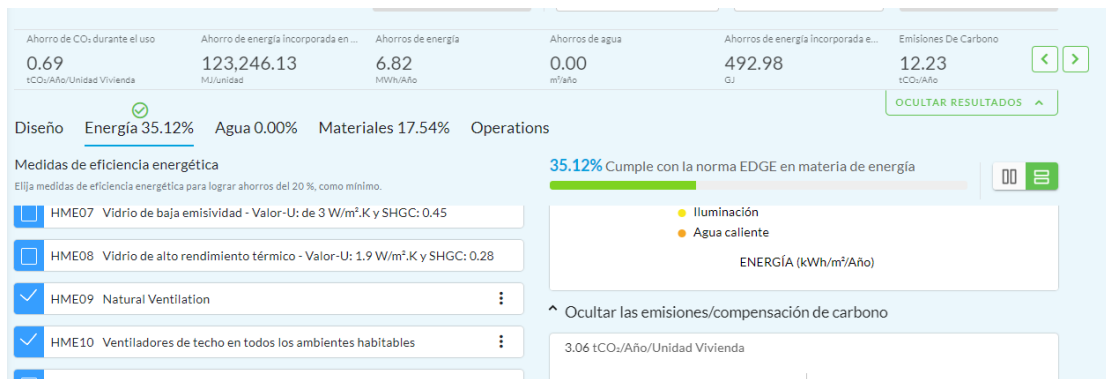


Figura 94: Energía - Ventilación - Edge

**Fuente:** EDGE

La ventilación natural es una aplicación que se utiliza en la arquitectura con el objetivo de generar una mayor comodidad, ya que el aire se mueve dentro de los diferentes ambientes permitiendo que el cuerpo humano tenga una mayor sensación de confort, conjuntamente permite eliminar olores y contaminantes que tengamos dentro de la vivienda.

Según la guía de usuario EDGE, para poder cumplir con HME9 se necesita cumplir con dos condiciones:

- 1.- La habitación debe tener una geometría que tenga una relación entre la profundidad de la habitación y la altura del cielo raso y la superficie mínima de abertura. (Bank, World Group, 2018)
- 2.- Si los dormitorios tienen un sistema de aire acondicionado, este tiene que tener un control con un sensor que sea automatizado ósea que pueda encender o apagar que el aire cuando la habitación se encuentra con aire natural que este ventilando el cuarto. (Bank, World Group, 2018)

Tipo de edificio	Espacios que deben tener ventilacion natural
Casas	Dormitorios, sala de estar, cocina
Hotelería	Pasillos
	Habitaciones de huéspedes (con controles automáticos)
Comercio	Pasillos, atrio y áreas comunes
Oficinas	Oficinas, pasillos y vestíbulo
Hospitales	Pasillos
	Habitaciones de pacientes
	Vestíbulo, salas de espera y áreas de consulta
Educación	Pasillos

Tabla 56: Cuadro de espacios para ventilación natural

**Fuente:** (Bank, World Group, 2018)




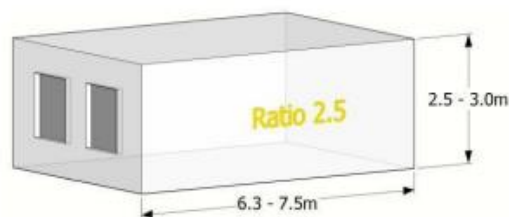
Tipo	Imagen	Descripción
Ventilación por un solo lateral		La ventilación por un solo lateral depende de las diferencias de presión existentes entre las distintas aberturas de un único espacio. Es más previsible y eficaz que si solo hay una abertura y, por lo tanto, puede utilizarse en espacios con una mayor profundidad. En aquellos espacios con una única abertura, la ventilación se produce por corrientes de turbulencia. Estas corrientes crean una acción de bombeo en la abertura única, lo que da lugar a pequeñas entradas y salidas de flujo. Como este es un método menos previsible, se reduce la profundidad alcanzada en las habitaciones con ventilación por un solo lateral y con una única abertura.
Ventilación cruzada: Espacios únicos		La ventilación cruzada de espacios únicos es el enfoque más simple y eficaz. La ventilación cruzada se produce mediante diferencias de presión entre los lados de barlovento y sotavento del espacio en cuestión.
Ventilación cruzada: Espacios divididos		Se puede conseguir una ventilación cruzada en las habitaciones divididas creando aberturas en el tabique del pasillo. Este método solo es aceptable en aquellos casos en que una habitación tiene acceso a los lados de barlovento y sotavento del edificio, ya que la ventilación del espacio de sotavento depende del ocupante del espacio de barlovento. Asimismo, las aberturas proporcionan una ruta de propagación del ruido entre los espacios.

Tabla 57: Tipos de ventilación natural

**Fuente:** (Bank, World Group, 2018)

Para poder verificar que el edificio Le Paysage conste con la HME9 se debe verificar la relación que tiene entre la profundidad y el cielo raso, en el caso de este proyecto se tiene una relación de 2,5, ya que tenemos dimensiones de dormitorio de 7,5 m y 2,35 de cielo raso por lo que según la categoría EDGE entramos en esta clasificación. (Bank, World Group, 2018)

**Un solo lateral,  
múltiples aberturas**



2,5

Figura 95: Relación dimensiones de bloques

**Fuente:** Guía EDGE

### **HME16 Bombillas de bajo consumo – Espacios interiores**

Estas serán consideradas como eficientes cuando las mismas sean lámparas fluorescentes compactas (CFL), ledes o T5, siempre y cuando estas u otras usadas presenten una eficiencia de 90 lm/W o superior. Por lo menos un 90% de las lámparas deben ser de bajo consumo.

El uso de este tipo de bombillas permitirá reducir costos ya que estas presentan un valor menor a las bombillas normales, y, por otro lado, representan una mayor duración

### **HME17 Bombillas de bajo consumo – Áreas comunes y espacios exteriores**

Por otro lado, estas serán eficientes para sitios como áreas comunales, verdes, etc. Al igual que en el caso anterior, utilizar este tipo de bombillas, representará grandes beneficios, como el de costos menores y mayor duración.

### **HME18 Controles de iluminación para áreas comunes y exteriores**

Para que se considere que existen controles de iluminación, es necesario que todas las habitaciones cuenten con algún tipo de control por medio de tecnologías que pueden ser sensores de ocupación, temporizadores o sensores de luz. Esto representará un ahorro significativo en energía, ya que las luces se encenderán solo cuando detecten necesidad de hacerlo. A continuación, se observa lo que sugiere EDGE con respecto a controles de iluminación.

