

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**“USO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN EL
MANTENIMIENTO DE ÁREAS VERDES DEL *CAMPUS* DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, LIMA-PERÚ.”**

Trabajo Monográfico para Optar por el Título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

JESSICA LILIANA CORNEJO LANDERS

Lima – Perú

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

**FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“USO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN EL
MANTENIMIENTO DE LAS ÁREAS VERDES DEL *CAMPUS* DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, LIMA-PERÚ.”**

Trabajo Monográfico para Optar por el Título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

JESSICA LILIANA CORNEJO LANDERS

Sustentada y Aprobada ante el siguiente Jurado:

Ing. Mg. Sc. José Cadillo Castro
Presidente

Ing. Mg. Sc. Jorge Vargas Morán
Patrocinador

Ing. Carmen Álvarez Sacio
Miembro

Dra. Gladys Carrión Carrera
Miembro

DEDICATORIA

A Dios, por ser siempre la luz de mi camino.

A mis padres, por el apoyo incondicional durante toda mi vida.

A mí querido esposo y a mi adorada hija, por estar siempre a mi lado apoyándome en todos mis proyectos, con paciencia, amor y por ser mi estímulo en todo lo que hago.

A mi hermana Mirja, por estar siempre dispuesta a acompañarme en los diferentes momentos importantes de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi esposo, por ayudarme e impulsarme a concluir este proyecto.

A mi familia, por estar a mi lado en cada momento de mi vida.

A mi asesor quien me brindo su valiosa y desinteresada orientación y guía en la elaboración del presente trabajo monográfico.

A Martha Gonzales, por su apoyo total y su bella amistad desde los inicios de mi carrera.

A Zulmita, por sus valiosos consejos y amistad sincera.

A Jon Cecilio Cabrera, por brindarme su apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo.

A todas las personas que me motivaron con sus valiosos consejos, me apoyaron y me impulsaron a culminar con esta etapa de mi formación profesional.

RESUMEN

Lima Metropolitana se encuentra en el desierto costero del Perú, con una escasa precipitación anual de 9 mm, que hace que se use agua del río Rímac para abastecer a la ciudad. Siendo este río de régimen irregular a lo largo del año, gran parte del agua potable proviene de acuíferos, sobre utilizándose el agua subterránea. Esto hace que el agua sea un bien escaso a pesar de ser un recurso renovable y aparentemente abundante en el planeta.

Por otro lado, la creación de las áreas verdes se plantea como una necesidad indispensable en el contexto actual de crecimiento, expansión y transformación de nuestras ciudades sobre el territorio, considerando a las áreas verdes como valiosos sistemas que deberán aportar a mejorar la calidad de nuestro hábitat en un sentido ambiental y también social.

En la búsqueda de nuevas alternativas para el mantenimiento de las áreas verdes, la Universidad Nacional de Ingeniería cuenta con un Centro de Investigación en Tratamiento de Aguas Residuales y Residuos Peligrosos CITRAR-UNI con la finalidad de usar las aguas tratadas en el riego del Campus Universitario; asimismo, propiciar la investigación científica, con tendencia a buscar alternativas de solución de bajo costo a la problemática de la disposición y uso inadecuado de las aguas residuales domésticas en el Perú. También cuenta con un Vivero, que le permite producir todas las especies vegetales y los abonos orgánicos que se necesitan para el mantenimiento de las áreas verdes de la universidad. Este Vivero ha permitido que en los últimos 15 años se incrementen las áreas verdes de la universidad en un 40 %, contribuyendo en el mantenimiento y preservación del medio ambiente y aportando a mejorar la imagen de la universidad.

El uso de las aguas residuales tratadas en el mantenimiento de las áreas verdes de la UNI, permitirá reducir los costos del servicio de mantenimiento en un 12.69 %, porcentaje significativo teniendo en cuenta que el costo de agua para riego representa más el 40% del costo total.

Se tiene que considerar la mejora de las normativas en el tratamiento de aguas residuales, que especifiquen el uso en el riego de áreas verdes y que permitan hacer un uso responsable en miras de preservar el medio ambiente.

El uso de aguas residuales tratadas, no solo tiene importancia en la reducción de costo del mantenimiento de áreas verdes, sino que es una alternativa importante que permitirá que el agua potable sea de uso exclusivo de la población y no para el riego de jardines, teniendo en cuenta que solo se usa el 31% de las aguas tratadas y el resto es eliminado.

ÍNDICE GENERAL

I	INTRODUCCION	11
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1	Agua	12
2.1.1	Generalidades	12
2.1.2	Acceso actual a la demanda de agua para riego	13
2.1.3	Cobertura de tratamiento de aguas residuales	14
2.1.4	Tipos de tecnología de tratamiento utilizado en Lima	15
2.1.5	Marco legal para el tratamiento de aguas residuales tratadas	16
2.1.6	Costos de agua para riego	19
2.2	Áreas Verdes de Lima	22
2.2.1	Áreas agrícolas urbanas	22
2.2.2	Áreas verdes públicas	23
2.2.2	Áreas verdes públicas	22
2.2.3	Áreas verdes privadas	25
III.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y APORTACIONES REALIZADAS	26
3.1	Ubicación de la Universidad Nacional de Ingeniería	26
3.2	Centro de Investigación en Tratamiento de Aguas Residuales y Residuos Peligrosos CITRAR-UNI	27
3.2.1	Agua Residuales	29
3.2.2	Descripción de las unidades y procesos de tratamiento	30
3.2.3	Control del cumplimiento de la normativa en CITRAR-UNI	41
3.2.4	Costos de aguas tratadas en el Centro de Investigación en Tratamiento de Aguas Residuales y Residuos Peligrosos CITRAR-UNI	44
3.3	Vivero y Áreas Verdes	45
3.3.1	Vivero	46
3.3.2	Mantenimiento de áreas verdes del campus universitario de la UNI	48
3.3.3	Costos del servicio de mantenimiento de áreas verdes de la UNI	55
IV.	CONCLUSIONES	62
V.	RECOMENDACIONES	63
VI.	BIBLIOGRAFIA	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Consumo promedio de agua	12
Cuadro 2.	Distribución del agua disponible en la ciudad	13
Cuadro 3.	Caudal promedio de los ríos	13
Cuadro 4.	Áreas agrícolas que usan aguas residuales crudas y tratadas	14
Cuadro 5.	Tecnología de tratamiento utilizada en Lima	15
Cuadro 6.	Gestión integral de recursos hídricos	16
Cuadro 7.	ECAs. Categoría 3. Riego de vegetales y bebidas de animales	19
Cuadro 8.	Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR	19
Cuadro 9.	Fuentes de agua para el riego agrícola y áreas verdes	20
Cuadro 10.	Costo Actual de agua utilizada para el riego de áreas verdes y zonas agrícolas de Lima Metropolitana	21
Cuadro 11.	Área agrícola en Lima Metropolitana	23
Cuadro 12.	Áreas verdes públicas de 16 distritos de Lima	24
Cuadro 13.	Áreas verdes privadas de Lima	25
Cuadro 14.	Diseño de las lagunas y sus parámetros de cálculo	39
Cuadro 15.	Dimensiones de las lagunas	39
Cuadro 16.	Comparativo de parámetros principales	43
Cuadro 17.	Costo de agua para riego de áreas verdes	44
Cuadro 18.	Tarifa de agua para riego de áreas verdes	44
Cuadro 19.	Costos del agua de riego	56
Cuadro 20.	Gastos de administración de la OCSG	57
Cuadro 21.	Costos de servicios básicos	57
Cuadro 22.	Distribución mensual de los costos por el servicio de mantenimiento de A.V.	58
Cuadro 23.	Costo de agua para riego de diferentes fuentes	60
Cuadro 24.	Costo mensual promedio por m ² del servicio de mantenimiento de áreas verdes del campus universitario UNI, con un costo de agua para riego de S/. 0.36	60
Cuadro 25.	Costo mensual promedio por m ² del servicio de mantenimiento de áreas verdes del campus universitario UNI, con un costo de agua para riego de S/. 0.21	60

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1.	Vista panorámica UNI	27
Foto. 2	Sistema del tratamiento	30
Foto 3.	Captación de aguas residuales	31
Foto 4.	Rejas gruesas	32
Foto 5.	Rejas finas	32
Foto 6.	Desarenador	33
Foto 7.	Vertedero Sutro	33
Foto 8.	Medidor de caudales Bowlus	34
Foto 9.	Reactor Anaerobio de manto de Lodos de Flujo Ascendente RAMLFA-UASB	35
Foto 10.	Laguna de estabilización secundaria	38
Foto 11.	Laguna de estabilización terciaria	38
Foto 12.	Unidad de acuicultura (03 estanques)	40
Foto 13.	Vista panorámica de Vivero UNI	45
Foto 14.	Vivero UNI	46
Foto 15.	Cargado por gravedad del camión cisterna con aguas residuales tratadas	49
Foto 16.	Riego a presión de jardines con aguas residuales tratadas	49
Foto 17.	Riego de agua potable con manguera	50
Foto 18.	Poda de césped con cortadora a motor y bordeado con motoguadaña	51
Foto 19.	Poda de césped en pendiente con motoguadaña	51
Foto 20.	Poda de árboles	52
Foto 21.	Control de maleza en forma mecánica	53
Foto 22.	Control fitosanitario	53
Foto 23.	Recojo de maleza	54
Foto 24.	Reposición de plantas	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Manejo actual de las aguas residuales en Lima Metropolitana	14
Gráfico 2.	Evolución de las áreas urbanas y agrícolas de Lima	22
Gráfico 3.	Plano CITRAR-UNI	29
Gráfico 4.	Degradación biológica de la materia orgánica	36
Gráfico 5.	Volumen total anual de producción Vs volumen total anual para riego	41
Gráfico 6.	Variación de la demanda bioquímica de oxígeno	42
Gráfico 7.	Variación de la demanda química de oxígeno	42
Gráfico 8.	Variación de los coliformes fecales o termotolerantes	43
Gráfico 9.	Organigrama de la Oficina Central de Servicios Generales (OCSG-UNI)	56
Gráfico 10.	Distribución en soles y porcentual de los costos por el servicio de áreas verdes por m ² mensual	59
Gráfico 11.	Costos de mantenimiento de áreas verdes y de agua para riego de la UNI	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Relación de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en Lima Metropolitana	66
Anexo 2.	Cotización de la Empresa Master Grass, del servicio de mantenimiento de áreas verdes	67
Anexo 3.	Cotización de la empresa Manos Verdes, del servicio de mantenimiento de áreas verdes	68
Anexo 4.	Distribución mensual de los costos por el servicio de mantenimiento de las áreas verdes, con un costo de agua de S/.0.21	69
Anexo 5.	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima-SEDAPAL	70

I. INTRODUCCIÓN

La naturaleza del siguiente trabajo es dar a conocer el uso adecuado de las aguas residuales tratadas, como alternativa de solución para el riego de jardines, teniendo en cuenta que el agua es un recurso caro y escaso, el cual representa el 44.94% de los costos del servicio de mantenimiento de áreas verdes.

Es un hecho que los altos costos que demanda el riego de áreas verdes con agua potable y de pozo, ha determinado que algunas instituciones municipales y privadas en Lima decidan tratar y usar las aguas residuales tratadas locales para reducir significativamente sus costos. Por lo tanto, una forma de evaluar los beneficios económicos del uso de las aguas residuales tratadas es a través del ahorro económico producto del reemplazo del agua potable que tradicionalmente se ha utilizado.

Lima Metropolitana actualmente cuenta con 41 plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, que tratan el 16% de todos los desagües domésticos de Lima recolectados por SEDAPAL, valor que podría elevarse a 23.6% si se pudiera incorporar todo el caudal que fuera considerado en el diseño de estas plantas. Esta diferencia del 7.6% de agua no tratada deberá ser incluida en los futuros proyectos de tratamiento de la ciudad.

Por otro lado, el 31% del agua tratada es utilizada para el riego de áreas verdes y agrícolas, descargando el 69% restante (2 200 l/s) al río o mar. Esta agua descartada está disponible para incrementar las áreas verdes de Lima y Callao, siempre que estén ubicadas cerca de los lugares de demanda y cuenten con la calidad requerida para ese tipo de riego y que no alcanzan actualmente en todas las plantas de tratamiento.

Una de las grandes dificultades que se tiene, es que la normatividad de calidad de aguas residuales tratadas, a pesar que establecen límites bacteriológicos para diferentes usos, no se contemplan los estándares microbiológicos que garanticen que el agua residual tratada y utilizada en los parques y jardines sea la adecuada, pudiéndose propiciar la contaminación del entorno urbano afectando su salubridad.

Otra dificultad es la forma de como trasladar estas aguas residuales a los parques y jardines, ya que se necesita de un sistema de riego tecnificado (costos) o llevarla con camiones cisterna, que no tienen acceso al 100% de las áreas verdes.

El objetivo principal es dar conocer la experiencia en el uso de aguas residuales tratadas para riego, en el mantenimiento de las áreas verdes del *campus* de la Universidad Nacional de Ingeniería en Lima- Perú.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Agua

2.1.1 Generalidades

A nivel mundial, el acceso al agua potable, saneamiento y alcantarillado forma parte de los derechos primarios de los seres humanos. En el Perú, el 76-90% de los peruanos tiene acceso al agua potable y en Lima Metropolitana el 88.7% de la población tiene acceso a agua potable (Cateriano, 2010). La única manera de garantizar que el agua pueda satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras es preservarla y cuidarla para que no se agote.

En el Cuadro 1 se muestra la dotación de agua establecida con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para consumo familiar de cinco miembros en promedio y el uso que se le da en el hogar. De este volumen, el 80% se destina a desagües (Méndez y Feliciano, 2010).

Cuadro 1. Consumo promedio de agua (familia de cinco personas)

CONCEPTO	CANTIDAD: LITROS POR DÍA
Limpieza de casa	50
Beber y cocinar	20
Lavado de manos y cara	75
Uso del inodoro	175
Lavado de ropa	225
Uso de la ducha	175
Lavado de los platos	30
Total	750
Promedio por persona	150

Méndez, 2010

Toda agua servida o residual debe ser tratada tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente y más aún si se le quiere reutilizar.

La limitada disponibilidad y la contaminación del agua de río tradicionalmente utilizada para el riego de algunas áreas verdes de Lima, así como el elevado costo del agua potable utilizada en su reemplazo, ha determinado que algunas instituciones privadas y municipales comenzaran a ver en las aguas residuales una alternativa viable. Es así que en los años 80 aparecieron las primeras experiencias privadas que desarrollaron El Club de Golf de Lima y el Campo Santo Jardines de la Paz, seguidas luego por dos clubs de golf y el colegio particular La Inmaculada, con plantas medianas de lagunas de estabilización, que luego, en dos casos fueron transformadas en lagunas

aireadas para evitar problemas de olores con los vecinos. Las iniciativas municipales son más recientes y comienzan en la década de los 90, con la Alameda de la Juventud en Villa El Salvador y la Avenida Universitaria en Carabayllo.

2.1.2 Acceso actual a la demanda de agua para riego

El agua que se destina para uso poblacional representa el 75% del agua disponible en la ciudad, el 22 % se destina para la agricultura y el resto se utiliza en actividades industriales y mineras, como se aprecia en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Distribución del agua disponible en la ciudad

AGUA DISPONIBLE PARA USO POBLACIONAL (%)	AGRICULTURA (%)	ACTIVIDAD INDUSTRIAL Y MINERA (%)
75	22	3

Moscoso, 2011

El caudal promedio mensual histórico de los ríos Rímac, Lurín y Chillón que atraviesan la ciudad de Lima es en conjunto de 39 m³/s, de los cuales el río Rímac aporta 29.5 m³/s, el río Chillón 5.1 m³/s, y el río Lurín 4.5 m³/s, como se detalla en el Cuadro 3. El agua utilizada para agricultura periurbana es distribuida por las Juntas de Usuarios de los tres ríos entre los agricultores asociados en diferentes Comisiones de Regantes. Este proceso se lleva a cabo en coordinación con la autoridad local del agua y la administración técnica del distrito de riego Rímac- Chillón- Lurín, responsable del uso de agua para riego.

Cuadro 3. Caudal promedio de los ríos.

