



**TITULO DEL PROYECTO:** “Diseño de Plantas de Tratamiento de Agua Residual para el riego por goteo de las zonas arbóreas y arbustivas en la ciudad de Trujillo, Departamento de La Libertad, Perú”

**RESPONSABLES:** *Bisso Muñoz, Cynthia María del Carmen*  
*Avalos Moreno Juan Reinerio*  
*Linde, Jörg*

**JEFE RESPONSABLE:** *Suarez Barrueto, José Oswaldo*

**LUGAR DE EJECUCIÓN:** *Instalaciones del Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo ( SEGAT)*  
*Laboratorio de Calidad de SEDALIB*  
*Laboratorio de Ingeniería Química (LASACI) de la Universidad Nacional de Trujillo*



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Páginas</b>
CARATULA.....	1
INDICE GENERAL.....	2
INDICE DE CUADROS.....	4
INDICE DE FIGURAS.....	5
I. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	6
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	7
2.1. Zonas de Áreas Verdes en el Distrito de Trujillo .....	7
2.2. Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residual doméstica.....	7
2.3. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua .....	8
III. OBJETIVOS .....	11
IV. CRONOGRAMA DE TRABAJO .....	12
V. TRABAJO REALIZADO .....	13
4.1 Estudio de Identificación de la Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual.....	13
4.1.1 Lejanía a plantas de curtiembres o a agua contaminada con agua de	



Curtiembre .....	13
4.1.2 Cercanía a Avenidas .....	14
4.1.3 Cercanía a áreas verdes .....	15
4.1.4 Ubicación en zona segura .....	15
4.1.5 Grado de Inclinación.....	15
4.2 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual .....	15
4.3 Zona de área verde a regar por Planta de Tratamiento de Agua Residual.....	18
4.4. Zonas de Muestreo .....	27
4.5. Resultados de análisis de muestras .....	29
VI. CONCLUSIONES .....	31
X. BIBLIOGRAFIA .....	31



## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Páginas</b>
Cuadro 01. Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residual doméstica.....	8
Cuadro 02. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.....	9
Cuadro 03. Cronograma de Trabajo del Proyecto Diseño de Plantas de Tratamiento de Agua Residual.....	12
Cuadro 04. Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual.....	16
Cuadro 05. Área verde a regar por Planta N° 16 .....	18
Cuadro 06. Área verde a regar por Planta N° 17 .....	18
Cuadro 07. Área verde a regar por Planta N° 18 .....	19
Cuadro 08. Área verde a regar por Planta N° 13 .....	20
Cuadro 09. Área verde a regar por Planta N° 14 .....	20
Cuadro 10. Área verde a regar por Planta N° 15 .....	21
Cuadro 11. Área verde a regar por Planta N° 10 .....	21
Cuadro 12. Área verde a regar por Planta N° 11 .....	22
Cuadro 13. Área verde a regar por Planta N° 12 .....	22
Cuadro 14. Área verde a regar por Planta N° 6 .....	23
Cuadro 15. Área verde a regar por Planta N° 7 .....	23
Cuadro 16. Área verde a regar por Planta N° 8 .....	24
Cuadro 17. Área verde a regar por Planta N° 1 .....	24



Cuadro 18. Área verde a regar por Planta N° 2 .....	25
Cuadro 19. Área verde a regar por Planta N° 3 .....	25
Cuadro 20. Área verde a regar por Planta N° 4 .....	26
Cuadro 21. Área verde a regar por Planta N° 5 .....	26
Cuadro 22. Área verde a regar por Planta N° 9 .....	27
Cuadro 23. Análisis de Laboratorio .....	29



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
Figura 1. Plano de Zonas de Áreas Verdes en el Distrito de Trujillo.....	7
Figura 2. Mapa de ubicación de tuberías de agua residual en Trujillo .....	13
Figura 3. Ubicación de las curtiembres más representativas en La Libertad.....	14
Figura 4. Ubicación de las 20 plantas propuestas para el Tratamiento de Agua Residual .....	17
Figura 5. Ubicación de Zonas de Muestreo .....	28



## **I. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION:**

En el Distrito de Trujillo se observa una acelerada expansión urbana y crecimiento de la población, por ello cada vez existe una necesidad mayor de agua. Aun cuando la cobertura es 96% y el tiempo de disponibilidad en domicilio es apenas de 8 horas/día. El uso de agua potable en las áreas verdes va en incremento, por la habilitación y mantenimiento de nuevas áreas verdes en el distrito de Trujillo, observándose déficit de agua en época de verano. En la actualidad el consumo de agua supera los 115,000 m<sup>3</sup>/mes (SEGAT, 2011).

El alto costo de tarifa de agua para el mantenimiento de las áreas verdes para el SEGAT, por ejemplo el consumo de agua para el mes de febrero 2011 se facturó un total de S/.410 000 (cuatrocientos diez mil con 00/100 nuevos soles) (SEGAT, 2011).

Para disminuir el consumo de agua potable para el riego de áreas verdes, el SEGAT propone construir veinte (20) pequeñas plantas de tratamiento de agua residual, con el fin de reutilizar el agua contaminada con un sistema de tratamiento previo para abastecer el 80% de las avenidas del distrito y algunos de los parques aledaños (segunda etapa). Estas plantas de tratamiento abarcarán un máximo de 30 000 m<sup>2</sup> de área verde para regar y contarán también con sistema de riego por goteo subterráneo lo cual a su vez optimizaría el uso del recurso hídrico.

