

## ANEXO 1

### PRECIOS REFERENCIALES PARA COSTOS DE INVERSIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTOS DE SISTEMAS DE PTAR

Los valores se indican en US\$/hab. o US\$/unidad. Para obtener los costos totales, hay que multiplicar los valores por el número de habitantes o unidades, de las siguientes tablas:

| <b>Precios unitarios para Bolivia (2008)</b>  |  |                               |                      |                        |
|---|--|-------------------------------|----------------------|------------------------|
|   | <b>Unidad</b>                                    | <b>US\$ /unidad</b>           |                      |                        |
| Lagunas anaeróbicas sin geotextil   | m <sup>2</sup>                                   | 5 -12                         |                      |                        |
| Lagunas anaeróbicas con geotextil   | m <sup>2</sup>                                   | 12 -18                        |                      |                        |
| Lagunas facultativas sin geotextil  | m <sup>2</sup>                                   | 4 -8                          |                      |                        |
| Lagunas facultativas con geotextil  | m <sup>2</sup>                                   | 9 -14                         |                      |                        |
| Lagunas de maduración sin geotextil, con chicanas   | m <sup>2</sup>                                   | 4 -8                          |                      |                        |
| Lagunas de maduración con geotextil, con chicanas   | m <sup>2</sup>                                   | 9 -14                         |                      |                        |
| Reactores UASB  | m <sup>3</sup>                                   | 150 -250                      |                      |                        |
| Filtros percoladores con relleno de plástico  | m <sup>3</sup> relleno (costo de todo el filtro) | 250- 300                      |                      |                        |
| Tanques Imhoff  | m <sup>3</sup> (Volumen usado)                   | 200 -250                      |                      |                        |
| Tanque de equalización  | m <sup>3</sup>                                   | 100 -200                      |                      |                        |
| Desinfección  | Habitante  | 0,5 -1                        |                      |                        |
| Rejas, Tamices  | Habitante  | 0,03                          |                      |                        |
| Desarenador   | m <sup>3</sup> (Volumen usado)                   | 100 -200                      |                      |                        |
| <b>Comparación de los costos de mantenimiento para diferentes sistemas</b>                              |  |                               |                      |                        |
|   | <b>De US\$/(hab. •año)</b>                       | <b>Hasta US\$/(hab. •año)</b> |                      |                        |
| Lagunas de estabilización   | 0,06   | 0,25                          |                      |                        |
| UASB con lagunas  | 0,15   | 0,36                          |                      |                        |
| Filtros , Tanque Imhoff   | 0,18   | 0,4                           |                      |                        |
| Lodos activados   | 0,5  | 1,6                           |                      |                        |
|   | <b>De US\$/(hab. •año)</b>                       | <b>Hasta US\$/(hab. •año)</b> |                      |                        |
| Lagunas de estabilización   | 0,06   | 0,25                          |                      |                        |
| UASB con lagunas  | 0,15   | 0,36                          |                      |                        |
| Filtros , Tanque Imhoff   | 0,18   | 0,4                           |                      |                        |
| Lodos activados   | 0,5  | 1,6                           |                      |                        |
| <b>Costos de operación en diferentes sistemas, para una planta de 100.000 hab. (US\$ / (hab. •año))</b> |  |                               |                      |                        |
|   | <b>Lagunas</b>                                   | <b>Filtros</b>                | <b>UASB, lagunas</b> | <b>Lodos activados</b> |
| Personal  | 0,15   | 0,20                          | 0,20                 | 0,35                   |
| Energía   | 0,04   | 0,20                          | 0,20                 | 2,40                   |
| Cloro   | 0,00   | 0,15                          | 0,15                 | 0,15                   |
| Análisis  | 0,03   | 0,03                          | 0,03                 | 0,03                   |
| Lodo  | 0,10   | 0,10                          | 0,21                 | 0,28                   |
| Insumos   | 0,15   | 0,15                          | 0,15                 | 0,15                   |
| Mantenimiento   | 0,15   | 0,29                          | 0,18                 | 0,70                   |
| Administración, Seguros   | 0,06   | 0,11                          | 0,11                 | 0,41                   |
| <b>Suma</b>   | <b>0,67</b>                                      | <b>1,23</b>                   | <b>1,22</b>          | <b>4,46</b>            |

Fuente: Dr.-Ing. Wolfgang Wagner “Recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua residual aptas para Bolivia” (2008).



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
 FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"  
 CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION Y DESARROLLO "CEANID"  
 Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
 Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
 Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
 Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

|                      |                            |                 |       |               |           |
|----------------------|----------------------------|-----------------|-------|---------------|-----------|
| <b>Cliente:</b>      | Javier Jaime Quispe Jurado |                 |       |               |           |
| <b>Solicitante:</b>  | Javier Jaime Quispe Jurado |                 |       |               |           |
| <b>Dirección:</b>    | Barrio Anaspugio           |                 |       |               |           |
| <b>Teléfono/Fax:</b> | 78242436                   | <b>Correo-e</b> | ***** | <b>Código</b> | AG 091/18 |

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

|   |   |  |                             |              |      |
|---|---|--|-----------------------------|--------------|------|
| <b>Descripción de la muestra:</b>         | Entrada 1   |  |                             |              |      |
| <b>Código de muestreo:</b>                | 1   | <b>Fecha de vencimiento:</b>             | *****                       | <b>Lote:</b> | **** |
| <b>Fecha y hora de muestreo:</b>          | 2018-06-12 Hrs. 08:00                             |  |                             |              |      |
| <b>Procedencia</b> (Localidad/Prov/ Dpto) | PTAR - Uriondo - Tarija Bolivia                   |  |                             |              |      |
| <b>Lugar de muestreo:</b>                 | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Uriondo |  |                             |              |      |
| <b>Responsable de muestreo:</b>           | Javier Jaime Quispe Jurado                        |  |                             |              |      |
| <b>Código de la muestra:</b>              | 472 FQ 313  | <b>Fecha de recepción de la muestra:</b> | 2018-06-12                  |              |      |
| <b>Cantidad recibida:</b>                 | 2000 ml   | <b>Fecha de ejecución de ensayo:</b>     | De 2018-06-12 al 2018-06-20 |              |      |