Tipo de edificio	Espacios que deben estar equipados con controles de iluminación	Tipo de control requerido
<b>CASAS</b>	Pasillos compartidos, áreas comunes, escaleras y áreas exteriores	Interruptores o dispositivos atenuadores de luz fotoeléctricos, sensores de ocupación o

*Tabla 58: Controles de iluminación*

**Fuente:** Guía EDGE (WORLD BANK GROUP, 2018)

### **HME21 Medidores de energía inteligentes para energía eléctrica**

Si el proyecto presenta medidores eléctricos inteligentes, se estará cumpliendo con este punto, entre las ventajas que puede presentar el utilizarlos será principalmente la reducción de consumo energético, ya que al poder saber exactamente donde hay altos consumos, se podrá tomar acciones para disminuir el mismo. Por otro lado, esto permite a los usuarios tener la opción de monitorear en línea para gestionar de mejor forma su electricidad.



*Figura 96: Medidores inteligentes*

**Fuente:** (CasaDomo, 2018)

### **HME22: Energía renovable en el edificio para generación eléctrica**

En el proyecto de “Le Paysage” se implementó en el capítulo previo un sistema que permita generar energía renovable dentro del edificio generando un edificio mucho más sustentable que aprovecha todos sus recursos en altura y recurso hídrico para generar energía para ser utilizada en el funcionamiento del edificio, en la certificación EDGE tener este tipo de tecnología implementada nos entrega una gran recompensa en el puntaje de la certificación ya que se apoya la generación de energías renovables en el edificio.

El porcentaje de energía renovable producida en el edificio es del 17% teniendo en consideración el gasto total que se tienen en el edificio, el porcentaje que utiliza energía renovable producida por el propio edificio es del 17%.

Tabla de consumo diario en el Edificio de Luz eléctrica				
	Aparatos eléctricos	Horas de uso diario	Consumo [W]	Total [W]
Cocina	Refrigeradora	8	240	1920
	Cocina	2	1000	2000
	Microondas	0,25	1200	300
	Tostadora	0,16	1000	160
	Cafetera	1	750	750
Sala	Lamparas	3	120	360
	Equipo de sonido	3	300	900
Comedor	Televisión	6	120	720
Dormitorios	Televisión	7	120	840
	Computadora	8	300	2400
	Consolas de juegos	4	250	1000
	Cargador de celular	12		0
				0
Baños	Plancha de cabello	1	1000	1000
	Afeitadora	0,16	30	4,8
	Secadora de pelo	0,16	1600	256
				0
				0
Área de lavado y secado	Secadora	0,5	5000	2500
	Lavadora	0,5	400	200
				0
Focos comunitarios	Luminaria ojo de buey para piso	8	480	3840
	Punto de iluminacion 127 V 5 watt	8	936	7488
Focos Departamentos	Subsuelo 1 Punto de iluminacion 127 V 5 watt	9	2430	21870
	Planta Baja Punto de iluminacion 127 V 5 watt	9	1863	16767
	Piso 1 Punto de iluminacion 127 V 5 watt	9	1863	16767
	Piso 2 Punto de iluminacion 127 V 5 watt	9	1863	16767
Jardín	Bomba de riego	3	2250	6750
			TOTAL	105559,8
	Focos comunitarios	11328		
	Jardín	6750		
	Total	18078		

Tabla 59: Consumo diario en el proyecto

**Elaborado por:** Nicholas Martínez y Jairo Cortez

## Resumen de Energía

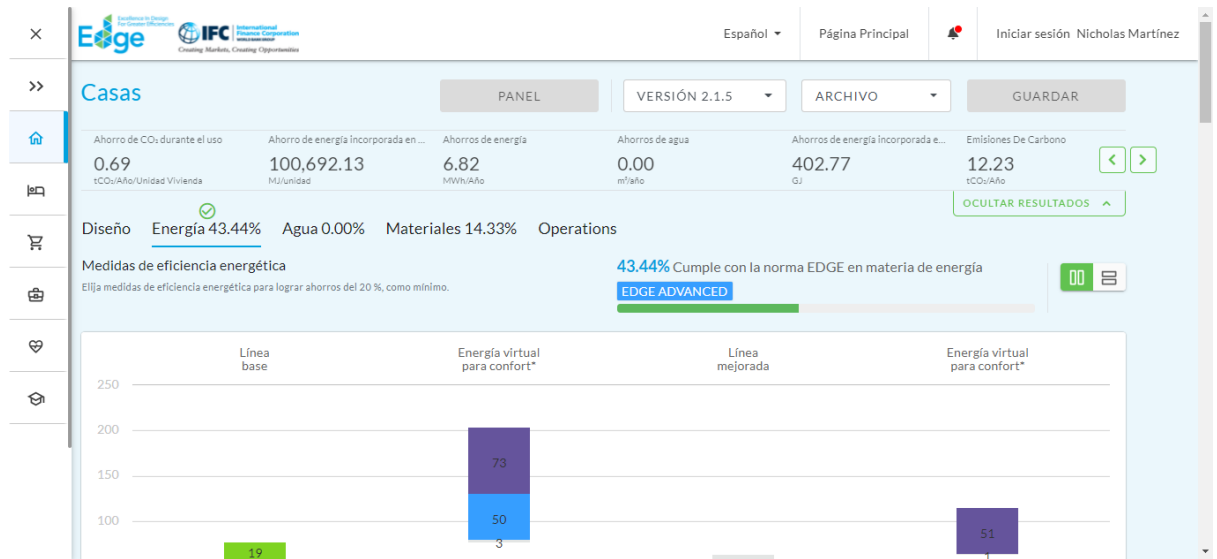


Figura 97: Resumen de energía

Fuente: (Bank, World Group, 2018)

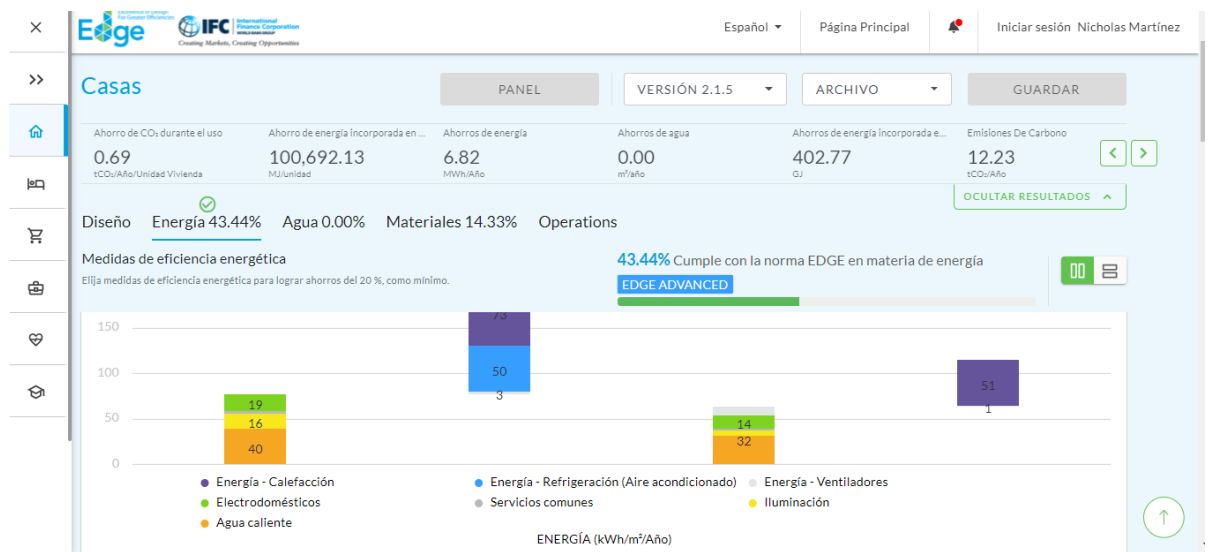


Figura 98: Resumen de energía 1

Fuente: (Bank, World Group, 2018)