CAUDAL DE RÍOS	M3/S	CAUDAL PROMEDIO MENSUAL DE LOS RIOS
Ríos Rímac	29,5	39,1
Río Chilón	5,1	
Río Lurín	4,5	

Moscoso, 2011

En el Cuadro 4 podemos ver, que de las actuales 12 680 ha agrícolas ubicadas en las zonas periurbanas de Lima, solo 470 ha de estas utilizan aguas residuales crudas en la época de estiaje, ya que se encuentran ubicadas en el tramo final del río Rímac y después de la Planta La Atarjea que capta casi todo el caudal existente en la época de estiaje. Otras 305 ha agrícolas ubicadas en zonas sin acceso a fuentes naturales de agua son regadas exclusivamente con aguas residuales tratadas. Estas

condiciones permiten decir que definitivamente el acceso futuro al agua será cada vez más limitado, ya que la demanda urbana continua creciendo y por tanto es muy posible que se sigan reduciendo las áreas agrícolas, a menos que se sustituya el agua de río por agua residual tratada.

Cuadro 4. Áreas agrícolas que usan aguas residuales crudas y tratadas

USAN EN ÉPOCA DE ESTIAJE AGUAS RESIDUALES CRUDAS ha	USAN EXCLUSIVAMENTE AGUAS RESIDUALES TRATADAS ha	ÁREAS AGRÍCOLAS TOTALES EN ZONAS PERIURBANAS DE LIMA
470	305	12680

Moscoso, 2011

2.1.3 Cobertura de tratamiento de aguas residuales

Lima Metropolitana actualmente cuenta con 41 plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, que tratan todas ellas los desagües domésticos recolectados por Sedapal (Moscoso, 2011).

El caudal actualmente tratado es de 3 200 l/s, lo que equivale a solo el 17% de los 18 850 l/s de desagües que recolecta Sedapal en la ciudad, como se muestra en el Gráfico 1. También se puede apreciar que de este 17% del caudal tratado, 2 200 l/s, (69%) se va a los colectores y de allí al mar.

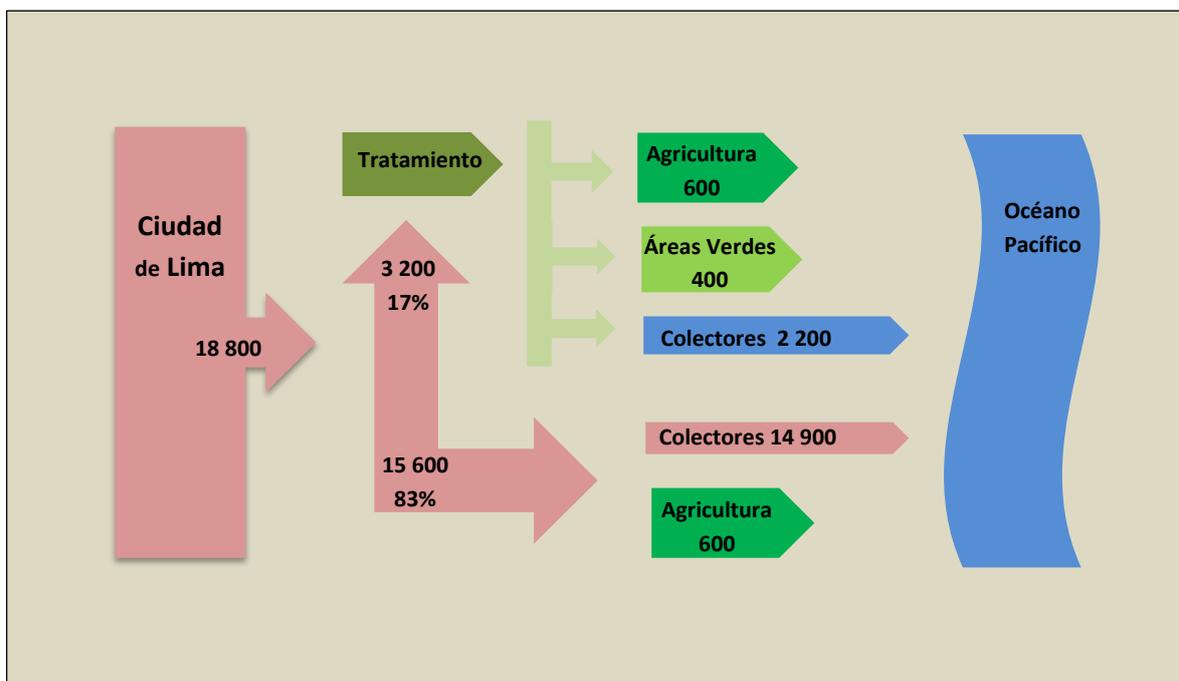


Gráfico 1. Manejo actual de las aguas residuales en Lima Metropolitana (l/s)
Moscoso, 2011

2.1.4 Tipos de tecnología de tratamiento utilizado en Lima

Cuadro 5. Tecnología de tratamiento utilizada en Lima

COD.	TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO	PLANTAS		CAUDAL	
		Nº	%	l/s	%
1	Lagunas Facultativas	10	24.39	130.51	4.64
2	Lagunas Aireadas	5	12.20	62.00	2.20
3	Lagunas Aireadas, de Sedimentación y Pulimento	3	7.32	1244.00	44.21
4	Lagunas Anaeróbicas, aireadas y pulimento	3	7.32	819.00	29.10
5	Reactor Anaeróbico y Lagunas Facultativas	2	4.88	71.50	2.54
6	Lodos Activados	14	34.15	476.48	16.93
7	Filtros Percoladores	2	4.88	6.90	0.25
8	Humedales Artificiales	2	4.88	3.70	0.13
	Total	41	100.00	2814.09	100.00

Moscoso, 2011

En el Cuadro 5 se puede apreciar que las plantas con Reactor Anaerobio y Lagunas Facultativas son dos y manejan solo el 2.54% del agua residual tratada. Una de ellas es CITRAR.UNI.

La tecnología más importante utilizada actualmente en Lima, por ser las 3 plantas más grandes y por el volumen que manejan: 44.21 % del agua residual tratada son las plantas que utilizan una combinación de lagunas aireadas, de sedimentación y pulimento.

Por otro lado, Sedapal es la institución que maneja más del 93% del agua residual tratada en Lima y opera 4 de las 10 plantas más grandes del Perú. Por ende, Sedapal es la empresa con mayor experiencia en tratamiento de aguas residuales en el Perú.

Una debilidad identificada es que Sedapal ha orientado el tratamiento exclusivamente al saneamiento, que implica una disposición adecuada de los efluentes en un cuerpo receptor como el río y el mar, sin tener en cuenta que en la realidad una buena cantidad del agua residual es destinada para el riego agrícola y de áreas verdes. Las restricciones en sus competencias han determinado que a lo más permita la derivación del agua tratada para el riego de las áreas aledañas al sistema de descarga final, sin asumir ninguna responsabilidad sobre este reuso. Es por tanto importante que la legislación permita que Sedapal asuma este compromiso de tratar, para abastecer la demanda de agua para el riego de las áreas verdes de la ciudad. Por suerte ya se comienzan a ver algunas iniciativas de sus técnicos orientadas con este propósito, como es el caso del Proyecto de instalar una planta en La Atarjea para reemplazar el agua del río Surco que riega muchas áreas verdes de los distritos del Sur de Lima.

2.1.5 Marco legal para el tratamiento de aguas residuales tratadas

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para descargas de aguas residuales tratadas vigentes establecen que estas no deben exceder de 5 a 15 mg/l de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) según los usos. Con estos valores, la mayoría de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) no cumplen.

La Gestión Integral de Recursos Hídricos, está detallada en el Cuadro 6, en donde la Ley de Recursos Hídricos tiene a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) como ente rector y máxima autoridad técnico normativa del Sistema Nacional de Gerenciamiento de Recursos Hídricos (SNGRH), el Ministerio del Ambiente (MINAM) trabaja con los Estándares de Calidad de Agua (ECA's) y Límites Máximos Permisibles (LMP), y por último el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento que trabaja con los Valores Máximos Admisibles (VMAs) y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Cuadro 6. Gestión Integral de Recursos Hídricos

LEY DE RECURSOS HÍDRICOS Autoridad Nacional del Agua (ANA)	MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM)	MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
* Uso sostenible del agua * Cambio climático	* ECAs * LMPs	* VMAs * RNE

ECA's: Estándares de Calidad de Agua.

LMP's. Límites Máximos Permisibles.

VMA's: Valores Máximos Admisibles.

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006

- a) Ley de Recursos Hídricos – Ley 29338, publicada en el diario El Peruano, el 31 de marzo de 2009.

La Ley de Recursos Hídricos derogó a la Ley General de Aguas y también (formalmente) a los Decretos Legislativos 1081 y 1083, aunque incorporó en gran medida a estos últimos en su texto. Tiene 125 artículos organizados en 12 Títulos, al que se suma un Título Preliminar que incluye 11 principios que rige el uso y la gestión del agua. Además tiene 12 Disposiciones Complementarias Finales, 2 Disposiciones Complementarias Transitorias y una Disposición Complementaria Derogatoria.

Esta Ley es llamada así según los especialistas, por que regula no solo el uso del agua como un recurso sino los bienes asociados a él, sean estos naturales (faja marginal, cauces, material de acarreo, glaciares, etc.)

Se mantiene el principio que el agua es un recurso de propiedad de la Nación, descartando cualquier intento de privatización del recurso. Sin embargo, como las leyes vigentes desde hace unos años permiten, algunos aspectos y servicios relacionados a la gestión del recurso pueden ser entregados al sector privado.

La compleja estructura de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), dependiente del Ministerio de Agricultura, busca reforzar su papel como órgano rector del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. La Autoridad Nacional del Agua – ANA, es el ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Es responsable del funcionamiento de dicho sistema en el marco de lo establecido en la Ley.

La presente Ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

Artículo 82; Reutilización de Agua Residual. La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca, autoriza el reúso del agua residual tratada, según el fin para el que se destine la misma, en coordinación con la autoridad sectorial competente y, cuando corresponda, con la Autoridad Ambiental Nacional.

El titular de una licencia de uso de agua está facultado para reutilizar el agua residual que genere siempre que se trate de los mismos fines para los cuales fue otorgada la licencia. Para actividades distintas, se requiere autorización. La distribución de las aguas residuales tratadas debe considerar la oferta hídrica de la cuenca.

- b) Reglamento de la Ley Recursos Hídricos D.S. N° 001-2010-AG, publicado el 24 de marzo de 2010.

Artículo 88°.- Permiso de uso sobre aguas residuales. “Para efectos de lo establecido en el artículo 59° de la Ley, entiéndase como aguas residuales a las aguas superficiales de retorno, drenaje, filtraciones resultantes del ejercicio del derecho de los titulares de licencias de uso de agua. La Autoridad Nacional del Agua, a través de sus órganos desconcentrados, otorga permisos que facultan el uso de estas aguas por plazo indeterminado”.

Capítulo VI. Vertimientos de aguas residuales tratadas.

Capítulo VII. Re uso de aguas residuales tratadas.

Artículo 131°.- Aguas residuales y vertimientos.

Artículo 132°.- Aguas residuales domésticas y municipales.

Artículo 133°.- Condiciones para autorizar el vertimiento de aguas residuales tratadas.

- c) D.S. N° 002-2008-MINAM. Aprueban los Estándares de Calidad de Agua (ECA) para Agua, publicado el 31 de julio de 2008.

Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel de

concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

- d) D.S. N° 023-2009-MINAM. Aprueba las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, publicado el 19 de diciembre del 2009.
- e) DS 003-2010-MINAM. Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de PTAR, publicado el 17 de marzo de 2010.
- f) Resolución Jefatural N°274-2010-ANA-medidas para la implementación del Programa de adecuación de Vertimientos y Reuso de Agua Residual-PAVER, del 30 de abril del 2010.
- g) Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA-Aprueban clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros, publicada el 24 de marzo del 2010.
- h) Resolución Jefatural N° 489-2010-ANA-Modifican el Anexo 1 de la R.J. N° 202-2010-ANA, en lo relativo a clasificación de cuerpos de agua marino costeros, publicada el 28 de julio del 2010.
- i) Decreto Supremo N°007-2010-AG. Declaran de Interés Nacional la protección de la calidad del agua de las fuentes naturales de agua y sus bienes asociados, del 16 de julio del 2010.
- j) Decreto Supremo N° 021-2009-Vivienda Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.
- k) Decreto Supremo N° 003-2011-Vivenda, Reglamento del D.S. N°021-2009-Vivienda.
- l) Resolución Jefatural N°182-2011-ANA. Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales Superficiales de Agua, publicado el 08 de abril del 2011.
- m) Resolución de Consejo Directivo N°025-2011-SUNASS-CD. Aprueba metodología para determinar el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros fijados en el Anexo 01 del D.S.N°021-2009-Vivienda y modifican el Reglamento General de Tarifas, así como el Reglamento de Prestación de los Servicios de Saneamiento, publicado el 20 de julio del 2011.
- n) Reglamento Nacional de Edificaciones, publicado el 8 de junio de 2006.
 - Norma Os090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
 - Decreto Supremo N°022-2009-Vivienda. Modificación de la Norma OS.090 (26.11.2009).
 - Norma IS 020 Tanques Sépticos.

o) Categorías ECA's Agua. DS 002-2008-MINAM, DS 023-2009-MINAM.

- Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales

Cuadro 7. Estándares de Calidad de Agua (ECAs).Categoría 3. Riego de vegetales y bebidas de animales (DS 002-2008-MINAM, DS 023-2009-MINAM).

DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	OD (mg/l)	Aceites y G. (mg/l)	pH Unidad	Conductividad uS/cm
<=15	40	>5	1	6,5 - 8,4	<=5000

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno.

DQO: Demanda Química de Oxígeno.

OD: Oxígeno Disuelto.

Cuadro 8. Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR *

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/l	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno DQO	ml/l	200
ph	unidad	6,5-8,5
Sólidos Totales en Suspensión	ml/l	150
Temperatura	°C	menor 35

DS 003-2010-MINAM

* PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

2.1.6 Costos de agua para riego

Existen cinco diferentes fuentes de agua para el riego agrícola y de las áreas verdes de la ciudad: ríos, canales de riego, red pública de agua potable, agua de pozo transportada por camiones cisterna y plantas de tratamiento de agua residual, detallado en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Fuentes de agua para el riego agrícola y áreas verdes

ITEM	ORIGEN DEL AGUA	ENTIDAD	TARIFA S/./M3
1	Agua de río	Junta de usuarios de los ríos	0,03
2	Canales de riego	Comisión de Regantes del Sub Sector de Riego Surco	0,29 - 0,57
3	Agua potable	SUNASS	4,49 - 4,81
4	Agua de pozos privados	Los Municipios	1,28 - 1,71
5	Aguas residuales tratadas	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	0,23 - 0,54

Moscoso, 2011

- La tarifa del agua de río es establecida por las Juntas de Usuarios de los ríos en función al costo de operación y mantenimiento de la infraestructura de distribución desarrollada en cada caso. Así la Junta de Usuarios Rímac está cobrando en promedio US\$ 0.01/m³ (Junta de Usuarios Rímac. 2010).
- En los canales de riego, Comisión de Regantes del Subsector de Riego Surco se tendrían que añadir los costos de pre-tratamiento de las aguas afectadas por descargas de residuos sólidos y desagües industriales y domésticos que se vierten en los canales abiertos en todo su recorrido de 17 Km, desde la captación del río Rímac hasta la entrega del último usuario en Chorrillos. Estos gastos son cubiertos principalmente por tres municipalidades distritales que operan y mantienen plantas de pre-tratamiento en La Molina, Santiago de Surco y San Isidro, las cuales tienen cámaras de rejillas para la extracción y posterior traslado de los residuos sólidos a los rellenos sanitarios. La Planta de La Molina maneja de 4 a 5 TM/día de residuos. La Planta de Intihuatana de Surco, además de retener sólidos de todo el caudal del río Surco restante, aplica además un tratamiento físico-químico y desinfección para habilitar las aguas que utiliza en el riego de parte de sus áreas verdes. No se tiene información de los costos asumidos en cada caso, pero se puede usar como referencia el costo entre US\$ 0.1 y 0.2/m³ que tiene el pre-tratamiento en las plantas de aguas residuales.
- En el caso del agua potable, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), mediante Oficio N° 017-2014-SUNASS-030, autoriza a SEDAPAL aplicar un incremento tarifario de 0.56% por los servicios de agua potable y alcantarillado, en cumplimiento a lo dispuesto en el literal b) del Artículo Primero de la Resolución de Consejo Directivo N° 026-2010-SUNASS-CD. Esta tarifa está vigente desde su

publicación en el Diario El Peruano, 05 de marzo de 2014, siendo la tarifa comercial de SEDAPAL de S/. 4.49/m³, equivalente a US\$ 1.69/M³, hasta 1,000 m³ (primer rango). Si exceden ese volumen de agua potable, el costo se eleva a 4.81/m³ adicional (sistema de facturación en bloques crecientes), Anexo 6.