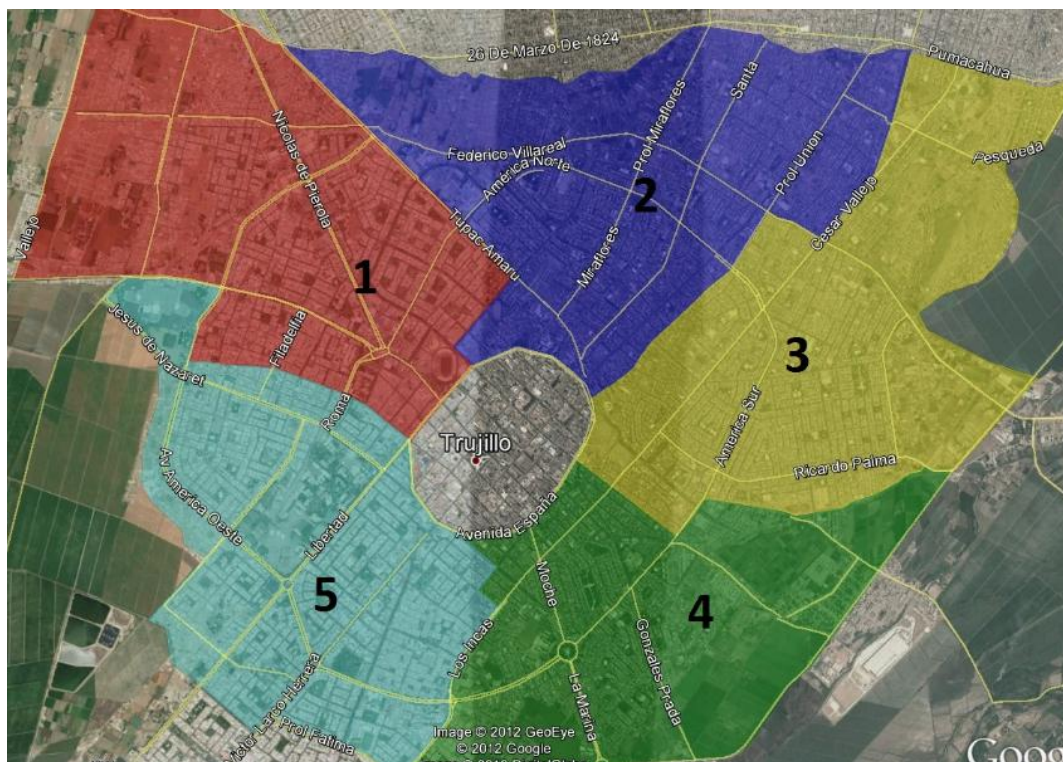
El proyecto busca potenciar los siguientes beneficios para la ciudad de Trujillo: Ahorro de dinero por reutilización de agua residual, disminución del impacto ambiental del agua por contaminación al mar, disponibilidad de mayor volumen de agua a zonas de requerimiento en Trujillo y potenciar el cuidado de áreas verdes en la ciudad de Trujillo.

## II. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 2.1 Zonas de Áreas Verdes en el Distrito de Trujillo

El Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo divide al Distrito en 5 zonas, en las cuales se identificó la mejor ubicación para las 20 plantas de tratamiento de agua residual. En la figura N° 1, se muestra el mapa de las 5 zonas de áreas verdes.

**Figura N° 1. Plano de Zonas de Áreas Verdes en el Distrito de Trujillo**



Fuente: SEGAT ( )

### 2.2 Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residual doméstica

En el año 2009 Por Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM se aprobó el D.S: N° 003-2010-MINAM el cual indica los Límites máximos permisibles que los efluentes de plantas de tratamiento de agua residual doméstica o municipal deben cumplir. Siendo los parámetros considerados: aceites y grasas, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, pH, sólidos totales en suspensión y temperatura. Los valores de los parámetros indicados se observan en el Cuadro N° 1.



**Cuadro N° 1. Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residual doméstica**

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP PARA EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5 - 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

**Fuente: D. S. N° 003-2010-MINAM**

### **2.3. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua**

La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) y GESTA AGUA aprobaron el D.S.N° 002-2008-MINAM, el cual establece los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, los cuales fueron aprobados el 24 de Octubre del 2007. Los parámetros manifestados en dichos estándares fueron designados para eliminar el riesgo significativo a la salud o al medio ambiente. Los estándares ECA son los que se muestran en el cuadro N° 2.

**Cuadro Nº 2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales**

**Parámetro para riego de vegetales de Tallo Bajo y Tallo Alto**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>Fisicoquímicos</b>		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	µs/cm	<2000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos-P	mg/L	1
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	10
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	0.05
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥4
pH	mg/L	6.5-8.5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0.05

**Fuente: D.S. Nº 002-2008-MINAM**

**Continuación...Cuadro N° 2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua Categoría 3:  
Riego de Vegetales y Bebidas de Animales**

**Parámetro para riego de vegetales de Tallo Bajo y Tallo Alto**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0.05
Bario total	mg/L	0.7
Boro	mg/L	0.5-6
Cadmio	mg/L	0.005
Cianuro Wad	mg/L	0.1
Cobalto	mg/L	0.05
Cobre	mg/L	0.2
Cromo (+6)	mg/L	0.1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2.5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0.2
Mercurio	mg/L	0.001
Niquel	mg/L	0.2
Plata	mg/L	0.05
Plomo	mg/L	0.05
Selenio	mg/L	0.05
Zinc	mg/L	2
<b>Orgánicos</b>		
Aceites y grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0.001
S.A.A.M ( Detergentes )	mg/L	1
Plaguicidas	mg/L	
Aldicard	mg/L	1
Aldrín	mg/L	0.004
Clordano	mg/L	0.3
DDT	mg/L	0.001
Dieldrín	mg/L	0.7
Endrín	mg/L	0.004
Endosulfán	mg/L	0.02
Heptacoloro	mg/L	0.1
Lindano	mg/L	4
Paratión	mg/L	7.5

Fuente: D.S.Nº 002-2008-MINAM

**Continuación...Cuadro Nº 2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua Categoría 3:  
Riego de Vegetales y Bebidas de Animales**

**Parámetro para riego de vegetales de Tallo Bajo y Tallo Alto**

Parámetros	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	2000 (3)
Coliformes Totales	NMP/100 mL	5000	5000 (3)
Enterococos	NMP/100 mL	20	100
Escherichia coli	NMP/100 mL	100	100
Huevos de Helminfos	huevos/L	<1	<1 (1)
Salmonella sp.	Ausente		Ausente
Vibrio cholerae	Ausente		Ausente

Fuente: D.S.Nº 002-2008-MINAM

### III. OBJETIVOS

- Reconocer la mejor ubicación para la construcción de la primera planta de tratamiento de agua residual, orientado a la cercanía de áreas verdes y a la calidad de agua.
- Identificar los requisitos para el funcionamiento de la primera planta de tratamiento de agua residual.