### III. RESULTADOS

| PARÁMETRO                   | TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO | UNIDAD | RESULTADOS | LIMITES PERMISIBLES<br>(para agua residual) |      | REFERENCIA DE LOS LIMITES |
|-----------------------------|------------------------------|--------|------------|---|------|---------------------------|
|                             |                              |        |            | Min.  | Máx. |                           |
| DBO <sub>5</sub>            | SM 5210 - B                  | mg/l   | 206        |   | 300  | LMA 1333                  |
| DQO                         | USEPA 410.4                  | mg/l   | 603        |   | 375  | LMA 1333                  |
| Grasas y aceites            | SM 5520-B                    | mg/l   | < 0,01     |   | 200  | LMA 1333                  |
| pH (21,1°C)                 | SM 4500-H-B                  |        | 8,99       | 6,5   | 8,5  | LMA 1333                  |
| Sólidos suspendidos totales | SM 2540-D                    | mg/l   | 500        |   | 500  | LMA 1333                  |

SM: Standard Methods

LMA: Ley del Medio Ambiente

< : Menor que

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 20 de junio de 2018

Ing. Adalid Aceituno Cáceres  
 JEFE DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
 FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"  
 CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION Y DESARROLLO "CEANID"  
 Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
 Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
 Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
 Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

|               |                            |           |       |        |           |
|---------------|----------------------------|-----------|-------|--------|-----------|
| Cliente:      | Javier Jaime Quispe Jurado |           |       |        |           |
| Solicitante:  | Javier Jaime Quispe Jurado |           |       |        |           |
| Dirección:    | Barrio Anaspugio           |           |       |        |           |
| Teléfono/Fax: | 78242436                   | Correo-e: | ***** | Código | AG 091/18 |

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

|                                    |   |                                   |                             |       |      |
|------------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|-------|------|
| Descripción de la muestra:         | Salida 1  |                                   |                             |       |      |
| Código de muestreo:                | 1   | Fecha de vencimiento:             | *****                       | Lote: | **** |
| Fecha y hora de muestreo:          | 2018-06-12 Hrs. 08:00                             |                                   |                             |       |      |
| Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto) | PTAR - Uriondo - Tarija Bolivia                   |                                   |                             |       |      |
| Lugar de muestreo:                 | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Uriondo |                                   |                             |       |      |
| Responsable de muestreo:           | Javier Jaime Quispe Jurado                        |                                   |                             |       |      |
| Código de la muestra:              | 473 FQ 314  | Fecha de recepción de la muestra: | 2018-06-12                  |       |      |
| Cantidad recibida:                 | 2000 ml   | Fecha de ejecución de ensayo:     | De 2018-06-12 al 2018-06-20 |       |      |

### III. RESULTADOS

| PARÁMETRO                   | TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO | UNIDAD | RESULTADOS | LIMITES PERMISIBLES (para agua residual) |      | REFERENCIA DE LOS LIMITES |
|-----------------------------|------------------------------|--------|------------|--|------|---------------------------|
|                             |                              |        |            | Min.                                     | Máx. |                           |
| DBO <sub>5</sub>            | SM 5210 - B                  | mg/l   | 109        |  | 300  | LMA 1333                  |
| DQO                         | USEPA 410.4                  | mg/l   | 226        |  | 375  | LMA 1333                  |
| Grasas y aceites            | SM 5520-B                    | mg/l   | < 0,01     |  | 200  | LMA 1333                  |
| pH (17,9°C)                 | SM 4500-H-B                  |        | 7,31       | 6,5                                      | 8,5  | LMA 1333                  |
| Sólidos suspendidos totales | SM 2540-D                    | mg/l   | 232        |  | 500  | LMA 1333                  |

SM: Standard Methods

LMA: Ley del Medio Ambiente

< : Menor que

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 20 de junio de 2018

Ing. Adalid Aceituno Cáceres  
 JEFE DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
 FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"  
 CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION Y DESARROLLO "CEANID"  
 Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
 Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
 Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
 Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

|               |                            |          |       |        |           |
|---------------|----------------------------|----------|-------|--------|-----------|
| Cliente:      | Javier Jaime Quispe Jurado |          |       |        |           |
| Solicitante:  | Javier Jaime Quispe Jurado |          |       |        |           |
| Dirección:    | Barrio Anaspugio           |          |       |        |           |
| Teléfono/Fax: | 78242436                   | Correo-e | ***** | Código | AG 091/18 |

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

|                                    |   |                                   |                             |       |      |
|------------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|-------|------|
| Descripción de la muestra:         | Entrada 2   |                                   |                             |       |      |
| Código de muestreo:                | 2   | Fecha de vencimiento:             | *****                       | Lote: | **** |
| Fecha y hora de muestreo:          | 2018-06-12 Hrs. 11:00                             |                                   |                             |       |      |
| Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto) | PTAR - Uriondo - Tarija Bolivia                   |                                   |                             |       |      |
| Lugar de muestreo:                 | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Uriondo |                                   |                             |       |      |
| Responsable de muestreo:           | Javier Jaime Quispe Jurado                        |                                   |                             |       |      |
| Código de la muestra:              | 474 FQ 315  | Fecha de recepción de la muestra: | 2018-06-12                  |       |      |
| Cantidad recibida:                 | 2000 ml   | Fecha de ejecución de ensayo:     | De 2018-06-12 al 2018-06-20 |       |      |