## AGUA

### **HMW01 Cabezales de ducha de bajo flujo**

Para que este punto se considere como cubierto debe existir cabezales especiales en todos los baños para que exista un ahorro significativo. Al utilizar cabezales especiales de bajo flujo no se afectará su funcionalidad, sencillamente el caudal que maneje la ducha será menor, con lo cual el consumo será menor. Para esto EDGE recomienda que el flujo esté de 8 a 10 l/min. Sin embargo, es importante tener presente que el flujo dependerá directamente de la presión con la que se cuente.

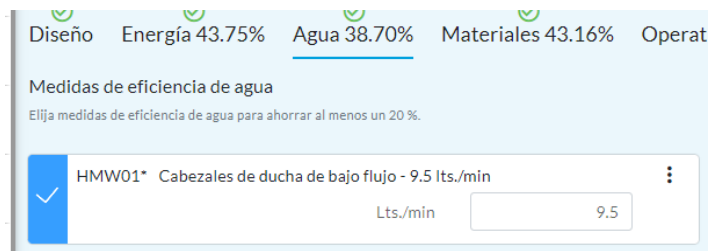


Figura 99: EDGE Agua

**Fuente:** EDGE

### **HMW02 Grifos de bajo flujo para fregaderos de cocina**

Debido a que en las cocinas se utiliza mucha agua, esto puede representar un gran ahorro al utilizar grifos de bajo flujo. Esto no afectará la funcionalidad del aparato y, por otro lado, significará un ahorro incluso en energía ya que para generar agua caliente se requerirá de menor energía porque los grifos son de bajo flujo.

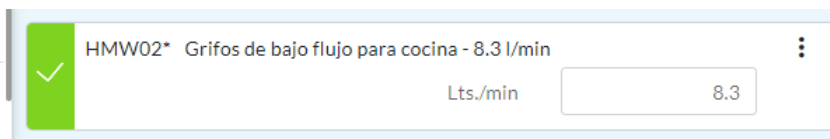


Figura 100: HMW02

**Fuente:** EDGE

### **HMW03 Grifos de bajo flujo en todos los baños**

Al igual que en los casos anteriores, esto no afectará a su funcionalidad ya que en realidad será un ahorro tanto en consumo de agua como en ahorro energético. Para que este punto se considere como completo deben existir este tipo de grifos en todos los baños.

HMW03\* Grifos de bajo flujo en todos los baños - 8.3 L/min

Lts./min

Figura 101: HMW03

Fuente: EDGE

#### HMW04 Descarga doble para servicios sanitarios.

HMW04\* Descarga doble para inodoros en todos los baños - 4.8 L en la p...

Lts. pri...  Lts. seg...

Figura 102: HMW04

Fuente: EDGE

Para poder afirmar el ahorro agua por parte de los inodoros, estos deben poseer doble descarga o un tipo de descarga que sea eficiente. Los retretes de doble descarga representan un gran ahorro ya que cuentan con la posibilidad de descargar agua de acuerdo con lo que se necesite. A continuación, se puede observar en la tabla la descripción de los consumos que presentan los aparatos.

APARATO	CAUDAL (L/s)
Ducha	9,5
Grifos para baños	8,3
Grifos para cocina	8,3
Inodoro doble	Descarga 1: 4,8 Descarga 2: 3,5

Tabla 60: Caudal de aparatos sanitarios

**Elaborado por:** Nicolás Martínez y Jairo Cortez

### MATERIALES

#### HMM01 Losas de piso

El objetivo de este punto es analizar con qué tipo de losas contamos en el proyecto, para así saber si existe un ahorro con respecto a los materiales y así estudiarlo. Con respecto al software gratuito que presenta EDGE en su aplicación, se debe ingresar el espesor de la losa y las varillas que se utilizaron para conocer el ahorro que existe en dicha losa.

El espesor de losa que debe ingresarse es la de la planta intermedia, ya que puede existir variación en otros pisos, por otro lado, el espesor a ser ingresado es el estructural.

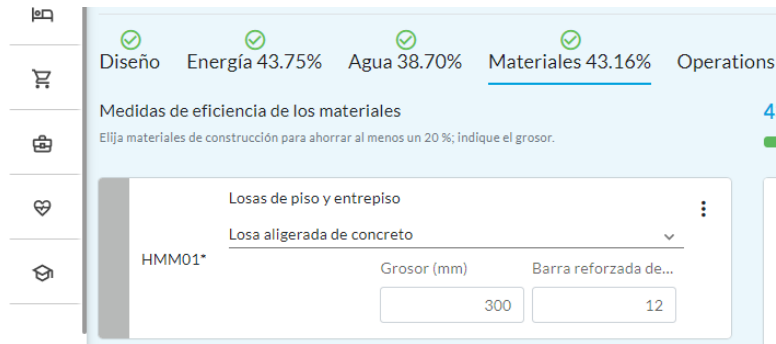


Figura 103: Materiales EDGE

Fuente: EDGE

### HMM02 Construcción de techo

Con este punto se busca conocer cuál es el posible ahorro de materiales que puede existir en la construcción del techo. Para poder acceder a los resultados que ofrece la aplicación gratuita de EDGE se debe ingresar el valor, que debe estar ponderado para las especificaciones como reflectividad del sol y el dato U.

En este caso se utilizarán los valores para proporción que nos sugiere la guía, es decir, 70%, ya que es desconocida la reflectividad del techo. Mientras que el grosor de la losa es de 200 mm.

