

ANEXO II

FIGURAS



Figura 1. Esfera de musgo del tipo *Mososphere*®.



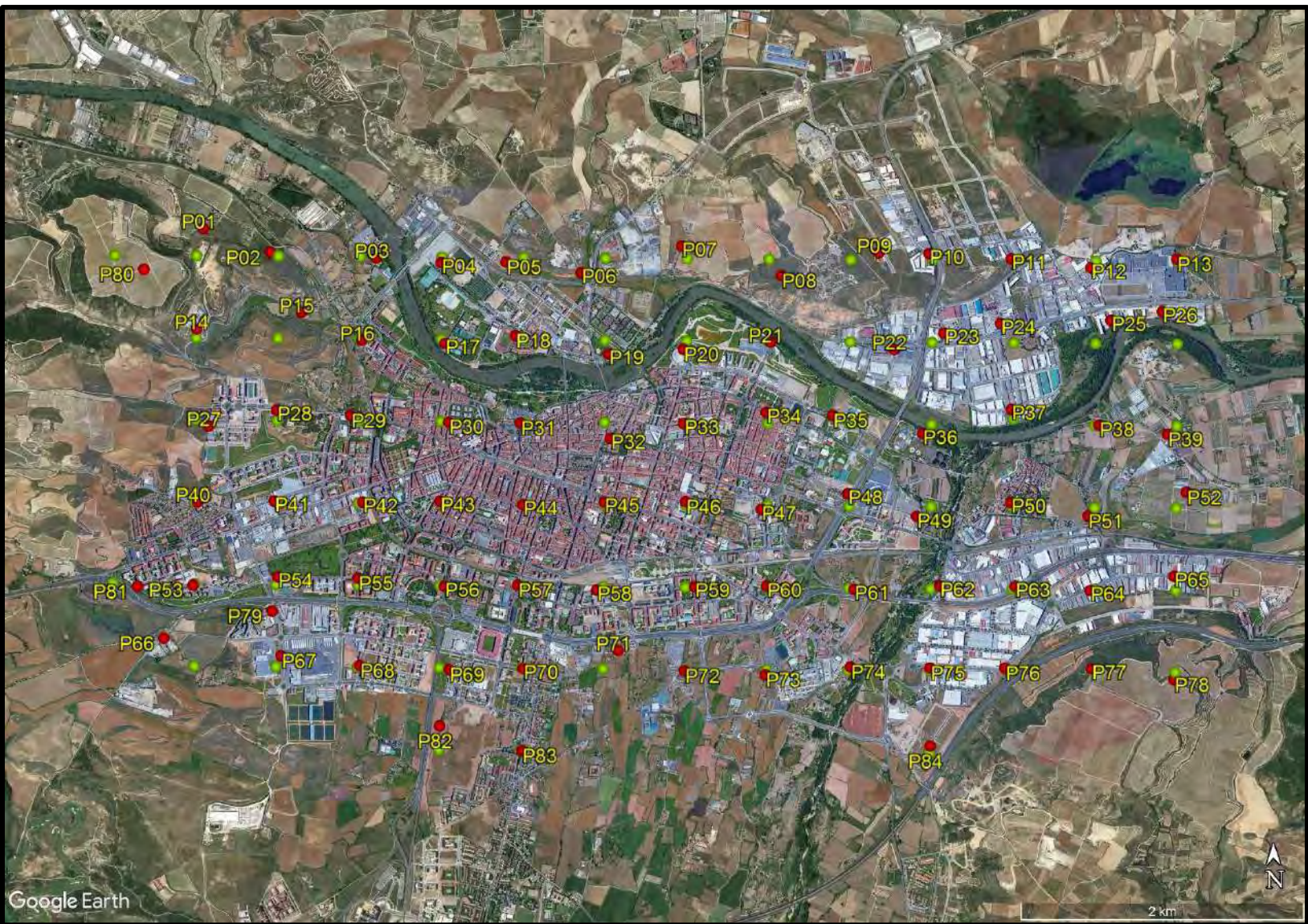
Figura 2. Ejemplar del árbol ornamental *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton (aligustre).



Figura 3. Fotobiorreactor utilizado en el cultivo del clon del musgo *Sphagnum palustre* L.



Figura 4. Musgo cultivado en fotobiorreactor.



● Punto teórico

● Punto real

Figura 5. Malla de muestreo basada en esferas de musgo (*Mossphere*®), que constaba de 84 puntos en total: 78 en una malla regular de 575 m de lado, 1 ubicado en la sede de la Dirección General de Calidad Ambiental y Agua (número 79), y 5 en puntos presumiblemente limpios de contaminación de la periferia urbana (números 80-84).



Figura 6. Farolas de alumbrado público utilizadas como soporte de la esfera de musgo (*Mossphere*®).



Figura 7. Pértigas utilizadas como soporte de la esfera de musgo (*Mossphere*®).

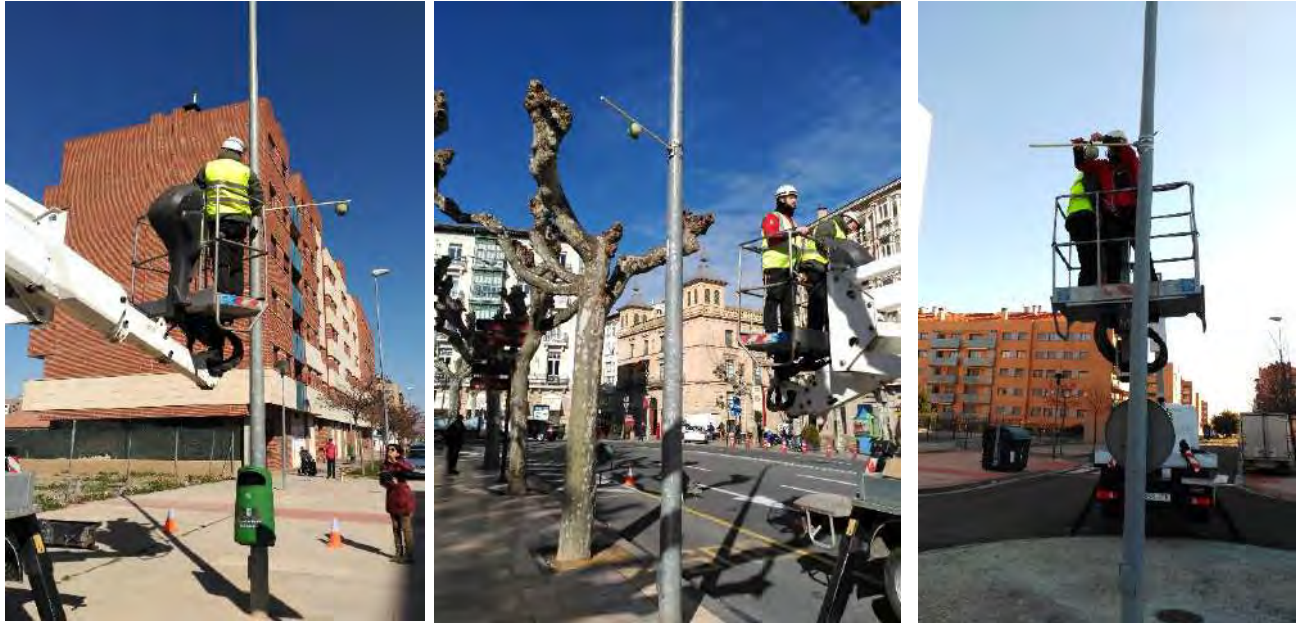


Figura 8. Proceso de colocación de las esferas de musgo, respetando las normas de seguridad laboral y circulación.



Figura 9. Abrazaderas metálicas para sujetar el mástil al soporte



Figura 10. Anclaje robusto del mástil al soporte.



Figura 11. Esferas de musgo en bolsas selladas al vacío antes de su colocación.



Figura 12. Restos de una de las esferas afectadas por el vandalismo.



Figura 13. Zonas (en verde) donde se encuentran aligustres en Logroño.



● Punto teórico

● Punto real

Figura 14. Malla de muestreo basada en aligustre, que constaba de 50 puntos en total, distribuidos en una malla de 500 m de lado dentro de la ciudad de Logroño.



Figura 15. Hojas de aligustre secándose a temperatura ambiente en el laboratorio.



Figura 16. Hojas de aligustre en bolsas selladas al vacío y dispuestas para los análisis.



Figura 17. Medida de índice de área foliar (LAI) en un ejemplar de aligustre con el analizador de dosel vegetal LI-COR LAI-2200C.

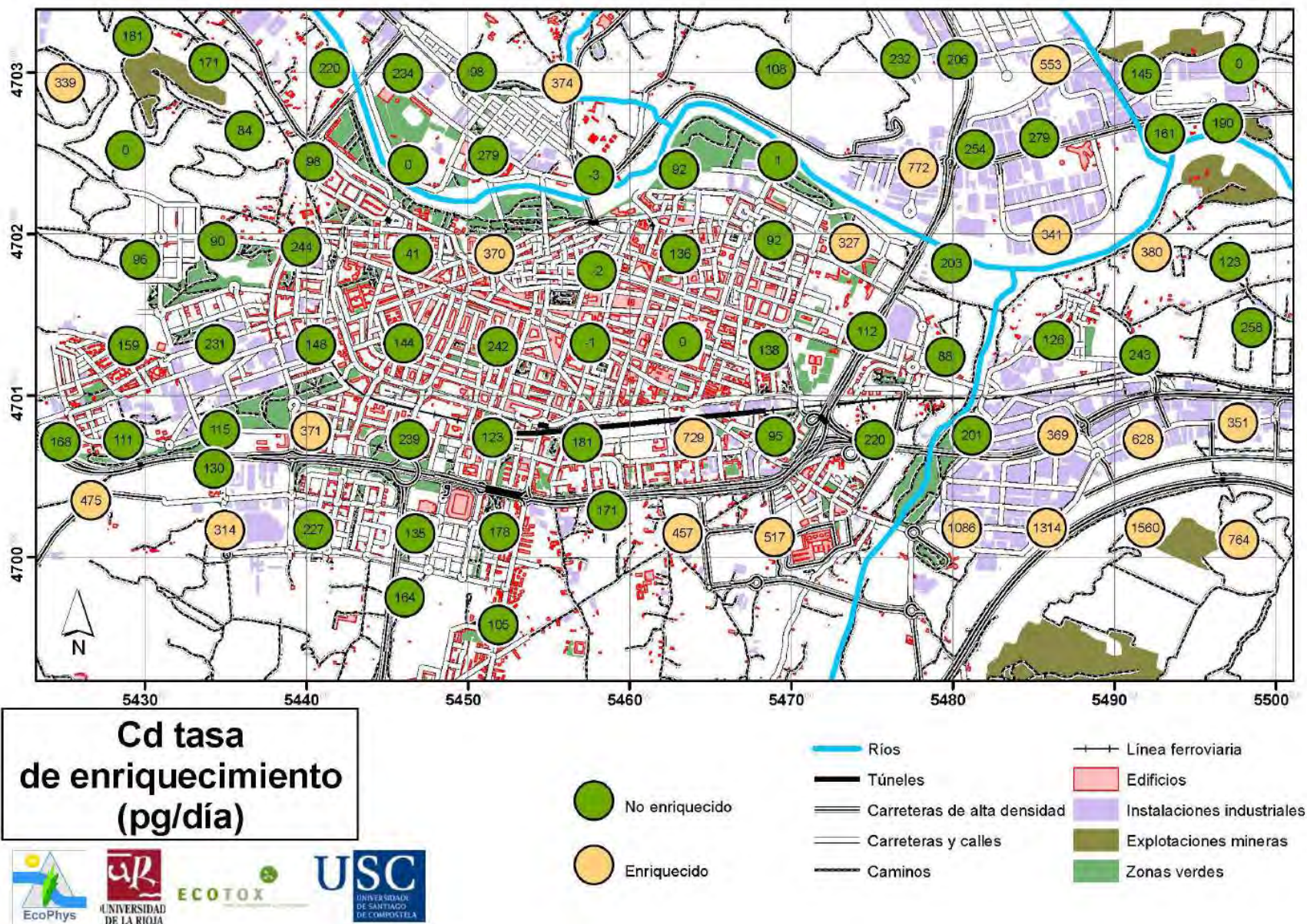


Figura 18. Tasa de enriquecimiento de Cd en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

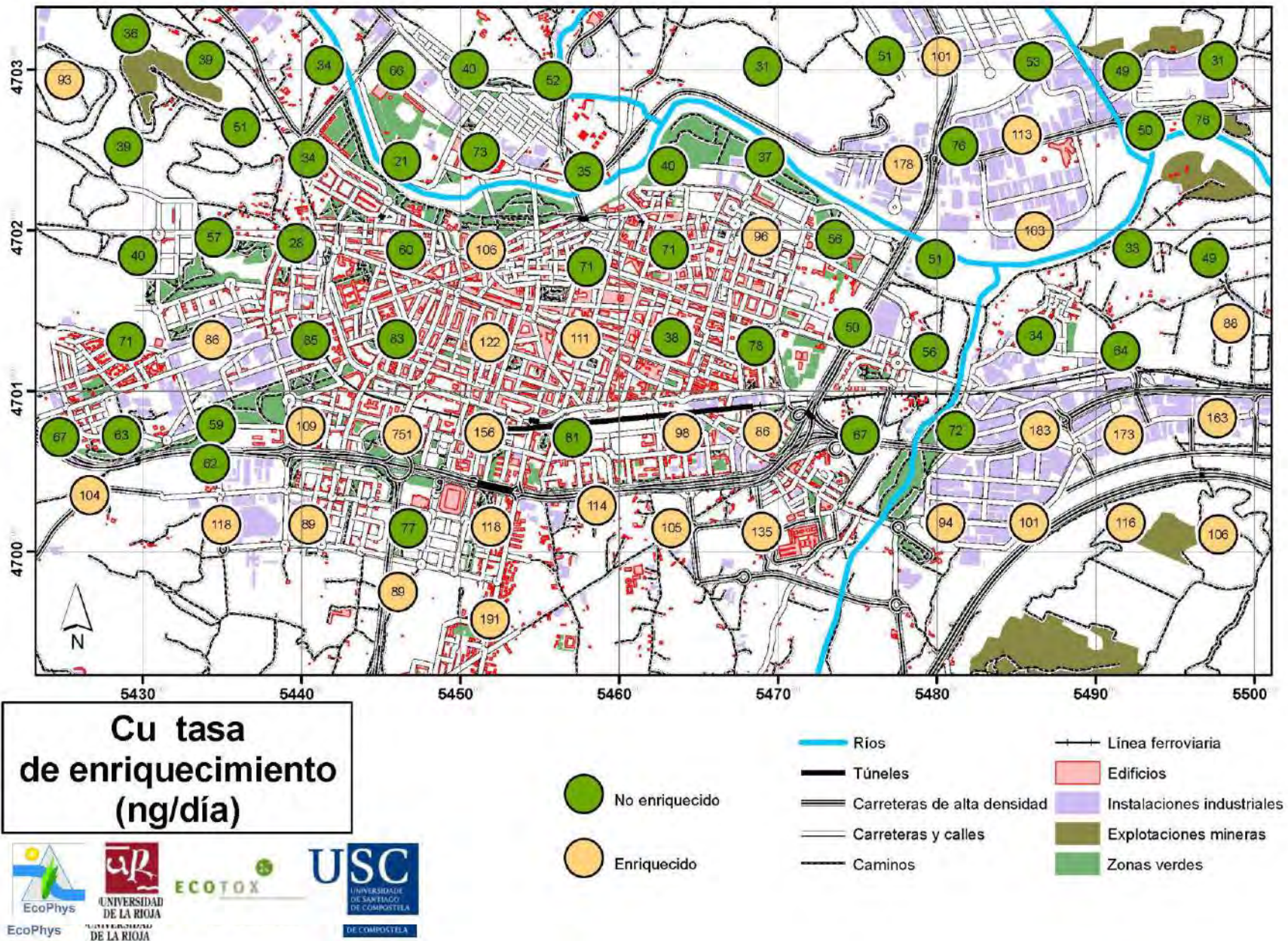


Figura 19. Tasa de enriquecimiento de Cu en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

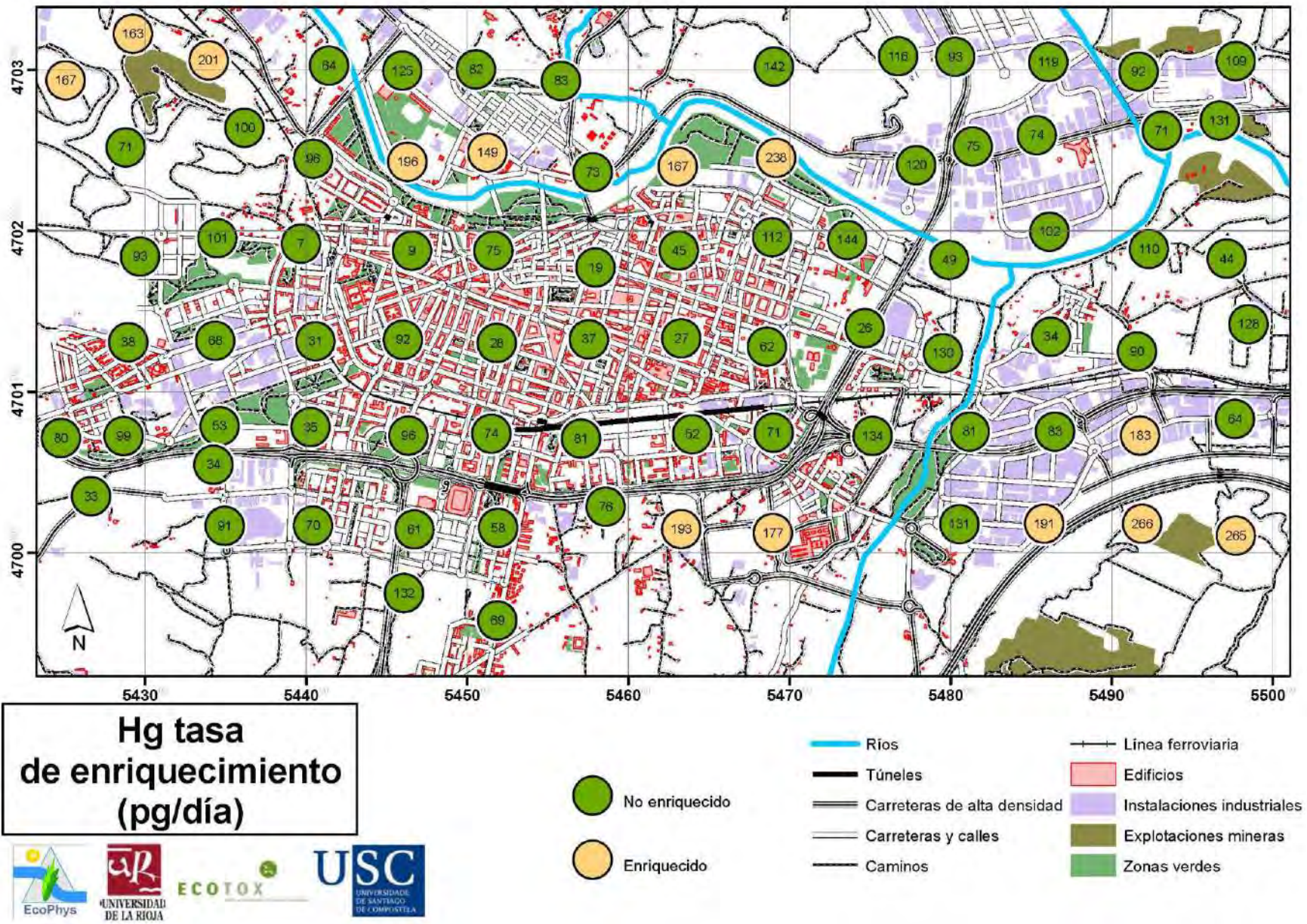


Figura 20. Tasa de enriquecimiento de Hg en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