### III. RESULTADOS

| PARÁMETRO                   | TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO | UNIDAD | RESULTADOS | LIMITES PERMISIBLES<br>(para agua residual) |      | REFERENCIA DE LOS LIMITES |
|-----------------------------|------------------------------|--------|------------|---|------|---------------------------|
|                             |                              |        |            | Min.  | Máx. |                           |
| DBO <sub>5</sub>            | SM 5210 - B                  | mg/l   | 90         |   | 300  | LMA 1333                  |
| DQO                         | USEPA 410.4                  | mg/l   | 250        |   | 375  | LMA 1333                  |
| Grasas y aceites            | SM 5520-B                    | mg/l   | 0,04       |   | 200  | LMA 1333                  |
| pH (18,0°C)                 | SM 4500-H-B                  |        | 7,68       | 6,5   | 8,5  | LMA 1333                  |
| Sólidos suspendidos totales | SM 2540-D                    | mg/l   | 216        |   | 500  | LMA 1333                  |

SM: Standard Methods

LMA: Ley del Medio Ambiente

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 20 de junio de 2018

Ing. Adalid Aceituno Cáceres  
 JEFE DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"  
CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION Y DESARROLLO "CEANID"  
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

|               |                            |          |       |        |           |
|---------------|----------------------------|----------|-------|--------|-----------|
| Cliente:      | Javier Jaime Quispe Jurado |          |       |        |           |
| Solicitante:  | Javier Jaime Quispe Jurado |          |       |        |           |
| Dirección:    | Barrio Anaspugio           |          |       |        |           |
| Teléfono/Fax: | 78242436                   | Correo-e | ***** | Código | AG 091/18 |

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

|                                    |   |                                   |                             |       |      |
|------------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|-------|------|
| Descripción de la muestra:         | Salida 2  |                                   |                             |       |      |
| Código de muestreo:                | 2   | Fecha de vencimiento:             | *****                       | Lote: | **** |
| Fecha y hora de muestreo:          | 2018-06-12 Hrs. 11:00                             |                                   |                             |       |      |
| Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto) | PTAR - Uriondo - Tarija Bolivia                   |                                   |                             |       |      |
| Lugar de muestreo:                 | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Uriondo |                                   |                             |       |      |
| Responsable de muestreo:           | Javier Jaime Quispe Jurado                        |                                   |                             |       |      |
| Código de la muestra:              | 475 FQ 316  | Fecha de recepción de la muestra: | 2018-06-12                  |       |      |
| Cantidad recibida:                 | 2000 ml   | Fecha de ejecución de ensayo:     | De 2018-06-12 al 2018-06-20 |       |      |

### III. RESULTADOS

| PARÁMETRO                   | TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO | UNIDAD | RESULTADOS | LIMITES PERMISIBLES (para agua residual) |      | REFERENCIA DE LOS LIMITES |
|-----------------------------|------------------------------|--------|------------|--|------|---------------------------|
|                             |                              |        |            | Min.                                     | Máx. |                           |
| DBO <sub>5</sub>            | SM 5210 - B                  | mg/l   | 61         |  | 300  | LMA 1333                  |
| DQO                         | USEPA 410.4                  | mg/l   | 214        |  | 375  | LMA 1333                  |
| Grasas y aceites            | SM 5520-B                    | mg/l   | < 0,01     |  | 200  | LMA 1333                  |
| pH (17,9°C)                 | SM 4500-H-B                  |        | 7,36       | 6,5                                      | 8,5  | LMA 1333                  |
| Sólidos suspendidos totales | SM 2540-D                    | mg/l   | 120        |  | 500  | LMA 1333                  |

SM: Standard Methods

LMA: Ley del Medio Ambiente

< : Menor que

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 20 de junio de 2018

Ing. Adalid Aceituno Cáceres  
JEFE DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"  
CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION Y DESARROLLO "CEANID"  
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

|               |                            |          |       |        |           |
|---------------|----------------------------|----------|-------|--------|-----------|
| Cliente:      | Javier Jaime Quispe Jurado |          |       |        |           |
| Solicitante:  | Javier Jaime Quispe Jurado |          |       |        |           |
| Dirección:    | Barrio Anaspugio           |          |       |        |           |
| Teléfono/Fax: | 78242436                   | Correo-e | ***** | Código | AG 091/18 |

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

|                                    |   |                                   |                             |       |      |
|------------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|-------|------|
| Descripción de la muestra:         | Entrada 3   |                                   |                             |       |      |
| Código de muestreo:                | 3   | Fecha de vencimiento:             | *****                       | Lote: | **** |
| Fecha y hora de muestreo:          | 2018-06-12 Hrs. 13:00                             |                                   |                             |       |      |
| Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto) | PTAR - Uriondo - Tarija Bolivia                   |                                   |                             |       |      |
| Lugar de muestreo:                 | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Uriondo |                                   |                             |       |      |
| Responsable de muestreo:           | Javier Jaime Quispe Jurado                        |                                   |                             |       |      |
| Código de la muestra:              | 476 FQ 317  | Fecha de recepción de la muestra: | 2018-06-12                  |       |      |
| Cantidad recibida:                 | 2000 ml   | Fecha de ejecución de ensayo:     | De 2018-06-12 al 2018-06-20 |       |      |

### III. RESULTADOS

| PARÁMETRO                   | TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO | UNIDAD | RESULTADOS | LIMITES PERMISIBLES<br>(para agua residual) |      | REFERENCIA DE LOS LIMITES |
|-----------------------------|------------------------------|--------|------------|---|------|---------------------------|
|                             |                              |        |            | Min.  | Máx. |                           |
| DBO <sub>5</sub>            | SM 5210 - B                  | mg/l   | 87         | 300   |      | LMA 1333                  |
| DQO                         | USEPA 410.4                  | mg/l   | 278        | 375   |      | LMA 1333                  |
| Grasas y aceites            | SM 5520-B                    | mg/l   | 0,04       | 200   |      | LMA 1333                  |
| pH (17,7°C)                 | SM 4500-H-B                  |        | 7,46       | 6,5   | 8,5  | LMA 1333                  |
| Sólidos suspendidos totales | SM 2540-D                    | mg/l   | 148        | 500   |      | LMA 1333                  |