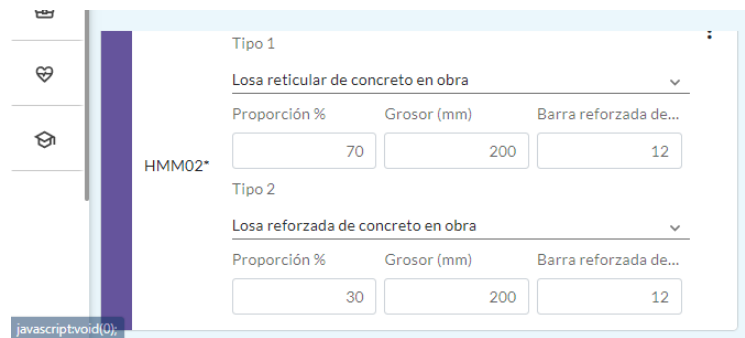


Figura 104: HMM02

Fuente: EDGE

### HMM03 Muros exteriores

Conocer el tipo de paredes exteriores existentes en el proyecto permitirá conocer el nivel de ahorro dado.

Para este caso en específico las paredes con las que se cuenta son bloques de concreto hueco de peso mediano y con su posterior enlucido y pintura. Para esto el bloque utilizado es de ancho de 15 cm, pero con el enlucido se ha decidido utilizar un valor de 20 cm para la aplicación EDGE.

Paredes externas  
Tipo 1

HMM03\* Bloques de concreto huecos de peso mediano

Proporción % Grosor (mm)

100 200

Figura 105: HMM03

**Fuente:** EDGE

### HMM04 Paredes internas

A través de la aplicación gratuita de EDGE se ingresarán los valores de paredes internas del proyecto, para conocer cuál es el valor de ahorro con respecto a materiales que las paredes internas representan. En este caso las paredes son bloques de concreto hueco, el convencional que conocemos, estos al ser más livianos que los bloques macizos. Por otro lado, el bajo peso que estos bloques representan influye en el peso de la mampostería, es decir, este es mucho menor. La proporción utilizada para este caso es del 100% y se cuenta con un espesor de pared de 200 mm.

Paredes interiores  
Tipo 1

HMM04\* Bloques de concreto huecos de peso mediano

Proporción % Grosor (mm)

100 200

Figura 106: HMM04

**Fuente:** EDGE

### HMM05 Piso

Con respecto al tema de piso, es bastante sencillo debido a que el tipo que se eligió es piso de madera laminada, la ventaja que se tiene al utilizar este tipo de piso es el hecho de poder controlar el tema de la humedad, ya que la madera puede contenerla de mejor forma y, además, permite mantener una adecuada temperatura en el edificio. Para su mantenimiento, simplemente se requiere de pulirlo. A continuación, podemos ver una imagen del piso:



Figura 107: Evidencia de pisos de departamentos

**Fuente:** EDGE

A screenshot of a software interface for material selection. On the left, there is a yellow vertical bar with the text 'HMM05\*'. To the right, there is a white panel with the following text: 'Acabado de piso' followed by 'Tipo 1' and a three-dot menu icon. Below that is 'Baldosa cerámica' with a dropdown arrow. Underneath is 'Proporción %' followed by a text input field containing the number '100'.

Figura 108: HMM05

**Fuente:** EDGE

### **HMM06 Marcos de ventana**

Este punto hace referencia al material utilizado para los marcos de ventana, en este caso en específico se utilizaron marcos de ventana de material aluminio, por lo general, este es el material más utilizado para marcos, es por esto por lo que se decidió utilizarlo. Además, este presenta un costo bastante accesible. Entre otras ventajas tenemos, ligero, no se oxida, sin embargo, es necesario tener un mantenimiento constante para evitar su rápido deterioro.