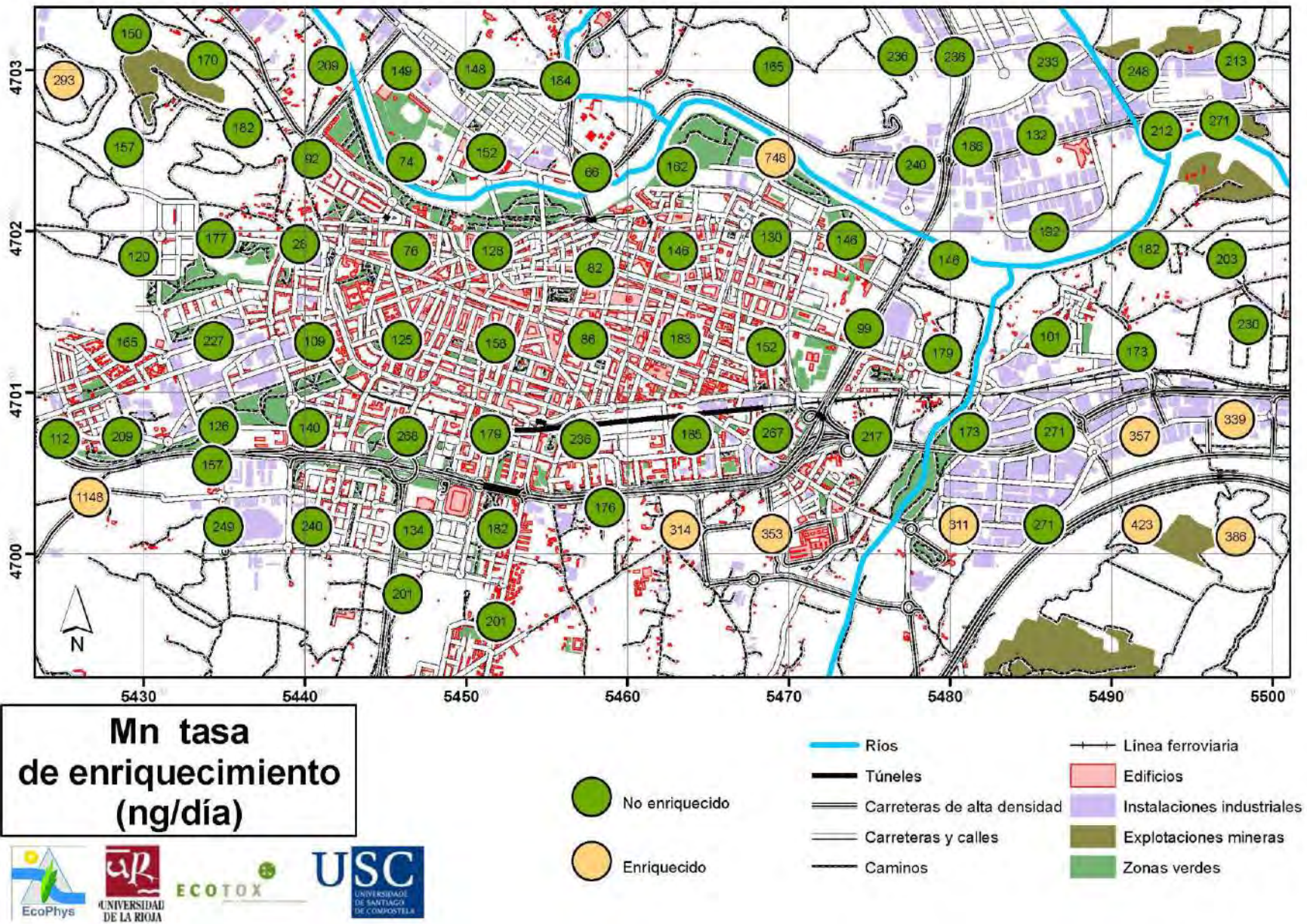


Figura 21. Tasa de enriquecimiento de Mn en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

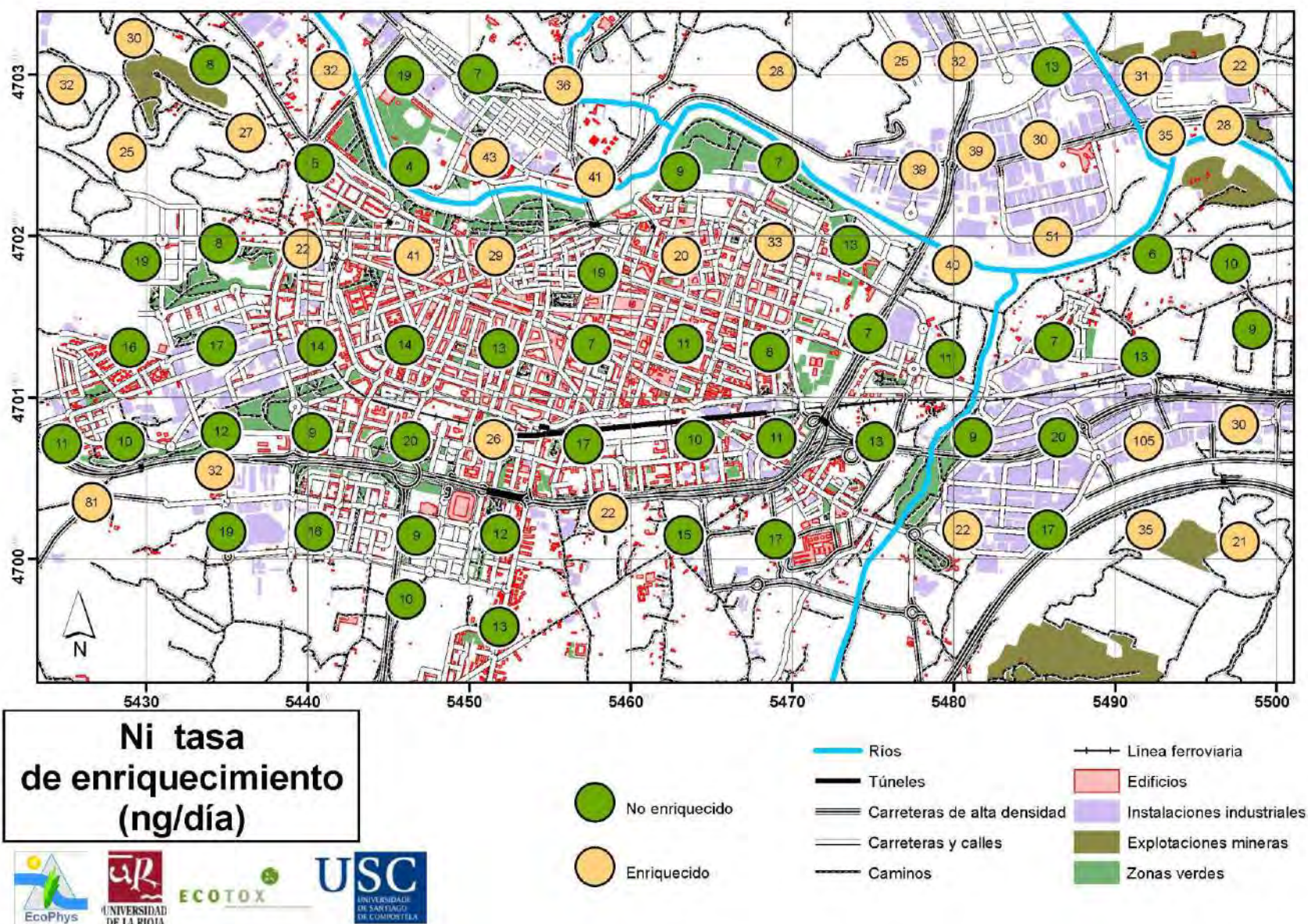


Figura 22. Tasa de enriquecimiento de Ni en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

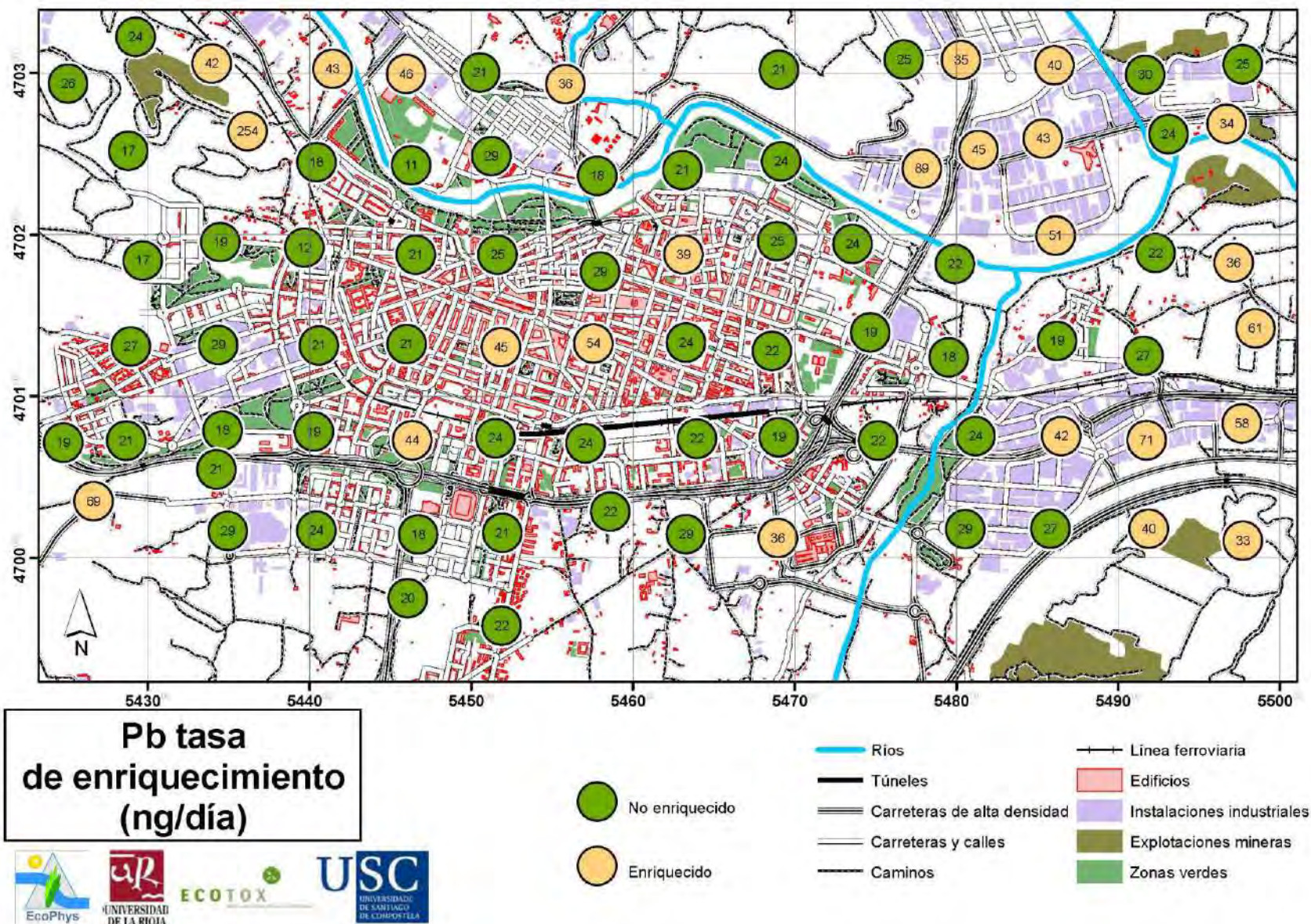


Figura 23. Tasa de enriquecimiento de Pb en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

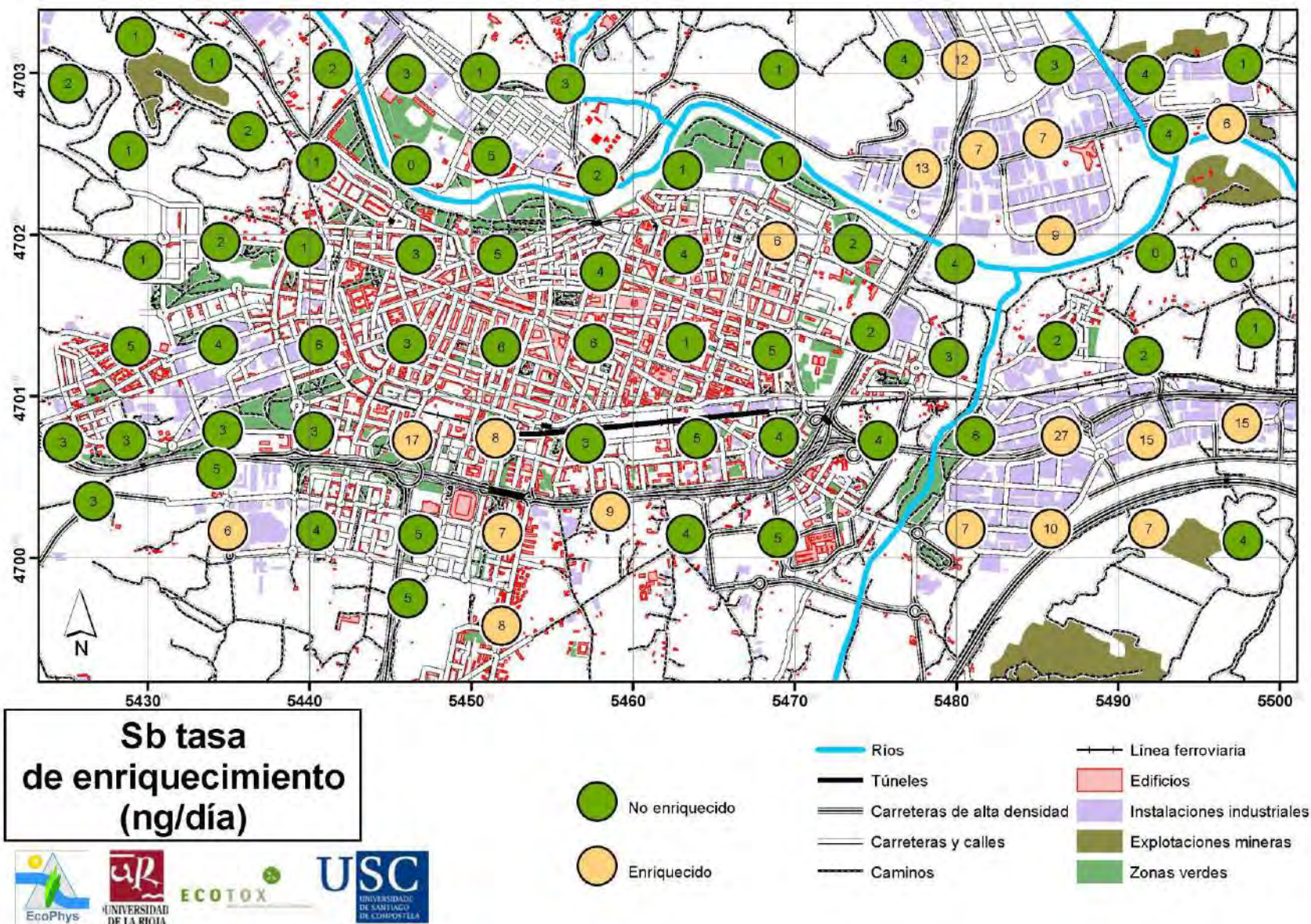


Figura 24. Tasa de enriquecimiento de Sb en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

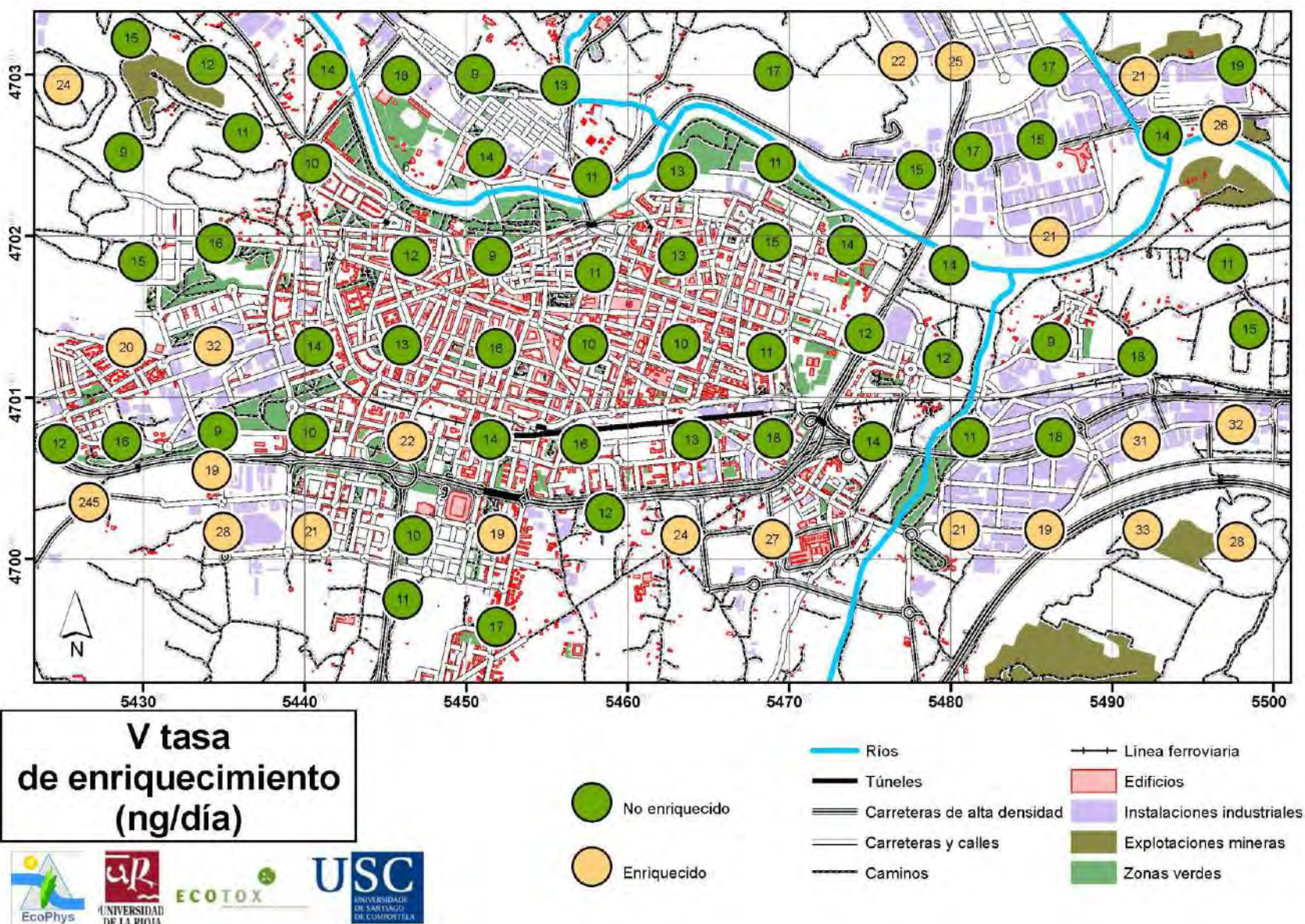


Figura 25. Tasa de enriquecimiento de V en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