## VII. CRONOGRAMA DE TRABAJO

**Cuadro N° 3: Cronograma de Trabajo del Proyecto Diseño de Plantas de Tratamiento de Agua Residual**

Mes	Semanas	Fase	Días	Actividades
may-12	Semana 1	FASE 1	30_6	Identificación de la ubicación estratégica de las 20 plantas de tratamiento.
	Semana 2		7_13	Identificación de la ubicación estratégica de las 20 plantas de tratamiento.
	Semana 3		14_20	Identificación de las instituciones y los requerimientos necesarios para la realización de los exámenes de calidad de agua.
	Semana 4		21_27	Análisis bioquímicos de la calidad del agua en las zonas de ubicación de las plantas
	Semana 5		28_3	Análisis bioquímicos de la calidad del agua en las zonas de ubicación de las plantas
jun-12	Semana 6	FASE 2	4_10	Análisis bioquímicos de la calidad del agua en las zonas de ubicación de las plantas
	Semana 7		11_17	Análisis bioquímicos de la calidad del agua en las zonas de ubicación de las plantas
	Semana 8		18_24	Análisis bioquímicos de la calidad del agua en las zonas de ubicación de las plantas
	Semana 9		25_1	Presentación del Diagnóstico comparativo de los resultados de los análisis bioquímicos
jul-12	Semana 10	FASE 3	2_8	Presentación del Diagnóstico comparativo de los resultados de los análisis bioquímicos
	Semana 11		9_15	Identificación de permisos para la construcción y funcionamiento de las plantas de tratamiento.
	Semana 12		16_22	Identificación de permisos para la construcción y funcionamiento de las plantas de tratamiento.
	Semana 13		23_29	Elaboración de informe final.

Fuente: Elaboración propia



#### **IV. TRABAJO REALIZADO**

##### **4.1. Estudio de Identificación de la Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual**

Para la identificación de la ubicación de las 20 plantas de tratamiento se realizó un estudio de las calles, avenidas y parques de la ciudad de Trujillo. Los criterios tomados en cuenta para la elección de la ubicación fueron:

###### **4.1.1. Lejanía a plantas de curtiembres o a agua contaminada con agua de curtiembre**

La curtiembre o curtiduría es la industria que convierte piel de animal en cuero. Para realizar dicho proceso se utiliza gran cantidad de productos químicos, por lo cual los efluentes de las aguas utilizadas para el curtido contienen los siguientes residuos químicos: cromo, sulfuro, nitrógeno. Siendo el cromo hexavalente, altamente tóxico y perjudicial para el tratamiento de agua residual y para el riego de vegetales.

A continuación se muestra el mapa de SEDALIB de las tuberías de agua residual en la Ciudad de Trujillo, las líneas de color verde son las tuberías que llevan agua residual, mientras que las líneas rojas son las tuberías en las cuales convergen las tuberías de color verde, por lo cual presentan mayor contaminación. Por lo cual se evitó la toma de muestras cerca a las líneas rojas.

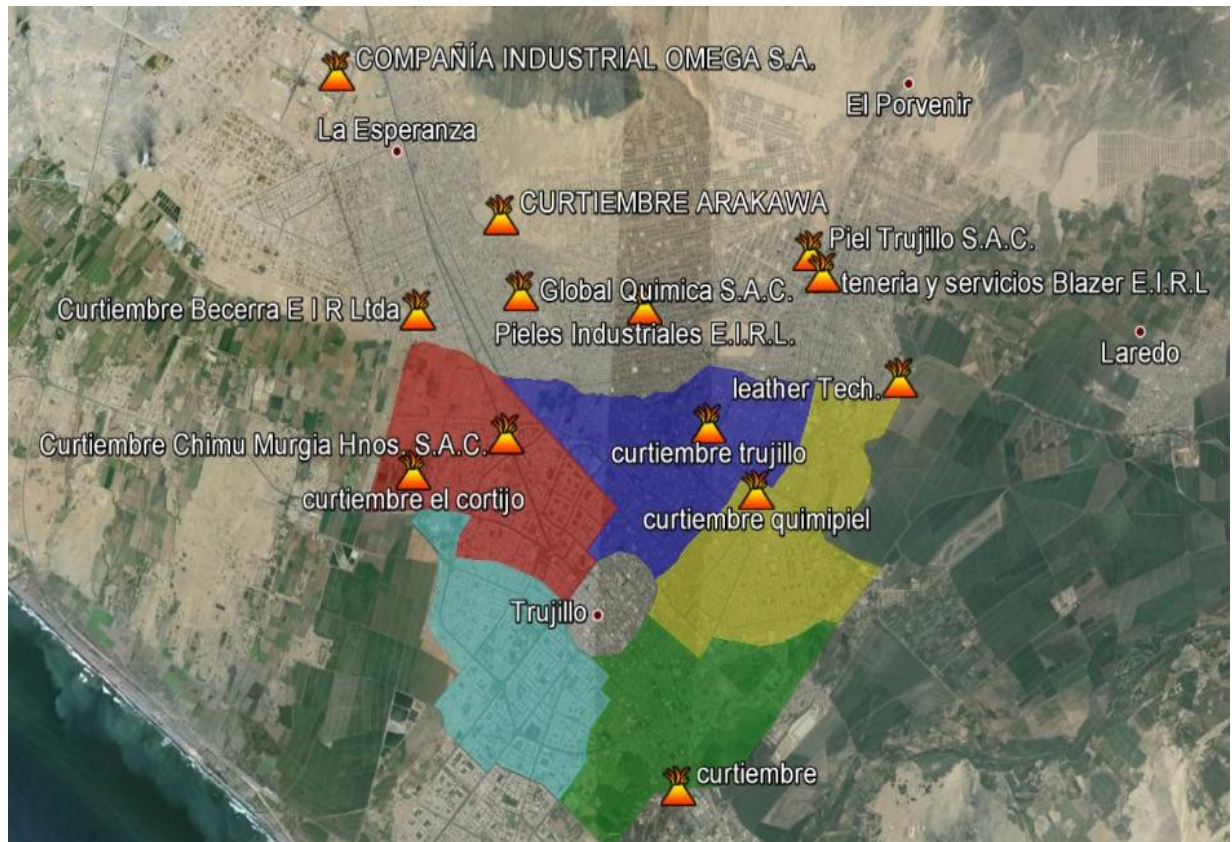
**Figura N° 2. Mapa de ubicación de tuberías de agua residual en Trujillo**