Marcos de ventana  
Tipo 1

HMM06\* Aluminio

Proporción %  
100

Double Glazing

Figura 109: HMM06

Fuente: EDGE

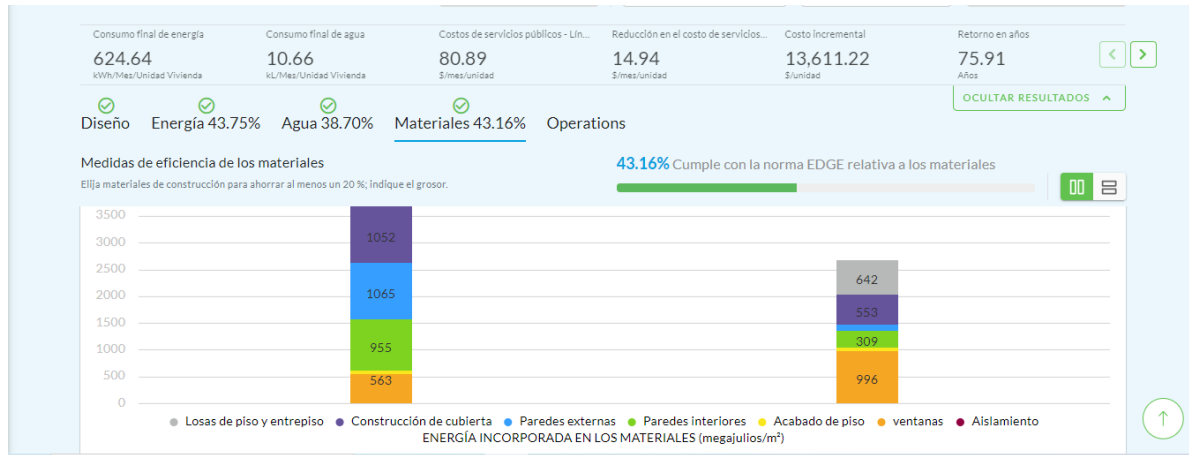


Figura 110: Resultados EDGE

Fuente: EDGE

## Resultados

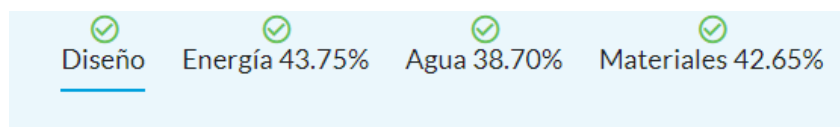


Figura 111: Resultados de la certificación

Fuente: EDGE

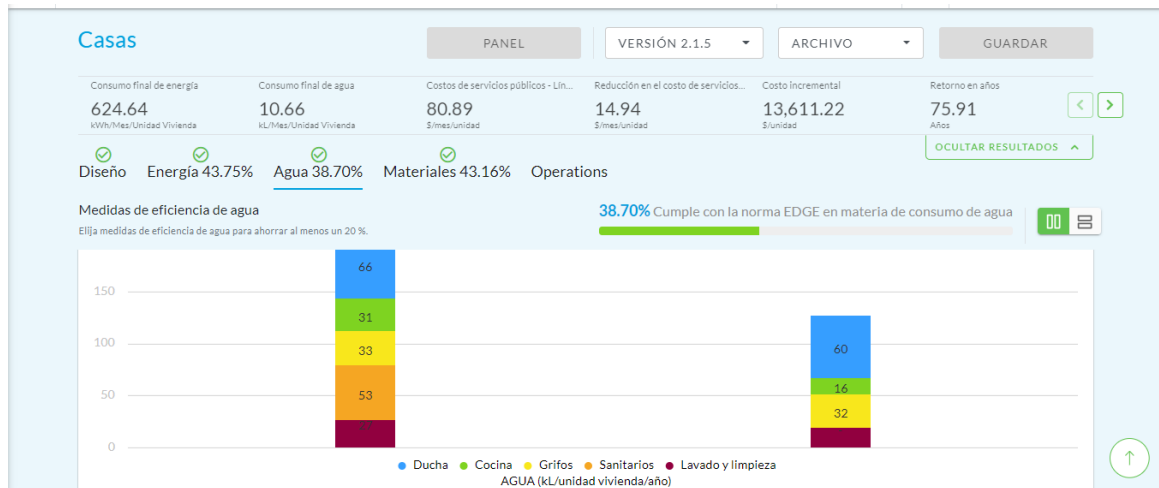


Figura 112: Resultados de aguas residuales

**Fuente:** EDGE

En los resultados obtenidos en la pestaña podemos observar que el edificio tiene una certificación de EDGE ADVANCE lo que significa que la propuesta planteada no solo cumple con los requisitos mínimos para tener la certificación EDGE, sino que tiene un desempeño mucho más avanzado, esto se debe a la gran generación de energía renovable producida por el edificio, esta energía hidráulica renovable y el ahorro que se tienen en los demás puntos mencionados permitieron llegar a lograr este gran resultado.



Figura 113: Evidencia de la certificación

**Fuente:** EDGE

## 7.2 Simulación de certificación EDGE para un edificio convencional.

### Diseño

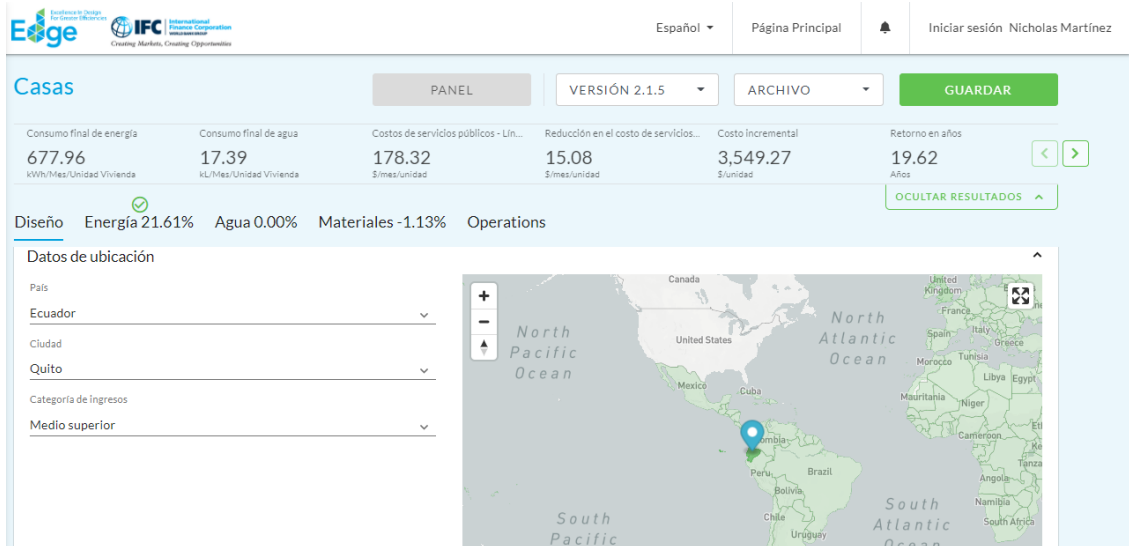


Figura 114: Datos edificio convencional

**Fuente: EDGE**

En la imagen podemos observar los datos de ubicación que corresponden al mismo edificio al cual se busca implementar el sistema de hidro generación, pero para este caso se desarrollará la misma simulación con el edificio en forma convencional, es decir, sin el sistema propuesto.

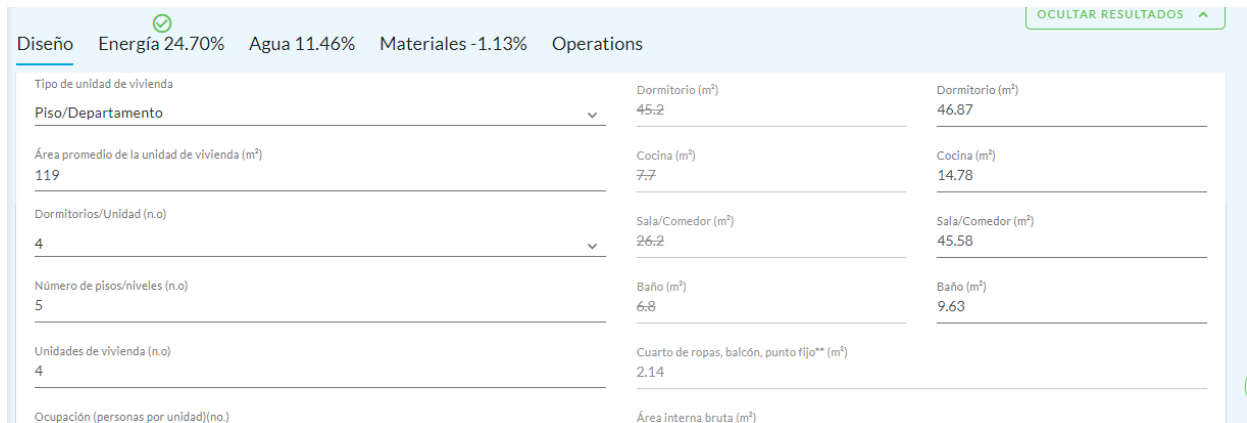


Figura 115: Datos del proyecto

**Fuente: EDGE**

Aquí se han ingresado los datos correspondientes al tipo de vivienda que representa el edificio “Le Paysaje”, el área promedio, el número de dormitorios, número de pisos, unidades de vivienda. Estos datos pertenecen al diseño según la certificación EDGE.

The screenshot shows the 'Diseño' (Design) tab of the EDGE certification software. The top navigation bar includes 'Energía 24.70%', 'Agua 11.46%', 'Materiales -1.13%', and 'Operations'. A green checkmark is visible above the 'Energía' tab, and a button labeled 'OCULTAR RESULTADOS' is in the top right. The main content area displays input fields for 'Unidades de vivienda (n.o)' with the value '4' and 'Ocupación (personas por unidad)(no.)' with the value '4'. Below these, there are two columns of data for 'Unidad/área común (m²)'. The left column lists: 'Cuarto de ropas, balcón, punto fijo\*\* (m²)' with value '2.14', 'Área interna bruta (m²)' with value '119', 'Longitud de pared externa (m/unidad de...' with value '49.8', 'Área del techo/unidad (m²)' with value '28.8', and 'Proporción de vidrio respecto a la super...' with value '35.3%'. The right column lists: 'Área interna bruta (m²)' with value '50' and 'Área del techo/unidad (m²)' with value '122'.