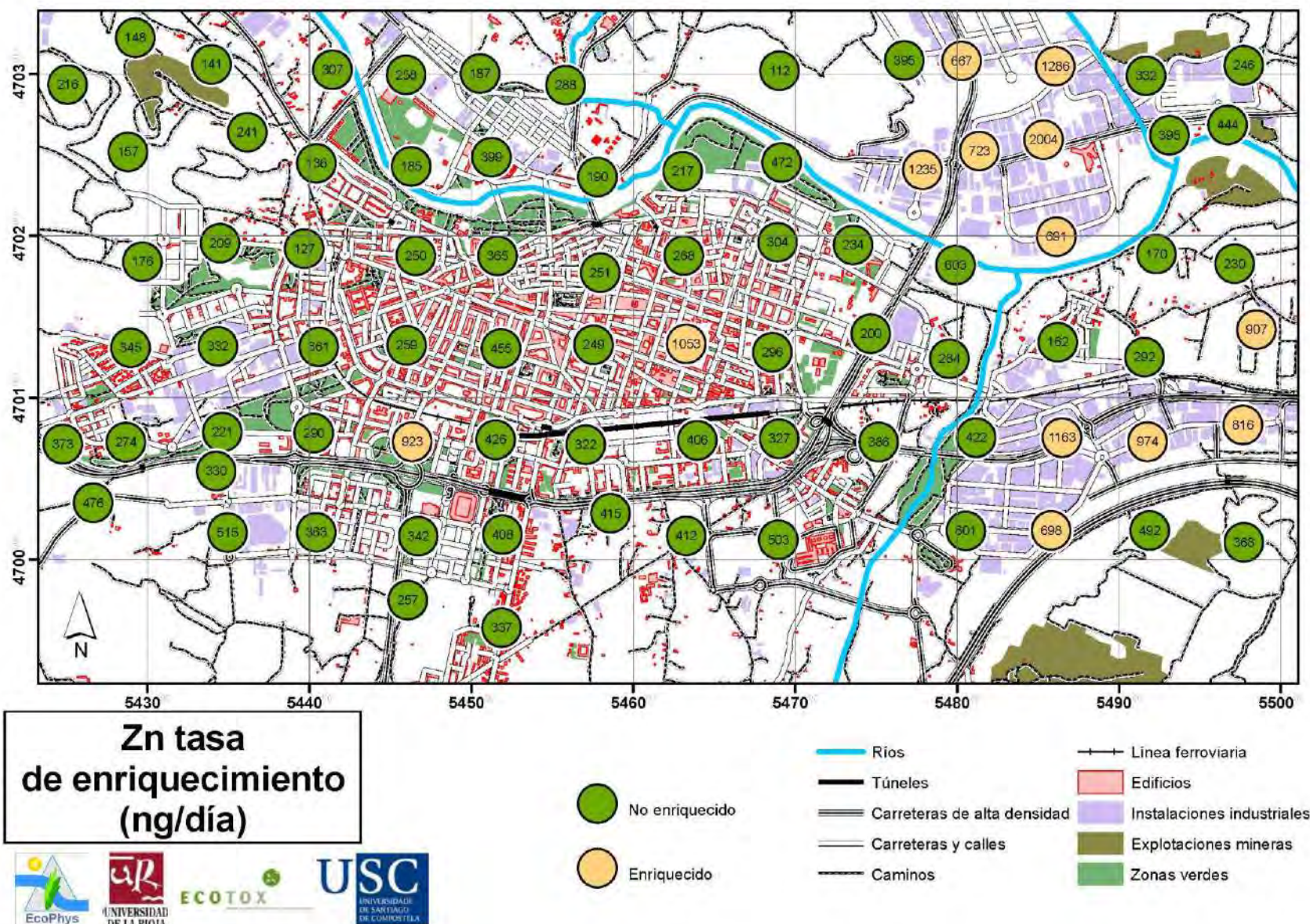
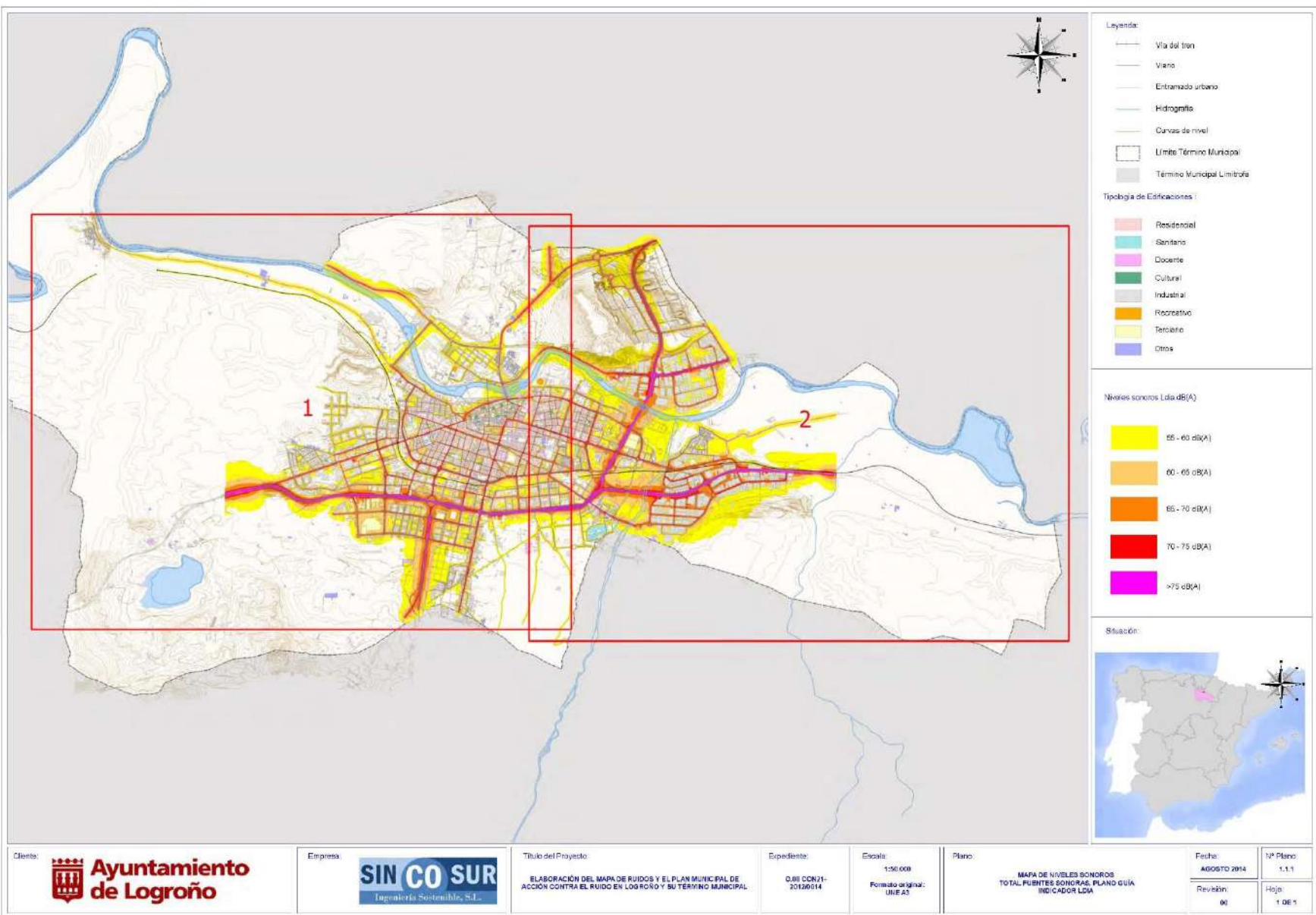


Figura 26. Tasa de enriquecimiento de Zn en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.



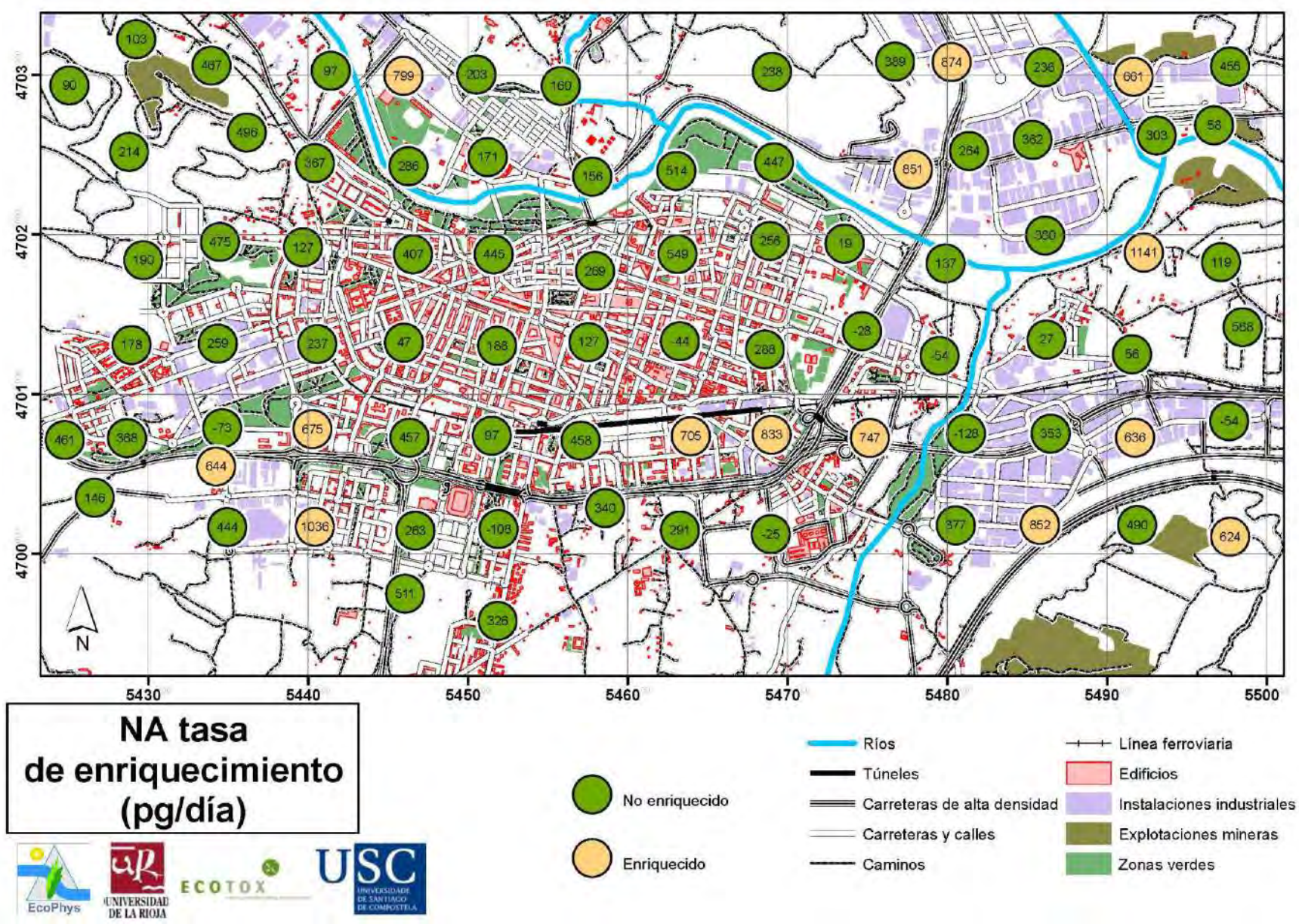


Figura 28. Tasa de enriquecimiento de naftaleno (NA) en *Mosphere's*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

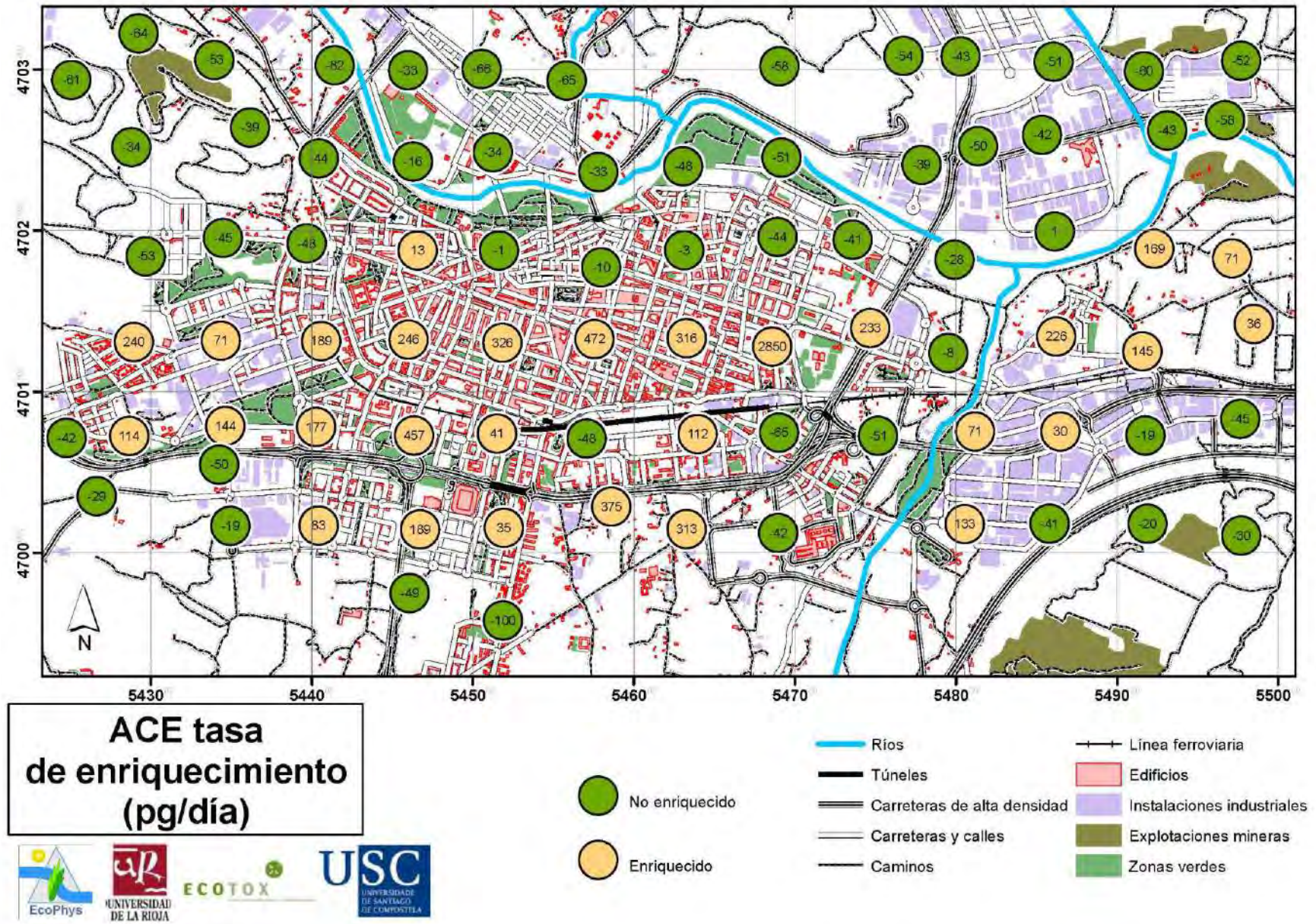


Figura 29. Tasa de enriquecimiento de acenafeno (ACE) en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

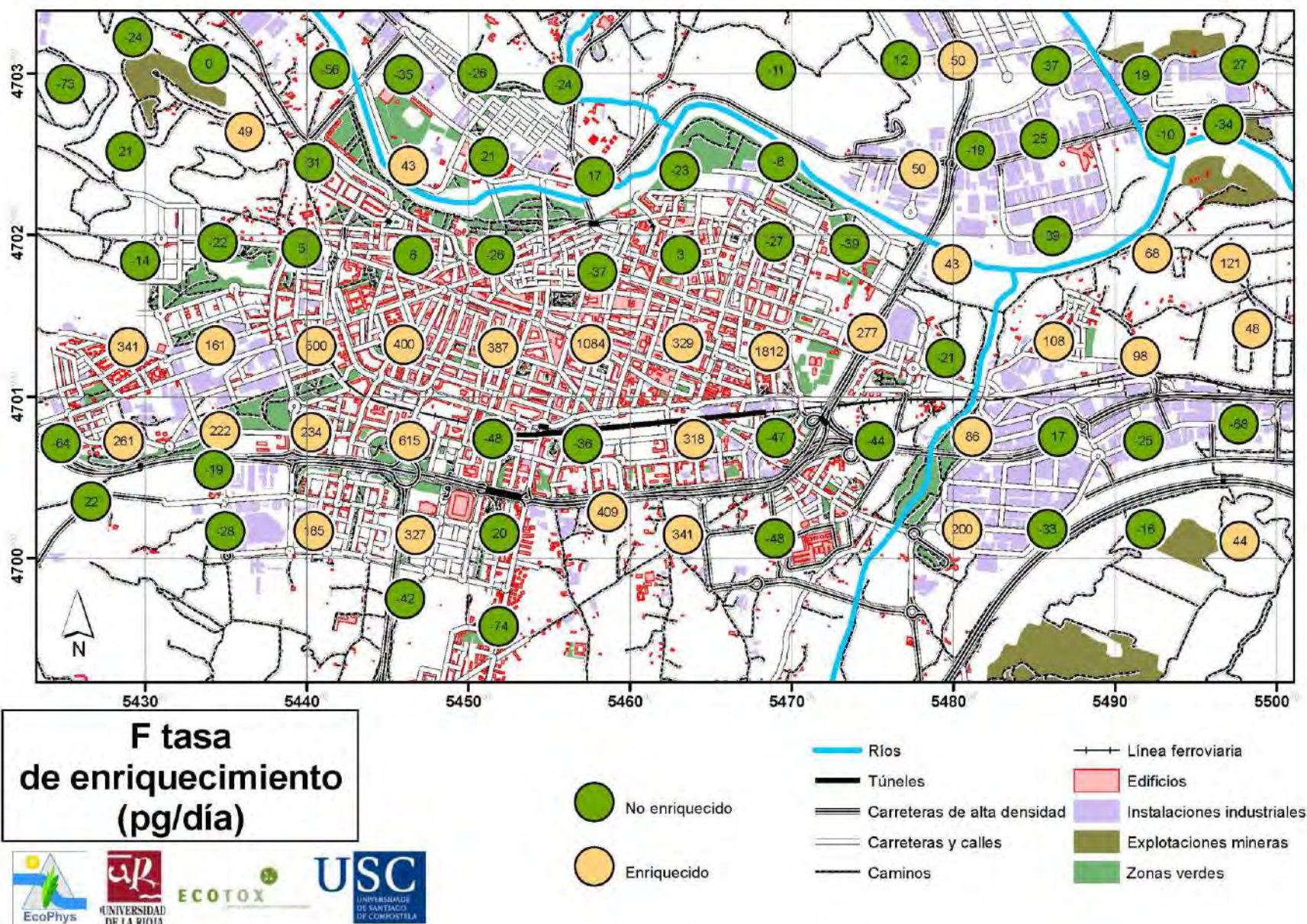


Figura 30. Tasa de enriquecimiento de fluoruro (F) en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

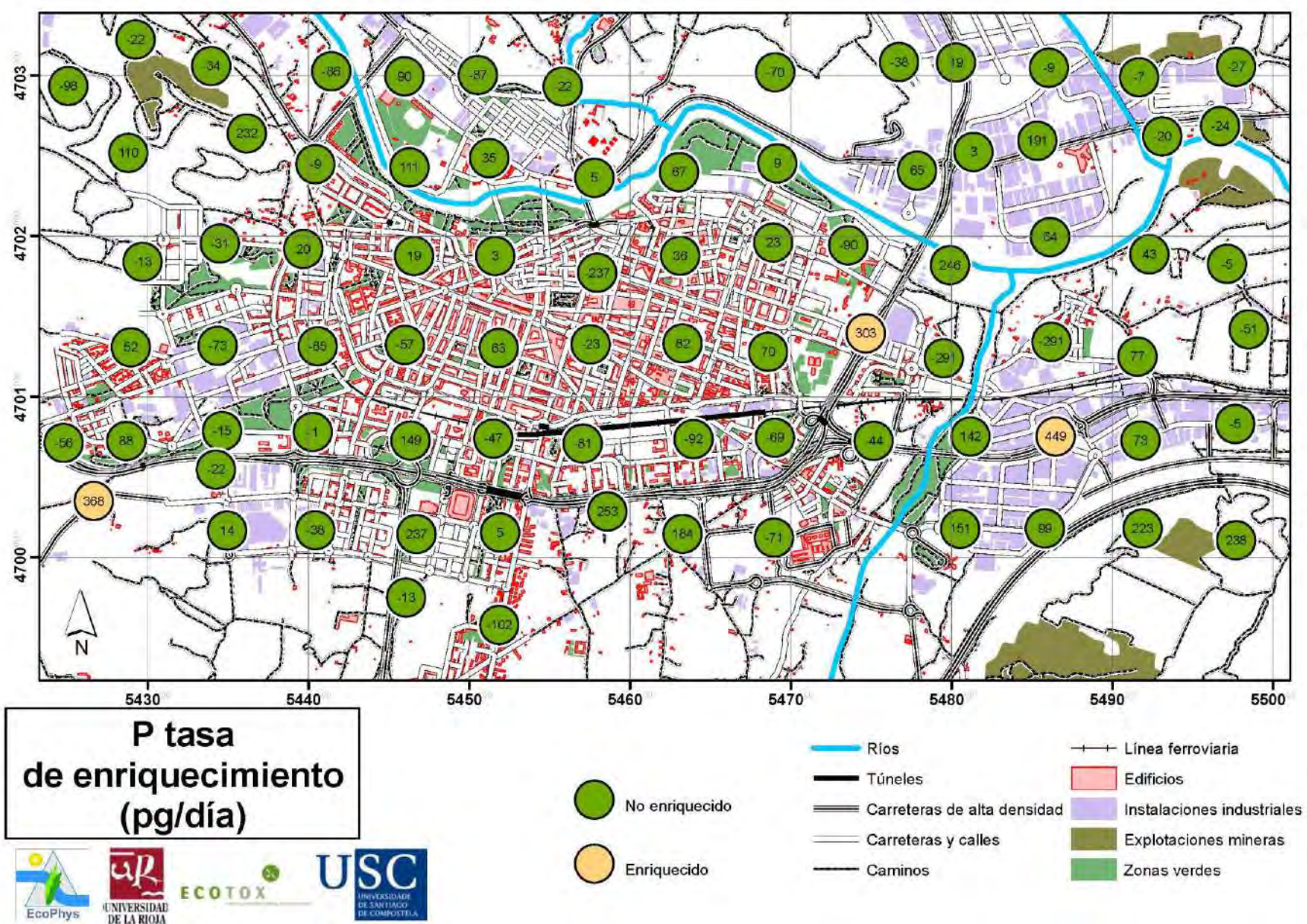


Figura 31. Tasa de enriquecimiento de fenantreno (F) en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