SM: Standard Methods

LMA: Ley del Medio Ambiente

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 20 de junio de 2018

Ing. Adalid Aceituno Cáceres  
JEFE DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
 FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"  
 CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION Y DESARROLLO "CEANID"  
 Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
 Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
 Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
 Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

|               |                            |           |       |         |           |
|---------------|----------------------------|-----------|-------|---------|-----------|
| Cliente:      | Javier Jaime Quispe Jurado |           |       |         |           |
| Solicitante:  | Javier Jaime Quispe Jurado |           |       |         |           |
| Dirección:    | Barrio Anaspugio           |           |       |         |           |
| Teléfono/Fax: | 78242436                   | Correo-e: | ***** | Código: | AG 091/18 |

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

|                                    |   |                                   |                             |       |      |
|------------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|-------|------|
| Descripción de la muestra:         | Salida 3  |                                   |                             |       |      |
| Código de muestreo:                | 3   | Fecha de vencimiento:             | *****                       | Lote: | **** |
| Fecha y hora de muestreo:          | 2018-06-12 Hrs. 13:00                             |                                   |                             |       |      |
| Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto) | PTAR - Uriondo - Tarija Bolivia                   |                                   |                             |       |      |
| Lugar de muestreo:                 | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Uriondo |                                   |                             |       |      |
| Responsable de muestreo:           | Javier Jaime Quispe Jurado                        |                                   |                             |       |      |
| Código de la muestra:              | 477 FQ 318  | Fecha de recepción de la muestra: | 2018-06-12                  |       |      |
| Cantidad recibida:                 | 2000 ml   | Fecha de ejecución de ensayo:     | De 2018-06-12 al 2018-06-20 |       |      |

### III. RESULTADOS

| PARÁMETRO                   | TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO | UNIDAD | RESULTADOS | LIMITES PERMISIBLES<br>(para agua residual) |      | REFERENCIA DE LOS LIMITES |
|-----------------------------|------------------------------|--------|------------|---|------|---------------------------|
|                             |                              |        |            | Min.  | Máx. |                           |
| DBO <sub>5</sub>            | SM 5210 - B                  | mg/l   | 12         |   | 300  | LMA 1333                  |
| DQO                         | USEPA 410.4                  | mg/l   | 146        |   | 375  | LMA 1333                  |
| Grasas y aceites            | SM 5520-B                    | mg/l   | < 0,01     |   | 200  | LMA 1333                  |
| pH (16,8°C)                 | SM 4500-H-B                  |        | 7,33       | 6,5   | 8,5  | LMA 1333                  |
| Sólidos suspendidos totales | SM 2540-D                    | mg/l   | 138        |   | 500  | LMA 1333                  |

SM: Standard Methods

LMA: Ley del Medio Ambiente

< : Menor que

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 20 de junio de 2018

Ing. Adalid Aceituno Cáceres  
 JEFE DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
 FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"  
 CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"  
 Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
 Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
 Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
 Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

|               |                            |          |       |        |           |
|---------------|----------------------------|----------|-------|--------|-----------|
| Cliente:      | Javier Jaime Quispe Jurado |          |       |        |           |
| Solicitante:  | Javier Jaime Quispe Jurado |          |       |        |           |
| Dirección:    | Barrio Anaspugio           |          |       |        |           |
| Teléfono/Fax: | 78242436                   | Correo-e | ***** | Código | AG 091/18 |

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

|                                    |                            |                                   |                             |       |      |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------|------|
| Descripción de la muestra:         | Río Camacho                |                                   |                             |       |      |
| Código de muestreo:                | ***                        | Fecha de vencimiento:             | *****                       | Lote: | **** |
| Fecha y hora de muestreo:          | 2018-06-12 Hrs. 11:00      |                                   |                             |       |      |
| Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto) | Uriondo - Tarija Bolivia   |                                   |                             |       |      |
| Lugar de muestreo:                 | Río Camacho                |                                   |                             |       |      |
| Responsable de muestreo:           | Javier Jaime Quispe Jurado |                                   |                             |       |      |
| Código de la muestra:              | 478 FQ 319                 | Fecha de recepción de la muestra: | 2018-06-12                  |       |      |
| Cantidad recibida:                 | 2000 ml                    | Fecha de ejecución de ensayo:     | De 2018-06-12 al 2018-06-20 |       |      |

### III. RESULTADOS

| PARÁMETRO                   | TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO | UNIDAD | RESULTADOS | LIMITES PERMISIBLES |      | REFERENCIA DE LOS LIMITES |
|-----------------------------|------------------------------|--------|------------|---------------------|------|---------------------------|
|                             |                              |        |            | Min.                | Máx. |                           |
| DBO <sub>5</sub>            | SM 5210 - B                  | mg/l   | 4          | Sin Referencia      |      | Sin Referencia            |
| DQO                         | USEPA 410.4                  | mg/l   | 9          | Sin Referencia      |      | Sin Referencia            |
| Grasas y aceites            | SM 5520-B                    | mg/l   | < 0,01     | Sin Referencia      |      | Sin Referencia            |
| pH (18,1°C)                 | SM 4500-H-B                  |        | 9,18       | Sin Referencia      |      | Sin Referencia            |
| Sólidos suspendidos totales | SM 2540-D                    | mg/l   | 8,0        | Sin Referencia      |      | Sin Referencia            |