Unidad/área común (m²)	Unidad/área común (m²)
Cuarto de ropas, balcón, punto fijo** (m²) 2.14	
Área interna bruta (m²) 119	Área interna bruta (m²) 50
Longitud de pared externa (m/unidad de... 49.8	Longitud de pared externa (m/unidad de... 50
Área del techo/unidad (m²) 28.8	Área del techo/unidad (m²) 122
Proporción de vidrio respecto a la super... 35.3%	

Figura 116: Unidades de vivienda

**Fuente:** EDGE

En esta pantalla de “Diseño” se ha ingresado el número de unidades de vivienda y la ocupación por cada una de ellas, como sabemos existen 4 departamentos por lo cual tenemos 4 unidades.

The screenshot shows the 'Sistemas del edificio' (Building Systems) section of the EDGE certification software. The top navigation bar is the same as in Figure 116. The main content area has a title 'Sistemas del edificio' and a scrollable list of questions. The first question is '¿El diseño del edificio incluye sistema de A/A?' with a dropdown menu set to 'No'. The second question is '¿El diseño del edificio incluye sistema de calefacción de espacios?' with a dropdown menu set to 'No'.

Sistemas del edificio
¿El diseño del edificio incluye sistema de A/A? No
¿El diseño del edificio incluye sistema de calefacción de espacios? No

Figura 117: Sistemas del edificio

**Fuente:** EDGE

Este proyecto no cuenta con aire acondicionado ni calefacción, es por ello las respuestas que vemos en la imagen anterior.

## Energía

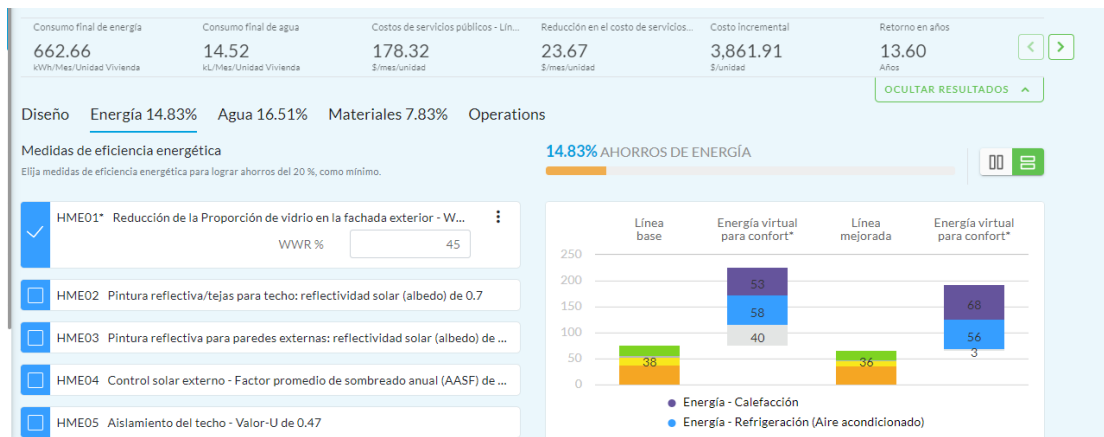


Figura 118: Medidas de eficiencia energética

Fuente: EDGE



Figura 119: Medidas de eficiencia energética 1

Fuente: EDGE

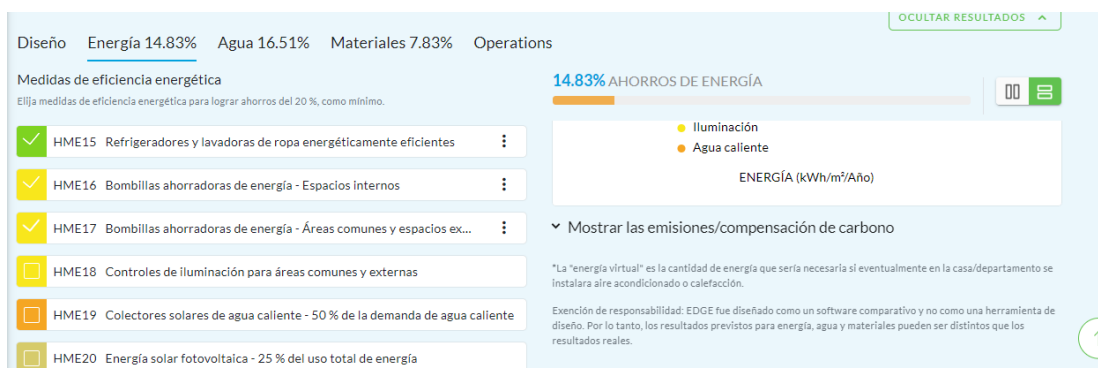


Figura 120: Medidas de eficiencia energética 2

Fuente: EDGE

Con respecto a la pestaña de energía, se han ingresado los datos correspondientes al edificio funcionando de forma convencional, con lo cual se ha alcanzado un 14,83% de ahorro de energía. Es necesario aclarar que para alcanzar la primera certificación se requiere de un ahorro de energía de al menos 20%.