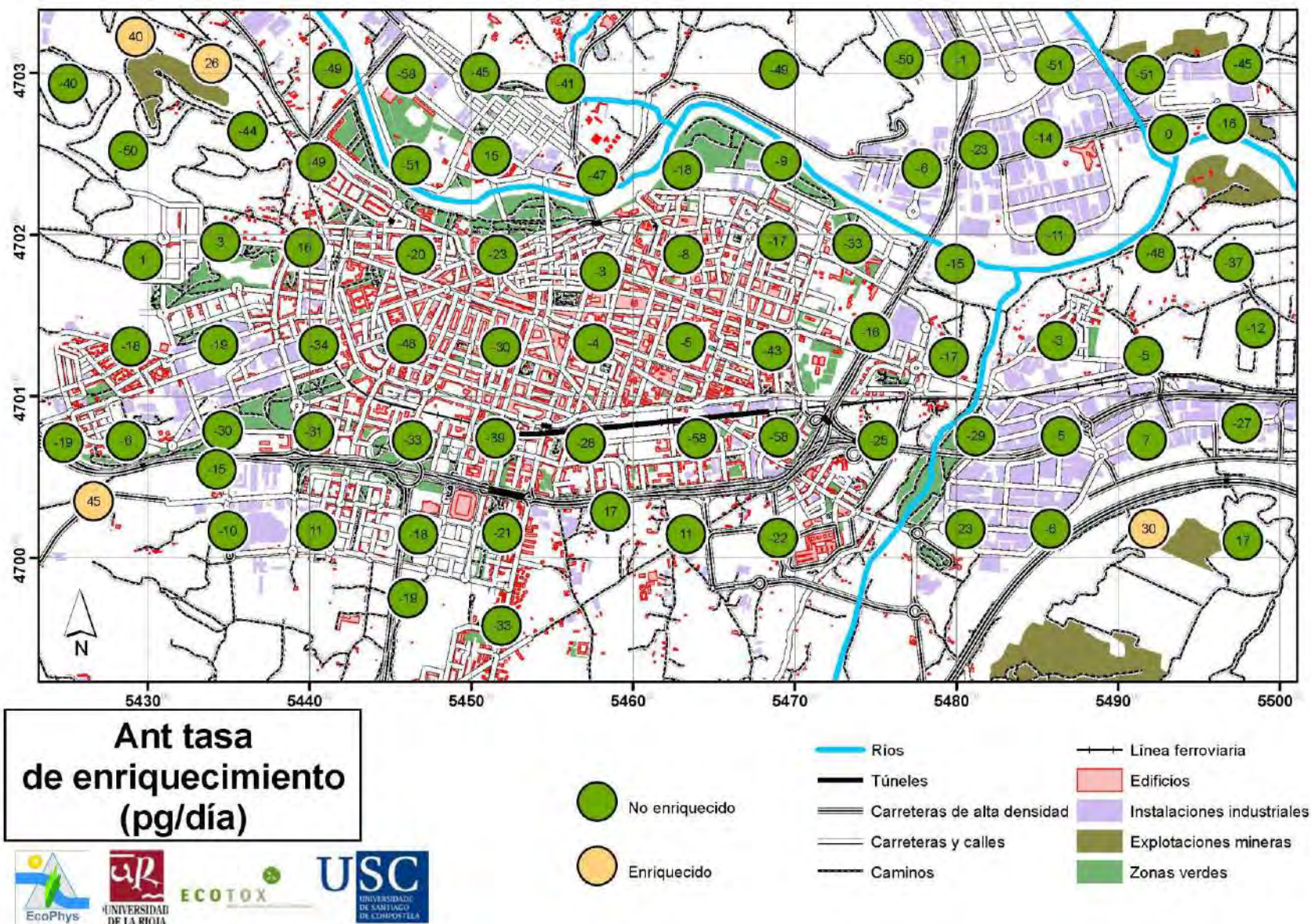


Figura 32. Tasa de enriquecimiento de antraceno(Ant) en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

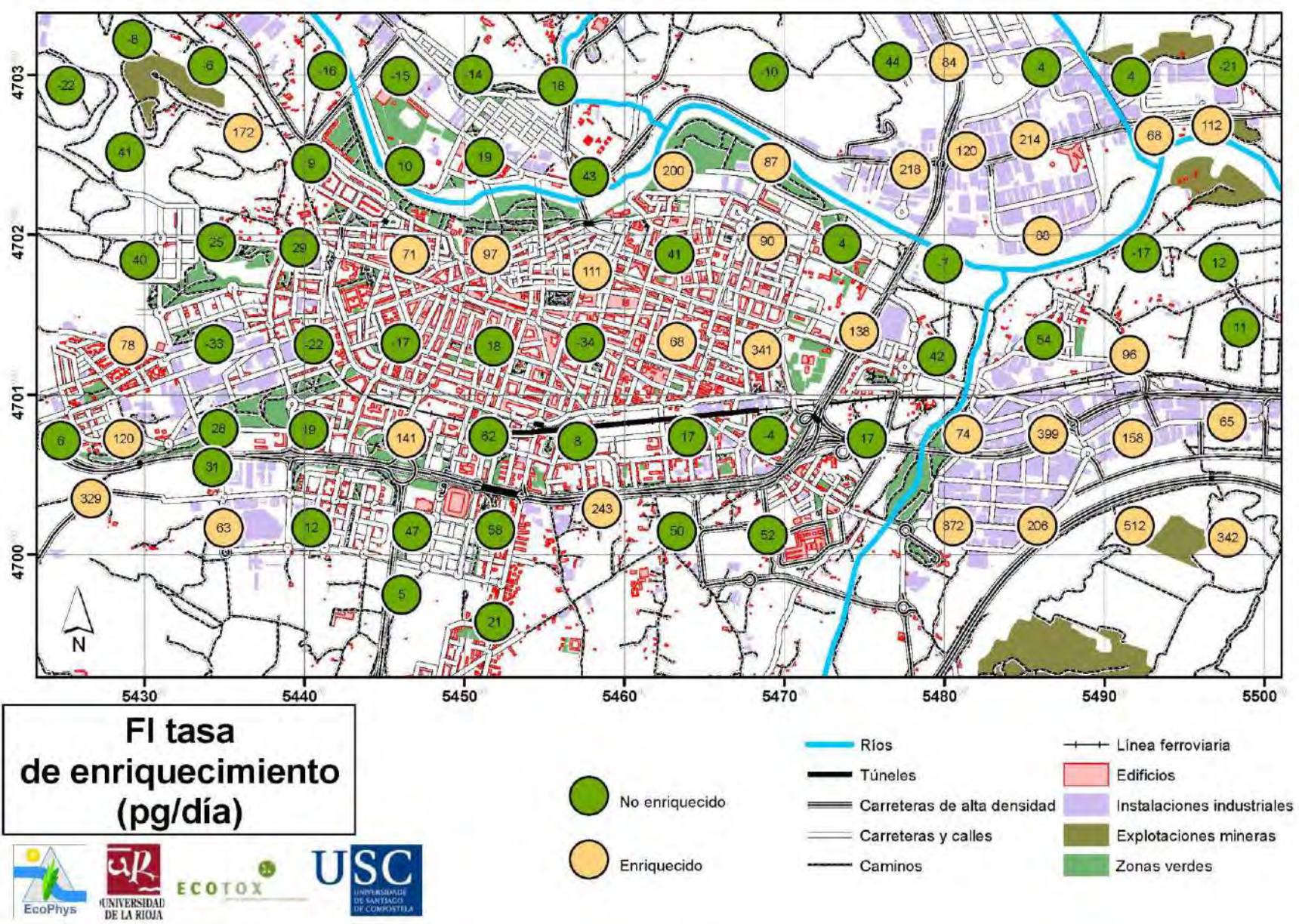


Figura 33. Tasa de enriquecimiento de fluoranteno (FI) en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

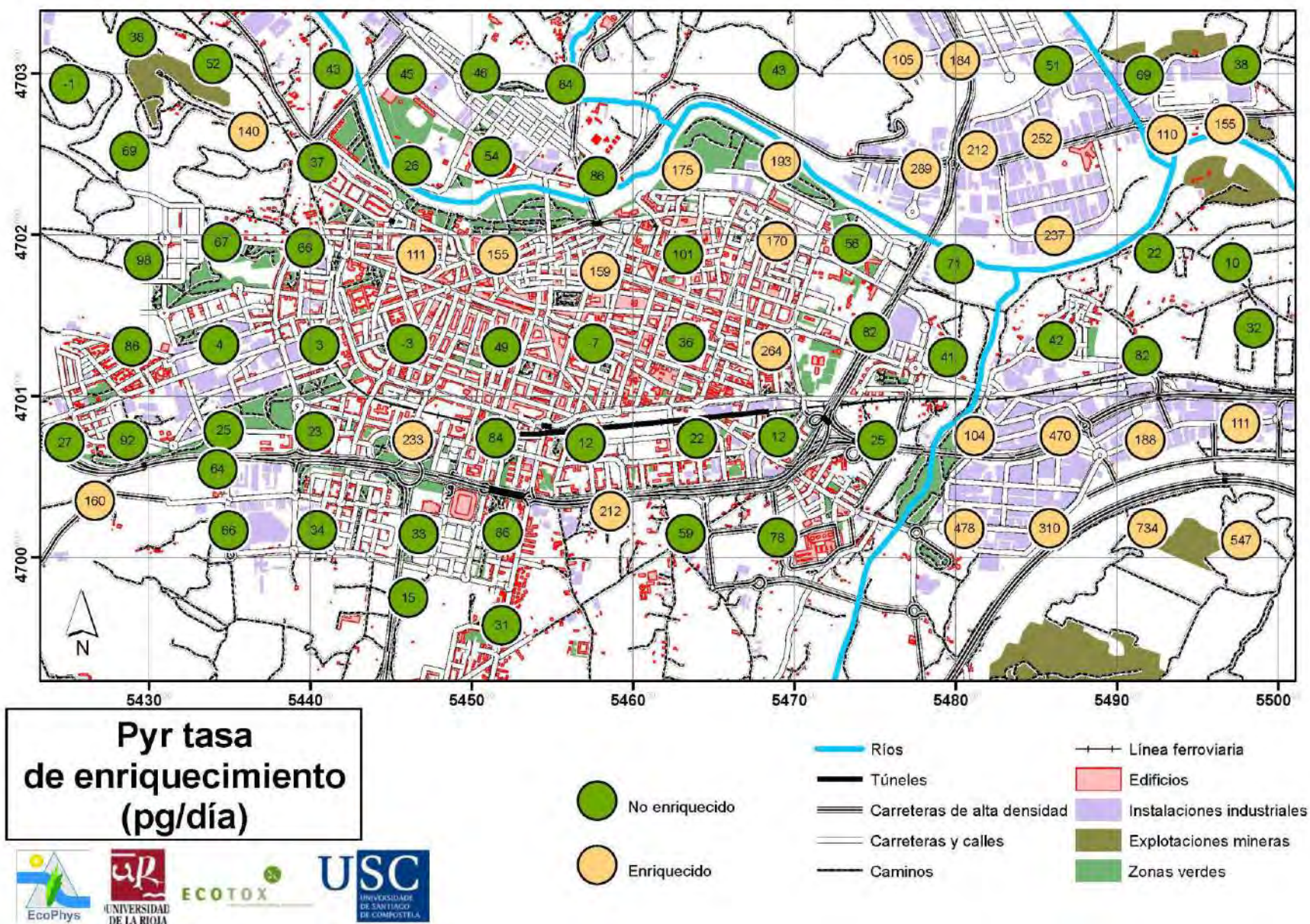


Figura 34. Tasa de enriquecimiento de pireno (Pyr) en *Mosphereas*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

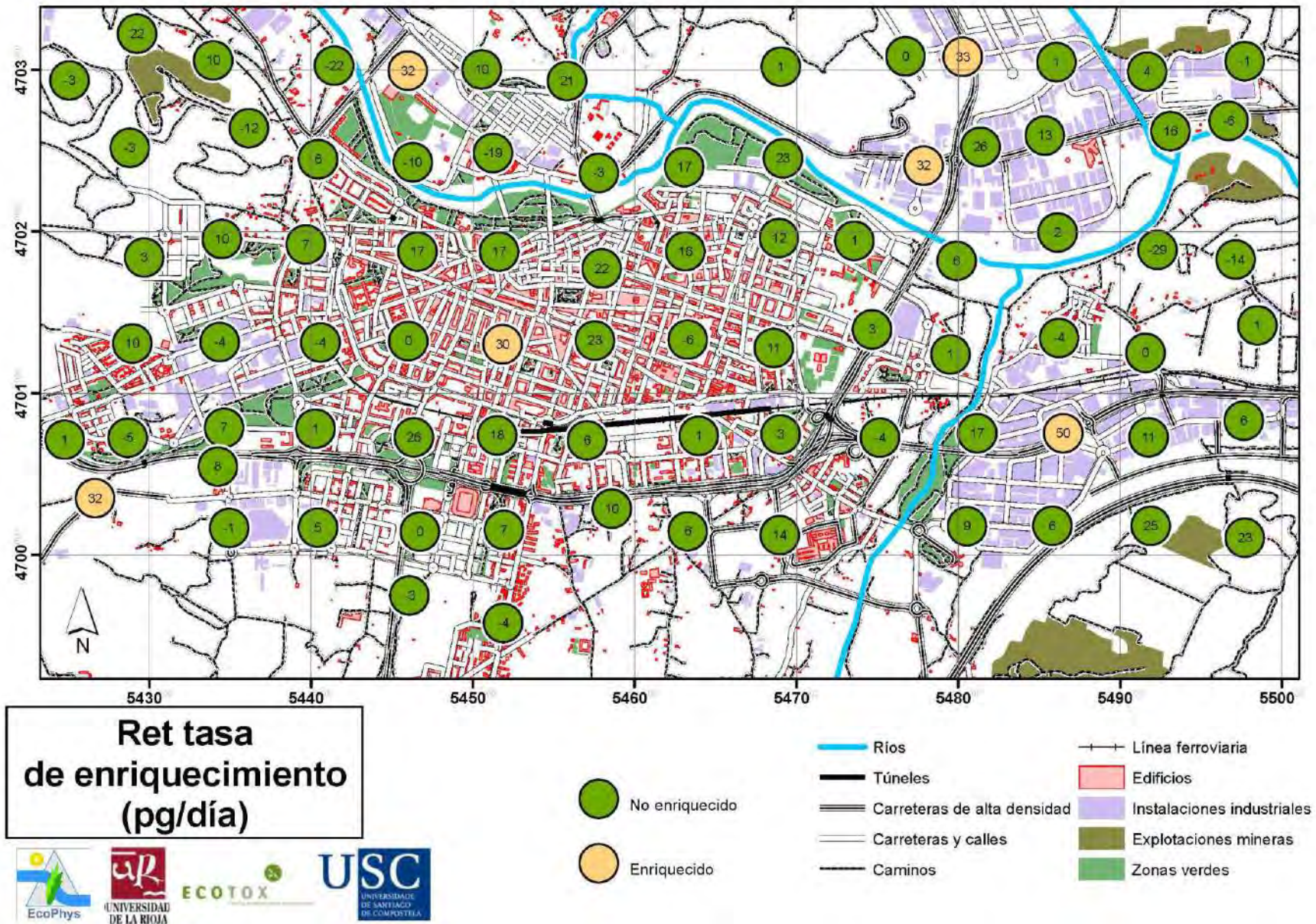


Figura 35. Tasa de enriquecimiento de reteno (Ret) en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

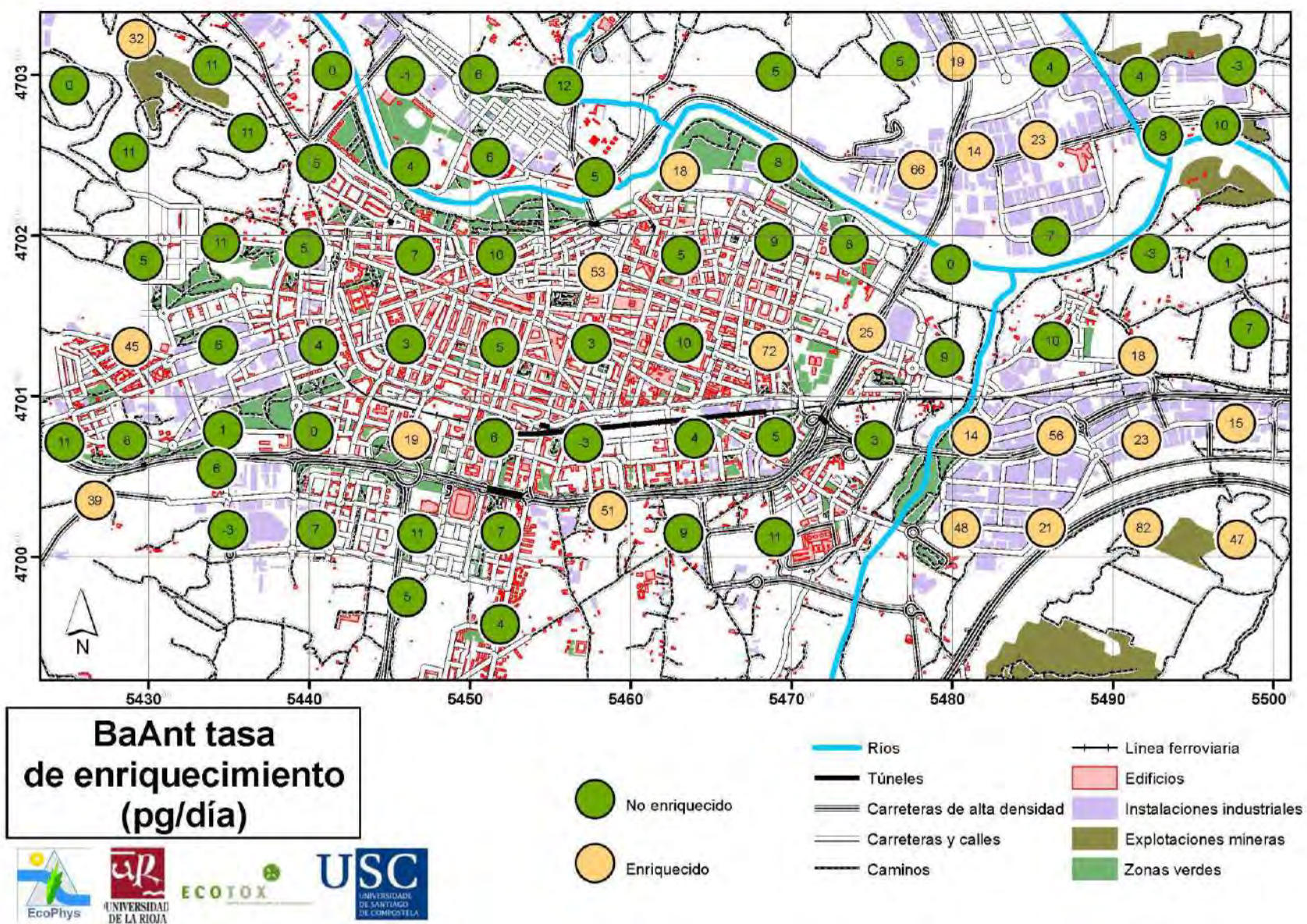


Figura 36. Tasa de enriquecimiento de bencol[antraceno (BaAnt) en Mosspheres, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