SM: Standard Methods

LMA: Ley del Medio Ambiente

< : Menor que

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 20 de junio de 2018

Ing. Adalid Aceituno Cáceres  
 JEFE DEL CEANID



Original: Cliente

Copia: CEANID

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD<br/>DE AGUAS "COSAALT-LTDA"</b><br>Zona: San Luis Telef: 66-30594 | COSAALT-FOR-03<br>Versión 01<br>Vigencia desde 2015 |
|   | <b>INFORME DE ANALISIS DE AGUA</b>   | Página 1 de 1                                       |

### PARTICULAR

**Solicitante** Javier Jaime Quispe Jurado  
**Dirección -Teléfono**  
**DATOS DE MUESTRA** **Nº Análisis:** 009/2019  
**Nº Muestra:** 1  
**Zona:** Prov. Uriondo  
**Lugar de Muestreo:** Valle de La Concepción  
**Punto de Muestreo:** Afluente a Planta de tratamiento de agua residual  
**Nombre del Muestreador:** Tesista: Javier J. Quispe J.  
**Fecha de Muestreo:** 11/03/2019 **Hora:** 14:00 pm.  
**Fecha de Ingreso al Lab:** 11/03/2019 **Hora:** 15:45 pm.

### PARAMETROS DE CONTROL

| Parámetro          | Unidad    | Técnica         | Resultado |
|--------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Coliformes Fecales | NMP/100ml | Tubos múltiples | 4,6E+07   |

**Observaciones:** El resultado obtenido corresponde a la muestra recibida en Laboratorio.

**Fecha de Presentación:** 14/03/2019

  
**Responsable Analisis  
Microbiológico**  
**Téc. Univ. Sup. Leticia Cano de Amador**  
 R.N Nº 11.892  
 Analista Microbiología de Aguas  
 Laboratorio COSAALT Ltda.



  
**Vo Bo**  
**JEFE DPTO. DE CALIDAD**  
 MSc. Ing. Enrique T. Ayarce  
 JEFE DPTO. CALIDAD  
 COSAALT LTDA.

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD<br/>DE AGUAS "COSAALT-LTDA"</b><br>Zona: San Luis Telef: 66-30594 | COSAALT-FOR-03<br>Versión 01<br>Vigencia desde 2015 |
|   | <b>INFORME DE ANALISIS DE AGUA</b>   | Página 1 de 1                                       |

### PARTICULAR

**Solicitante** Javier Jaime Quispe Jurado  
**Dirección -Teléfono**  
**DATOS DE MUESTRA** **Nº Análisis:** 010/2019  
**Nº Muestra:** 2  
**Zona:** Prov. Uriondo  
**Lugar de Muestreo:** Valle de La Concepción  
**Punto de Muestreo:** Efluente de reactor anaeróbico  
**Nombre del Muestreador:** Tesista: Javier J. Quispe J.  
**Fecha de Muestreo:** 11/03/2019 **Hora:** 14:05 pm.  
**Fecha de Ingreso al Lab:** 11/03/2019 **Hora:** 15:45 pm.

### PARAMETROS DE CONTROL

| Parámetro          | Unidad    | Técnica         | Resultado |
|--------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Coliformes Fecales | NMP/100ml | Tubos múltiples | 4,6E+07   |

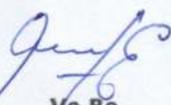
**Observaciones:** El resultado obtenido corresponde a la muestra recibida en Laboratorio.

**Fecha de Presentación:** 14/03/2019

  
**Responsable Analisis  
Microbiológico**

**Téc. Univ. Sup. Leticia Cano de Amador**  
 R.N N° 11.892  
**Analista Microbiología de Aguas**  
 Laboratorio COSAALT Ltda.



  
**Vo Bo**  
**JEFE DPTO. DE CALIDAD**  
 Ing. Enrique T. Ayarde T.  
**JEFE DPTO. CALIDAD**  
**COSAALT LTDA.**

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD<br/>DE AGUAS "COSAALT-LTDA"</b><br>Zona: San Luis Telef: 66-30594 | COSAALT-FOR-03<br>Versión 01<br>Vigencia desde 2015 |
|   | <b>INFORME DE ANALISIS DE AGUA</b>   | Página 1 de 1                                       |

### PARTICULAR

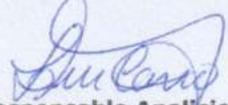
|                                 |   |                              |
|---------------------------------|---|------------------------------|
| <b>Solicitante</b>              | Javier Jaime Quispe Jurado                        | <b>Nº Análisis:</b> 011/2019 |
| <b>Dirección -Teléfono</b>      |   | <b>Nº Muestra:</b> 3         |
| <b>DATOS DE MUESTRA</b>         |   |                              |
| <b>Zona:</b>                    | Prov. Uriondo                                     |                              |
| <b>Lugar de Muestreo:</b>       | Valle de La Concepción                            |                              |
| <b>Punto de Muestreo:</b>       | Efluente de filtro anaeróbico de flujo ascendente |                              |
| <b>Nombre del Muestreador:</b>  | Tesista: Javier J. Quispe J.                      |                              |
| <b>Fecha de Muestreo:</b>       | 11/03/2019  | <b>Hora:</b> 14:10 pm.       |
| <b>Fecha de Ingreso al Lab:</b> | 11/03/2019  | <b>Hora:</b> 15:45 pm.       |

### PARAMETROS DE CONTROL

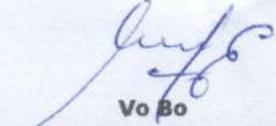
| Parámetro          | Unidad    | Técnica         | Resultado |
|--------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Coliformes Fecales | NMP/100ml | Tubos múltiples | 2,4E+07   |

**Observaciones:** El resultado obtenido corresponde a la muestra recibida en Laboratorio.

**Fecha de Presentación:** 14/03/2019

  
**Responsable Analisis  
Microbiológico**  
 Téc. Univ. Sup. Leticia Cano de Amador  
 R.N N° 11.892  
 Analista Microbiología de Aguas  
 Laboratorio COSAALT Ltda.