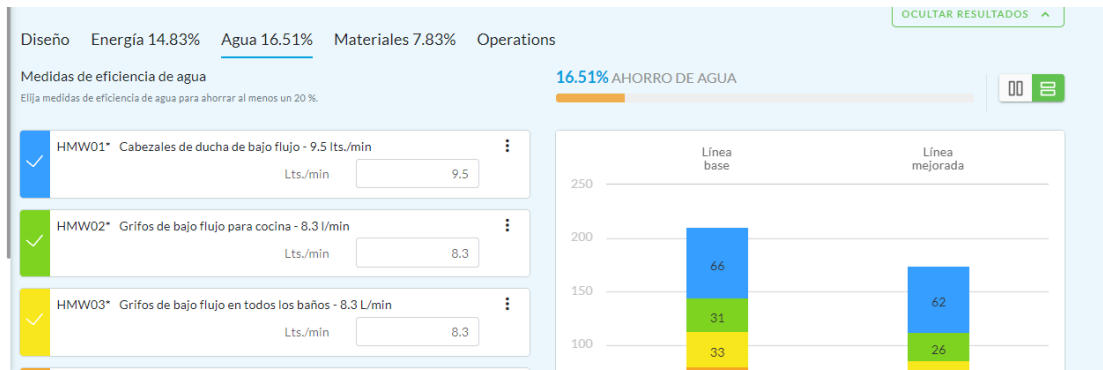


Figura 121: Medidas de eficiencia de agua

Fuente: EDGE

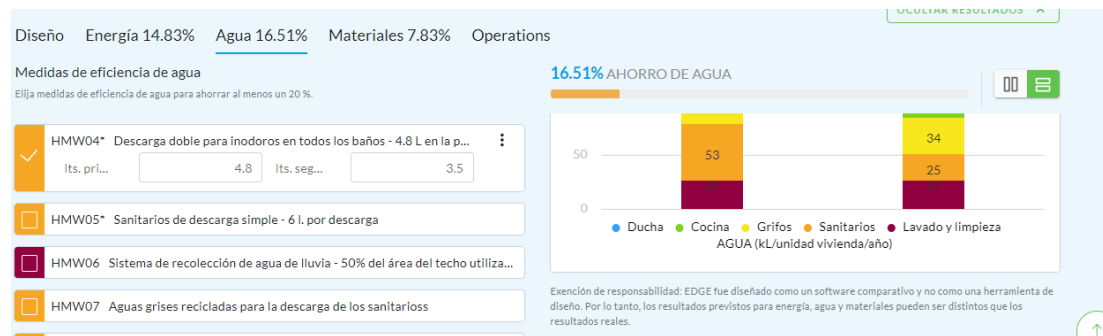


Figura 122: Medidas de eficiencia de agua 1

Fuente: EDGE

Con respecto al ahorro de agua, con las condiciones normales del proyecto se logra un ahorro del 16,51% lo cual nuevamente no permite llegar a la primera certificación. Sin embargo, el ahorro con este diseño es significativo.