**Fuente: SEDALIB (2012)**

Se identificó las curtiembres más representativas en el departamento de La Libertad, mediante el apoyo del Licenciado Eduardo Azabache Alvarado, Gerente de Desarrollo Económico Local y el Sr. Edmundo Blas Zegarra, representante de 40 curtiembres en la zona del Porvenir. Las curtiembres señaladas fueron ubicadas en el Google Earth 6.2 versión en español, a continuación se muestra el mapa con la ubicación de las curtiembres.

**Figura N° 3. Ubicación de las curtiembres más representativas en La Libertad**



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.1.2. Cercanía a Avenidas

Las avenidas han sido identificadas como el criterio más importante para la ubicación de las plantas de tratamiento por el área de vegetación y espacio de berma central propicio para la construcción de la planta. Es así que las avenidas de mayor relevancia en Trujillo y que contienen área verde han sido seleccionadas para la ubicación y abastecimiento del agua de la planta de tratamiento, y son:

##### En Zona 1:

- Avenida Túpac Amaru ( punto 16)
- Avenida Pablo Cassals ( punto 17)
- Avenida América Norte y Avenida Túpac Amaru ( punto 18)
- Avenida Teodoro Valcárcel y Avenida Carlos Valderrama ( punto 19)
- Avenida Nicolás de Piérola ( punto 20)





#### **En Zona 2:**

- Avenida Federico Villarreal ( punto 14)
- Avenida América Norte ( punto 15)

#### **En Zona 3:**

- Avenida América Sur y Avenida César Vallejo ( punto 11)
- Avenida Federico Villarreal ( punto 12)

#### **En Zona 4:**

- Avenida Los Incas ( punto 6)
- Avenida América Sur ( punto 7)
- Avenida América Sur y Avenida González Prada (punto 8)

#### **En Zona 5:**

- Avenida Jesús de Nazareth y Av. América Oeste (punto 1)
- Avenida Juan Pablo II (punto 2)
- Avenida América Sur (punto 3)
- Avenida Húsares de Junín (punto 5)
- Avenida Antenor Orrego (punto 9)

#### **4.1.2. Cercanía a áreas verdes**

Como segundo criterio para ubicar las plantas de tratamiento, se eligió aquellas zonas cercanas a parques con extensa área verde, ya que dichas áreas serán abastecidas con agua por las plantas de tratamiento de agua residual.

#### **4.1.3. Ubicación en zona segura**

El tercer criterio para la ubicación de las plantas, fue la elección de un lugar que no esté cerca a zonas peligrosas o riesgosas para los equipos que se encontraran en las plantas.

#### **4.1.4. Grado de Inclinación**

El último criterio utilizado fue el grado de inclinación de la ubicación de las plantas con respecto a las áreas verdes a regar, a fin de disminuir el uso de bombas en el riego del lugar destino.

#### 4.2. Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual

La ubicación exacta de las plantas de tratamiento se indica en el cuadro N° 1. Además se precisa la capacidad de área verde a regar por cada planta, siendo esta capacidad mayor o menor de 25 000 m<sup>2</sup> de área verde.