  
**Vo Bo**  
**JEFE DPTO. DE CALIDAD**  
 MSc.Ing. Enrique T. Ayarce T.  
 JEFE DPTO. CALIDAD  
 COSAALT LTDA.

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD<br/>DE AGUAS "COSAALT-LTDA"</b><br>Zona: San Luis Telef: 66-30594 | COSAALT-FOR-03<br>Versión 01<br>Vigencia desde 2015 |
|   | <b>INFORME DE ANALISIS DE AGUA</b>   | Página 1 de 1                                       |

### PARTICULAR

**Solicitante** Javier Jaime Quispe Jurado  
**Dirección -Teléfono**  
**DATOS DE MUESTRA** **Nº Análisis:** 012/2019  
**Zona:** Prov. Uriondo **Nº Muestra:** 4  
**Lugar de Muestreo:** Valle de La Concepción  
**Punto de Muestreo:** Efluente final de planta de tratamiento de agua residual  
**Nombre del Muestreador:** Tesista: Javier J. Quispe J.  
**Fecha de Muestreo:** 11/03/2019 **Hora:** 14:15 pm.  
**Fecha de Ingreso al Lab:** 11/03/2019 **Hora:** 15:45 pm.

### PARAMETROS DE CONTROL

| Parámetro          | Unidad    | Técnica         | Resultado |
|--------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Coliformes Fecales | NMP/100ml | Tubos múltiples | 2,1E+07   |

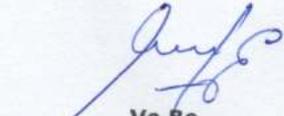
**Observaciones:** El resultado obtenido corresponde a la muestra recibida en Laboratorio.

**Fecha de Presentación:** 14/03/2019

  
**Responsable Análisis  
Microbiológico**

Téc. Univ. Sup. Leticia Cano de Amador  
 R.N Nº 11.892  
 Analista Microbiología de Aguas  
 Laboratorio COSAALT Ltda.



  
**Vo Bo**  
**JEFE DPTO. DE CALIDAD**  
 MSc.Ing. Enrique T. Ayarde F.  
 JEFE DPTO. CALIDAD  
 COSAALT LTDA.

### ANEXO 3

## REPORTE FOTOGRÁFICO VARIOS

### Canal de llegada, rejillas y desarenador



### Canal de entrada al RAP



### Vista laterales del RAP



### Vista al interior de las cámaras del RAP



### Efluente del RAP



### Vista en planta del Filtro anaeróbico de flujo ascendente



### Vista del humedal artificial de flujo superficial de totora



### Cámara del efluente de la PTAR y cuerpo receptor



### Aforacion de caudales en el efluente de la PTAR



**Aforando caudales en horas de menor demanda**



**Aforando caudales en horas de mayor demanda**



**Tomas de muestras de agua (afluente, efluente de la PTAR y cuerpo receptor río Camacho)**



## **ANEXO 4**

# **MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL VALLE DE LA CONCEPCIÓN.**

### **Introducción**

En los últimos años el tratamiento de las aguas residuales ha tomado mayor fuerza, aunque cabe resaltar que aún falta bastante camino por recorrer, por tal motivo es de vital importancia crear medidas de mitigación que ayuden a disminuir y controlar la contaminación en los cuerpos de agua. Para tal fin se debe contar con la infraestructura adecuada al tipo de aguas a tratar y, de igual forma, contar con personal idóneo y capacitado que desarrolle labores de mantenimiento y funcionamiento en la planta.

### **Objetivos del Manual**

Los objetivos principales son la identificación y uniformización de Los procedimientos básicos de operación y mantenimiento en las plantas de tratamiento de Aguas residuales domésticas y la determinación de los requisitos de seguridad e higiene que deben reunir las plantas de tratamiento contribuyendo así con la protección del operador y la población o comunidades aledañas.

Con el manual de operación y mantenimiento: el operador debe responderse estas interrogantes: ¿Qué hacer?, ¿cuándo?, ¿cómo? ¿qué herramienta utilizo?; para cada tipo de tratamiento y elementos de la planta de tratamiento, en el tiempo y momento preciso.

Es importante que el operador de la planta haga un buen uso de este documento, con el fin de que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales trabaje lo más eficientemente posible. Tener en cuenta en el caso que la Planta presente algún problema de cualquier naturaleza deberá informar inmediatamente a autoridad superior.

Antes de conocer las actividades a desarrollar por operador debe conocer el equipo de protección personal.