El objetivo es incentivar a los municipios al uso de las aguas residuales tratadas para el riego de parques y jardines a nivel nacional y priorizar el uso de agua potable para el consumo humano.

- Los municipios distritales han optado por usar agua subterránea extraída en pozos privados y que se oferta mediante camiones cisternas, que además les ofrecen el servicio complementario de riego de los parques. Es difícil calcular el costo de esta agua porque depende de la distancia del pozo y porque está incluido en el servicio de riego, pero se estima que podría variar entre US\$ 0.45 y 0.60/m³ (sin incluir el riego).
- Respecto a las aguas residuales tratadas, el costo de tratamiento depende de la tecnología utilizada en cada caso y que fluctúa entre US\$. 0.08 y 0.19/m³, que permite estimar un promedio de US\$ 0.14/m³, sin embargo ninguno de estos valores es más alto que la tarifa de agua potable que se paga por regar algunas áreas verdes en Lima.

Cuadro 10. Costo actual de agua utilizada para el riego de áreas verdes y zonas agrícolas de Lima Metropolitana

FUENTE	CAUDAL (MC/S)	VOLÚMEN ANUAL (MMC)	TARIFA (US\$/MC)	COSTO ANUAL US\$(MS)	TARIFA (S./MC)	COSTO ANUAL S/.(MS)
Agua de río	12,10	381,59	0,01	3,82	0,03	10,89
Agua de río pre-tra (río Surco)	1,10	34,69	0,06	2,08	0,17	5,93
Agua Potable y de Pozos	0,70	22,08	1,69	37,32	4,82	106,36
Agua Residual Tratada	1,00	31,54	0,14	4,42	0,40	12,60
Agua Residual Cruda	0,60	18,92	-	-	-	-
Total	15,50	488,82		47,64		135,78

Moscoso, 2011

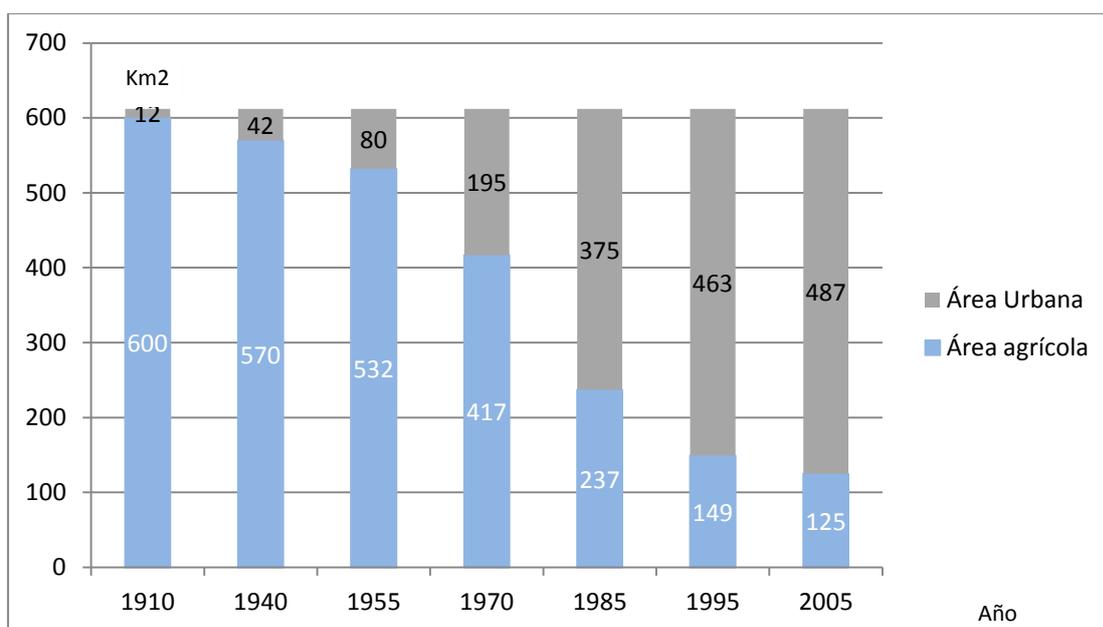
Como se puede apreciar en el Cuadro 10, el uso de agua potable representa el 78% del costo de agua de riego, aun cuando solo constituye el 5% del volumen utilizado. Es por esta razón que ya hace varios años algunos municipios y entidades privadas han optado por tratar aguas residuales para reemplazar el agua potable y el agua del río Surco.

2.2 Áreas Verdes de Lima

La ciudad de Lima inicialmente fundada sobre el valle del río Rímac, hoy se extiende sobre otros valles aledaños pertenecientes a los ríos Chillón y Lurín. El crecimiento urbano de Lima se realizó inicialmente sobre 612 Km² de tierras agrícolas de buena calidad y luego en las últimas décadas sobre otros 2 177 Km² de terrenos eriazos localizados entre las partes bajas de las cuencas de los tres ríos mencionados. Por tanto, actualmente Lima Metropolitana es una de las grandes ciudades con menor cantidad de áreas verdes, situación que se agrava por estar ubicada en una zona desértica sin vegetación.

2.2.1 Áreas agrícolas urbanas

La agricultura urbana viene siendo desarrollada en dos áreas del territorio municipal de Lima: áreas periurbanas y áreas interurbanas. En relación a la agricultura urbana desarrollada en áreas periurbanas, el área agrícola de Lima Metropolitana ha disminuido en los últimos 95 años, de 600 a 125 Km², debido al acelerado crecimiento urbano, tal como se muestra en el Gráfico 2.



**Gráfico 2. Evolución de las áreas urbanas y agrícolas de Lima
Moscoso, 2011**

De acuerdo a la evolución histórica de la superficie agrícola en Lima entre 1910 y 2005, se ha podido establecer una línea de tendencia que proyecta alrededor de 8 000 ha para el 2040.

Cuadro 11. Área agrícola en Lima Metropolitana

Organización	Nº de Comisiones	Área bajo riego (ha)	Nº de Usuarios
Junta de Usuarios del Río Rímac	11	3 958	1 992
Junta de Usuarios del Río Lurín	12	4 166	3 622
Junta de Usuarios del Río Chillón	12	4 556	2 057
Total	35	12 680	7 601

Juntas de Usuarios de los Ríos Rímac, Lurín y Chillón, 2010.

De acuerdo al cuadro 11, actualmente se estima que la agricultura en las Provincias de Lima y Callao es realizada por 7,600 agricultores en 12,680 ha ubicadas en los tres valles de los ríos Rímac, Lurín y Chillón. A esta cifra se debe añadir 300 ha ubicadas fuera de las cuencas en zonas desérticas y exclusivamente con aguas residuales.

Si aceptamos que la agricultura periurbana también constituye parte de las áreas verdes que tiene la ciudad, podríamos estimar que actualmente Lima Metropolitana cuenta con más de 16,400 ha de áreas verdes productivas y recreativas. Esta cifra permitiría hablar de un incremento de la cobertura de áreas verdes de 4.39 a 19.34 m²/habitante, sin embargo es evidente que las zonas agrícolas aportan oxígeno y retienen CO₂, pero no constituyen espacios recreativos para la población.

Actualmente se estima que la agricultura en las provincias de Lima y Callao es realizada por 7 600 agricultores en 12 680 ha ubicadas en los tres valles de los ríos Rímac, Lurín y Chillón. A estas cifras se debe añadir 300 ha ubicadas fuera de las cuencas en zonas desérticas y exclusivamente con aguas residuales.

La agricultura en las áreas interurbanas, práctica que se inició como estrategia de la población para su autoabastecimiento alimentario, y luego para generación de ingresos y mejora del entorno ambiental, apoyado en las costumbres y tradiciones agrícolas y pecuarias de los nuevos habitantes de la ciudad, que en su mayoría provienen de zonas rurales del país. La gran mayoría son parcelas de carácter familiar que tienen entre 4 y 50 m², logrando buenos rendimientos y uso inexistente de químicos.

2.2.2 Áreas verdes públicas

Las Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda entre 10 a 15 m² de espacios públicos por habitantes y específicamente 9 m² de áreas verdes por habitante. La OMS también sugiere el diseño de redes de áreas verdes urbanas, de tal manera que todos los residentes vivan cerca de un espacio abierto a una distancia de no más de 1.5 minutos a pie.

La Dirección General de Estudios del Instituto Metropolitano de Planificación (IMP, 2010); realizó un inventario de las áreas verdes urbanas públicas. De los 43 distritos de la Provincia de Lima (incluido el cercado), solo se contó con la información completa de 16 distritos, como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 12. Áreas Verdes Públicas de 16 distritos de Lima

Distrito	Extensión por distrito (m2)	Área con cobertura verde (m2)	Área cementada (m2)	Área sin cobertura verde (m2)	Área total destinada para áreas verdes (m2)	Población censada al 2007	Área verde existente por habitante (m2)	Área verde potencial por habitante (m2)
Cono Norte	129730,000	2439,358	282,689	679,799	3401,846	1246,366	1,96	2,73
Comas	48750,000	553,418	235,094	79,799	868,311	486,977	1,14	1,78
Independencia	14560,000	215,646	10,200	600,000	825,846	207,647	1,04	3,98
Los Olivos	17250,000	1298,672	9,760		1308,432	318,140	4,08	4,11
Puente Piedra	49170,000	371,622	27,635		399,257	233,602	1,59	1,71
Centro	81500,000	3183,055	583,342	4,764	3771,161	923,056	3,45	4,09
Surquillo	4600,000	205,510	62,002	4,764	272,276	89,283	2,30	3,05
Santiago de Surco	34600,000	1206,332	190,139		1396,471	289,597	4,17	4,82
San Borja	10380,000	497,580	69,516		567,096	105,076	4,74	5,40
La Victoria	9130,000	368,031	43,690		411,721	192,724	1,91	2,14
San Miguel	9590,000	390,745	78,633		469,378	129,107	3,03	3,64
San Isidro	9710,000	386,429	91,204		477,633	58,056	6,66	8,23
San Luis	3490,000	128,428	48,158		176,586	59,213	2,17	2,98
Cono Este	252720,000	1183,271	77,799	100,000	1361,070	432,711	2,73	3,15
El Agustino	12640,000	420,013	9,200		429,213	180,262	2,33	2,38
Cieneguilla	226520,000	89,139			89,139	26,725	3,34	3,34
Chaclacayo	2800,000	221,983			221,983	41,110	5,40	5,40
Santa Anita	10760,000	452,136	68,599	100,000	620,735	184,614	2,45	3,36
Cono Sur	22470,000	1725,202	6,800	0,000	1732,002	362,643	4,76	4,78
San Juan de Miraflores	22470,000	1725,202	6,800		1732,002	362,643	4,60	4,78
Total	486420,000	8530,886	950,630	784,563	10266,079	2964,776	2,88	3,46

IMP, 2010

Se puede observar que la cobertura actual y potencial de áreas verdes en promedio son de 2,88 y 3,46 m²/hab respectivamente, constituyendo la tercera parte de lo recomendado por la OMS. También se observa que no hay una diferencia importante en la cobertura de áreas verdes por habitantes, con respecto a la ubicación por conos. Por otro lado se observa que el distrito con mayor cobertura es San Isidro, mientras que los de menor cobertura son Comas e Independencia, por tanto, es más lógico pensar que la cobertura está más relacionada con el nivel económico de los distritos. El otro factor determinante es la fisiografía del distrito, ya que muchos de ellos tienen buena parte de su superficie bajo la forma de montañas (Independencia, El Agustino, Chaclacayo) y desiertos (Balnearios del Norte y Sur), ubicados en valles (Puente Piedra, Comas y Cieneguilla).

Por último, la disponibilidad de agua es el factor más determinante para definir la cobertura de áreas verdes, ya que distritos como Villa el Salvador con amplia extensión de terreno reservado para este uso, no han sido implementados por falta de agua para riego.

Aun cuando el inventario realizado por el IMP en 2010, aún no permita contar con toda la información de Lima, si es posible analizar estos datos para hacer una proyección a toda la ciudad. En tal sentido la forma más simple sería extrapolar las 853 ha verdes existentes en los 486 km² de los 16 distritos evaluados, a los 2 801 km² de superficie total de Lima Metropolitana, por tanto estimaríamos que la ciudad tendría 4 900 ha de áreas verdes actuales y 5 900 ha potenciales. Sin embargo estas cifras solo serían posibles si se tuviera igual espacio y disponibilidad de agua en todos los distritos, situación que no es real.

Clasificando los distritos de Lima por nivel económico y sus características fisiográficas, se realizaron las estimaciones y proyecciones, llegando a obtener la cobertura actual de áreas verdes en Lima: 2.37 m²/hab y la potencial de 3.72 m²/hab, valores que representan el 26 y 41% respectivamente de los recomendados por la OMS y por tanto, la ciudad deberá hacer un esfuerzo por añadir áreas verdes especiales que eleven esta cobertura.

2.2.3 Áreas Verdes Privadas

Constituyen 14 clubes privados existentes en la ciudad y que juntos hacen 406 ha.

Cuadro 13. Áreas Verdes Privadas de Lima

Nº	Nombre	Distrito	Área (ha)
1	Country Club Villa	Chorrillos	65,00
2	Los Incas Golf	Surco	55,00
3	Campo Mar-U	VES	52,00
4	Lima Golf Club	San Isidro	49,00
5	Country Club La Planicie	La Molina	36,00
6	Country Club El Bosque	Lurigancho	32,00
7	Club Cultural Lima	Chorrillos	31,00
8	Golf Club Los Andes	Lurigancho	30,00
9	Club El Remanso	Lurigancho	11,00
10	Granja Azul Country Club	Ate	11,00
11	Club Regatas	Chorrillos	9,00
12	AELU	Pueblo Libre	9,00
13	Touring Automovil Club	VES	8,00
14	Lawn Tennis	Cercado	5,00
15	Lima Cricket	Magdalena	3,00
	Total Privados		406,00

Moscoso, 2011

III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y APORTACIONES REALIZADAS

3.1 Ubicación de la Universidad Nacional de Ingeniería

La Universidad Nacional de Ingeniería, es una universidad con 130 años de historia y aporte al país, que se encuentra ubicada al Norte de la ciudad de Lima, en el distrito del Rímac, a una latitud de 12° 01' 01". Abarca aproximadamente 67 hectáreas y sus límites son los siguientes:

- Este: Con el cerro, que se eleva 190.4 m en su parte más alta, en cuya ladera se encuentran Centros Poblados: El Milagro, Villa el Ángel y Villa el Carmen.
- Oeste: Av. Túpac Amaru y lotes unifamiliares dispuestos ordenadamente. Aquí se ubican las urbanizaciones Palao, Piñonate, Los Jardines, Ingeniería, que pertenecen al distrito de San Martín de Porres.
- Sur: Planta de Reparaciones del Ministerio de Transportes.
- Norte: Centro Poblado El Milagrito, que pertenece al distrito de Independencia.

La UNI está relacionada con su entorno a través de la Av. Túpac Amaru, (azul) una de las principales avenidas de este sector de la ciudad. La misma avenida es atravesada por tres avenidas en forma paralela provenientes de la circunvalación: las avenidas Caquetá, Eduardo de Habich y Fray Bartolomé de las Casas. Es decir que estas tres avenidas conectan la Carretera Panamericana con la Av. Túpac Amaru y por ende con la Universidad, como se aprecia en la Foto 1.

El suelo superficial en la mayoría de zonas de la UNI presenta desmonte, lo que indica que ha sido zona de relleno. En capas inferiores la tierra es de tipo arcillosa, seca y compacta, siempre acompañada por grava sub-redondeada.

Los problemas de la ciudad atañen directamente a la Universidad Nacional de Ingeniería. Así el Riego de las áreas verdes del Campus, que de por sí constituye un problema pues se trata de aproximadamente 13 hectáreas, se realiza con las aguas tratadas en la planta de CITRAR-UNI que produce en promedio 450 m³ de agua tratada por día, del cual un 34% (140 m³ /d) es dispuesto para el riego de parques y jardines del Campus Universitario y de los distritos vecinos, contribuyendo al uso racional del recurso hídrico y la recuperación ambiental de la zona.