**Cuadro N° 4. Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual**

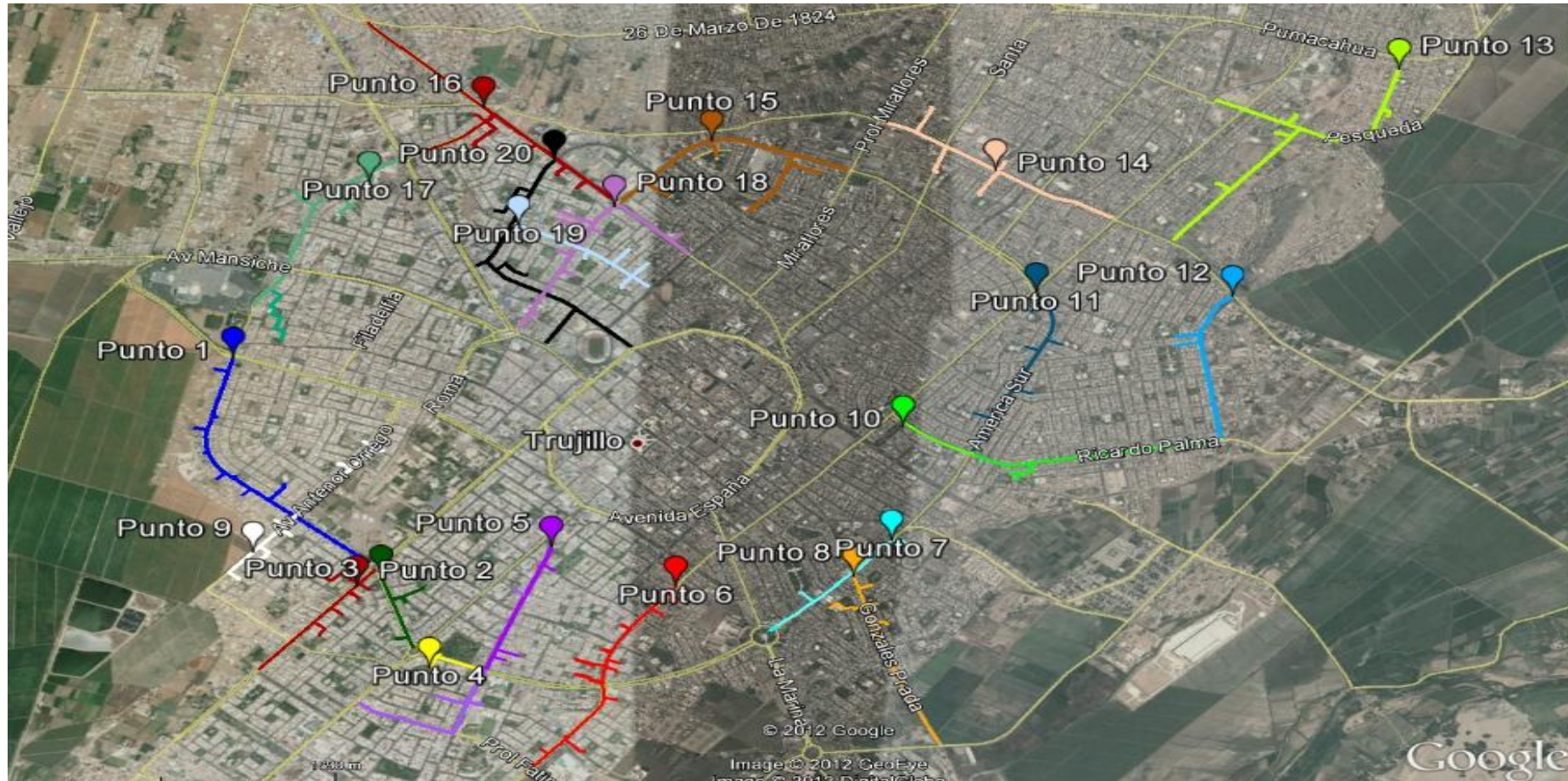
Plantas	Latitud	Longitud	Capacidad	Capacidad
			>25 000 m <sup>2</sup>	<25 000 m <sup>2</sup>
1	8° 6'24.69"S	79° 2'48.40"W		x
2	8° 7'11.61"S	79° 2'26.45"W	x	
3	8° 7'12.01"S	79° 2'24.84"W		x
4	8° 7'31.08"S	79° 2'11.03"W	x	
5	8° 7'5.66"S	79° 1'57.51"W	x	
6	8° 7'14.31"S	79° 1'37.59"W		x
7	8° 6'59.86"S	79° 0'59.55"W	x	
8	8° 7'12.04"S	79° 1'9.10"W	x	
9	8° 7'3.86"S	79° 0'59.47"W	x	
10	8° 6'45.90"S	79° 0'49.85"W	x	
11	8° 6'10.79"S	79° 0'39.95"W	x	
12	8° 6'11.41"S	79° 0'8.70"W	x	
13	8° 6'17.37"S	79° 0'46.34"W	x	
14	8° 5'44.19"S	79° 0'46.52"W		x
15	8° 5'37.83"S	79° 1'31.76"W	x	
16	8°5'30.58"S	79° 2'8.13"W	x	
17	8°5'42.25"S	79° 2'22.13"W		x
18	8°5'51.91"S	79° 1'47.32"W	x	
19	8°5'56.13"S	79° 2'2.63"W	x	
20	8°5'42.50"S	79° 2'20.36"W	x	

**Fuente: Elaboración propia**

Mediante el uso del programa Google Earth 6.2 versión en español, se identificó la ubicación de las plantas de tratamiento de agua residual diseñadas en la Ciudad de Trujillo, dichas plantas serán denominadas con el nombre de punto en la Figura N° 4.

Figura N° 4. Ubicación de las 20 plantas

propuestas para el Tratamiento de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3. Zona de área verde a regar por Planta de Tratamiento de Agua Residual

En zona 1: En esta zona se ha propuesto la construcción de 5 plantas de tratamiento, las cuales están identificadas como: planta 16, 17, 18, 19 y 20.

**Cuadro N° 5. Área verde a regar por Planta N° 16**

Planta 16	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Parque López Mendreau	1388.84	157
	Av. Túpac Amaru	9487.2	898
	Parque Reservorio de Primavera	3912.78	68
	Parque Javier Heraud	1599.86	85.9
	Parque Benemerita Guardia Civil	3137.05	78.6
	Parque Infantil	1197.21	159
	Complejo San Fernando	3665.77	72.6
	Parque Alfonso Rojas	2375.98	81.7
	Pablo Cassals	2670	445
8° 5'30.58"S 79° 2'8.13"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	26764.69	1600.8

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 6. Área verde a regar por Planta N° 17**

Planta 17	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Parque N°2 Los Cedros	1683.34	60
	Parque N°3 San Luis	1016.19	151
	Parque La Virgen	2025.49	141
	Parque El Reservorio de los Cedros	3078.38	94.4
	Parque Central de San Luis	2138.72	71.2
	Av. Pablo Cassals- Av. América Oeste	6748.2	1251
	Parque Centro Médico	1671.53	200
	Parque Ecológico	2836.38	95.6
	Parque Estambul	1769.11	180
	Ovalo Mochica	677.12	56.2
8° 5'42.25"S 79° 2'22.13"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	23644.46	2300.4

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 7. Área verde a regar por Planta N° 18**

Planta 18	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Parque Cavero y Muñoz	2793.71	55.6
	Parque Ignacio Meave Seminario	2312.85	82.7
	Parque Nuestra Señora del Perpetuo Socorro	4620.85	72.4
	Av. América Norte	912	944
		918	
		232.8	
		1284	
		249	
		478.8	
		978	
	Parque El Reservorio	1657.94	78.3
	Parque Ejército Peruano	2929.35	81.7
	Parque Daniel Hoyle	3748.2	84
	Parque Enrique Marquina	1911	78.8
Parque Virgen de Fátima	2009.79	69	
Av. Túpac Amaru	2904	484	
Parque de los Músicos	1925.72	120	
8° 5'51.91"S 79°1'47.32"W	<b>Área a regar (m<sup>2</sup>)</b>	<b>29940.29</b>	<b>2150.5</b>

Fuente: Elaboración propia

**En zona 2:** En esta zona se ha propuesto la construcción de 3 plantas de tratamiento, las cuales están identificadas como: planta 13, 14 y 15.