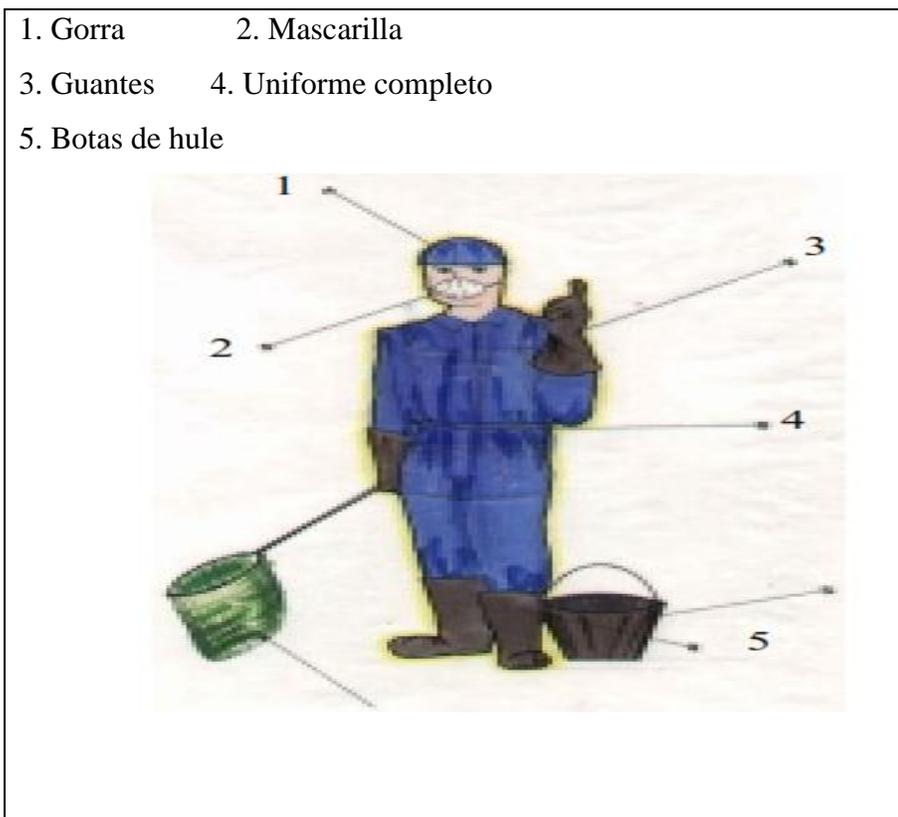
## Equipo de protección personal

Esta sección está dedicada a proporcionarle al operador una lista de las técnicas de prevención de accidentes, además se establece y describe el equipo de Protección Personal a utilizar en las plantas de tratamientos de aguas residuales.

Equipo de Protección Personal (EPP): Se describe el equipo a utilizar y además en que labores utilizarlo, se hace énfasis en que los operadores verifiquen el buen estado de los mismos antes de usarlos y que informen al supervisor si éste está dañado o deteriorado.

**El equipo de protección personal está compuesto por:**

**Figura. Equipo de protección personal**



Fuente: AIDIS

**Las técnicas de prevención de accidentes se describen a continuación:**

- ✚ **Aseo y orden:** La primera medida de prevención de accidentes y enfermedades es el aseo y orden correcto de las instalaciones.

- ✚ **Uso adecuado de herramientas:** Se proporciona al operador una serie de recomendaciones para su uso.
- ✚ **Prevención y control de incendios:** Dada la práctica común de quemar las basuras y desechos es conveniente instruir al operador en la prevención y control de incendios.
- ✚ **Señalización:** Como una medida de seguridad, se recomiendan los tipos de señales a utilizar en las plantas de tratamiento.

**El manual básico se ha dividido en las partes siguientes:**

### **Elementos para el tratamiento preliminar**

#### **Rejillas**

**Mantenimiento:** Este consiste principalmente en la limpieza y recolección de las basuras que se detienen en las rejillas, además de la disposición de estos desechos. Las actividades a realizar son las siguientes:

#### **Diariamente:**

Limpiarlas por lo menos dos veces al día con un rastrillo metálico especial, por la mañana y por la tarde, la forma más recomendada de hacerlo es comenzar a limpiar desde el fondo hacia arriba y dejar escurrir estos desechos en la placa perforada o en un molde.

- ✚ Después de escurridos los desechos retirarlos y limpiar la placa perforada con una escoba plástica para evitar que queden restos que puedan dar origen a malos olores.
- ✚ Colocar los sólidos escurridos en un depósito de basura o en un contenedor, y luego cubrirlos con cal para evitar malos olores y la proliferación de insectos.
- ✚ También deben eliminarse los depósitos de arena u otros desechos que se depositan aguas arriba de las rejillas que pueden provocar reflujos o impedir el paso del agua.
- ✚ Después de efectuada la limpieza, lavar las rejillas y las paredes con agua a presión, para evitar los malos olores y la proliferación de insectos y roedores.

**Una vez al año:**

- ✚ Se deben revisar las rejillas, si presentan corrosión, lijarlas y pintarlas; también deben revisarse las paredes y fondo del canal y en caso de encontrar muestras de deterioro, estos deben repararse siempre que sea posible. De esta manera se asegura que las estructuras duren más.

**Importante:**

- ✚ Recordar que en período de lluvia, la limpieza de la rejilla debe realizarse después de una tormenta, pues puede obstruirse y provocar rebalse.

**Disposición de los desechos:**

- ✚ Los desechos recolectados en los depósitos de basura deben ser enterrados.

**Desarenador**

**Mantenimiento:** La limpieza de los desarenadores consiste básicamente en retirar las arenas que se sedimentan en su fondo y limpiar las paredes. Entre las actividades que deben realizarse están:

**Diariamente:**

- ✚ Los desarenadores deben limpiarse por lo menos una vez, de preferencia por la mañana.
- ✚ Las arenas deben retirarse con una pala, colocándolas en un depósito para luego trasladarlas a los patios de secado para su escurrimiento.
- ✚ En caso de lluvias muy fuertes deben operarse el canal

**Semanalmente:**

- ✚ Recuerde lavar paredes y pisos con una escoba o cepillo plástico y así evitará que proliferen insectos y malos olores debido a los sedimentos que queden sobre éstos.

**Mensualmente:**

- ✚ Deben engrasarse los tornillos y aquellas partes que sirven para la abertura y cierre de las compuertas si los tuviese..

**Anualmente:**

- ✚ Se deberán revisar los canales desarenadores, si se encuentran daños repararlos.

**Disposición de desechos:**

- ✚ Las arenas pueden ser depositadas en los lechos de secado para su escurrimiento, después deben enterrarse con los otros desechos.

**Elementos para el tratamiento primario****Reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA)**

**Mantenimiento:** Su mantenimiento consiste en la remoción de natas y sólidos flotantes.

A continuación se presentan las actividades que deben realizarse en la operación de este elemento:

**Diariamente:**

- ✚ Limpiar los vertederos de los canales de recolección y de alimentación, para que el agua fluya uniformemente.
- ✚ Limpiar la capa flotante acumulada en la superficie del reactor con un colador de malla metálica con preferencia las primeras cámaras revisar primeramente, en caso de tanques cerrados, sin compuertas, esta tarea puede realizarse con menos frecuencia.