Foto 1. Vista panorámica de la UNI
Google

3.2 Centro de Investigación en Tratamiento de Aguas Residuales y Residuos Peligrosos CITRAR-UNI

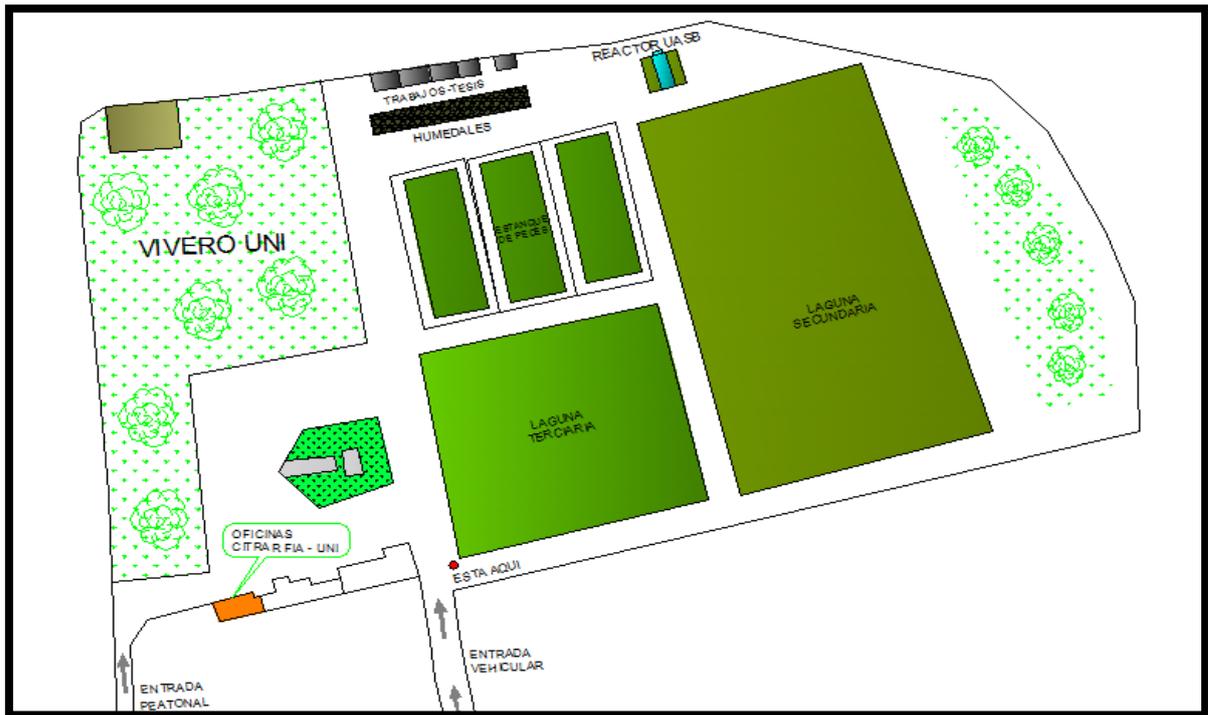
De las actuales 12 680 ha agrícolas ubicadas en las zonas peri urbanas de Lima, solo 470 ha de estas utilizan aguas residuales crudas en la época de estiaje, ya que se encuentran ubicadas en el tramo final del río Rímac y después de la Planta La Atarjea que capta casi todo el caudal existente en la época de estiaje. Otras 305 ha agrícolas ubicadas en zonas sin acceso a fuentes naturales de agua son regadas exclusivamente con aguas residuales tratadas. Estas condiciones permiten decir que definitivamente el acceso futuro al agua será cada vez más limitado, ya que la demanda urbana continua creciendo y por tanto es muy posible que se sigan reduciendo las áreas agrícolas, a menos que se sustituya el agua de río por agua residual tratada.

La limitada disponibilidad y la contaminación del agua de río tradicionalmente utilizada para el riego de algunas áreas verdes, así como el elevado costo del agua potable utilizada en su reemplazo, ha determinado que algunas instituciones privadas y municipales comenzaran a ver en las aguas residuales como una alternativa viable.

La contaminación de los cuerpos de agua (Ríos y mar), mediante la disposición directa de desagües domésticos, sin el tratamiento necesario ha sido uno de los principales problemas a resolver en el Perú, para lo cual la UNI toma la iniciativa, mediante el estudio de tecnologías de tratamiento sostenibles para el tratamiento de las aguas residuales y contribuir en el cuidado del medio ambiente. En la actualidad se viene afrontando la escasez del agua para consumo humano debido a una mala gestión de este recurso, por lo cual la UNI en su compromiso social sigue aportando con el estudio y tratamiento de las aguas residuales domésticas, fomentando su reúso.

Entre los años 1994 y 1995 fue construida y financiada con recursos propios de la universidad y cooperación del gobierno central a través de FONCODES, la Planta Piloto de Tratamiento de Aguas Residuales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNITRAR), y en enero de 1996 entra en funcionamiento, con el propósito de propiciar la investigación científica, con tendencia a buscar alternativas técnicas de solución de bajo costo a la problemática del tratamiento, disposición y reúso inadecuado de las aguas residuales y residuos peligrosos en el Perú. Además su habilitación permitirá favorecer el saneamiento del área del proyecto, regar áreas verdes de la Universidad y distritos adyacentes, así como desarrollar un Vivero que abastezca de plantas al Campus Universitario y a la población aledaña. En el año 2011 toma el nombre de Centro de Investigación en Tratamiento de Aguas Residuales y Residuos Peligrosos (CITRAR-UNI).

El CITRAR-UNI se encuentra ubicado en la parte norte del Campus Universitario, Sector "T", en un área aproximada de 2 ha (19344.8 m²), al lado derecho de la Av. Túpac Amaru, en el distrito del Rímac (Lima, Perú), y a través de los años se ha constituido en un entorno ecológico desde donde la Universidad Nacional de Ingeniería propone alternativas de desarrollo ambiental en beneficio de la comunidad. En ella, no solo se desarrollan y plantean aspectos netamente técnicos, sino de gestión y aprovechamiento de los subproductos que se generan en cada una de las unidades de tratamiento, haciéndola viable y atractiva para aquellos que en un futuro asuman la administración de sistemas similares.



**Gráfico 3. Plano de CITRAR-UNI
Plano UNI**

El sistema de tratamiento que tiene la planta piloto de CITRAR-UNI, está conformada por la combinación de unidades y procesos de tratamiento; Captación, cámara de rejillas, desarenador, medidor de caudales, reactor UASB (Reactor Anaerobio de Manto de Lodos de Flujo Ascendente), lagunas de estabilización. Así mismo se cuenta con estanques de peces para acuicultura.

Las unidades que conforman el sistema de tratamiento tienen una capacidad hidráulica de 10 L/s y concentración de carga orgánica máxima de 500 mg/l en términos de DQO (Demanda Química de Oxígeno). Este caudal es captado por gravedad de la red de alcantarillado de SEDAPAL, proveniente de los centros poblados El Ángel y El Milagro, los cuales se encuentran en la ladera del cerro que limita por el este con la UNI.

De acuerdo con los procesos de tratamiento a utilizar, se espera que la planta pueda entregar un efluente tratado apto para ser utilizado en riego de áreas verdes y en acuicultura, en cualquier época del año.

3.2.1. Aguas Residuales

Se llaman aguas residuales, aguas servidas, fecales o cloacales, aguas negras, a aquella agua contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. La FAO define aguas residuales como: “Agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al

momento en que se dispone de ella. No obstante, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar. Las laguna de refrigeración no se consideran aguas residuales”.

Se les llama aguas residuales porque constituyen un residuo después de haber sido usadas y no sirven para el usuario directo, fecales o cloacales por ser transportadas mediante cloacas o alcantarillas (del latín cloaca, alcantarilla), negras, por el color oscuro que presentan. Algunos autores diferencian entre aguas servidas, que provienen de uso doméstico y aguas residuales, que sería la mezcla de aguas doméstica y aguas industriales. Son todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno.

3.2.2. Descripción de las unidades y procesos de tratamiento

El sistema de tratamiento de la planta piloto de CITRAR-UNI está conformada de las siguientes unidades:

- Captación
- Sistema de Pre-tratamiento:
 - Cámara de rejas (gruesas y finas)
 - Desarenador.
- Tratamiento: Reactor UASB
- Lecho de secado
- Laguna de estabilización:
 - Laguna facultativa secundaria
 - Laguna facultativa terciaria

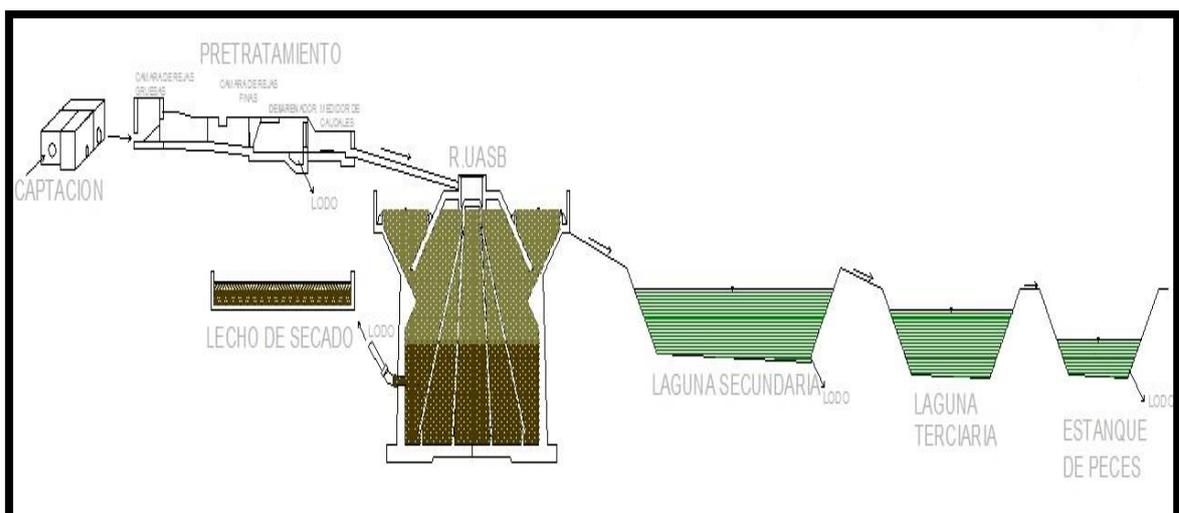


Foto 2. Sistema de tratamiento
CITRAR-UNI

a) Captación

Esta unidad está constituida por una cámara de interconexión al sistema de alcantarillado que permite captar un volumen de desagüe y controlar el caudal de ingreso a la planta piloto de tratamiento mediante vertederos de rebose. Este caudal es captado por gravedad de la red de alcantarillado de SEDAPAL, proveniente de los centros poblados El Ángel y El Milagro.



Foto 3. Captación de aguas residuales

b) Pre-Tratamiento

- **Cámara de Rejas**

Se cuenta con dos tipos de rejas:

- **Reja Gruesa.**

Ubicada a la entrada del recinto de la planta. Tiene por finalidad retener cuerpos extraños o sólidos gruesos que pueden alterar posteriormente el proceso de tratamiento, por ejemplo, tablas, ramas, trapos, basura, etc. Esta reja es de fierro, con inclinación de 30°, tiene 32 barras de 5 mm de espesor, con separación entre barrotos de 25 mm.

El mantenimiento de las rejas es manual y se realiza de manera diaria, extrayendo aproximadamente 4 kilos de residuos húmedos, los cuales se disponen en un relleno sanitario manual.



Foto 4. Rejas Gruesas

➤ **Rejas Finas.**

Esta unidad se ubica aguas abajo del sistema de rejas gruesas, junto al desarenador. El conjunto está conformado por dos rejas de fierro con inclinación de 56° . Cada una tiene 19 barras de 5 mm de espesor, con una separación de 15mm entre ellas.

Al igual que en las rejas gruesas, el mantenimiento es manual y diario, extrayéndose aproximadamente 2 kilos de residuos húmedos.



Foto 5. Rejas Finas

• **Desarenador**

Unidad que permite remover las arenas que usualmente arrastran las aguas residuales, con el objetivo de proteger las unidades de tratamiento biológico que se tiene seguido de las unidades de pre-tratamiento. Este desarenador es de flujo horizontal y de sección rectangular. Se dispone de dos unidades, para realizar el mantenimiento respectivo y funcionan en paralelo. La velocidad de paso

por esta estructura se controla mediante la instalación de un vertedero SUTRO a la salida de la unidad, la velocidad recomendada según normativa peruana debe estar en el rango de 0.24m/s-.036m/s.

El mantenimiento y limpieza se realiza de manera diaria, y los residuos que se extraen generalmente son; arena, arroz y frejoles, en un volumen en aproximado de 8 kilos que se disponen en el relleno sanitario manual.



Foto 6. Desarenador



Foto 7. Vertedero SUTRO

Es una estructura hidráulica que nos permite controlar altura de agua o velocidad de flujo. En CITRAR-UNI está instalado al final del desarenador para controlar la velocidad de flujo.



Foto 8. Medidor de Caudales Palmer Bowlus. Sirve para medir caudales.

Estructura hidráulica que nos permite medir el caudal que circula por un canal. Es un canal con una contracción al final del canal, en donde se mide la altura de agua con una regla y luego mediante tablas ya establecidas se puede determinar el caudal que circula en dicho canal.

c) Tratamiento: Reactor Anaerobio de Manto de Lodos de Flujo Ascendente RAMLFA – UASB

El reactor UASB, es un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente. Es una tecnología de tratamiento donde ocurren reacciones bioquímicas para estabilizar o tratar las aguas residuales, en este caso, desagües domésticos. Una unidad de tratamiento biológico, donde el objetivo principal es la remoción de la materia orgánica.

Esta unidad de tratamiento cuenta con un digestor, dos sedimentadores y una cámara de gas. El agua residual a ser tratada se distribuye uniformemente en el fondo del reactor. Posteriormente, fluye a través de una capa o manto de lodos que ocupa cerca de la mitad del volumen del reactor. Esta capa transforma o degrada la materia orgánica mediante una digestión anaerobia. En ella se realizan los procesos de hidrólisis, acetogénesis y metanogénesis. El biogás formado se acumula en una cámara de gases y el agua residual asciende hacia los sedimentadores y de ahí es recolectado en las canaletas, obteniéndose un efluente clarificado que va posteriormente a las lagunas de estabilización para continuar con el tratamiento secundario.

El Sedimentador es una unidad de tratamiento donde se disminuye la velocidad de flujo del desagüe para poder sedimentar la materia orgánica (contaminantes). En términos sencillos, es un tanque donde se hace sedimentar la materia orgánica.



Foto 9. Reactor Anaerobio de Manto de Lodos de Flujo Ascendente RAMLFA – UASB

Se ha instalado un Tanque de Mariott, por medio del cual se realizan mediciones de la producción de biogás que se genera en el reactor. Este gas tiene como productos principales al CH₄ (Metano), CO₂ (Dióxido de Carbono) y H₂S (Ácido Sulhídrico). Este CH₄ es un combustible que puede ser aprovechado.

El Tanque Mariott es una estructura para poder medir el volumen de biogás, mediante el principio de mariott. En términos sencillos, es un balde donde se tiene un fluido (agua), con una salida en la parte inferior y cuando se hace ingresar el biogás, este desplaza el agua, entonces se mide el volumen de agua desplazada y de manera indirecta se sabe la cantidad de biogás.

El exceso de lodos que se retiran periódicamente del RAMLFA para su deshidratación se dispone en un Lecho de Secado.

En un tiempo de retención de aproximadamente 7 horas, se espera remover 60 a 80% de la materia orgánica, generándose a su vez gases y lodos que pueden utilizarse como combustible y acondicionador de suelos agrícolas, respectivamente.

El RAMLFA-UASB cuenta con los siguientes componentes:

➤ **Sistema de alimentación.**

Desde el desarenador se extiende una tubería de PVC pesado de 8” de diámetro a un repartidor de caudal con dos vertederos de tipo triangular idéntico e instalado en paralelo. De este repartidor salen dos tuberías de PVC pesado de 6” que conducirán el caudal afluente a dos distribuidores ubicados en la parte superior del reactor. Cada distribuidor es una estructura rectangular de 0.9 m de largo por 0.6 m de ancho y 0.7 m de altura. En esta estructura hay 12 compartimientos, cada uno con un vertedero triangular de 0.07 m de altura para permitir una distribución uniforme del caudal.

➤ **Reactor.**

Es una estructura de hormigón armado de 11.4 m de largo por 8.4 m de ancho y 6.0 m de altura. Esta última dimensión se compone de 4 m de altura de digestor, 1.5 m de altura de sedimentación y 0.5 m de altura de borde libre. La abertura entre el sedimentador y el separador de fases es de 20 cm. En cuanto al dispositivo de extracción de exceso de lodos, el reactor cuenta con un sifón de PVC de 8", ubicado a 1.5 m del fondo, que permite la evacuación de lodos. Se han previsto 4 salidas de lodos, también mediante sistemas de sifones de PVC de 4", para toma de muestras de lodos ubicadas a 1, 1.5, 2.0 y 2.5 m del nivel del fondo.