**Cuadro N° 8. Área verde a regar por Planta N° 13**

Planta 13	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Ovalo Pesqueda	2500	27.5
	Av. Pesqueda	5607	801
	Av. Libertad	1704	426
	Av. Camino Real	4820	964
	Parque Principal	1445.92	22.4
	Parque Infantil	1850.2	47.2
	Parque La Juventud	5194.38	89.9
	Parque Virgen de Monserrat	4661.06	90
	Parque San Martín	5246.42	90.9
8° 5'22.66"S 79°59'42.43"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	<b>33028.98</b>	<b>2558.9</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 9. Área verde a regar por Planta N° 14**

Planta 14	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Av. Federico Villarreal - parte 1	720	1301
	Av. Federico Villarreal - parte 2	774	
	Av. Federico Villarreal - parte 3	525.6	
	Av. Federico Villarreal - parte 4	217.2	
	Av. Federico Villarreal - parte 5	261.6	
	Av. Federico Villarreal - parte 6	624	
	Av. Federico Villarreal - parte 7	912	
	Av. Federico Villarreal - parte 8	672	
	Av. Federico Villarreal - parte 9	526.8	
	Av. Federico Villarreal - parte10	732	
	Av. Federico Villarreal - parte11	544.8	
	Av. Federico Villarreal - parte12	2484	
	Parque Deportivo	3257.56	88
	Víctor Raúl Haya de la Torre Parque N° 3 Santa Teresa de Ávila	1057.08	200
	Parque N° 2 Santa Teresa de Ávila	1594.96	131
	Parque Héroes del Pacifico	1447.48	76
Parque Los Precursores	4363.55	195	
Parque Los Precursores	469	24.8	
8° 5'44.19"S 79° 0'46.52"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	<b>21183.63</b>	<b>1803</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 10. Área verde a regar por Planta N° 15**

Planta 15	Área no incluida (m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Parque El Maestro	9334.87	143
	Parque Santos Chocano	8136	109
	Av. América Norte	990	897
		271.8	
		531	
		1374	
		990	
		271.8	
		531	
271.8			
Av. 9 de Octubre	2454	384	
Parque Aníbal Espino	2130.68	326	
8° 5'37.83"S 79° 1'31.76"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	<b>27286.95</b>	<b>1859</b>

Fuente: Elaboración propia

**En zona 3:** En esta zona se ha propuesto la construcción de 3 plantas de tratamiento, las cuales están identificadas como: planta 10, 11 y 12.

**Cuadro N° 11. Área verde a regar por Planta N° 10**

Planta 10	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Av . Ricardo palma	5786.4	1200
	Parque Antenor Orrego	10930.2	182
	Parque Finlandia	1905.69	187
	Parque Alexander Von Humboldt	5324.09	255
	Parque Joaquín Olmedo	5320.38	0
	Parque El Olivar	3647.69	36.5
8° 6'39.50"S 79° 1'1.22"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	<b>32914.45</b>	<b>1860.5</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 12. Área verde a regar por Planta N° 11**

Planta 11	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Av. América Sur	5698.8	1154
	Parque Madre de Dios	3198.28	100
	Parque Apurímac	4743.5	80.6
	Parque Ramiro Espinoza	2787.72	84.8
	Parque Leonardo Da Vinci	2159.38	106
	Parque Víctor Raúl Haya de la Torre	7551.12	205
	Parque 9 de Octubre	2650.89	113
8° 6'10.79"S 79°0'39.95"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	<b>28789.69</b>	<b>1638.4</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 13. Área verde a regar por Planta N° 12**

Planta 12	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Av. Honorio Delgado	5331	1001
	Parque Ecológico El Bosque	15626.58	133
	Parque Matías Maestro	8583.09	128
8° 6'11.41"S 79° 0'8.70"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	<b>29540.67</b>	<b>1262</b>

Fuente: Elaboración propia

**En zona 4:** En esta zona se ha propuesto la construcción de 3 plantas de tratamiento, las cuales están identificadas como: planta 6, 7 y 8.



Cuadro N° 14. Área verde a regar por Planta N° 6

Planta 6	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Av. Costa Rica - Prolongación César Vallejo	7476.6	1445
	Parque Fujimori	873.92	114
	Parque Cristales	515.58	80
	Parque Los Abogados	1331.41	131
	Parque Dulanto	1463.88	78.8
	Parque Upao I	2737.55	138
	Parque San Eloy	1543.8	56.4
	Parque Rotary Club	1112.52	21.4
	Parque Ingeniería	1320.1	73.9
	Parque Principal de Monserrate	919.77	57.7
	Parque Los Geranios	516.19	54.4
	Parque Sagrado Corazón		54.7
	Conjunto Habitacional Enace	423.85	27
	Parque Mi Jardín	403.16	55.7
Parque Central	2517.69	77.6	
Parque El Progreso	614.5	112	
8° 7'14.31"S 79° 1'37.59"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	23770.52	2577.6

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 15. Área verde a regar por Planta N° 7

Planta 7	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Av. América Sur	1240.2	969
	Parque Andrés Avelino Cáceres	10496.7	93
	Ovalo Grau	4296.56	54.2
	Complejo Chicago	15545.845	95.2
8° 7'4.23"S 79° 1'3.04"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	31579.305	1351.2

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 16. Área verde a regar por Planta N° 8**

<b>Planta 8</b>	<b>Zonas a regar</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Lejanía del punto (m)</b>
	Av. González Prada	6693.6	748
	Parque Guadalupe B	2705.02	71.5
	Parque Amalia Puga	1660.65	80.8
	Parque Garcilaso de la Vega	2267.65	15.8
	Parque Principal (Deportivo N°2)	2051.11	54.8
	Parque Ayar Uchu	3188.8	11.2
	Parque Dos de Mayo	1257.38	86.6
	Parque Principal	7762.14	170
	Parque Guadalupe A	1294	147
<b>8° 7'12.04"S</b> <b>79° 1'9.10"W</b>	<b>Área a regar (m<sup>2</sup>)</b>	<b>28880.35</b>	<b>1385.7</b>

Fuente: Elaboración propia

**En zona 5:** En esta zona se ha propuesto la construcción de 5 plantas de tratamiento, las cuales están identificadas como: planta