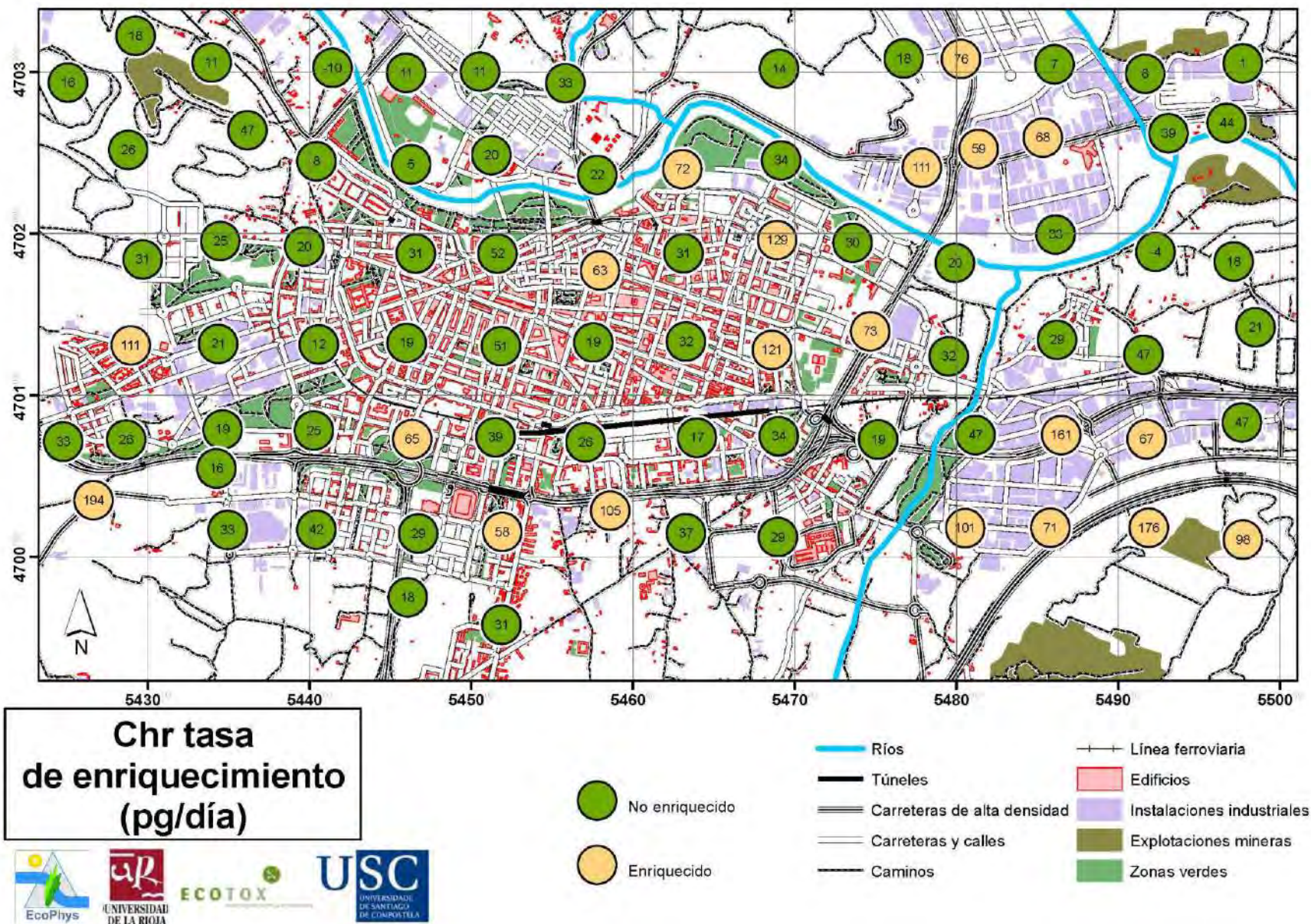


Figura 37. Tasa de enriquecimiento de críseno (Chr) en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

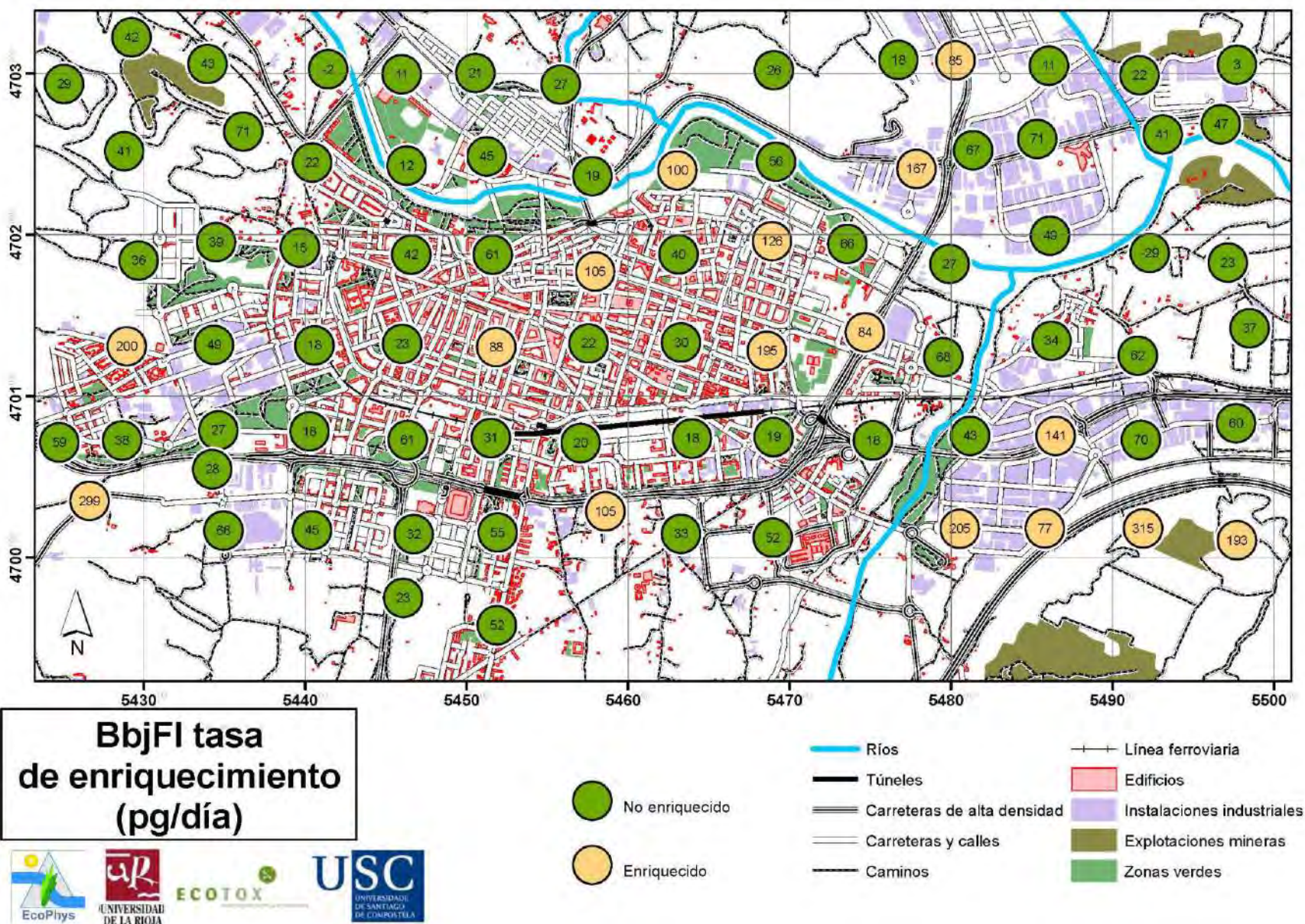


Figura 38. Tasa de enriquecimiento de benzo [b+j] fluoranteno (BbjFI) en *Mossheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

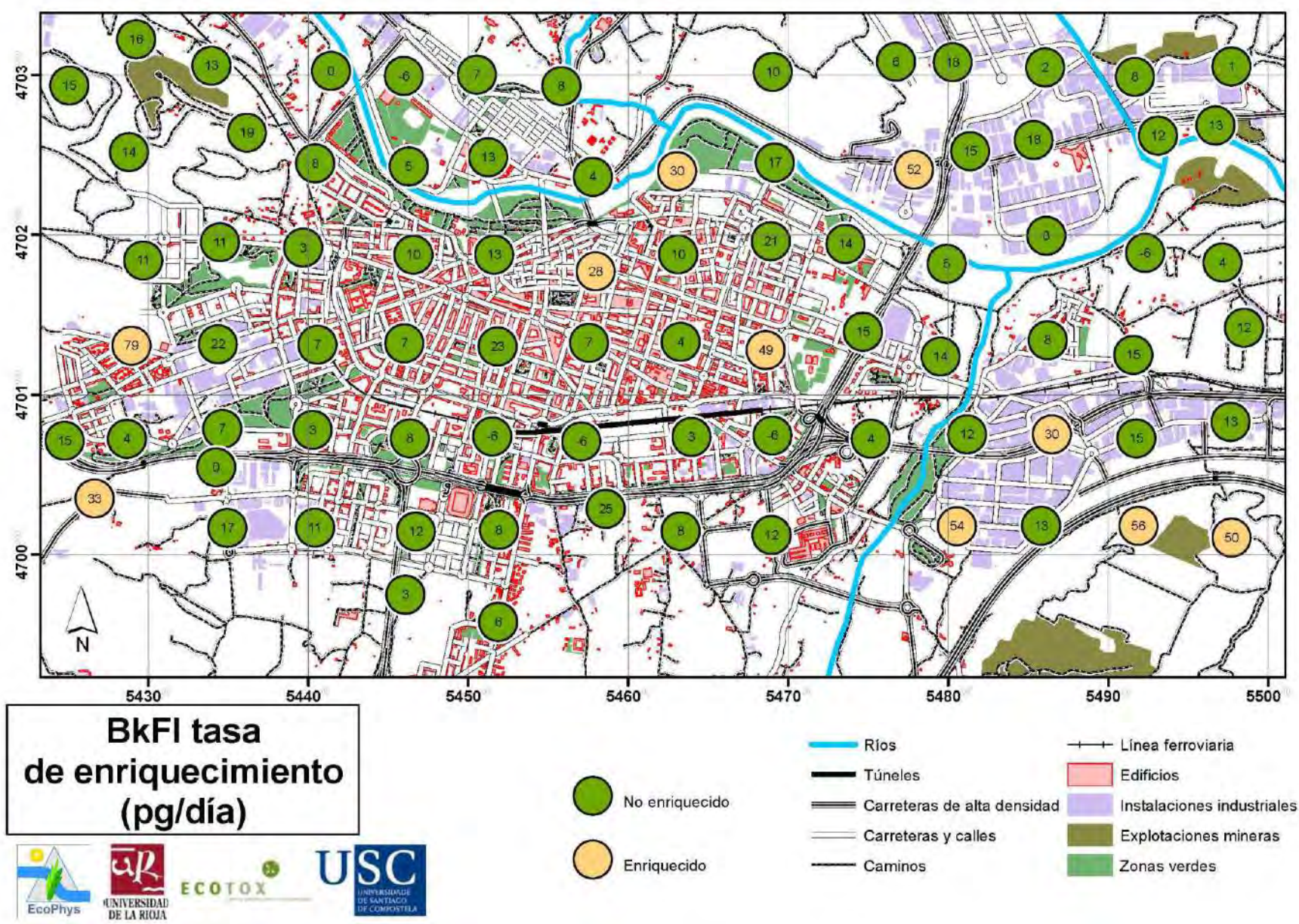


Figura 39. Tasa de enriquecimiento de benzo [k] fluoranteno (BkFI) en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

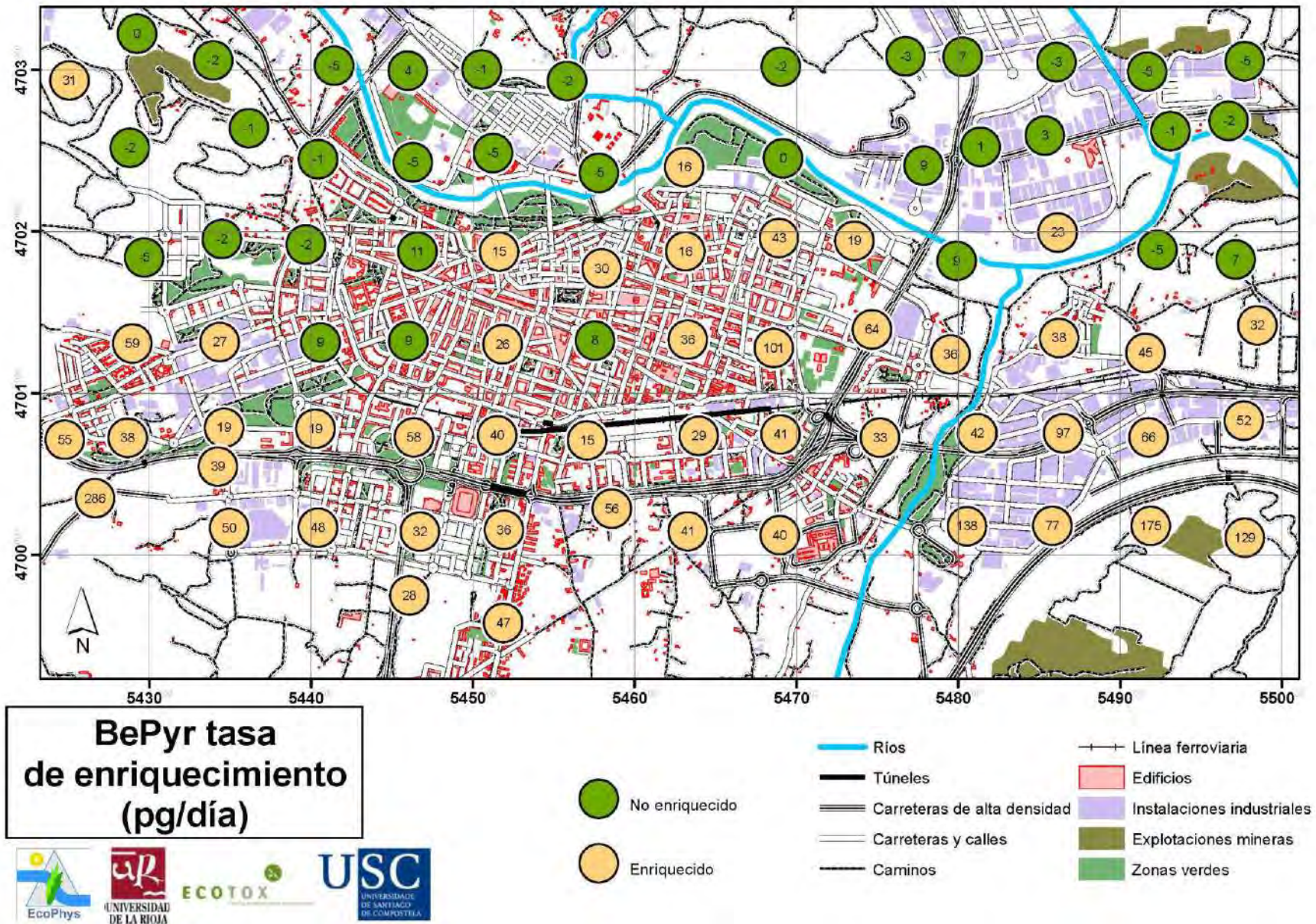


Figura 40. Tasa de enriquecimiento de benzo [e] pireno (BePyr) en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

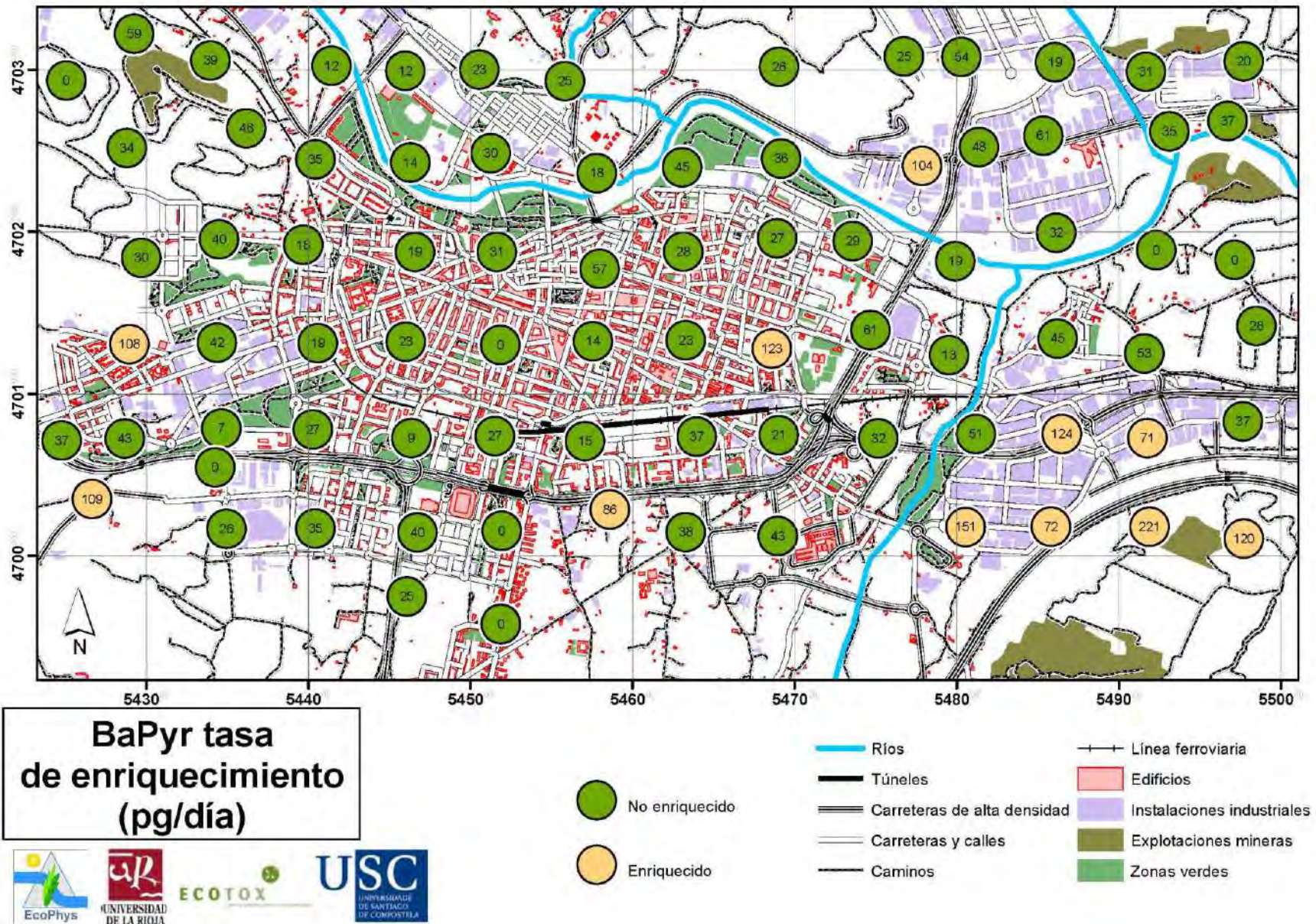


Figura 41. Tasa de enriquecimiento de benzo[a]pireno (BaPyr) en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

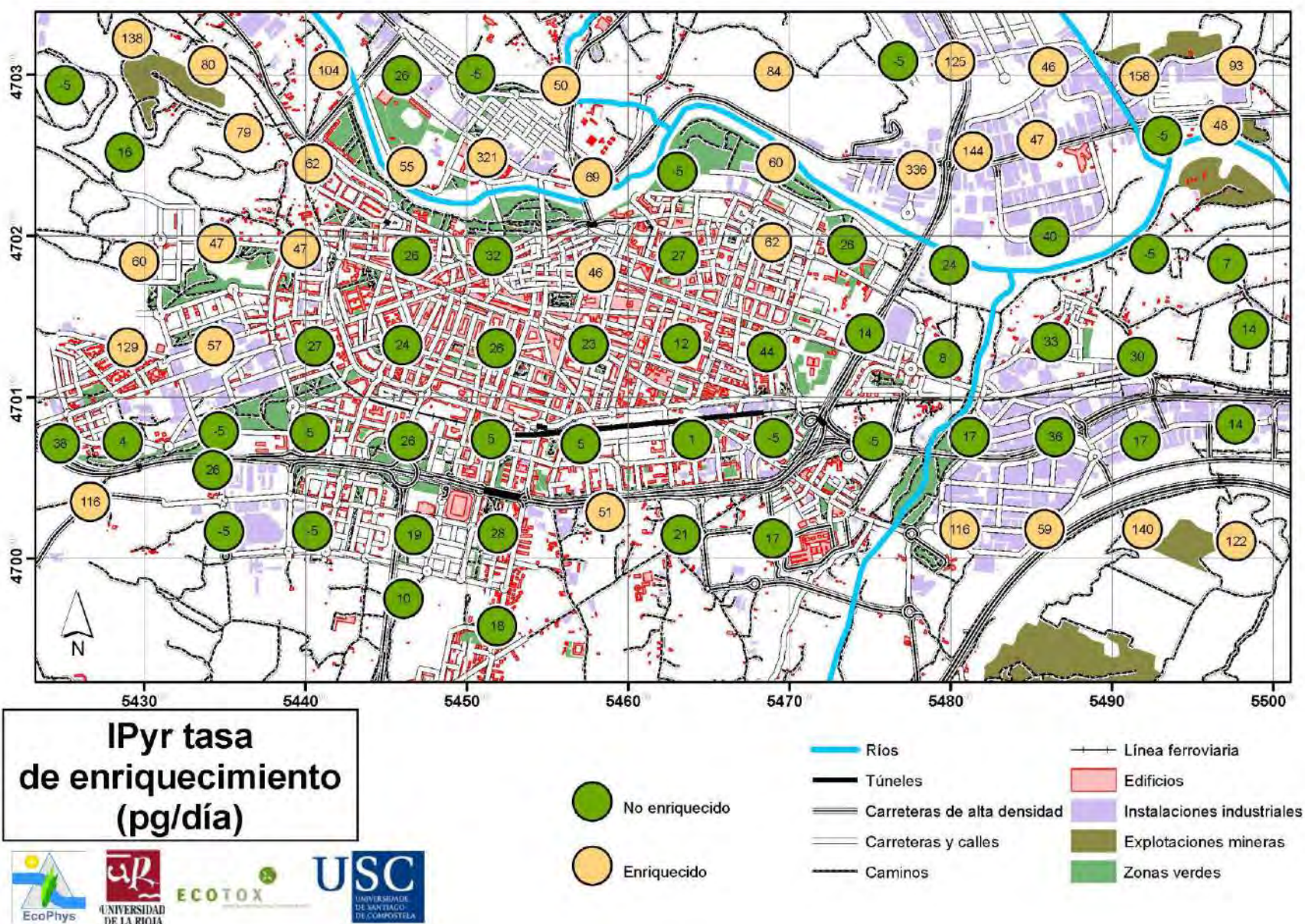


Figura 42. Tasa de enriquecimiento de indeno[1,2,3-cd]pireno (IPyr) en *Mospheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