➤ **Cámara de gases.**

Se ubica en la parte superior del RAMLFA-UASB; tiene una altura de 30 cm, una longitud de 11.4 m y un ancho de 2.2 m. Esta cámara cuenta con una salida de gas de 4". El gas se debe quemar o utilizar como combustible. No obstante, para esto último se requiere de dispositivos de captación y limpieza posteriores. En tanto se defina su aprovechamiento, el gas debe quemarse continuamente en un mechero.

➤ **Sistemas de recolección de agua tratada.**

Se ubica en la parte superior de los sedimentadores y consisten en dos canaletas laterales de sección triangular ubicadas en la parte interna del RAMLFA-UASB y dos canaletas laterales de sección rectangular ubicadas en la parte lateral del RAMLFA-UASB. Cada canaleta cuenta con vertederos colocados en toda su longitud. El desagüe de dichas canaletas desemboca en un repartidor de caudal con tres vertederos triangulares, dividiendo el caudal en tres partes iguales. De este repartidor salen tres tuberías de PVC de 6" que alimentan posteriormente la laguna secundaria.

La Digestión Anaerobia es el proceso fermentativo que ocurre en el tratamiento anaerobio de las aguas residuales. El proceso se caracteriza por la conversión de la materia orgánica a metano y CO₂, en ausencia de oxígeno y con la interacción de diferentes poblaciones bacterianas, Gráfico 4.

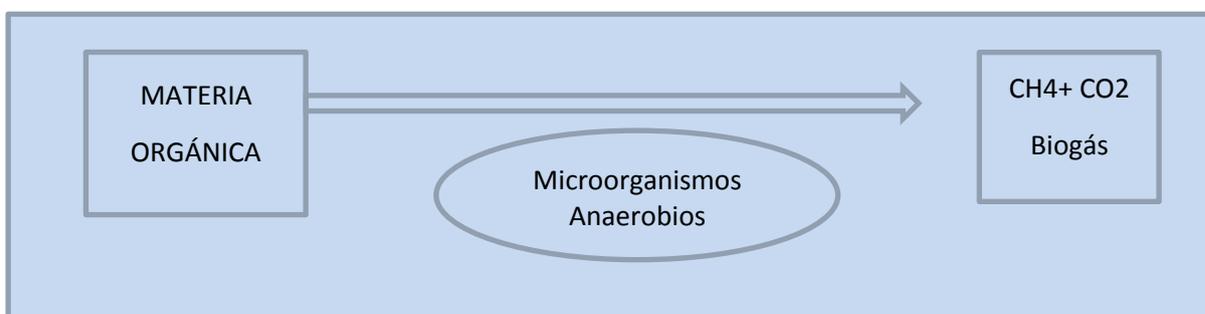


Gráfico 4. Degradación biológica de la materia orgánica

d) Lecho de secado

La planta cuenta con lecho de secado de lodos, para la deshidratación de los lodos retirados periódicamente del RAMLFA. Esta unidad cuenta con un medio filtrante conformado por arena y grava, además de un sistema de drenaje por donde desaguarán los líquidos percolados hacia el sistema de desagüe.

e) Lagunas de Estabilización

En esta unidad además de remover la materia remanente del tratamiento anterior, su función principal es la remoción de microorganismos patógenos alcanzando una remoción del 99.99% en coliformes fecales.

El sistema está constituido por una laguna secundaria y otra terciaria, ambas del tipo facultativo y dispuesto en serie, alcanzando un período de retención de 16 días. El efluente del RAMLFA ingresa a la laguna secundaria a través de tres entradas distanciadas proporcionalmente. La laguna secundaria es de forma rectangular y tiene un volumen aproximado de 7500 m³. El efluente sale por medio de tres salidas, las que se unen posteriormente en un dispositivo de repartición de caudales en el que se puede realizar la medición de caudales a través de vertederos. Desde este dispositivo, se reparte el caudal nuevamente hacia tres entradas de la laguna terciaria, que es cuadrada y posee un volumen aproximado de 3750 m³ (de iguales características que la secundaria).

Ambas lagunas cuentan con arquetas de desagüe que permiten evacuar los rebales o vaciar las lagunas para su mantenimiento. Dichas arquetas están constituidas por cámaras de hormigón de 0.4 por 0.6 m y altura variable. Por una de las paredes está la compuerta conformada por planchas de 0.2 por 0.5 m., instaladas una sobre otra para permitir el desagüe de la laguna por la parte superior. Estas cámaras están conectadas a la red de desagües dentro de la planta de tratamiento.

El modelo hidráulico de ambas lagunas es de flujo disperso. Los procesos que se desarrollan en las lagunas son los siguientes:

- Sedimentación
- Digestión de Lodos
- Estabilización aerobia de la materia orgánica con consumo de CO₂
- Fotosíntesis con formación de algas y producción de O₂ y consumo de CO₂
- Remoción de bacterias y parásitos



Foto 10. Laguna de estabilización secundaria



Foto 11. Laguna de estabilización terciaria

El diseño de las lagunas se ha efectuado en función de los parámetros de cálculo mostrados en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Diseño de las lagunas y sus parámetros de cálculo

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	CAUDAL l/s	COLIFORMES NPM/100 ML	EVAPORACIÓN cm/día	DBOs mg/l	T _{agua} °C
LAGUNA SECUNDARIA Y TERCIARIA	10	10	2.0	170	17

CITRAR-UNI

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

Cuadro 15. Dimensiones de las lagunas.

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	ÁREA SUPERFICIAL ha	RELACIÓN Largo/Ancho	LARGO m	ANCHO m	PERÍODO RETENCIÓN días	PROFUNDIDAD m
Laguna Secundaria	0.52	2	102	52	10	1.5
Laguna Terciaria	0.26	1	51	51	6	1.5

CITRAR-UNI

f) Uso del Agua Residual Tratada

➤ Riego.

El agua tratada se utiliza para el riego de los jardines de la Universidad Nacional de Ingeniería, mediante camiones cisterna de 9.6 m³; además se cuenta con convenios con las municipalidades de Independencia y El Rímac, para riego de sus áreas verdes.

➤ Unidad de Acuicultura.

CITRAR-UNI cuenta con 3 estanques de sección trapezoidal, cuyos taludes han sido recubiertos con hormigón y el fondo se ha impermeabilizado con una capa de arcilla. Son alimentados con el efluente de la laguna terciaria. En los estanques se cultivan peces de consumo humano de la especie Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), especie tropical que en climas cálidos puede alcanzar los 250 g en 7 meses. Si el clima es cálido, crece durante todo el año.



Foto 12. Unidad de Acuicultura (03 estanques)

➤ **Otros Proyectos de Investigación**

▪ **Humedal**

El agua residual doméstica captada tiene un pre-tratamiento: rejas gruesas, rejas finas y desarenador, tratamiento primario: tanque séptico y luego ingresa al humedal.

Este sistema de tratamiento se basa en el Flujo Horizontal del agua residual a través de un filtro de lecho sólido compuesto por capas de grava, aunado a la actividad biológica proporcionada por el desarrollo de microorganismos en la zona de los rizomas de las plantas que son sembrados en grava.

▪ **Tesis de investigación**

El CITRAR-FIA-UNI, cuenta con área y módulos de investigación de tecnologías diversas a escala de laboratorio, para el estudio de las mismas y su posterior aplicación en proyectos pilotos, las cuales sirven para la investigación de alumnos tesis de pre- y post grado de la Facultad de ingeniería ambiental, así como también alumnos de otras universidades nacionales e internacionales.

▪ **Beneficios y Servicios Ofrecidos**

- Contribución a la formación técnico profesional de los estudiantes a nivel de Pre-grado y Post grado a nivel nacional e internacional.

- Uso del agua tratada para el riego de parques y jardines del Campus Universitario y de distintos distritos.
- Uso del agua tratada en el cultivo de peces para consumo humano.
- Fomento de la investigación científica en el área del tratamiento de las aguas residuales y residuos peligrosos, mediante el apoyo en el desarrollo de tesis de investigación.
- Visitas guiadas a colegios, universidades e instituciones públicas, privadas y del extranjero.
- CITRAR-UNI brinda servicios de asesoría técnica y capacitación en el área del tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales.

En el Gráfico 5 se puede apreciar que en promedio se está usando 7% de las aguas residuales tratadas para el riego de las áreas verdes de la universidad y el 93% es eliminado.

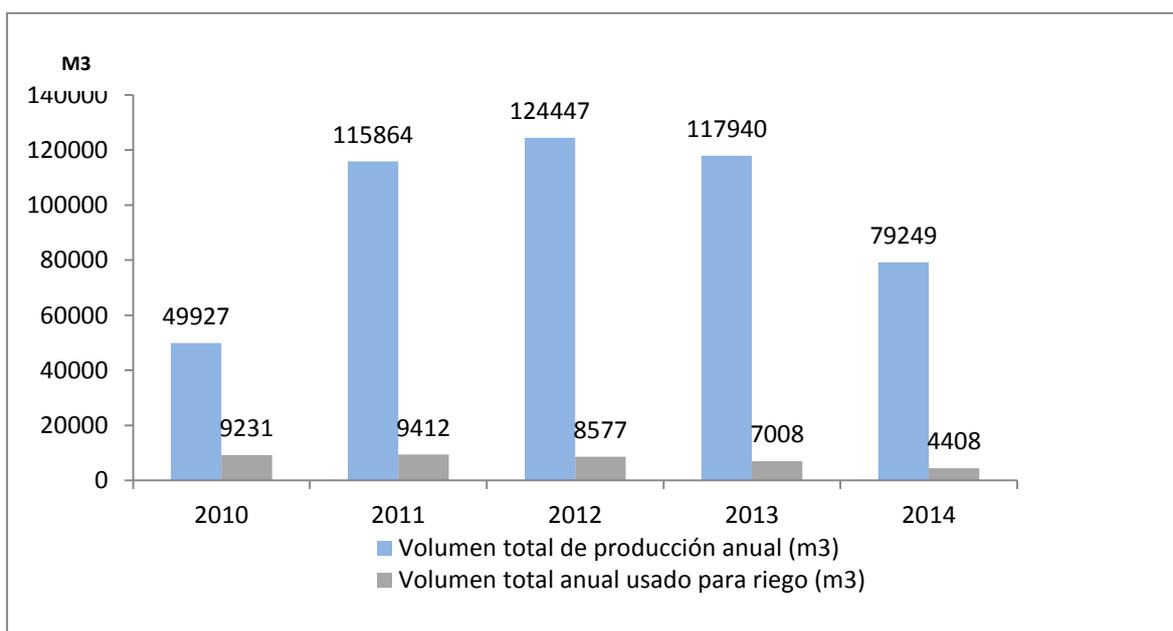


Gráfico 5. Volumen total anual de producción Vs. Volumen total anual para riego CITRAR-UNI, 2014

3.2.3. Control del cumplimiento de la normativa en CITRAR-UNI

En la planta se logran niveles de remoción de coliformes fecales de hasta 99.99%, DBO5 de hasta 95% y remoción de parásitos del 100%. De esta manera, el agua producida es apta para el riego de parques y jardines y para el cultivo de peces.

En el Gráfico 6 se presenta las variaciones de principales parámetros de control en el tratamiento de las aguas residuales domésticas.

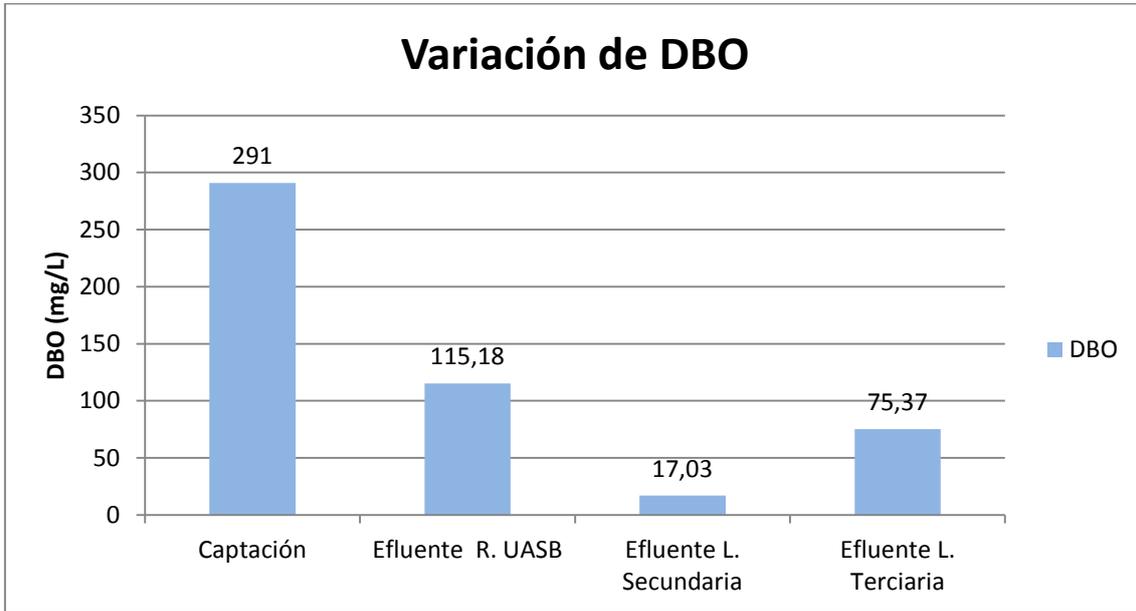


Gráfico 6. Variación de la demanda bioquímica de oxígeno CITRAR-UNI, 2014

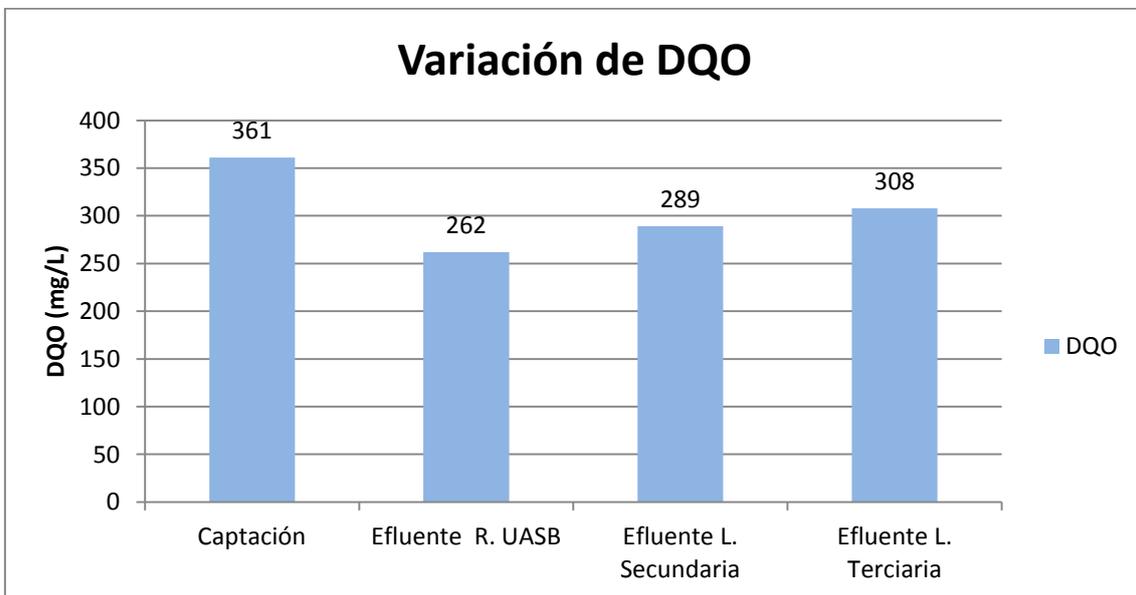


Gráfico 7. Variación de la demanda química de oxígeno CITRAR-UNI, 2014

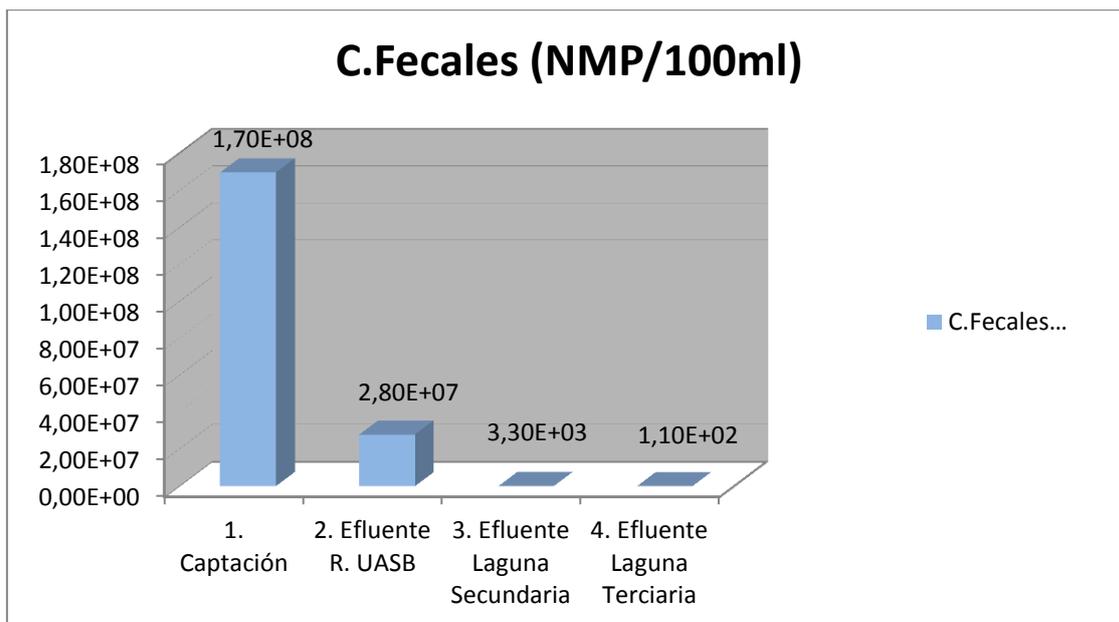


Gráfico 8. Variación de los coliformes fecales o termotolerantes CITRAR-UNI, 2014