**Cuadro N° 17. Área verde a regar por Planta N° 1**

<b>Planta 1</b>	<b>Zonas a regar</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Lejanía del punto (m)</b>
	Av. América Oeste	13436.05	0 - 1787
	Parque N° 1	1000	74
	Parque N° 6	1021.98	28.9
	Parque N° 3.1	1600	70.7
	Parque Turístico Cesar Vallejo	1361.49	35
	Parque N° 5	1102.11	23.8
	Parque S/N (Los Árboles)	720	65.5
	Parque N° 2	2960.29	144
	Parque N° 4	810	65
<b>8° 6'24.69"S</b> <b>79° 2'48.40"W</b>	<b>Área a regar (m<sup>2</sup>)</b>	<b>24011.92</b>	<b>506.9</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 18. Área verde a regar por Planta N° 2**

<b>Planta 2</b>	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Prolongación Av. Juan Pablo II	5070	845
	Parque Fortunato	3726.93	66.3
	Parque El tumi	4217.72	72
	Parque N°3 Guadalupe	2502.88	79.4
	Parque N°4 Guadalupe	2285.65	129
	Ovalo Papal	1260.85	40.5
	Parque Los Rosales	2028.69	69.8
	Parque Claretiano	4389.58	219
8° 7'14.20"S 79°2'28.69"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	<b>25482.3</b>	<b>1521</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 19. Área verde a regar por Planta N° 3**

<b>Planta 3</b>	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	parque san esteban	7740.21	99.2
	Av. América Sur	2910	485
	Parque Martínez de Pinillos	13116.39	134
	Av. Inf. De Jesús (Reservorio)	1807.29	70
	Ovalo Larco	2327.2	27.3
8° 7'12.01"S 79°2'24.84"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	<b>23766.6</b>	<b>815.5</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 20. Área verde a regar por Planta N° 4**

Planta 4	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Jardín Botánico	18536.09	0
	Parque de la Amistad	10278.87	112
	Av. América Sur	1248	312
8° 7'31.96"S 79°2'17.11"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	<b>30062.96</b>	<b>424</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 21. Área verde a regar por Planta N° 5**

Planta 5	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
	Av. Húsares de Junín	5250	875
	Parque Alipio Ponce	8380.26	80
	Parque Bellas Artes	363.52	129
	Parque Señor de los Milagros	498.03	74.3
	Parque Misericordia	1513.12	77.1
	Av. Húsares de Junín- Av. Fátima	3900	975
	Parque Peruano Suizo	4013	84.6
	Parque San Juan Bosco	4515	169
	8° 7'5.66"S 79°1'57.51"W	Área a regar (m <sup>2</sup> )	<b>28432.93</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 22. Área verde a regar por Planta N° 9**

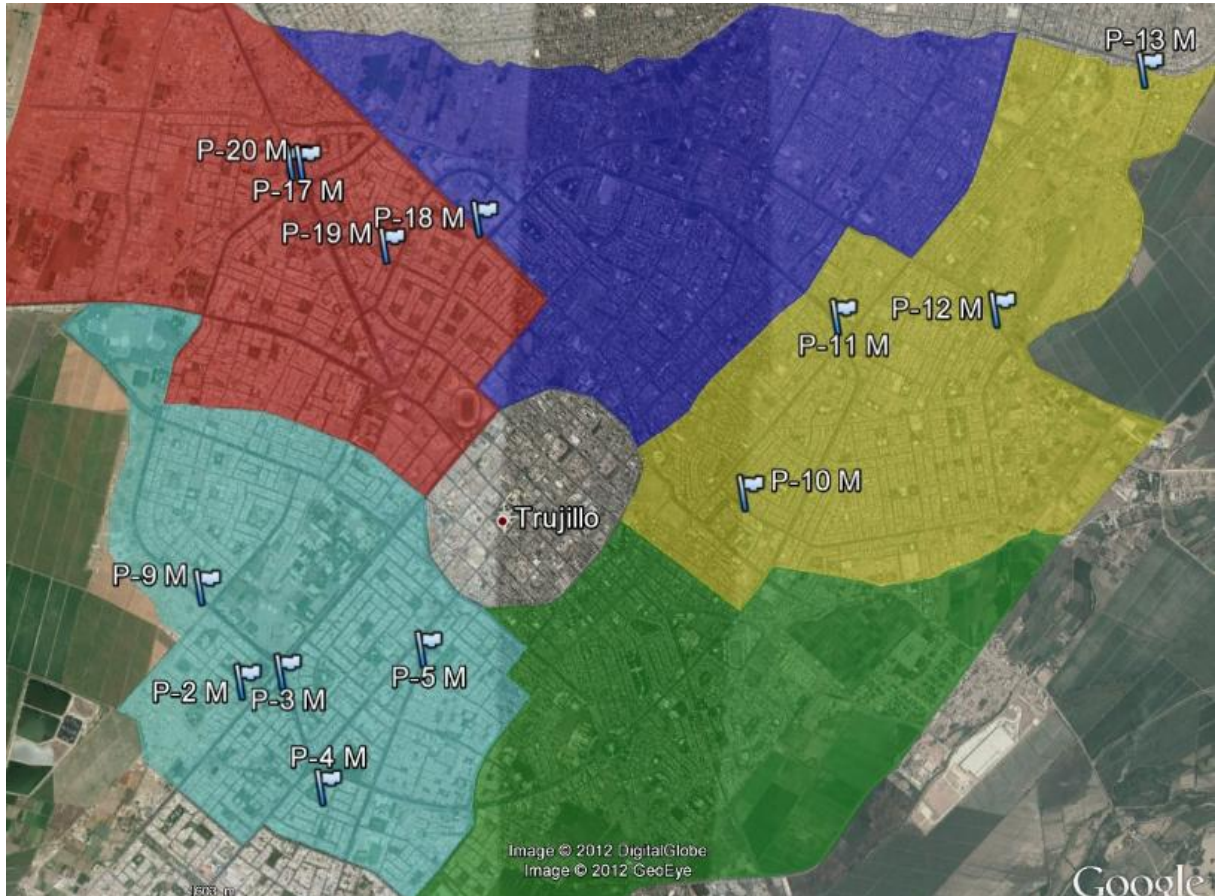
	Zonas a regar	Área (m <sup>2</sup> )	Lejanía del punto (m)
<b>Planta 9</b>	<b>Av. Antenor Orrego 1</b>	2686.2	1104
	<b>Av. Antenor Orrego 2</b>	2134.4	
	<b>Parque Capilla Trupal</b>	2674.3	73.8
	<b>Parque Infantil</b>	3773.08	53.1
	<b>Parque Arquitectos</b>	2590.05	83.5
	<b>Parque N° 16</b>	5696.21	79.4
	<b>Parque Clementina Peralta</b>	1259.4	67
	<b>Parque N° 15</b>	4596.05	136
	<b>Parque N° 14</b>	1971.19	74.8
	<b>8° 7'6.82"S</b> <b>79°2'45.37"W</b>	<b>Área a regar (m<sup>2</sup>)</b>	<b>27380.88</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Zonas de Muestreo