## Materiales

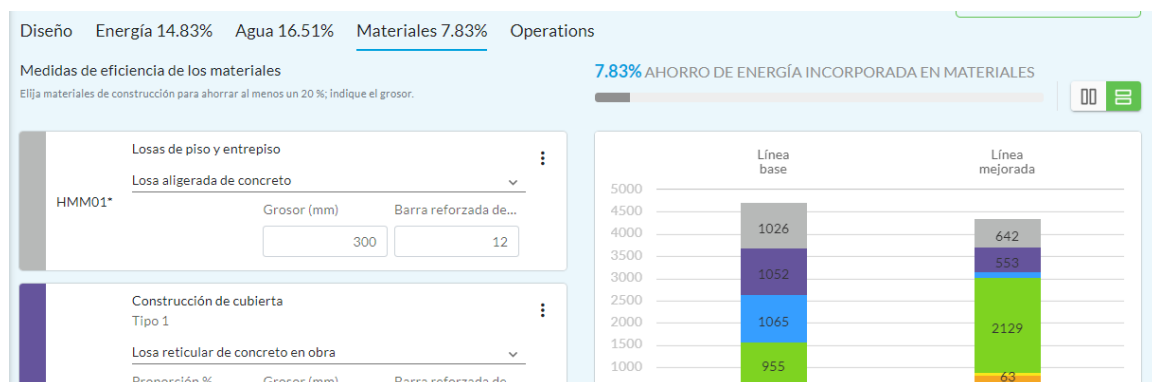


Figura 123: Ahorro y eficiencia del tipo de material

Fuente: EDGE

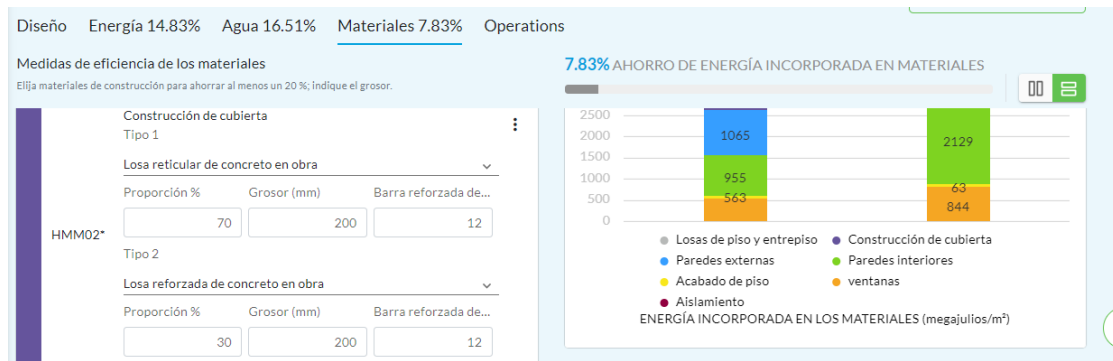


Figura 124: Ahorro y eficiencia del tipo de material 1

Fuente: EDGE

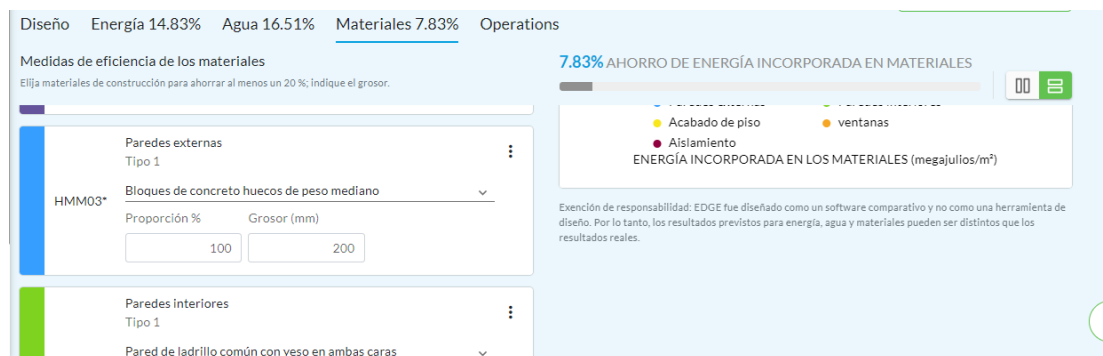


Figura 125: Ahorro y eficiencia del tipo de material 2

Fuente: EDGE

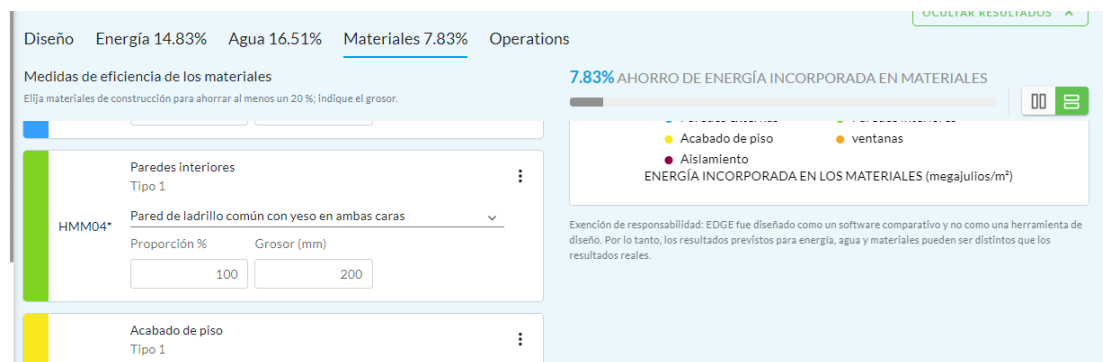


Figura 126: Ahorro y eficiencia del tipo de material 3

Fuente: EDGE

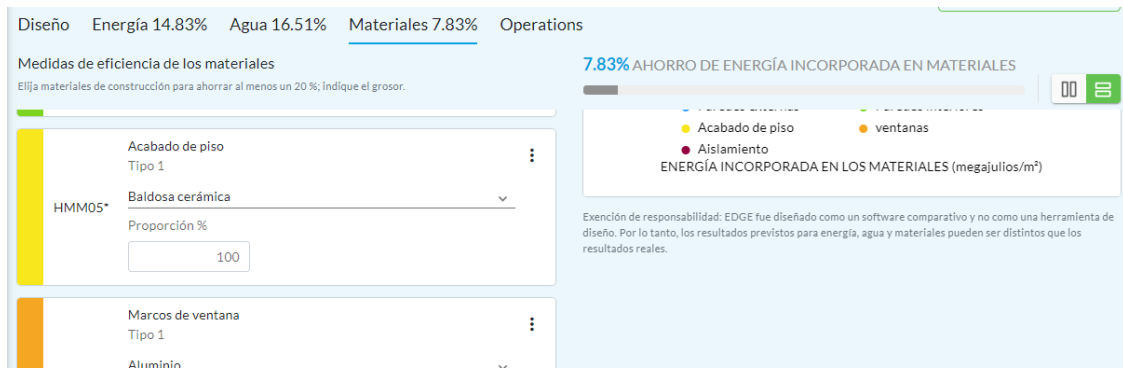


Figura 127: Ahorro y eficiencia del tipo de material 4

**Fuente:** EDGE

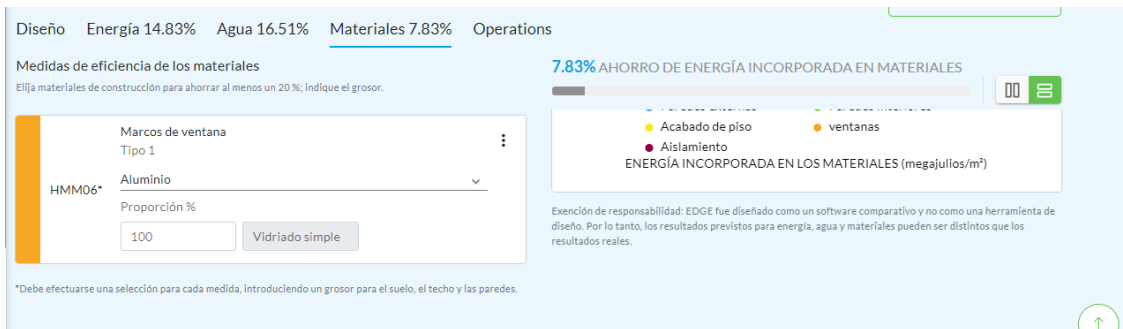


Figura 128: Ahorro y eficiencia del tipo de material 5

**Fuente:** EDGE

En los materiales utilizados para la construcción del proyecto nada más se alcanzó un 7,83% de ahorro, lo cual es mínimo. Esta es la categoría más afectada con respecto al ahorro, ya que recibió el menor valor de todas las categorías antes revisadas.

**Resultados:**

En conclusión, en ninguna de las categorías se alcanzó el mínimo porcentaje de ahorro de energía (20%) por lo cual el proyecto en condiciones normales no entraría en ninguna de las categorías para la certificación EDGE.

## 8 CAPÍTULO VI: Conclusiones y recomendaciones.

### 8.1 Conclusiones.

- ✓ Tal y como se ha podido comprobar al momento de usar un sistema de hidro generación en el edificio Le Paysage permitirá entregar energía suficiente para cubrir la demanda eléctrica de focos comunitarios y los solenoides utilizados en la automatización del sistema de riego lo que impulsa al proyecto a ser un edificio verde y sustentable utilizando energía limpia.
- ✓ Se concluye que el edificio Le Paysage al utilizar hidro generación es mucho más eficiente que el mismo sin contar con la tecnología, ya que mediante la plataforma de evaluación EDGE el Edificio incorporando hidro generación genera un ahorro y eficiencia en energía que posiciona a la propuesta en una calificación del 40,75% en la sección de eficiencia en ahorro energético mientras que el edificio sin involucrar la tecnología de hidro generación nos genera un 14,8%, por lo que involucrar la hidro generación proporciona un indicador positivo bastante notable en un manejo de la energía del proyecto.
- ✓ Se concluye que este tipo de sistemas de hidro generación que producen una energía renovable en edificios y generan una eficiencia energética que también ayuda a que se pueda conservar y preservar nuestro medio ambiente, entregándonos un control sostenible del ecosistema que tenemos nuestro alrededor, permitiéndonos no solo contribuir con el medio ambiente y la contaminación, sino que la implementación de tecnologías que producen energías renovables es bien recompensada por instituciones financieras, que benefician económicamente al proyecto residencial a través de bonos, créditos y tarifas mucho más bajas en forma de recompensa por implementar energías renovables que preserven el medio ambiente. Instituciones financieras como el Banco del Pichincha llevan implementando este tipo de iniciativas para los constructores desde el 2013, por lo tanto el edificio Le Paysage con un sistema de hidro generación que cumple con una certificación EDGE ADVANCE es un candidato perfecto para recibir un bono verde por parte del Banco de Pichincha ya que cumple una de las categorías establecida por GREEN BOND PRINCIPLES que es poseer una certificación internacional en eficiencia energética tal y como cuenta la propuesta elaborada.
- ✓ Se concluye a través de las tablas de volúmenes de entrada y salida de agua potable, que nuestra turbina con generador integrado funcionará durante aproximadamente 10 horas a la semana, lo cual significa que se tendrá la energía suficiente para cubrir la demanda #2.

## **8.2 Recomendaciones.**

- ✓ Se recomienda utilizar tecnologías amigables con el ambiente en todos aquellos proyectos que así lo permitan, esto permitirá beneficiar al ser humano tanto de forma económica como al medio ambiente, ya que de él dependemos.
- ✓ Para grandes proyectos, se sugiere implementar tratamiento de las aguas residuales, ya que, de esta forma esto permitirá reutilización de aguas y disminución de la contaminación en las descargas.
- ✓ Debido a que los domicilios representan grandes contaminaciones y tienen dificultad para aplicar correctivos, se aconseja captar las descargas de los domicilios para posteriormente realizar un tratamiento, mientras que las grandes empresas deberán presentar su propio tratamiento.