Cuadro16 .Comparativo de parámetros principales

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS CITRAR	ECAS CATEGORIA III	LMP
CF	NPM/100 ml	1,1*10 ²	1*10 E+03	1*10 E+04
DBO	ml/l	75,37	15	100
DQO	ml/l	308	100	200

CITRAR-UNI

Se observa que en los parámetros de DBO y DQO, los valores encontrados en CITRAR, son mayores de lo que exige la normativa, pero debemos indicar que dichos valores se incrementan, debido a la presencia de algas en las lagunas, por lo cual no es estricto una comparación directa, debido a que las algas presentes en el efluente no representan riesgo en el reúso del agua tratada.

CF (Coliformes Fecales); es un indicador bacteriológico e indica la cantidad de colonias que se forman en medio de cultivo por cada 100 ml de muestra analizada.

DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno); es un indicador de contaminación con materia fecal, que nos indica la cantidad de oxígeno necesario para estabilizar la materia orgánica biológicamente.

DQO (Demanda Química de Oxígeno); es un indicador de contaminación con materia fecal, la cual nos indica la cantidad de oxígeno necesario para estabilizar la materia orgánica mediante la oxidación biológica y química.

3.2.4. Costos de Aguas Tratadas en el Centro de Investigación de Tratamiento de Aguas Residuales y Residuos Peligrosos CITRAR-UNI

CITRAR – UNI cuenta con una unidad de gestión autónoma que trata un promedio de 135 061,52 m³ anuales de aguas residuales con un costo total promedio anual de S/. 28 314,75, estimado en base a la información de producción y costos para el período febrero-junio 2008.

Cuadro 17. Costos de tratamiento de aguas residuales en CITRAR-UNI

PERIODO	M3	S./M3	S/.
Feb - 2008	13976,11	0,17	2359,17
Mar - 2008	9795,50	0,24	2359,74
May - 2008	10656,56	0,22	2359,36
Jun - 2008	10592,35	0,22	2359,98
Sub Total	15020,52		9438,24
Promedio Mes	11255,13		2359,56
Promedio Año	135061,56	0,21	28832,27

(*) No incluye costos de distribución de agua tratada, que se estima en un promedio de S/. 0.50/m³

CITRAR-UNI

A estos costo se deben agregar los del sistema de distribución correspondiente, estimado en un promedio de S/. 0.50 por metro cúbico de aguas residuales tratadas, lo que significa que en promedio CITRAR reutiliza aguas residuales tratadas para riego de áreas verdes a un costo unitario de S/. 0.71/m³ (S/. 0.21 de costo de producción + S/. 0.50 de costo de distribución).

Cuadro 18. Tarifas de agua para riego de áreas verdes.

AGUA PARA RIEGO DE ÁREAS VERDES	TARIFA US\$/M3	TARIFA S./M3
Agua de CITRAR-UNI	0,07	0,21
Agua Residual Tratada de otras plantas	0,14	0,40
Agua Potable	1,69	4,49

Elaboración propia

Las aguas residuales tratadas en el Centro de Investigación de Tratamiento de Aguas Residuales y Residuos Peligrosos CITRAR-UNI, tienen una tarifa de agua por metro cúbico de US\$ 0.07 equivalente a S/. 0.21. Es más alta que la tarifa promedio de otras plantas, pero el costo depende del tipo de proceso de cada planta; aun así, siempre va a ser menor que la tarifa de agua potable.

3.3 Vivero y Áreas Verdes de la Universidad Nacional de Ingeniería

Fue creado en el año 1995, con la finalidad de reforestar e instalar áreas verdes en el Campus Universitario de la UNI, que en ese entonces, del 100 % del área destinada a jardinería, solo el 10 % se encontraban instaladas; así mismo, poder usar las aguas residuales tratadas producidas en la Planta Piloto de Tratamiento de Aguas Residuales de la UNI en el riego de los jardines. Este Vivero se instaló en un área de 2 ha, en donde se propagaron diferentes especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, especies vegetales que ahora se encuentran a lo largo de todo el Campus Universitario. Se empezaron a instalar jardines conforme se iba creciendo en infraestructura. Actualmente se cuenta con aproximadamente 13 ha de áreas verdes, las que ahora están empezando a disminuir con el crecimiento en infraestructura que tiene la UNI en los últimos años.

El Vivero y Áreas Verdes de la Universidad Nacional de Ingeniería se encuentra ubicado al norte del Campus Universitario, en el Sector “T” de la UNI, limitando por el Norte con la Av. Fray Bartolomé de las Casas, por el Sur con el área libre del Vivero UNI, por el Este con las lagunas de CITRAR-UNI y por el Oeste con el Supermercado Metro UNI, en un área de 4,400.00 m².



Foto 13. Vista panorámica del Vivero-UNI

3.3.1 Vivero

El Vivero de la UNI se creó en el año 1995 por la Oficina Central de Infraestructura, hoy Centro de Infraestructura y Proyectos (CENIP), en un área de 2 hectáreas y ha permanecido en esta oficina hasta el 23 de agosto del 2011, fecha en la que se emitió la Resolución Rectoral N° 1205, en donde se resuelve: “Restituir el Vivero y Áreas Verdes UNI a la Oficina Central de Servicios Generales”, oficina a la pertenece hasta la fecha.



Foto 14. Vivero UNI

Conforme han ido pasando los años esta área ha sido afectada y actualmente el Vivero UNI tiene un área total de 4 400 m², lugar en el cual se producen las diferentes especies vegetales, las cuales son utilizadas en el mantenimiento e instalación de áreas verdes del Campus Universitario de la universidad.

El Vivero de la UNI se podría definir como un vivero permanente, de producción, en proceso de convertirse en un vivero de investigación.

a) Producción de plantas en vivero

La ventaja de este método es que se pueden producir las plantas que se deseen aún en épocas no apropiadas. Se siembran semillas en bolsitas o en camas de propagación de bajo relieve, ahí germinan, crecen y desarrollan, hasta lograr un tamaño apropiado y luego se trasplantan al terreno definitivo.

b) Otros métodos de producción de plantas

- **Siembra directa en terreno**

Algunas especies pueden ser sembradas directamente en el terreno. Las ventajas de este método está en que la planta desde el principio se acostumbra al suelo y al medio ambiente y no sufre ningún tipo de shock de trasplante ni transporte. Las desventajas son que se necesita una mayor cantidad de semillas y relativamente más barata y una vez sembrada, corre el riesgo de no germinar y secarse por falta de humedad, además de competir con las malezas.

- **Producción de plantas por estaca**

El estacado de la mayoría de las especies se realiza generalmente sobre camas de propagación, a fin de proporcionar condiciones ambientales favorables para la germinación y emisión de raíces. Este método se puede utilizar para producir plantas a partir de las ramas (gajo) de un árbol o un arbusto. Se consigue la estaca deseada, se prepara un hoyo, se entierra la estaca hasta su tercera parte, en este enraizará y desarrollará ramas, luego con un tamaño adecuado será trasladado al terreno definitivo.

- **Producción de plantas por injerto**

Este método es utilizado principalmente para obtener plantas de similares condiciones de resistencia a enfermedades, desarrollo y producción en calidad como en cantidad. Se consigue semillas de una variedad rústica, se almaciga, se extrae y se repica a un terreno de crecimiento para producir los pies, luego se sacan yemas de la variedad deseada para la multiplicación y se las injertan a estos pies. Una vez prendido el injerto y con un desarrollo adecuado se traslada al terreno definitivo, donde llegará a ser un árbol.

c) Producción de abonos

- **Compost**

El compost se elabora con la mezcla de los restos vegetales del mantenimiento de áreas de la UNI (restos de corte de césped, hojas de podas de arbustos, árboles y limpieza del jardín, etc.), y con materia orgánica (estiércol de vaca o caballo).

- **Humus de lombriz**

Este abono de primer orden que se da como resultado de la digestión por las lombrices (*Eisenia foetida*) del compost y se brinda como alimento, el mismo que es colocado en camas de producción, para posteriormente obtener las excretas de color oscuro, con lo que se produce un producto orgánico de fácil manejo y obtención.

d) Mantenimiento de macetas

Esta actividad se realiza en el Vivero y consiste en la recuperación de la planta mediante la podas de hojas en mal estado, poda de ramas, abonamiento del sustrato, poda de raíces y cambio de la planta si es necesario.

3.3.2 Mantenimiento de áreas verdes del Campus Universitario de la UNI

El Vivero de la UNI realiza el mantenimiento de 8.5 ha de áreas verdes de la UNI y la instalación de jardines cuando se requiere. Este trabajo de mantenimiento consiste en lo siguiente:

a) Riego.

El riego de las áreas verdes del campus universitario de la universidad es con aguas residuales tratadas y agua potable.

- **Riego con aguas residuales tratadas.**

Es riego se realiza con un camión cisterna de 9.6 m³ de capacidad. Esta agua es captada por gravedad en una rampa que se encuentra por debajo del nivel de agua de la laguna terciaria del CITRAR-UNI y es trasladada en el camión al campus universitario para el riego a presión, bombeando el agua del tanque con una motobomba o a gravedad, colocando la manguera a las salidas de agua del tanque del camión. Este riego se realiza con ayuda de un trabajador.

Las aguas tratadas de CITRAR-UNI solo son aprovechadas por el 15% del total de áreas verdes, debido a que solo se puede regar los jardines que se encuentran a lo largo de la vía vehicular.



Foto 15. Cargado por gravedad del camión cisterna con aguas residuales tratadas



Foto 16. Riego a presión de jardines con aguas residuales tratadas

- **Riego con agua potable**

Todas las áreas verdes que no se encuentran cerca a la vía vehicular, son regadas con agua potable, a través de mangueras.

La falta de agua es sin duda el principal problema y la optimización de su uso un reto en el que la UNI ya inició acciones. En la actualidad se está implementando un proyecto de riego tecnificado, con el cual se usarán las aguas tratadas en la totalidad del Campus Universitario, reduciéndose el consumo de agua potable considerablemente.



Foto 17. Riego con agua potable con manguera

b) Corte de césped

El corte de césped se realiza con cortadoras a motor y motoguadañas. Las cortadoras a motor son usadas para el corte de césped en zonas planas y las motoguadañas son usadas para podar pendientes, como los taludes y realizar la labor de bordeado de los jardines.



Foto 18. Poda de césped con cortadora a motor y bordeo con motoguadaña



Foto 19. Poda de césped en pendiente con motoguadaña

c) Poda de árboles

Se realizan podas de formación, podas de mantenimiento y podas de sanidad. Muchas de las podas de árboles son de altura y el personal tiene que contar con el equipo de seguridad apropiado. La poda se realiza con machete y motosierra.



Foto 20. Poda de árboles

d) Poda de arbustos

La poda de arbustos se realiza con tijeras de podar, grandes y pequeñas, de tal forma que se mantenga la altura y forma del arbusto es función del diseño del jardín.

e) Control de malezas

Es la eliminación de especies vegetales no deseadas. Este control es manual. No se usa control químico.



Foto 21. Control de malezas en forma manual

f) Control fitosanitario

El control fitosanitario se realiza para el control de plagas y enfermedades. Se realiza previa evaluación del campo.



Foto 22. Control fitosanitario

g) Abonamiento

Se realiza incorporando el compost y humus preparado en el vivero con materia orgánica y restos vegetales.

h) Eliminación de maleza

La eliminación de maleza se realiza con ayuda de un camión, en donde se carga los restos de podas de árboles y arbustos, restos del mantenimiento de jardinería. Los residuos del corte de césped son llevados al Vivero para la preparación de compost y humus. El resto de maleza se lleva a los centros de acopio de la Municipalidad del Rímac.



Foto 23. Recojo de maleza

i) Reposición de plantas

La reposición de plantas consiste en el cambio de todas las plantas que se encuentren en mal estado o estén muertas. La reposición de plantas se realiza con especies vegetales propagadas en el Vivero. En alguna ocasión se compran plantas con las que no contamos, a pedido y con presupuesto del área usuaria.



Foto 24. Reposición de plantas

3.3.3 Costos del servicio de mantenimiento de áreas verdes de la UNI

Todos los datos se realizaron en base a la información que se tiene en el Vivero UNI, proveedores en temas de áreas verdes y estudios recientes relacionados de otras entidades públicas.

Se costeó en función a los recursos que se utilizan de manera directa e indirecta para producir un m² de servicio de mantenimiento de área verde mensual en la Universidad Nacional de Ingeniería.

La Administración de la Oficina Central de Servicios (OCSG) gestiona, coordina y trabaja con 03 “unidades” bajo su jurisdicción, como se muestra en el organigrama operativo adjunto.

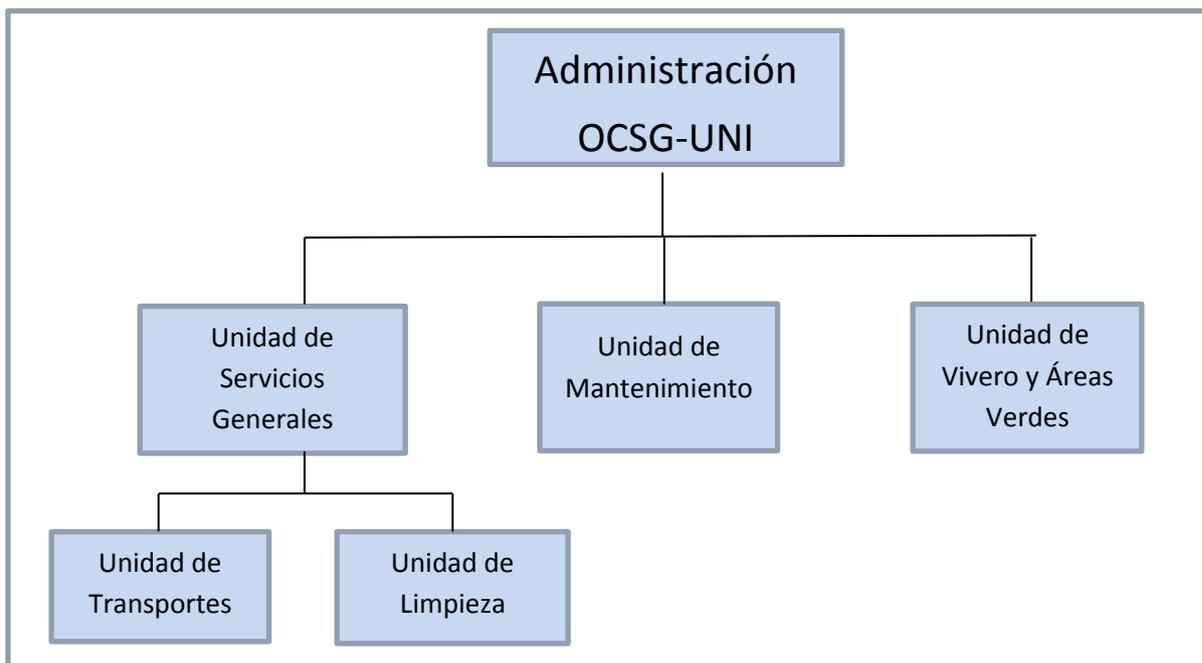


Gráfico 9. Organigrama de la Oficina Central de Servicios Generales (OCSG-UNI)

La OCSG trabaja coordinadamente con la Unidad de Vivero y Áreas Verdes para atender todos los requerimientos necesarios para el normal funcionamiento de la unidad. La administración de la OCSG divide su tiempo de forma proporcional con las unidades: Servicios Generales, Mantenimiento y Vivero y Áreas Verdes.

