**MS 1 - Parametri operativi del processo biologico e metodi di rilievo, campionamento e analisi.**

| **Analisi/Prova/Parametri** | **U.M.** | **Metodo rilievo /campionamento** | **Metodo analisi di laboratorio** |
| --- | --- | --- | --- |
| Qin - Qr | m3/h | Flussometri H+E in linea | - |
| Q spurgo | m3/d | Flussometro H+E | - |
| Parametri bulk liquido  pH, T, ORP, NH4-N, NO3-N | unità -°C  mV-mg/L | Sonde HACH in linea\* | - |
| SST ossidazione/ricircolo | g/L | Sonde HACH in linea\*  Analisi Laboratorio | IRSA CNR Q64 vol.II – 1A, 1984 |
| SSV ossidazione/ricircolo | g/L | Analisi Laboratorio | IRSA CNR Q64 vol.II – 1A, 1984 |
| COD tal quale/filtrato  (IN-OUT Biologico) | mg/L | Campionamento medio giornaliero  Ingresso: campionatore refrigerato ISCO Avalanche (Politecnico di Milano)  Uscita: campionatore SIGMA9000 (SIAD) | Kit Lange |
| TKN (IN-OUT Biologico) | mg/L | Kit Lange |
| NH4-N (IN-OUT Biologico) | mg/L | Kit Lange |
| NO2-N (IN-OUT Biologico) | mg/L | Kit Lange |
| NO3-N (IN-OUT Biologico) | mg/L | Kit Lange |
| SST (IN-OUT Biologico) | mg/L | APAT IRSA CNR 29/03 Met 2090B |
| Velocità crescita cellulare massima (biomassa eterotrofa) µH | d-1 | Test respirometrico | Respirometro IDEA (Idea Bioprocess Control Technology srls, Bergamo)  *Caratterizzazione di reflui civili e industriali con l’uso di tecniche respirometriche*. Caffaz.S, Publiacqua SpA, |
| Resa cellulare (biomassa eterotrofa) YH | gCODSSV/gCOD |
| Velocità di decadimento (biomassa eterotrofa) bH | d-1 |
| Frazione biodegradabile bCOD | mgO2/L |
| Velocità di nitrificazione e di rimozione nitriti | mgN/mgSSV/h |
| Sludge Volume Index (SVI) | mL/gSST | SSsed/SST | SSsed: APAT IRSA CNR 29/03 Met.2090C |
| Analisi biologica fango attivo | - | Campionamento istantaneo | IRSA CNR Q 110 app.2, 1999  IRSA CNR Q 64 Vol. I, 1983  Jenkins et al., 2004  Madoni et al., 1994 |
| Conta batterica eterotrofa  fango attivo | UFC/gSSV | CBT 22 APAT IRSA 7050 2003 |
| Conta batteri nitrificanti  fango attivo | MPN/gSSV | IRSA CNR Vol I cap 2 paragrafo 2.6 |
| FISH | % | Campioni istantanei congelati | Amann et al., 1990; Bellucci e Curtis, 2011 |
| Portata fanghi di ossidazione alimentata al reattore di contatto | m3/h | Flussometro Siemens - in linea | - |
| Portata gas (miscela O2/O3) alimentata al reattore di contatto | Nm3/h | Flussimetro generatore O3 – in linea | - |
| Concentrazione O3 gas alimentato a reattore di contatto | g/Nm3 | Analizzatore BMT – in linea | - |

*\*calibrazione periodica sonde in linea mediante soluzioni standard / analisi di laboratorio*

MS2 – Condizioni operative e prestazioni del processo biologico ad ossigeno puro e caratterizzazione refluo in ingresso e in uscita dal processo stesso nelle ultime fasi sperimentali con sistema di ozonolisi in funzione e non. (n=16-24)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **Ingresso biologico** | | **Uscita biologico** | |
|  |  | **dic-20 - gen 21** | **feb.21-mar.21** | **dic-20 - gen 21**  **senza ozonolisi** | **feb.21-mar.21**  **con ozonolisi** |
| Cf | gCOD/gVSS/d | 0,15 ± 0,05 | 0,20 ± 0,05 | - | - |
| CN | gN/kgVSS/h | 1,18 ± 0,43 | 1,16 ± 0,19 | - | - |
| T ossidazione | °C | - | - | 14,4 ± 1,58 | 16,4 ± 1,51 |
| OD ossidazione | mgO2/l | - | - | 0,65 ± 0,14 | 0,50 ± 0,18 |
| CODtq | mg/l | 106 ± 31 | 114 ± 32 | 23,5 ± 11,2 | 24,1 ± 7,46 |
| CODsol | mg/l | 42,0 ± 16 | 34,8 ± 20,3 | 13,8 ± 7,63 | 11,6 ± 4,59 |
| TKN | mg/l | 19,1 ± 8,7 | 15,3 ± 1,91 | 2,68 ± 1,44 | 5,02 ± 1,58 |
| NH4-N | mg/l | 13,2 ± 4,0 | 9,58 ± 1,09 | 0,84 ± 0,89 | 0,78 ± 0,74 |
| NO3-N | mg/l | 2,06 ± 0,62 | 2,11 ± 0,75 | 8,05 ± 2,45 | 10,4 ± 1,92 |
| NO2-N | mg/l | 0,48 ± 0,12 | 0,28 ± 0,12 | 0,09 ± 0,08 | 0,06 ± 0,04 |
| Norg | mg/l | 5,89 ± 8,49 | 5,74 ± 1,66 | 1,85 ± 1,15 | 4,24 ± 1,40 |
| Ntot | mg/l | 21,6 ± 8,81 | 17,7 ± 2,08 | 11,1 ± 1,41 | 15,5 ± 2,10 |
| SST | mg/l | 67,9 ± 75,0 | 69,8 ± 26,6 | 10,0 ± 7,66 | 9,24 ± 4,11 |
| Resa TKN | % | - | - | 83 ± 11 | 67 ± 10 |
| Resa NH4-N | % | - | - | 93 ± 7 | 92 ± 7 |
| Resa Ntot | % | - | - | 41 ± 15 | 12 ± 14 |

MS3 - Costi unitari ed ipotesi per l'analisi di sostenibilità economica.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **U.M.** | **Scenario Base** | **Scenario “critico”** |
| Consumo specifico di ossigeno | kgO3/kgO2 | 0,07 | |
| Resa di trasferimento impianto ad aria | - | 25% | |
| Consumo energetico specifico insufflazione aria | kgO2/kWh | 1,5 | |
| Recupero ossigeno in impianto ad ossigeno | - | 70% | |
| Consumo energetico produzione ozono (generatore, raffreddamento e reattore di contatto) | kWh/kgO3 | 9 | |
| Costo energia unitario | €/kWh | 0,15 | 0,5 |
| Costo ossigeno unitario | €/kgO2 | 0,1 | 0,3 |
| Dosaggio di ozono specifico | gO3/kgSSTevitato | 90 | |
| Riduzione SST fanghi da smaltire | % | 39 | |
| Concentrazione SST fango in uscita dal sedimentatore II° | gSST/gf.u. | 0,01 | |
| Dosaggio polielettrolita in centrifuga | g/kgSST | 9 | |
| Costo polielettrolita | €/kg | 2 | |
| Consumo medio centrifuga | kWh/m3 | 2,5 | |
| Concentrazione SST nel fango umido smaltito | gSST/gf.u. | 0,25 | |