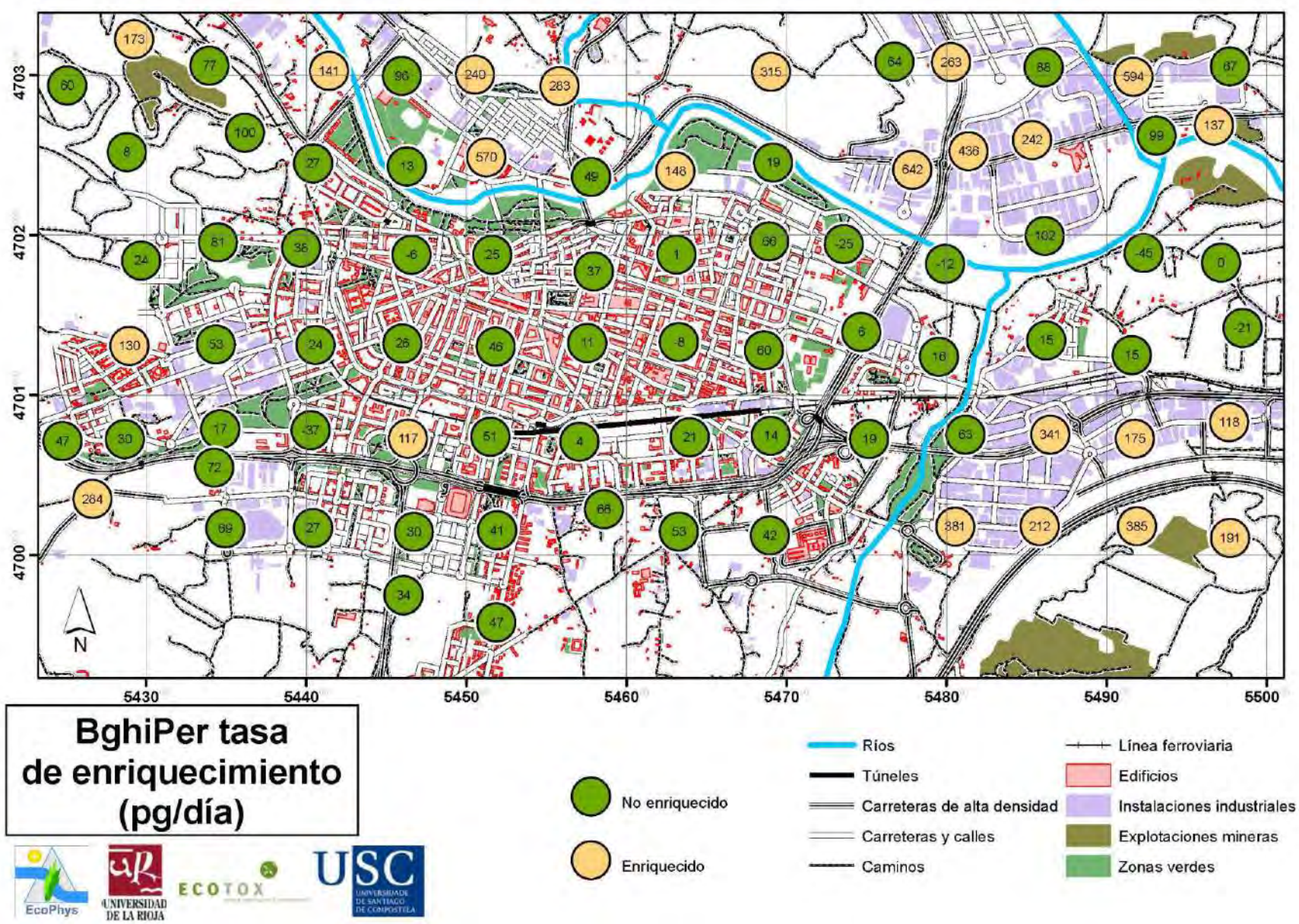


Figura 43. Tasa de enriquecimiento de benzo[ghi]perileno (BghiPer) en *Mospheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

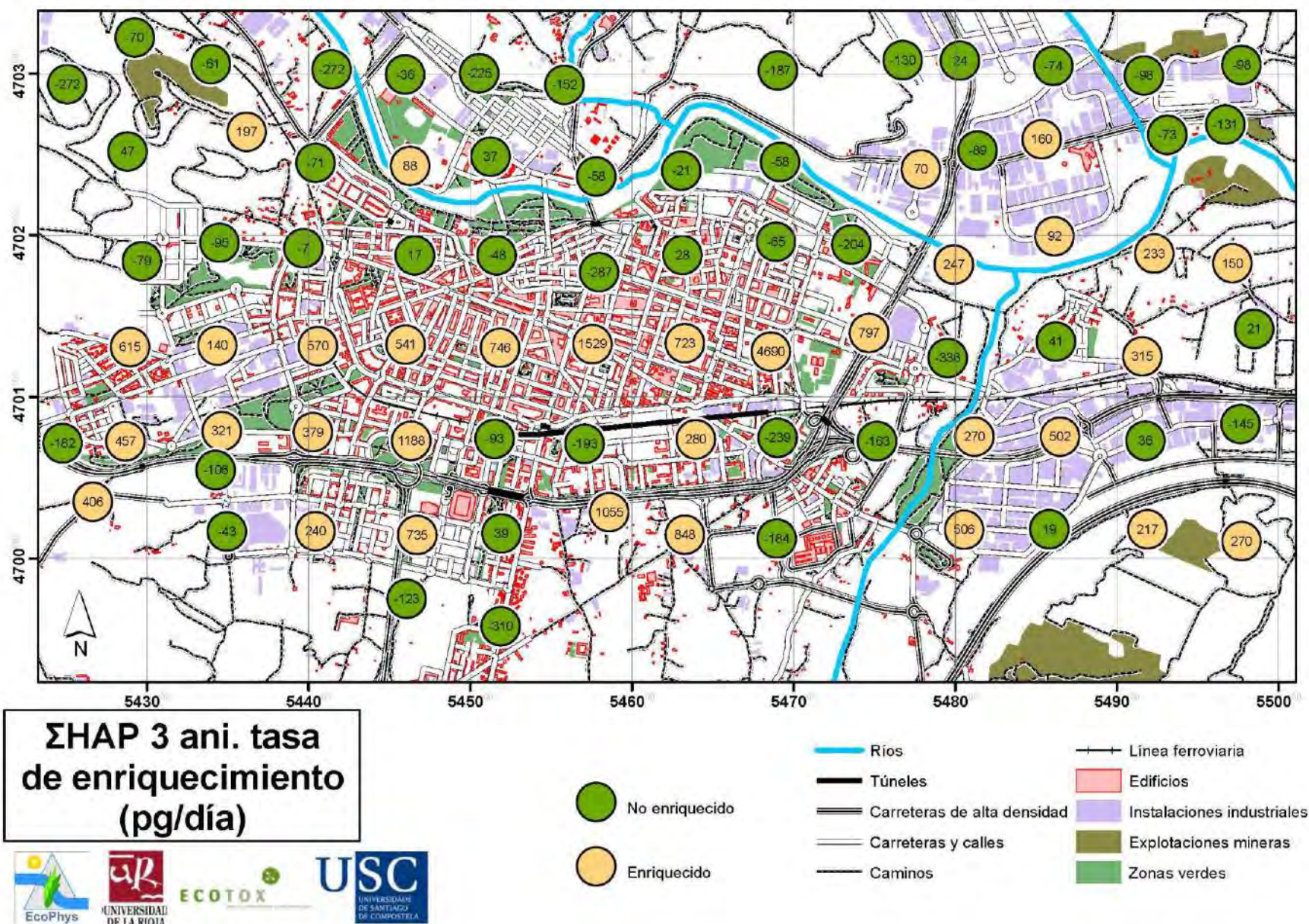


Figura 44. Tasa de enriquecimiento de HAP de 3-anillos en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

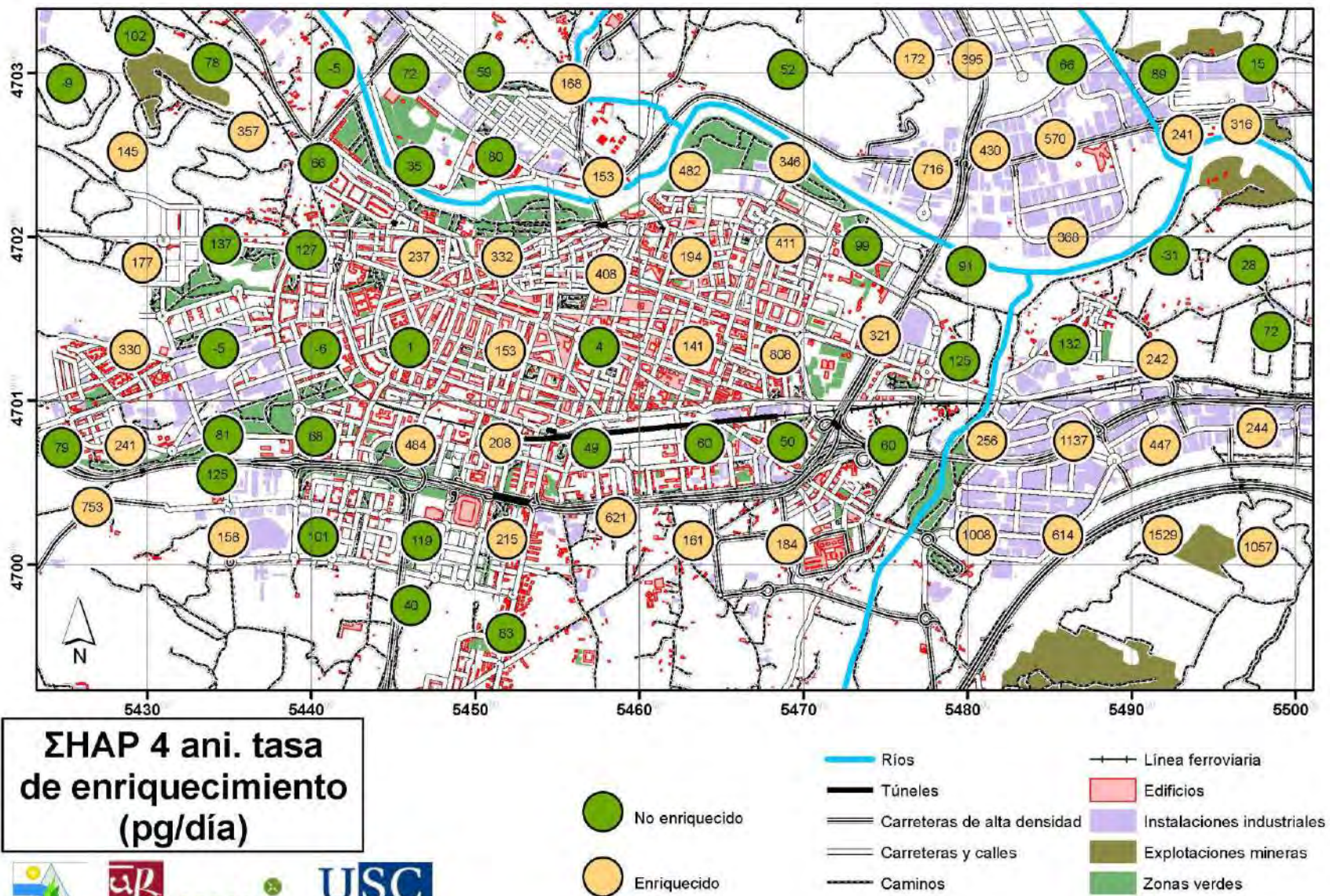


Figura 45. Tasa de enriquecimiento de HAP de 4-anillos en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

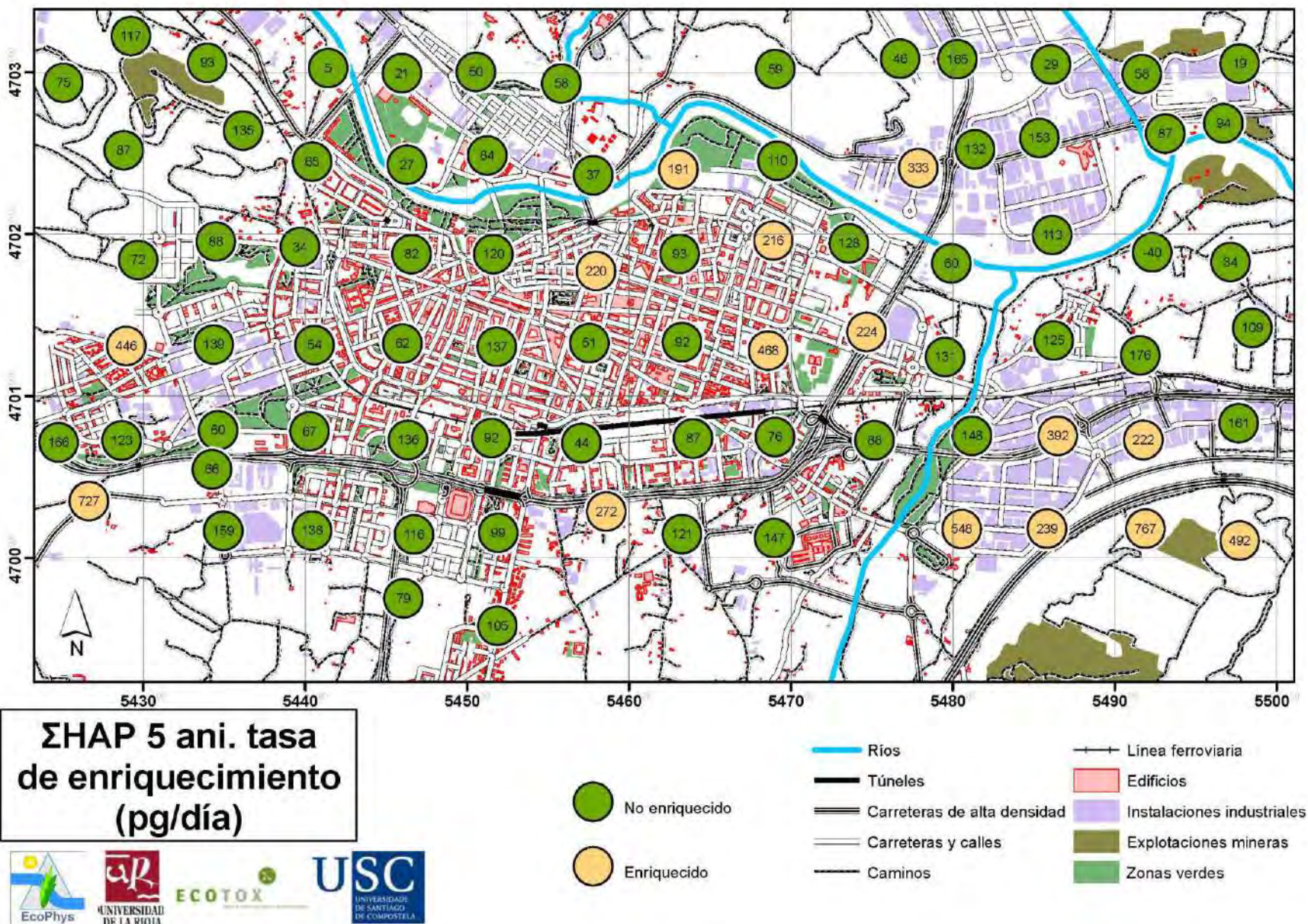


Figura 46. Tasa de enriquecimiento de HAP de 5-anillos en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

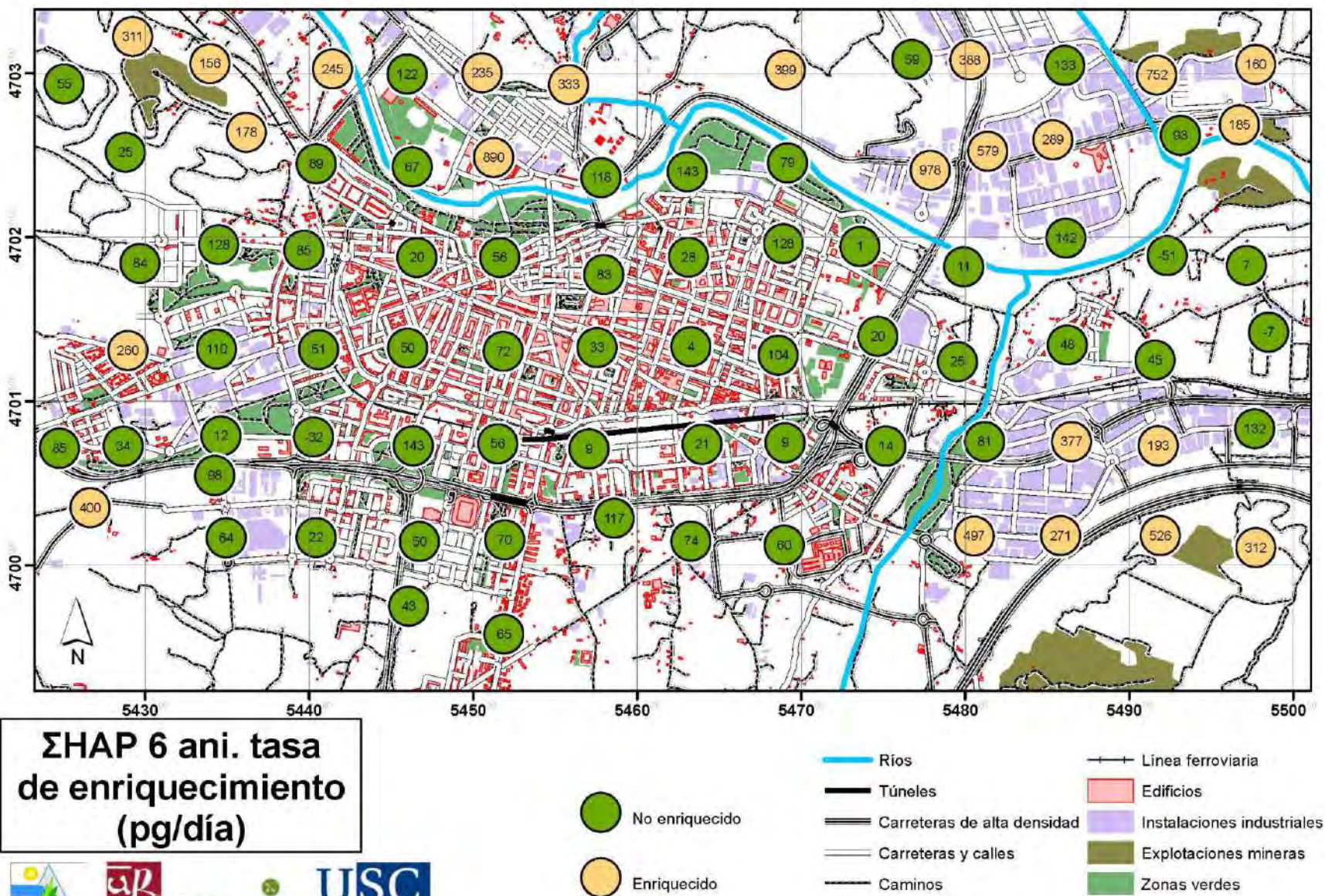
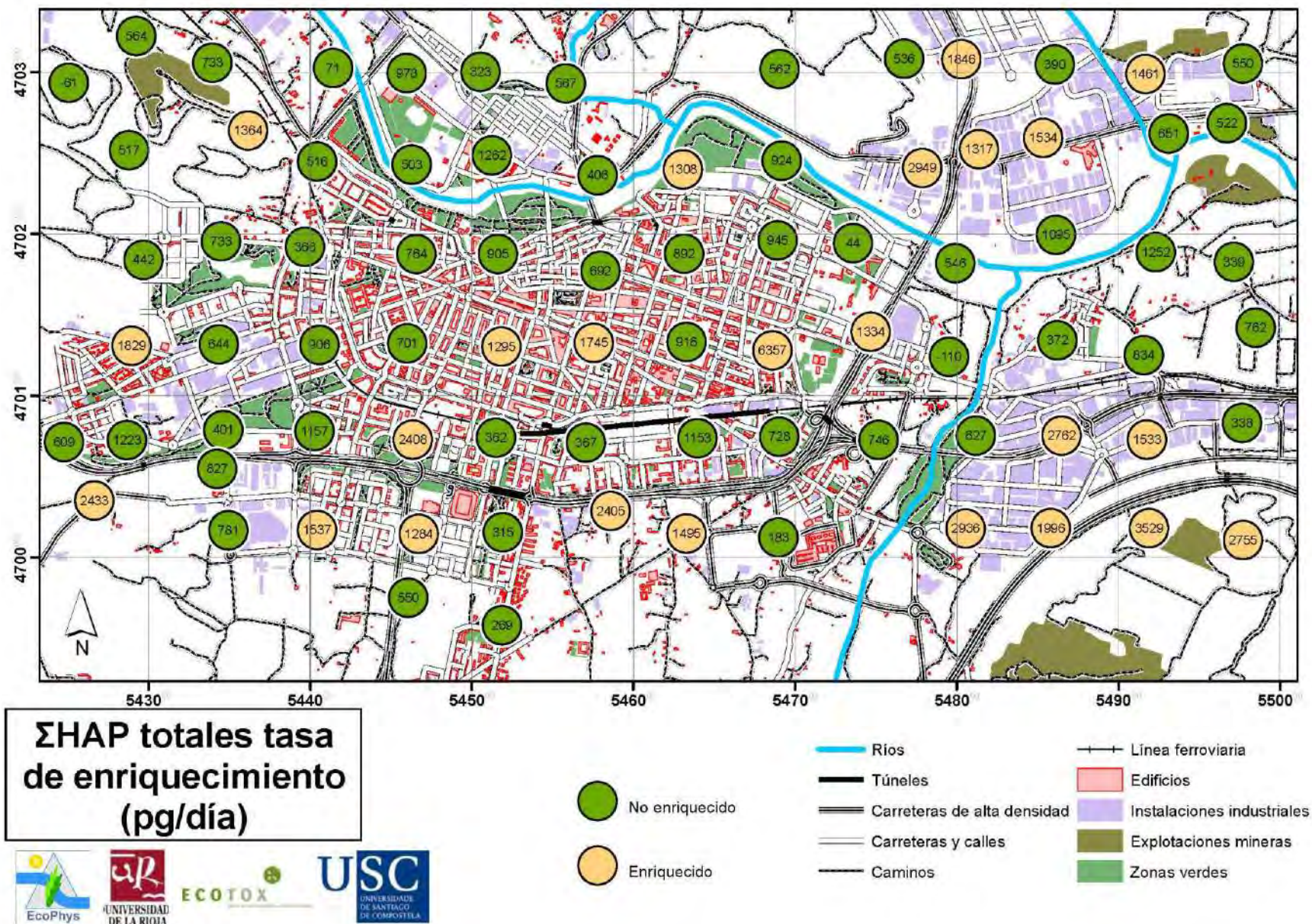


Figura 47. Tasa de enriquecimiento de HAP de 6-años en *Mospheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

Figura 48. Tasa de enriquecimiento de HAP totales en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.