En el Cuadro 19 se detalla el costo del agua de riego calculado de un estudio realizado por la Municipalidad metropolitana de Lima

Cuadro 19. Costo del agua de riego

1. ESTUDIO MML RIEGO SOSTENIBLE - 2010	
MML - m2 Áreas Verdes	1814,000
Total S/. por año	7875,612
Costo Unitario por año	4,340
Costo Unitario por m3	0,360

Municipalidad Metropolitana de Lima, 2010

Cuadro 20. Gastos de Administración de la OCSG

2. ADMINISTRACIÓN OCSG - UNI	
1. OCSG Administración, Soles/mes	9000,000
2. Teléfono + Internet, Soles/mes (recibo)	200,000
3. Alquileres de Local, Soles/mes (cotización)	500,000
4. Muebles y equipos-Depreciación/mes	

Para los gastos de Administración de la Oficina Central de Servicios Generales (OCSG), se ha considerado recibos de pagos, cotizaciones y depreciación de maquinaria y equipo promedio mensual.

Cuadro 21. Costo de Servicios Básicos

3. PORCENTAJE DE RETENCIÓN (CEPROBYS)	
1. Energía Eléctrica - 1.43%	Costos Indirectos
2. Agua - 0.24%	Costos Indirectos

Para el costo de servicios básicos se ha tomado los porcentajes de retención vigentes establecidos por el CEPROBYS-UNI

En el Cuadro 22 se tiene la distribución mensual de los costos por el servicio de mantenimiento de las áreas verdes realizado por el Vivero-UNI, en donde se tomaron los costos de agua para riego realizados en un estudio de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML).

Cuadro 22. Distribución mensual de los costos por el servicio de mantenimiento de las áreas verdes, con un costo de agua de S/.0.36

	COSTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL/AÑO	PROM/MES
1	COSTOS DIRECTOS	77724	57677	64877	57967	57677	56909	66039	64109	56909	57199	56909	57677	731675	60973
1.1	PERSONAL OPERATIVO	20806	20806	28006	20806	20806	20806	20806	28006	20806	20806	20806	20806	264068	22006
1.1.1	REMUNERACIONES (18)	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	229053	19088
1.1.2	PERSONAL BONIFICACIÓN (18)	0	0	7200	0	0	0	0	7200	0	0	0	0	14400	1200
1.1.3	ESSALUD (9% REMUNERACIÓN)	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	20615	1718
1.2	COSTOS DE MATERIALES	48225	33683	33683	33683	33683	32915	32915	32915	32915	32915	32915	33683	414129	34511
1.2.1	COMBUSTIBLE	2117	2117	2117	2117	2117	1349	1349	1349	1349	1349	1349	2117	20793	1733
1.2.2	AGROQUÍMICOS	1878	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1878	156
1.2.3	FERTILIZANTES	4180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4180	348
1.2.4	REPUESTOS Y LUBRICANTES	7194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7194	600
1.2.5	EQUIPO SEGURIDAD	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	3540	295
1.2.6	MATERIAL VIVERO	1290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1290	108
1.2.7	MATERIAL LIMPIEZA	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	494	41
1.2.8	REPOS. DE PLANTAS PERENNES	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	3600	300
1.2.9	AGUA DE RIEGO (S/.0,36/M2)/1	30930	30930	30930	30930	30930	30930	30930	30930	30930	30930	30930	30930	371160	30930
1.3	DEPRECIACIÓN DE MAQ. Y EQUIP.	2459	29504	2459											
1.3.1	REPOSICIÓN MAQUINAS	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	14795	1233
1.3.2	REPOSICIÓN HERRAMIENTAS	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	6735	561
1.3.3	REPOSICIÓN LLANTAS CISTERNA	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	2040	170
1.3.4	DEPRECIACIÓN CISTERNA	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	5934	495
1.4	OTROS COSTOS Y GASTOS VARIABLES	6234	730	730	1020	730	730	9860	730	730	1020	730	730	23974	1998
1.4.1	UNIFORMES	4024	0	0	0	0	0	3720	0	0	0	0	0	7744	645
1.4.2	MANT. CAMIÓN CISTERNA	0	0	0	0	0	0	3600	0	0	0	0	0	3600	300
1.4.3	MANT. CORTADORAS (04)	1000	0	0	200	0	0	1000	0	0	200	0	0	2400	200
1.4.4	MANT. MOTOGUAD. (03)	810	450	450	540	450	450	540	450	450	540	450	450	6030	503
1.4.5	MANT. MOTOSIERRA (01)	150	30	30	30	30	30	150	30	30	30	30	30	600	50
1.4.6	MANT. MOTOBOMBA	0	0	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	600	50
1.4.7	EQUIPO DE RIEGO	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	3000	250
2	COSTOS INDIRECTOS	7713	7713	8513	7713	7713	7713	7713	8513	7713	7713	7713	7713	94169	7847
2.1	PERSONAL ADMINISTRATIVO (02)	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	40200	3350
2.2	PERSONAL BONIFICACIÓN (02)	0	0	800	0	0	0	0	800	0	0	0	0	1600	133
2.3	ESSALUD (9 % REMUNERACIÓN)	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	3618	302
2.4	MATERIAL OFICINA	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	1431	119
2.5	ADMINISTRACIÓN OCSG/3 UND-/2	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	36000	3000
2.6	TELEFONO-INTERNET/2	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	2400	200
2.7	OFICINA (COSTO DE ALQUILER)/2	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6000	500
2.8	EQUIPOS DE COMPUTOS/2	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	1000	83
2.9	MUEBLES Y ENSERES/2	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	400	33
2.10	ENERGÍA ELÉCTRICA/3	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	1302	108
2.11	AGUA/3	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	219	18
	TOTAL:	85437	65390	73390	65680	65390	64622	73752	72622	64622	64912	64622	65390	825844	68820

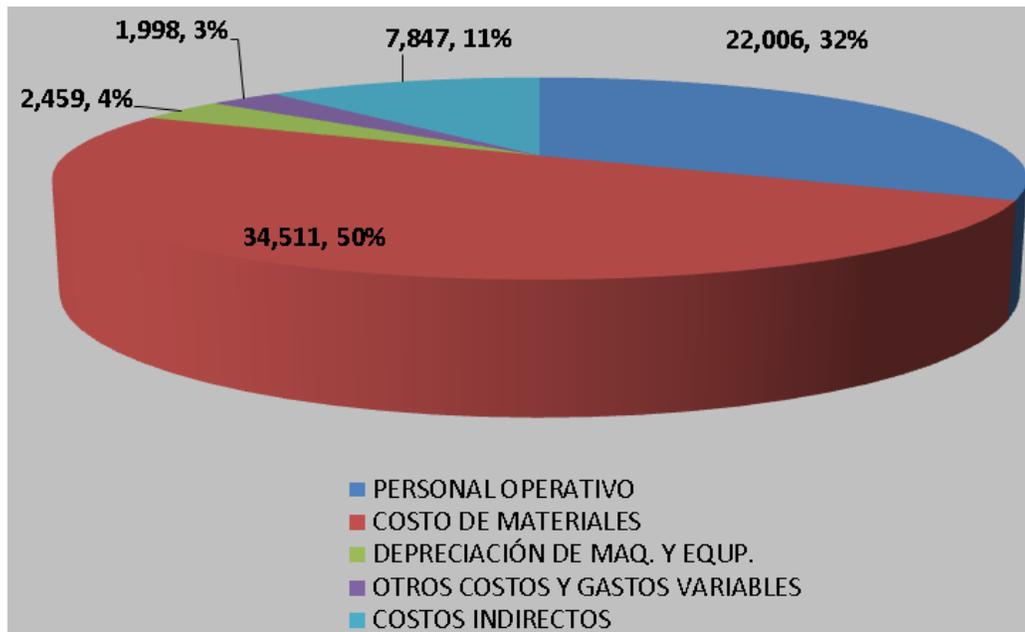


Gráfico 10. Distribución en soles y porcentual de los costos por el servicio de áreas verdes por m2, mensual

El costo total promedio mensual del servicio de Áreas Verdes es S/. 68 820.00, donde un 50% equivale a los costos de materiales, 32% al personal operativo, 11% a los costos indirectos, 4% a la depreciación de maquinarias y equipos y un 3% a otros costos y gastos variables, Gráfico 10.

La Unidad de Vivero y Áreas Verdes atiende el mantenimiento de un total de 85 917 m2 de áreas verdes de la UNI, lo cual, dividido entre su costo mensual promedio, da como resultado un costo unitario por m2 de S/. 0,80.

El costo del agua para riego equivale el 89.62% de los costos de materiales, que a su vez representa el 44.94% de los costos totales.

Cuadro 23. Costo de agua para riego de diferentes fuentes

FUENTES DE AGUA	TARIFA US\$/M3	TARIFA S./M3
CITRAR-UNI	0,07	0,21
Estudio MML. Riego Sostenible 2010	0,13	0,36
Agua Potable	1,69	4,49

Elaboración propia

Se puede observar que la tarifa de CITRAR-UNI es la más baja

Cuadro 24. Costo mensual promedio por m2 del servicio de mantenimiento de áreas verdes del Campus Universitario UNI, con un costo de agua para riego de S/.0.36.

AREA TOTAL A LA QUE SE LE BRINDA EL MANTENIMIENTO M2	COSTO TOTAL PROMEDIO MENSUAL SERVICIO S/.	COSTO AGUA PARA RIEGO MML	COSTO S/ POR M2	PORCENTAJE DEL COSTO TOTAL
85917,00	68820 *	0,36	0,80	44,94

Estudio de costos realizado por la UNI, 2013

*Costos tomando como referencia el costo de agua de S/. 0.36/mes del Estudio de Municipalidad Metropolitana de Lima (MML).

Cuadro 25. Costo mensual promedio por m2 del servicio de mantenimiento de áreas verdes del Campus Universitario UNI, con un costo de agua para riego de S/.0.21.

AREA TOTAL A LA QUE SE LE BRINDA EL MANTENIMIENTO M2	COSTO TOTAL PROMEDIO MENSUAL SERVICIO S/.	COSTO AGUA PARA RIEGO CITRAR-UNI	COSTO S/ POR M2	PORCENTAJE DEL COSTO TOTAL
85917,00	68820 *	0,21	0,65	32,00

Estudio de costos realizado por la UNI, 2013, elaboración propia

*Costos tomando como referencia el costo de agua de S/. 0.21/mes del CITRAR-UNI

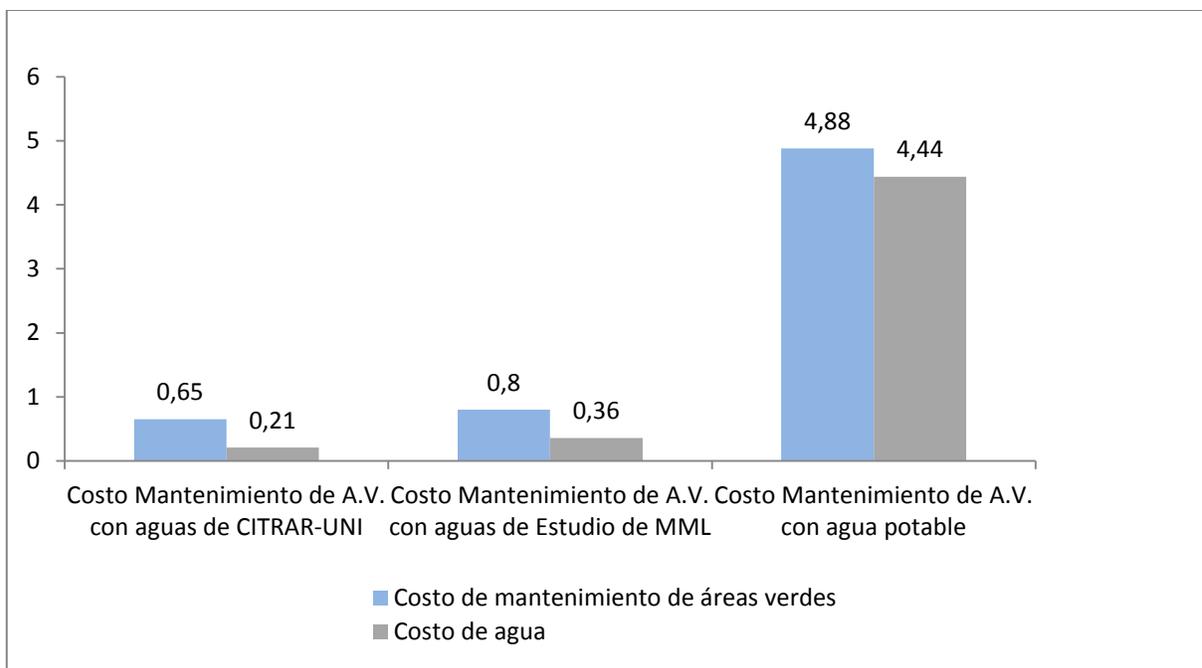


Gráfico 11. Costos de mantenimiento de áreas verdes y de agua para riego de la UNI.

Elaboración propia.

El costo de mantenimiento de las áreas verdes del campus universitario de la UNI se ve afectado significativamente por el costo de agua para riego. Usando aguas residuales tratadas de CITRAR-UNI, se tiene el menor costo de mantenimiento de jardines, Gráfico 11.

Estos son los costos que se manejan en la Universidad Nacional de Ingeniería, porque solo se usa el 20% de las aguas residuales tratadas en CITRAR-UNI. Esto se debe a que solo se riegan las áreas verdes que se encuentran cerca a la vía vehicular, con un camión cisterna de 9.6 m³ de capacidad. Los demás jardines se riegan con agua potable.

En este momento se encuentra en proceso de ejecución, un proyecto de Sistema de Riego Tecnificado, en donde se bombearán las aguas tratadas en CITRAR-UNI a todo el campus universitario de la UNI.

Por otro lado, el costo de mantenimiento de las áreas verdes de la Universidad Nacional de Ingeniería está por debajo de las cotizaciones de otras empresas por el mismo servicio, como Master Grass a S/. 1,15/ m² al mes (no incluye reposición de plantas, abonamiento y limpieza) y como se muestra en el Anexo 1 y Manos Verdes SAC a S/. 2.00 / m² al mes, como se muestra en el Anexo 2.

IV. CONCLUSIONES

1. El Centro de Investigación en Tratamiento de Aguas Residuales y Residuos Peligrosos CITRAR-UNI, es un proyecto viable técnica y económicamente.
2. El costo de producción de aguas tratadas en la Planta Piloto CITRAR-UNI (S/. 0.21/m³) es más bajo que todas las plantas de tratamiento de aguas residuales en todo Lima
3. Se utiliza en promedio 7% de las aguas residuales tratadas en CITRAR-UNI, para el riego de aproximadamente el 15% de áreas verdes de la UNI.
4. No se cuenta con un Sistema de Riego Tecnificado que permita usar el 100% de las aguas residuales tratadas en CITRAR-UNI.
5. Los costos de agua para riego representan el 44.9% del costo total de mantenimiento de las áreas verdes del campus de la UNI.
6. Cuando se riegue el 100% de los jardines con aguas tratadas de CITRAR, el costo de mantenimiento de las áreas verdes de la UNI bajará en un 12.69%.
7. El CITRAR y en el Vivero-UNI, está permitiendo abrir un portal importante a la comunidad universitaria, para que tomen conciencia de la importancia del reuso de las aguas residuales tratadas en el mantenimiento de las áreas verdes.
8. En CITRAR-UNI, los parámetros de DBO y DQO son mayores de lo que exige la normativa, debido a la presencia de algas en las lagunas de estabilización.