En las zonas designadas para la construcción de las plantas, se identificó aquellos buzones de fácil acceso para la toma de muestras. Mediante el uso del equipo de GPS Garmin eTrex Venture HC, se pudo identificar con precisión la ubicación exacta de los lugares en donde se tomaron las muestras, dichos lugares se muestran en la figura N° 5.

Figura N° 5: Ubicación de Zonas de Muestreo



Fuente: Elaboración propia

Los análisis fisicoquímicos para cada una de las muestras, se realizaron en tres ubicaciones diferentes. Los primeros análisis como son: temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad y salinidad, se realizaron en el lugar donde se tomó la muestra. Los resultados obtenidos por muestra se muestran en el Cuadro N° 23.

#### 4.5. Resultados de análisis de muestras

Cuadro Nº 23. Análisis de Laboratorio

Muestra	Tiempo	Día	Laboratorios	T (°C)		pH		Oxígeno Disuelto (mg/L)		Conductividad (µS)		Salinidad (%)	
				< 35		6.5-8.5	6.5-8.5	N.A	>=4	N.A	< 2000	N.A	N.A
Punto 2	10:27	07/06/2012	SEDALIB	25.6	8.03	2.3	1920	0.1					
			UNT										
Punto 3	11:15	07/06/2012	SEDALIB	25.5	7.73	2.4	1254	0.07					
			UNT										
Punto 4	11:53	07/06/2012	SEDALIB	26	7.52	0.5	1263	0.07					
			UNT										
Punto 5	12:45	07/06/2012	SEDALIB	25.9	7.27	2.8	929	0.05					
			UNT										
Punto 9	08:56	07/06/2012	SEDALIB	26.2	8.2	1.2	1732	0.09					
			UNT										
Punto 10	07:38	31/05/2012	SEDALIB	25.1	8.07	0.7	1284	0.07					
			UNT										
Punto 11	09:51	31/05/2012	SEDALIB	25.4	7.5	1.1	1203	0.06					
			UNT										
Punto 12	09:07	31/05/2012	SEDALIB	26.1	8.01	2.5	2380	0.18					
			UNT										

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Resultados de análisis de muestras

##### Continuación... Cuadro Nº 23. Análisis de Laboratorio

Muestra	Tiempo	Día	Laboratorios	T (°C)		pH		Oxígeno Disuelto (mg/L)		Conductividad (µS)		Salinidad (%)	
				< 35	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	N.A	>=4	N.A	< 2000	N.A	N.A
Punto 13	10:42	31/05/2012	SEDALIB UNT	26.4		7.59		1.2		1135		0.06	
Punto 16	10:00	13/06/2012	SEDALIB UNT	No agua en buzones									
Punto 17	12:12	13/06/2012	SEDALIB UNT	28.9		7.19		0.6		2590		0.14	
Punto 18	13:45	13/06/2012	SEDALIB UNT	30.4		7.4		2.9		1369		0.07	
Punto 19	13:00	13/06/2012	SEDALIB UNT	26.8		7.89		1.8		1687		0.09	
Punto 20	11:21	13/06/2012	SEDALIB UNT	26.7		7.86		0.6		1826		0.1	

Fuente: Elaboración propia

Donde:

	MINAM2010
	MINAM2008



También se está trabajando con 2 laboratorios autorizados, los cuales son: SEDALIB y la Universidad Nacional de Trujillo (UNT). Los análisis que se realizan en SEDALIB son los siguientes: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos sedimentables (SS) y Aceites y grasas. Los análisis que se realizan en la UNT son los siguientes: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos sedimentables (SS), Aceites y grasas y Cromo hexavalente. El análisis de Demanda Química de Oxígeno (DQO), se empezará a realizar en la universidad el día de hoy. Los resultados de los análisis realizados en los laboratorios descritos se mostraran en las próximas semanas.

## **IX. CONCLUSIONES**

- La planta de tratamiento propuesta N° 4, ubicada cerca al jardín botánico, es la que presenta mayor beneficio económico para SEGAT, ya que el área verde a regar, contiene la capacidad máxima de la planta de tratamiento propuesta, es de 30 062 m<sup>2</sup> y el largo de la tubería es el menor en comparación a las otras plantas propuestas, el cual es de 424 m. Sin embargo como se ha propuesto la elaboración de un pozo de agua para el riego del jardín botánico, la segunda propuesta para el equipamiento de la primera planta de tratamiento de agua residual es la N° 7, la cual tiene a su disposición 31 579 m<sup>2</sup> de área verde, dicha área verde necesita una tubería, cuya longitud es de 1351 m.
- Los parámetros de temperatura y pH de todas las muestras analizadas se encuentran dentro del rango determinado por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales (D.S. N° 002-2008 MINAM) y por Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residual doméstica (D.S. N° 003-2010 MINAM).

## **X. BIBLIOGRAFIA**

- D.S. N° 002-2008 MINAM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.
- D.S. N° 003-2010 MINAM. Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residual doméstica.
- SEDALIB. 2012. Mapa de ubicación de tuberías de agua residual en Trujillo
- Azabache y Blas (2012). Ubicación de las curtiembres más representativas en La Libertad.
- SEGAT. 2011. Proyecto: Tratamiento y uso de aguas servidas en el riego de las áreas verdes de Trujillo.