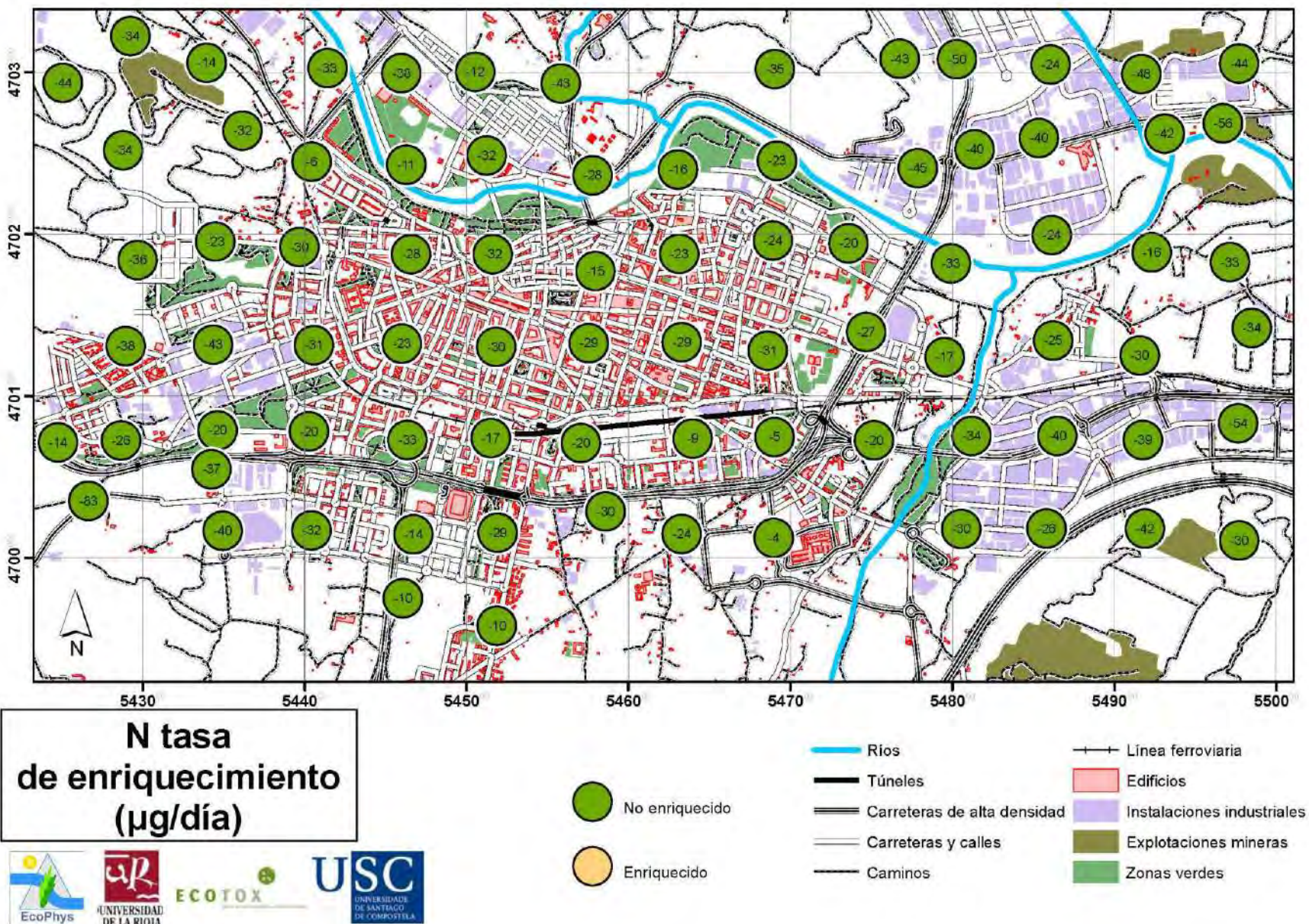


Figura 49. Tasa de enriquecimiento de N en *Mosspheres*, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

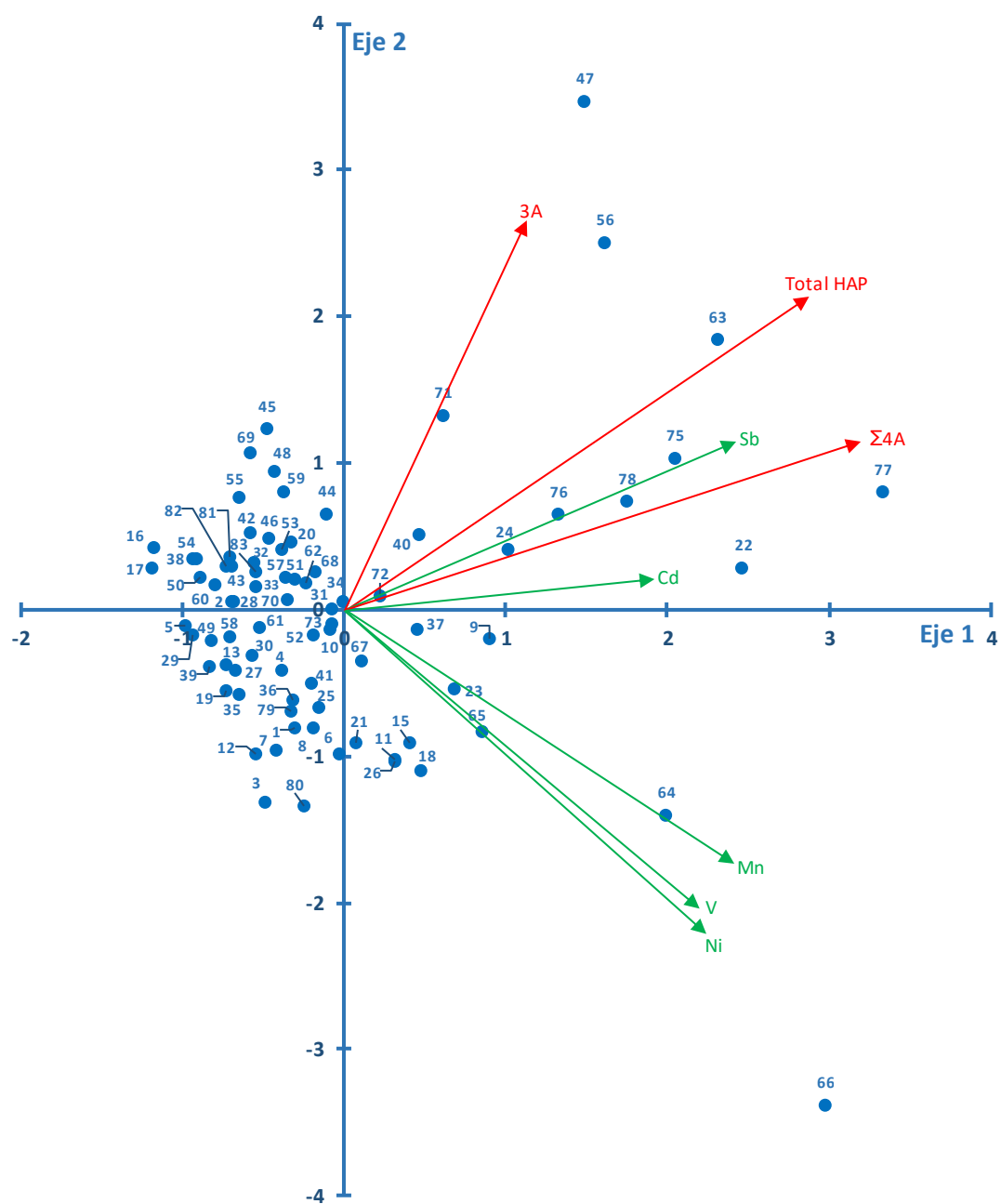


Figura 51. Análisis de Componentes Principales (ACP) realizados con las concentraciones de contaminantes en las esferas de musgo (*Mossphere*®).

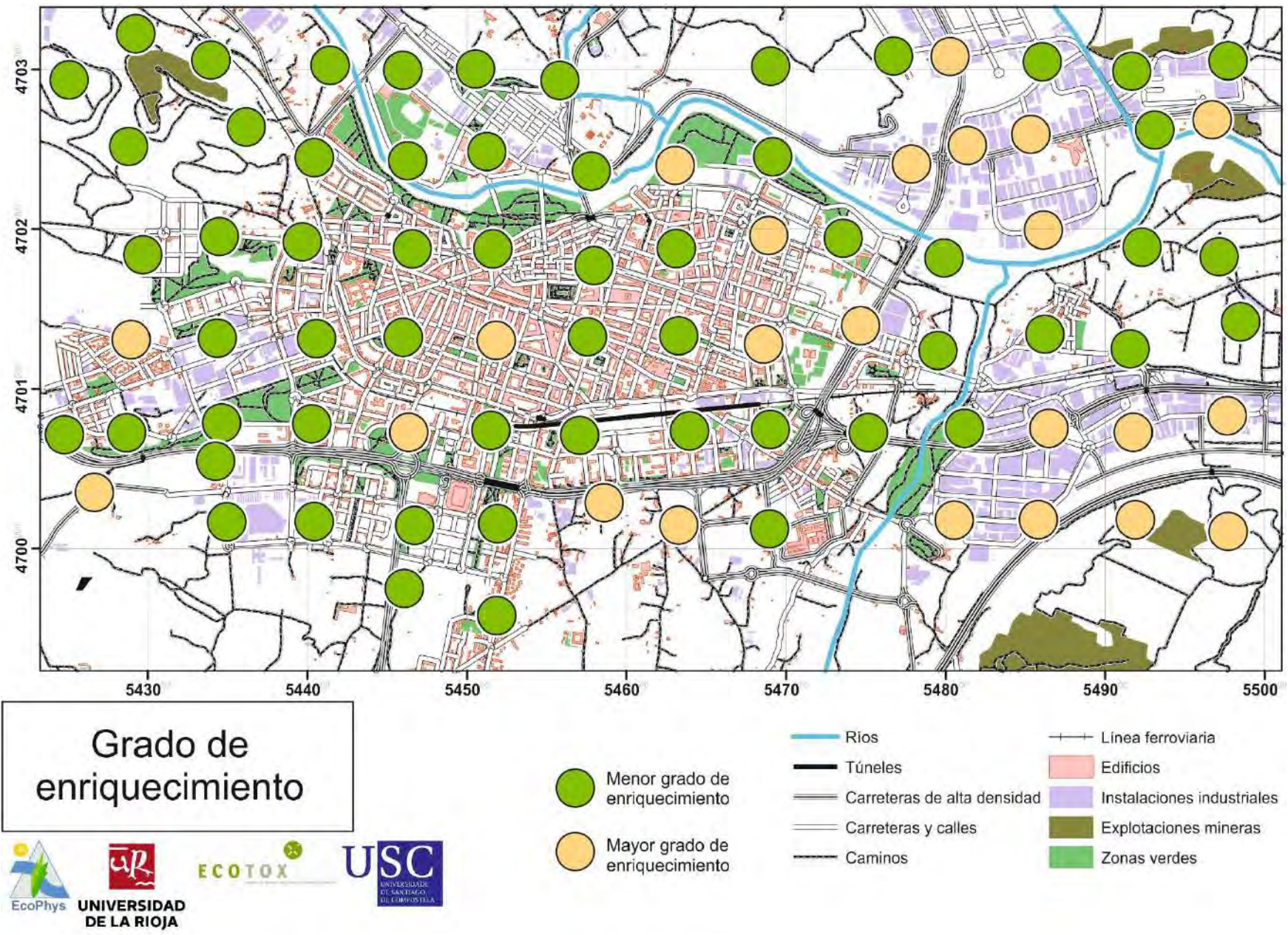


Figura 52. Grado de enriquecimiento del total de contaminantes en las esferas de musgo (Mosphere®).

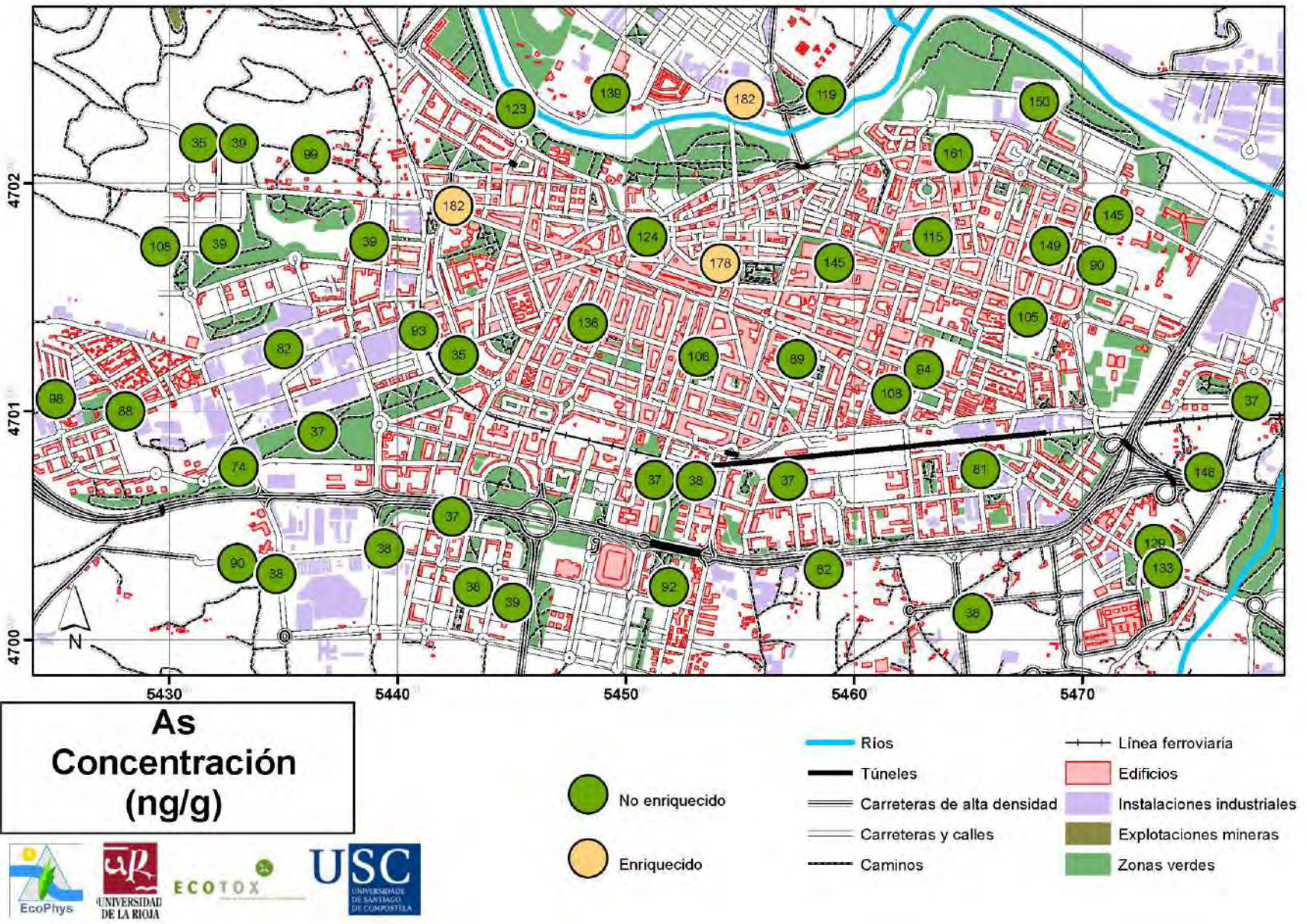


Figura 53. Tasa de enriquecimiento de As en algustru, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

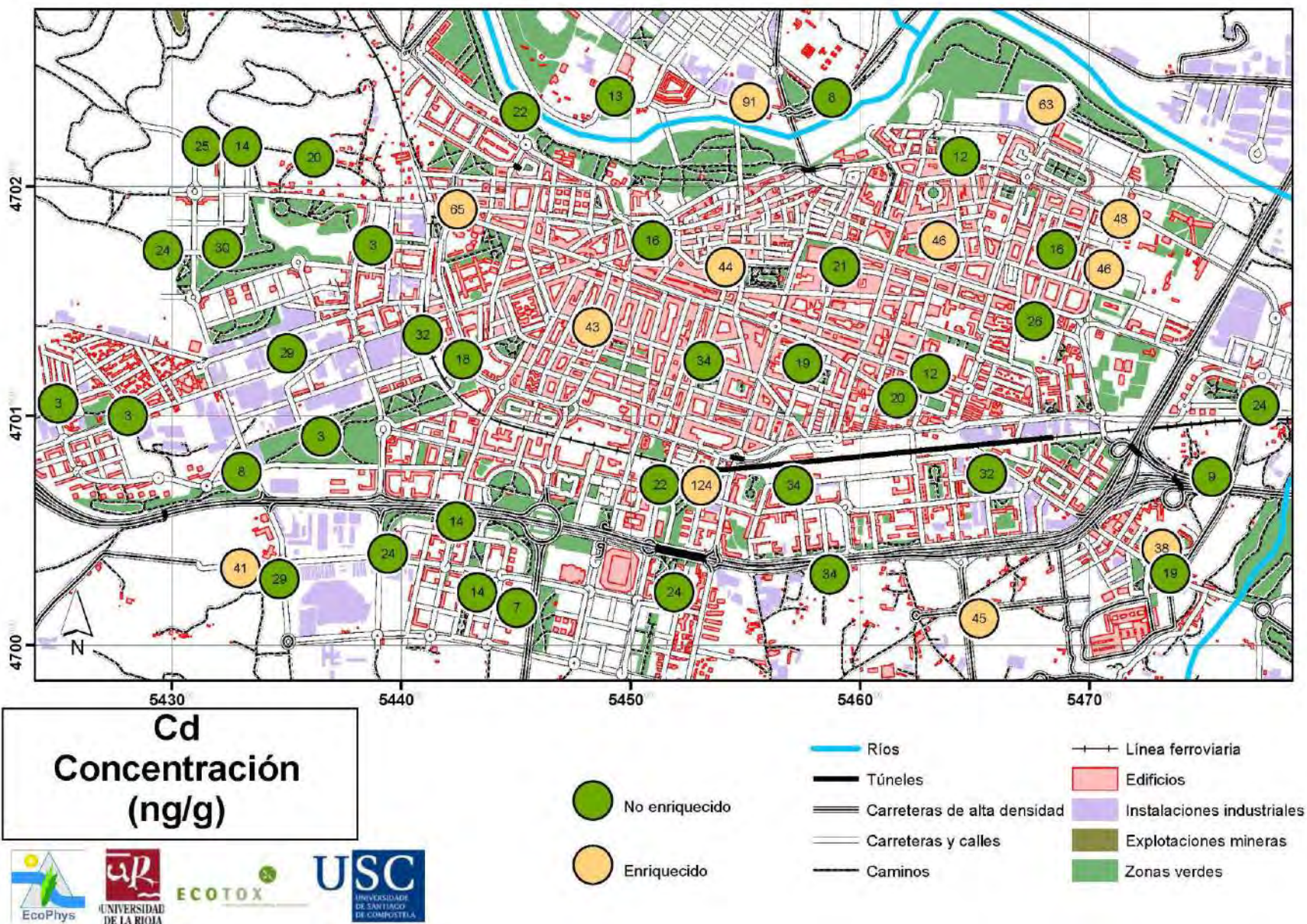


Figura 54. Tasa de enriquecimiento de Cd en algústre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