V. RECOMENDACIONES

1. Difundir el sistema de tratamiento que tiene el CITRAR-UNI, para que se instalen más plantas como la de la UNI, siempre y cuando tengan las condiciones parecidas o iguales y se pueda sustituir el uso de agua potable para riego que podría ser destinada al consumo humano en los próximos años.
2. Teniendo en cuenta que el costo de aguas residuales tratadas es más bajo que el agua potable, las autoridades universitarias deben tomar cartas en el asunto y planificar la construcción de más plantas de tratamiento de aguas residuales, que permita regar sus campus universitarios, que sirvan de centros de investigación y aprendizaje y que contribuya a la difusión de las mismas a la comunidad.
3. La Universidad Nacional de Ingeniería tiene que terminar de implementar el proyecto de Sistema de Riego Tecnificado, para que de esta manera se pueda regar el 100% de sus áreas verdes con aguas residuales tratadas, dejando de usar agua potable.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Basurto, F. 2008. Informe de Prácticas Pre-Profesionales. Facultad de Ingeniería Ambiental. UNI. Lima, Perú. 20 p.
2. Beteta Loyola, J., Yaya Beas, R. 2007. Tratamiento anaerobio de lixiviados provenientes de rellenos sanitarios. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 253 P.
3. Cateriano, 2010. Análisis y evaluación del proyecto “10 esquemas”, agua para todos (SEDAPAL) en San Juan Macías-Lima. Arte y Práctica. Volumen (2). 23 p.
4. Diario El Peruano. 2009. Ley de Recursos Hídricos-Ley 29338.
5. Diario El Peruano. 2010. Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM
6. IMP. 2010. Inventario de Áreas Verdes a nivel metropolitano. Instituto Metropolitano de Planificación de la Municipalidad Metropolitana de Lima. Lima, Perú.
7. Infante, R., Gutiérrez, M., Martínez, M., Basurto, F. 2009. Evaluación de la calidad del lodo en el Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA) UNITRAR. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 56 p.
8. Junta de Usuarios Rímac. 2010. Memoria Anual 2010 de la Junta de usuarios del río Rímac. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú
9. Medina, M., Apaza, A., Rojas, J., Rosales, E., 2006. Determinación de la DBO en los Procesos de UNITRAR. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 48 p.
10. Méndez, F., Feliciano, O. 2010. Propuestas de un modelo socio económico de decisión de uso de aguas residuales tratadas en sustitución de agua limpia para áreas verdes. UNI. Lima, Perú. 158 p.
11. Morales L. 2009. Informe de Prácticas Pre-Profesionales. Facultad de Ingeniería Ambiental. UNI. Lima, Perú. 17 p.
12. Moscoso, J. 2011. Estudio de Opciones de Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales en Lima Metropolitana. Lima. Perú. 90 p.
13. Muncharaz, M. 2005. Uso Eficiente del Agua en Jardinería. Arquitectura del Paisaje- Construcción y Medio Ambiente. (146). 16 p.
14. Municipalidad Metropolitana de Lima. 2010. Riego Sostenible: Reuso de Aguas Residuales Tratadas para el riego de áreas verdes en Lima Metropolitana. Municipalidad Metropolitana de Lima. Lima, Perú.

15. Rodríguez, A., Alabarces, R., Yruela, M., Zarza, R., Quesada, A., Gómez, R. 2005. Manual de Riego de Jardines. Córdoba. 264 p.
16. Sanhueza Navarrete J.C., León Suematsu, G. 1995. Manual de arranque, operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). CEPIS – OPS/OMS. Lima, Perú. 54 p.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Relación de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en Lima Metropolitana

No.	Nombre	Ubicación (distrito)	Operador	Tecnología	Caudal (l/s)	
					Diseño	Actual
Zona Norte					870.90	1,010.90
1	Ancón	Ancón	Sedapal	Lagunas facultativas	20.00	44.00
2	Jerusalem	Ancón	Ministerio de Defensa	Lagunas facultativas	70.00	15.00
3	Piedras Gordas	Ancón	Ministerio de Defensa	Lagunas facultativas	30.00	18.00
4	Club La Unión	Santa Rosa	Sedapal	Filtros percoladores	18.00	12.00
5	Ventanilla	Ventanilla	Sedapal	Lagunas anaerobicas y facultativas	250.00	366.00
6	El Mirador	Ventanilla	Municipalidad Distrital de Ventanilla	Humedales artificiales	3.50	3.50
7	Puente Piedra	San Martín de Porres	Sedapal	Lodos activados - CSBR-3	422.00	496.00
8	Callao	Callao	Municipalidad Provincial del Callao	Lodos activados - AGAR	13.90	13.90
9	Avenida Universitaria	Carabayllo	Municipalidad de Lima Metropolitana	Lodos activados	4.00	3.00
10	Manco Capac	Carabayllo	Municipalidad de Lima Metropolitana	Lagunas aireadas	3.00	3.00
11	Sinchi Roca	Comas	Municipalidad de Lima Metropolitana	Lagunas aireadas	25.00	25.00
12	Yoque Yupanqui	Los Olivos	Municipalidad de Lima Metropolitana	Lagunas aireadas	4.00	4.00
13	UNITRAR	Rimac	Universidad Nacional de Ingeniería	Reactor anaeróbico y lagunas facultativas	7.50	7.50
Zona Este					623.00	564.20
14	Nueva Sede-Atarjea	El Agustino	Sedapal	Lodos activados - aireación prolongada -compacta	1.00	1.00
15	San Antonio Carapongo	Lurigancho-Chosica	Sedapal	Lodos activados - aireación extendida	22.00	22.20
16	Carapongo	Ate- Vitarte	Sedapal	Lagunas anaeróbicas y aireadas	500.00	501.00
17	Cieneguilla	Cieneguilla	Sedapal	Lagunas facultativas	10.00	10.00
18	Manchay	Pachacamac	Sedapal	Lodos activados - ICEAS	90.00	30.00
Zona Centro					79.13	75.16
19	Club Golf de Lima	San Isidro	Empresa Club Golf de Lima	Lagunas aireadas	15.00	15.00
20	Miraflores	Miraflores	Municipalidad Distrital de Miraflores	Filtros percoladores	1.50	0.90
21	Jardines de la Paz	La Molina	Empresa Jardines de la Paz	Lodos activados - aireación extendida	6.00	5.25
22	Club Golf La Planicie	La Molina	Empresa Club de Golf La Planicie	Lagunas aireadas	15.00	15.00
23	Paseo del Bosque	San Borja	Mun. Distrital de San Borja	Lodos activados	2.00	2.00
24	Club Golf Los Incas	Santiago de Surco	Empresa Club de Golf Los Inkas	Lagunas facultativas	15.00	15.00
25	Surco	Santiago de Surco	Municipalidad Distrital de Surco	Lodos activados - aireación extendida	20.00	17.50
26	Inmaculada	Santiago de Surco	Colegio La Inmaculada	Lagunas facultativas	4.63	4.51
Zona Sur					2,879.30	1,528.20
27	San Juan	San Juan de Miraflores	Sedapal	Lagunas aireadas, de sedimentación y pulimento	800.00	425.00
28	Huascar/Parque 26	Villa El Salvador	Sedapal	Lagunas aireadas, de sedimentación y pulimento	170.00	77.00
29	Alameda Solidaridad	Villa El Salvador	Mun. Distrital de Villa El Salvador	Lodos activados - aireación extendida	6.00	6.00
30	Alameda de la Juventud	Villa El Salvador	Mun. Distrital de Villa El Salvador	Lodos activados - aireación extendida	5.00	5.00
31	Oasis de Villa	Villa El Salvador	Mun. Distrital de Villa El Salvador	Humedal artificial	0.30	0.20
32	José Galvez	Villa María del Triunfo	Sedapal	Reactor anaerobico y lagunas aireadas y sedimentación	100.00	64.00
33	Huerto Comunal	Villa María del Triunfo	Mun. Dist. de Villa Maria del Triunfo	Lodos activados	5.00	2.00
34	Nuevo Lurín	Lurín	Sedapal	Lagunas facultativas	10.00	21.00
35	San Pedro de Lurín	Lurín	Sedapal	lagunas anaerobicas y aireadas	20.00	24.00
36	San Bartolo	Lurín	Sedapal	Lagunas aireadas, de sedimentación y pulimento	1,700.00	834.00
37	Julio c. Tello	Lurín	Sedapal	Lagunas facultativas	23.00	23.00
38	Punta Hermosa	Punta Hermosa	Mun. Distrital de Punta Hermosa	Lagunas facultativas	10.00	3.00
39	San Bartolo Sur	San Bartolo	Sedapal	Lodos activados	10.00	10.00
40	San Bartolo Norte	San Bartolo	Sedapal	Lodos activados	10.00	10.00
41	Pucusana	Pucusana	Sedapal	Lagunas facultativas	10.00	24.00
TOTAL					4,452.33	3,178.46

Fuente: IPES 2008, Sedapal 2009, Proinversión 2011 y elaboración propia.

Anexo 2. Cotización de la empresa Master Grass, del servicio de mantenimiento de áreas verdes



"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

COTIZACIÓN 010-2013 /M/LV

Chorrillos, 26 de marzo del 2013

Señores:
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Presente:

Asunto: PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO DE AREAS VERDES

De mi mayor consideración

Por la presente hago llegar a ustedes, mi saludo cordial, al mismo tiempo alcanzo el presupuesto de mantenimiento de áreas verdes del campus de la Universidad de Ingeniería.

Descripción del servicio	Unid Med	Costo
Mantenimiento de áreas verdes	M2	1.15

Adjunto cuadro con las partidas y gastos que son considerados para pago mensual.

De ser aceptada mi propuesta el servicio se realizara en las condiciones solicitadas y con la garantía del caso.

Atentamente,

MARÍA ELENA VALDEHERRA
GERENTE

Anexo 3. Cotización de la empresa Manos Verdes, del servicio de mantenimiento de áreas verdes.



AGRONOMIA Y ARQUITECTURA..
SIMBIOSIS PERFECTA POR UN PAISAJE SUSTENTABLE

Lima 25 de Marzo del 2013

Sra. Ingeniera
Jessica Cornejo
Vivero UNI
PRESENTE-

En atención a su solicitud enviamos a Usted la cotización para el mantenimiento de áreas verdes. Nuestro servicio tiene como objetivo lograr realzar el valor estético de los lugares donde trabajamos a través de las diferentes labores de jardinería que conlleven al buen estado de las plantas.

Las labores incluidas dentro de nuestro compromiso son las siguientes:

- Corte de grass
- Podas
- Fertilizaciones
- Abonamientos
- Control de plagas
- **Deshierbos**
- Limpieza
-

Las mismas son desarrolladas por personal en constante capacitación.
La frecuencia es quincenal.

Nuestra mejor oferta es de S/. 24.00/m²/año

Fechas de pago mensuales según acuerdo entre las partes.
El contrato es anual renovable un mes antes del vencimiento.

Sin otro particular y esperando sus comentarios, atentamente

Ing. Lucia Bejarano
MANOS VERDES SAC

Calle 3 MZ. BC-11 Urb. Los Álamos de Monterrico Surco. info@manosverdes.com
Cel- 9 967 937 10

Anexo 4. Distribución mensual de los costos por el servicio de mantenimiento de las áreas verdes, con un costo agua de S/0.21

	COSTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL/AÑO	PROM/MES
1	COSTOS DIRECTOS	64837	44791	51991	45081	44791	44023	53153	51223	44023	44313	44023	44791	577040	48087
1.1	PERSONAL OPERATIVO	20806	20806	28006	20806	20806	20806	20806	28006	20806	20806	20806	20806	264068	22006
1.1.1	REMUNERACIONES (18)	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	19088	229053	19088
1.1.2	PERSONAL BONIFICACIÓN (18)	0	0	7200	0	0	0	0	7200	0	0	0	0	14400	1200
1.1.3	ESSALUD (9% REMUNERACIÓN)	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	1718	20615	1718
1.2	COSTOS DE MATERIALES	35338	20796	20796	20796	20796	20028	20028	20028	20028	20028	20028	20796	259486	21624
1.2.1	COMBUSTIBLE	2117	2117	2117	2117	2117	1349	1349	1349	1349	1349	1349	2117	20793	1733
1.2.2	AGROQUÍMICOS	1878	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1878	156
1.2.3	FERTILIZANTES	4180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4180	348
1.2.4	REPUESTOS Y LUBRICANTES	7194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7194	600
1.2.5	EQUIPO SEGURIDAD	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	295	3540	295
1.2.6	MATERIAL VIVERO	1290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1290	108
1.2.7	MATERIAL LIMPIEZA	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	494	41
1.2.8	REPOS. DE PLANTAS PERENNES	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	3600	300
1.2.9	AGUA DE RIEGO (S/0,21/M2)/1	18043	18043	18043	18043	18043	18043	18043	18043	18043	18043	18043	18043	216516	18043
1.3	DEPRECIACIÓN DE MAQ. Y EQUIP.	2459	29504	2459											
1.3.1	REPOSICIÓN MAQUINAS	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	1233	14795	1233
1.3.2	REPOSICIÓN HERRAMIENTAS	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	561	6735	561
1.3.3	REPOSICIÓN LLANTAS CISTERNA	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	2040	170
1.3.4	DEPRECIACIÓN CISTERNA	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	5934	495
1.4	OTROS COSTOS Y GASTOS VARIABLES	6234	730	730	1020	730	730	9860	730	730	1020	730	730	23974	1998
1.4.1	UNIFORMES	4024	0	0	0	0	0	3720	0	0	0	0	0	7744	645
1.4.2	MANT. CAMIÓN CISTERNA	0	0	0	0	0	0	3600	0	0	0	0	0	3600	300
1.4.3	MANT. CORTADORAS (04)	1000	0	0	200	0	0	1000	0	0	200	0	0	2400	200
1.4.4	MANT. MOTOGUAD. (03)	810	450	450	540	450	450	540	450	450	540	450	450	6030	503
1.4.5	MANT. MOTOSIERRA (01)	150	30	30	30	30	30	150	30	30	30	30	30	600	50
1.4.6	MANT. MOTOBOMBA	0	0	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	600	50
1.4.7	EQUIPO DE RIEGO	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	3000	250
2	COSTOS INDIRECTOS	7713	7713	8513	7713	7713	7713	7713	8513	7713	7713	7713	7713	94169	7847
2.1	PERSONAL ADMINISTRATIVO (02)	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	3350	40200	3350
2.2	PERSONAL BONIFICACIÓN (02)	0	0	800	0	0	0	0	800	0	0	0	0	1600	133
2.3	ESSALUD (9 % REMUNERACIÓN)	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	3618	302
2.4	MATERIAL OFICINA	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	1431	119
2.5	ADMINISTRACIÓN OCSG/3 UND-/2	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	36000	3000
2.6	TELEFONO-INTERNET/2	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	2400	200
2.7	OFICINA (COSTO DE ALQUILER)/2	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6000	500
2.8	EQUIPOS DE COMPUTOS/2	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	1000	83
2.9	MUEBLES Y ENSERES/2	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	400	33
2.10	ENERGÍA ELÉCTRICA/3	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	1302	108
2.11	AGUA/3	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	219	18
	TOTAL:	85437	52504	60504	52794	52504	51736	60866	59736	51736	52026	51736	52504	671209	55934

Anexo 5. Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima-SEDAPAL S.A

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA - SEDAPAL S.A.

ESTRUCTURA TARIFARIA

Por los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado

1. CARGO FIJO (S/. / Mes) 4,886

2. CARGO POR VOLUMEN

CLASE CATEGORIA	RANGOS DE CONSUMOS m ³ /mes	Tarifa (S/. / m ³)	
		Agua Potable	Alcantarillado ⁽¹⁾
RESIDENCIAL			
Social	0 a más	1,031	0,451
Doméstico	0 - 10	1,031	0,451
	10 -25	1,197	0,524
	25 - 50	2,648	1,157
	50 a más	4,490	1,962
NO RESIDENCIAL			
Comercial	0 a 1000	4,490	1,962
	1000 a más	4,817	2,104
Industrial	0 a 1000	4,490	1,962
	1000 a más	4,817	2,104
Estatal	0 a más	2,516	1,099

⁽¹⁾ Incluye los servicios de recolección y tratamiento de aguas residuales.

Notas:

A.- No incluye I.G.V.

B.- SUNASS mediante Oficio N° 017-2014-SUNASS-030, autoriza a SEDAPAL aplicar un incremento tarifario de 0,56% por los servicios de agua potable y alcantarillado, en cumplimiento a lo dispuesto en el literal b) del Artículo Primero de la Resolución de Consejo Directivo N° 026-2010-SUNASS-CD.

C.- La presente Estructura Tarifaria entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación.

Diario El Peruano - 05 de Marzo de 2014