**Precaución:**

- ✚ No intente levantar las tapaderas pesadas o muy grandes sin la ayuda adecuada que puede provocar accidente.

**Purga de lodos**

- ✚ La purga de lodos consiste en sacar el lodo excedente de los tanques, esto se hace por medio de válvulas, tuberías o canales diseñadas para este fin.

- ✚ Recordar lavar con agua a presión la tubería de purga de lodos después que ésta haya sido utilizada

### **Semanal**

- ✚ No se debe observar la proliferación de vectores
- ✚ En las distintas cámaras se deberá observar explosiones de gas y lodo en forma más o menos continua.
- ✚ Las burbujas de gas deben ser pequeñas y dispersas que grandes y localizadas.
- ✚ El lodo que sale a flote, debería sedimentarse rápidamente.
- ✚ No se debería sentir malos olores a más de diez metros a la redonda.
- ✚ El lodo como el agua residual tratada no deben atraer insectos (moscas)
- ✚ A la entrada y salida del reactor se debe controlar: PH, turbidez y eficiencia de remoción de DQO.

### **Mensualmente:**

- ✚ Medir la profundidad de los lodos contenidos en el reactor, para esto puede utilizarse una vara larga (5 metros o de acuerdo a la profundidad del tanque) a la que se le ha enrollado una tela absorbente de preferencia blanca en uno de los extremos, el que se introducirá primero.
- ✚ La tela debe abarcar por lo menos 2/3 de la vara, es decir, si la a vara mide 5 metros la tela debe abarcar 2/3 de 5, que son 3.33 metros.
- ✚ Es recomendable que el supervisor tome muestras del lodo a purgar para evaluar la calidad del Iodo contenido en el reactor.

### **Anualmente:**

- ✚ Deben revisarse los elementos que forman la estructura como canaletas, tubos de pvc, los baffles, etc.
- ✚ También deben revisarse y repararse los elementos auxiliares como compuertas, escaleras, barandas, etc.

### **Sedimentador primaria**

**Mantenimiento:** Este consiste en la limpieza constante del elemento, se deben realizar las siguientes actividades:

### **Diariamente:**

- ✚ Retirar las natas, espumas y sólidos flotantes que se acumulan en la superficie de la pantalla deflectora con un colador de malla de alambre galvanizado.
- ✚ Las natas y demás flotantes deben retirarse para evitar el desarrollo de insectos y olores desagradables.
- ✚ Los sólidos y natas recolectados deben ser trasladados a los patios de secado para su escurrimiento.
- ✚ Limpie con una escoba plástica el canal perimetral para evitar sedimentos y que éste se vuelva resbaloso.
- ✚ Recuerde realizar la extracción de lodos dos veces, una por la mañana y otra por la tarde con un período de espaciamiento de siete horas, es decir, si se realiza la extracción a las 9:00 de la mañana la siguiente debe hacerse a las 4:00 de la tarde.
- ✚ Durante las épocas de lluvia debe retirarse el agua que se filtra a las cajas de inspección y de visita y también la que se acumula en las tapaderas de éstas.

### **Mensualmente**

- ✚ Revisar con una varilla la cantidad de lodos que ocupa el tanque o cámara de carga si se encuentra con nivel para que funcione adecuadamente.

### **Una vez al año:**

Revisar la estructura. En caso de cámara o tanque de concreto no enterrados verificar que no hallan filtraciones; fisuras, grietas o desmoronamiento deben repararse aplicando una mezcla fina de mortero.

### **Elementos para el tratamiento primario**

#### **Filtro anaeróbico de flujo ascendente-FAFA**

**Mantenimiento:** Las actividades a realizar se describen a continuación:

## **Diariamente:**

- ✚ Recuerde mantener la superficie del medio filtrante libre de hierbas o cualquier acumulación de hojas u otras basuras, ya que estas pueden causar encharcamientos, además al pudrirse pueden generar olores desagradables y criadero de insectos.
- ✚ Los indicadores de que se encuentra colmata o está saturado de lodos son los encharcamientos y las zonas muertas, en caso de que éstos se presenten deben notificarse al supervisor por que requiere de un mantenimiento con uso de bombas y maquinarias...

## **Elementos para el tratamiento terciario**

### **Humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial de totora**

#### **Operación**

La operación básicamente consiste en la cosecha y el deshierbe y varía según el tipo de humedal. En humedales de flujo superficial la cosecha o corte se realiza para evitar la incorporación de materia orgánica adicional al agua y el reciclado de nutrientes absorbidos por las plantas

Sin embargo, en caso de que las especies superen su capacidad de retención de contaminantes, se procederá al corte de la parte aérea y eliminación del humedal. Se debe tener en cuenta que la época en la que los rizomas tienen menos reservas es hacia finales del verano, por lo que si se efectúa la siega, el vigor de las plantas se verá afectado. En épocas más tardías, ya no es probable que el corte comprometa el crecimiento de la planta

Revisar semanalmente que flujo tenga una distribución uniforme por toda el área de humedal.

## **Trabajos complementarios**

La planta de tratamiento cuenta con un cerramiento que debe ser inspeccionado una vez a la semana, recorriendo todo el perímetro para detectar daños en los postes o el alambre. Es importante mantener el recinto bien aislado para impedir el acceso de personal ajeno a la planta.

La vía de acceso y la zona de parqueo de la planta deben mantenerse en buen estado. El operador deberá efectuar poda regular del prado. Se debe realizar el mantenimiento de la barrera viva podando selectivamente las ramas superiores de los árboles.

Adicionalmente, deberá mantener aseada la caseta del operador y reportar la necesidad de reparación, reposición de utensilios o mejoramiento de las instalaciones a su inmediato superior.