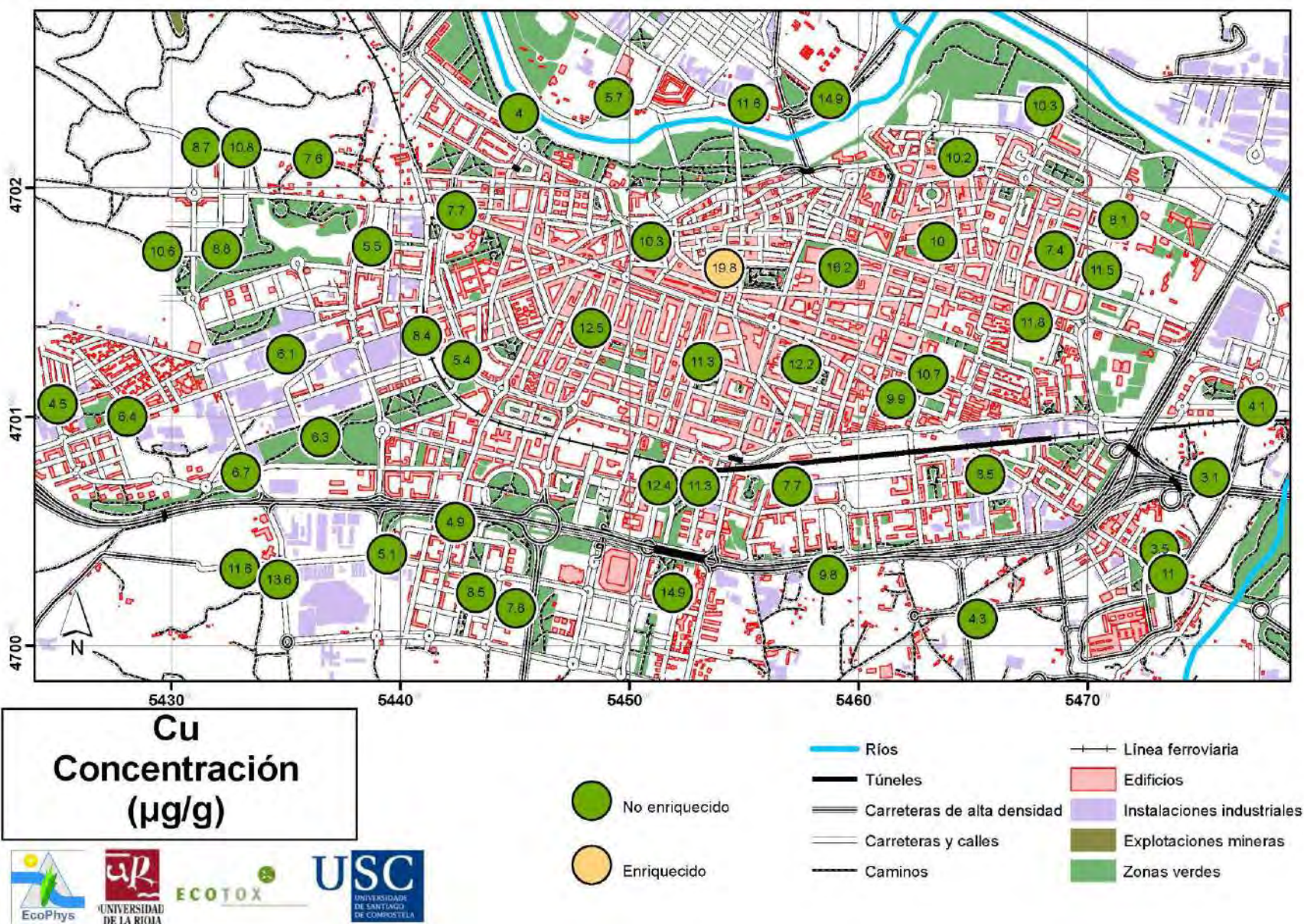


Figura 55. Tasa de enriquecimiento de Cu en algustre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

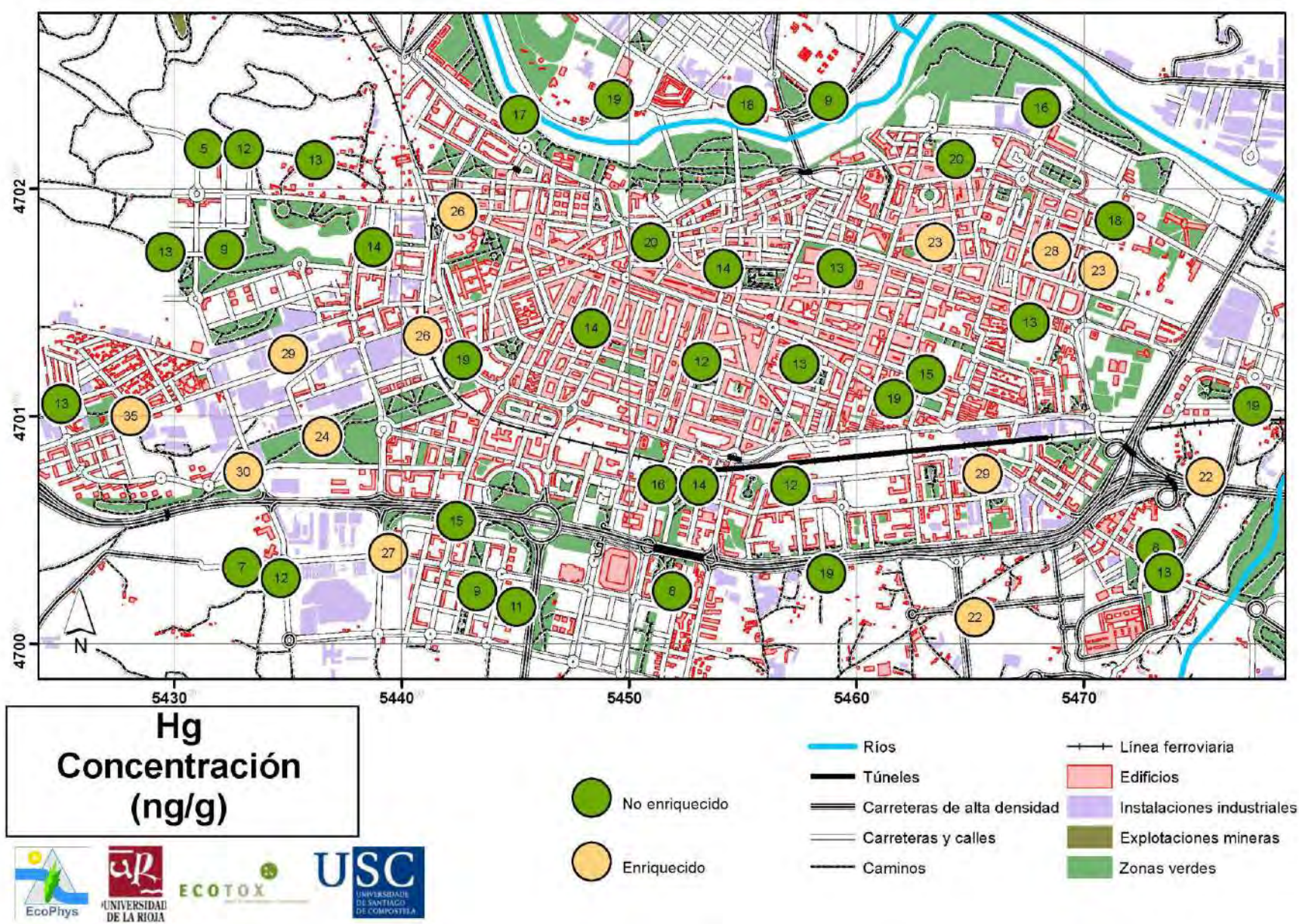


Figura 56. Tasa de enriquecimiento de Hg en algúestre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

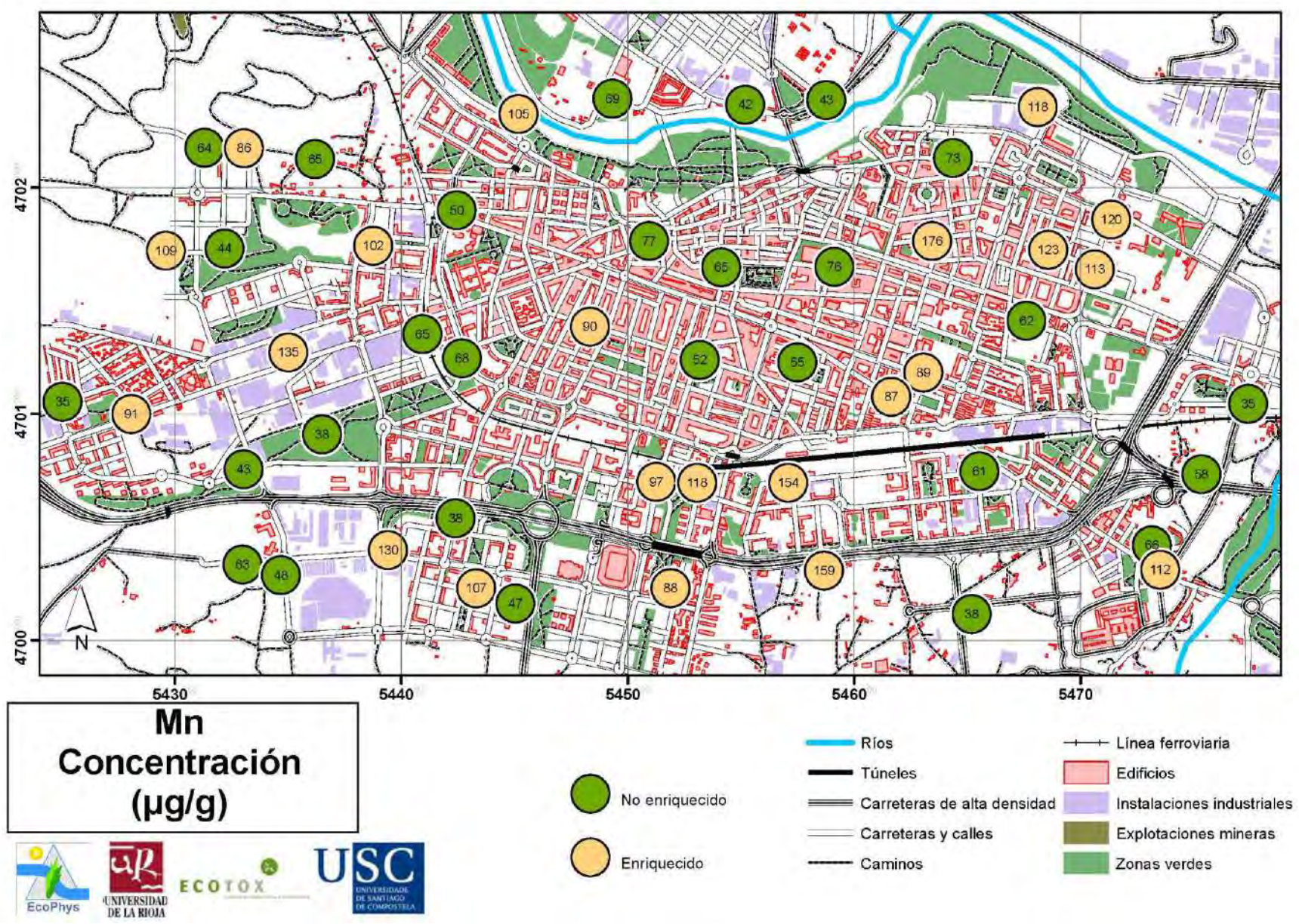


Figura 57. Tasa de enriquecimiento de Mn en alguitre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

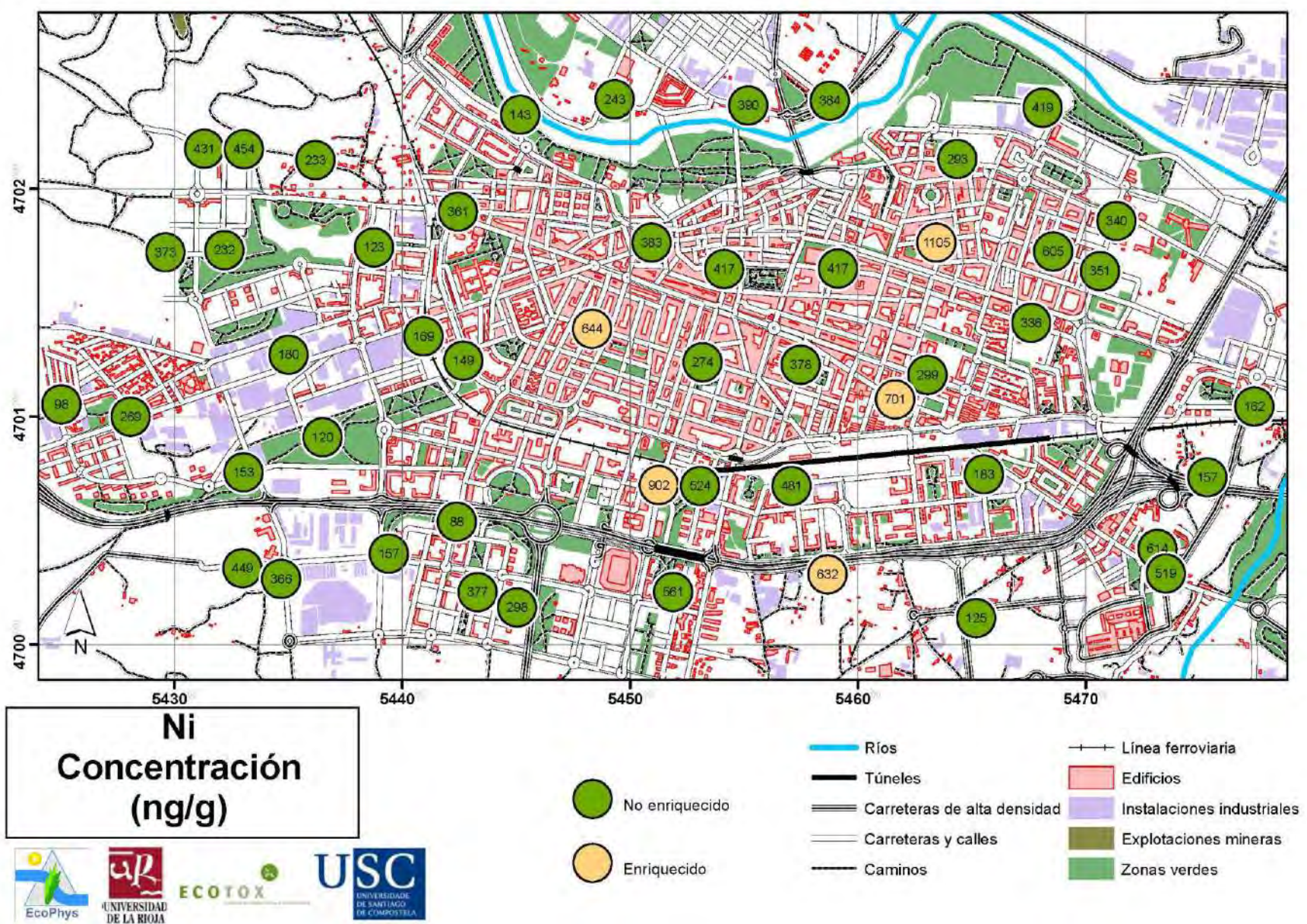
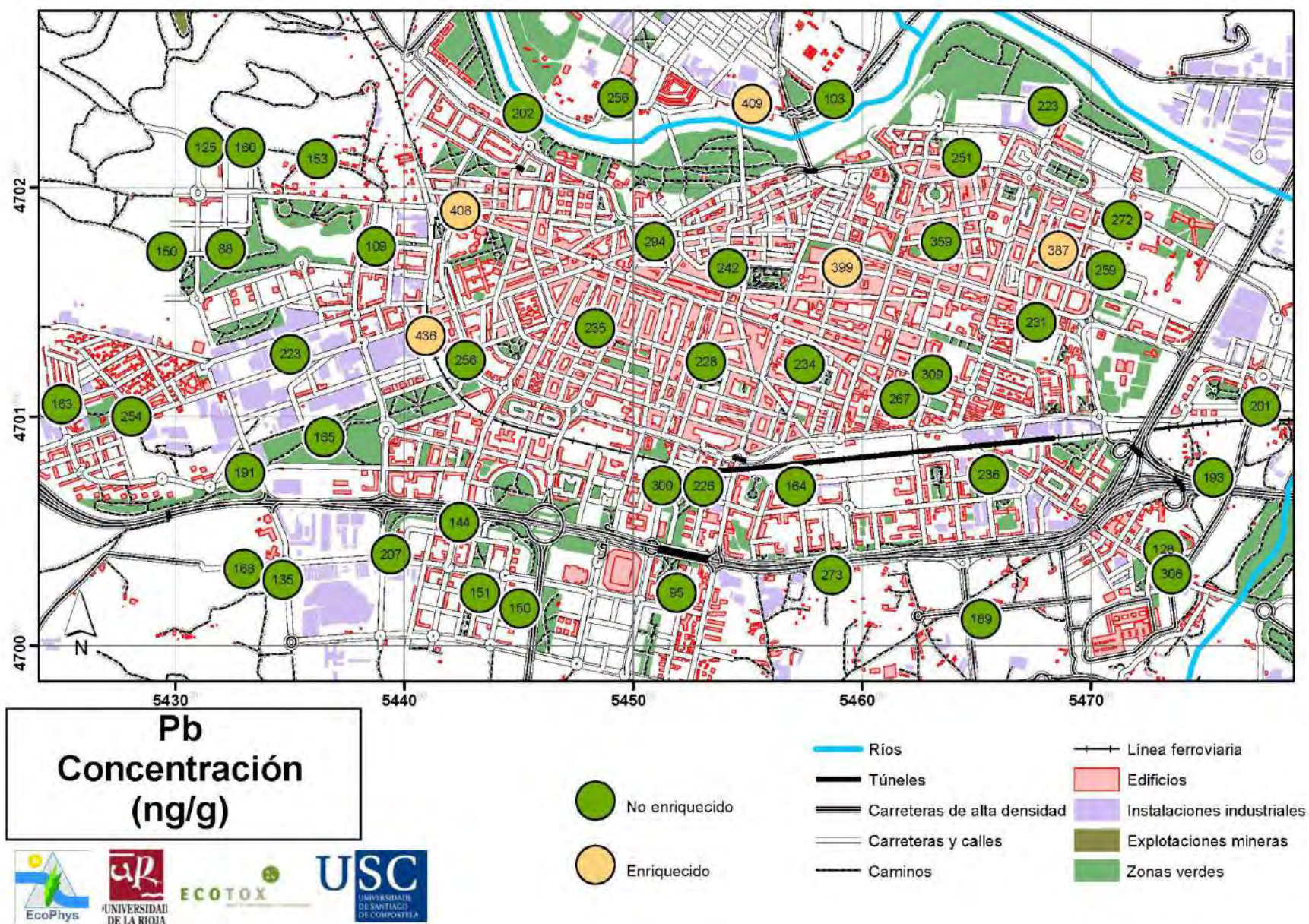


Figura 58. Tasa de enriquecimiento de Ni en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

Figura 59. Tasa de enriquecimiento de Pb en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.



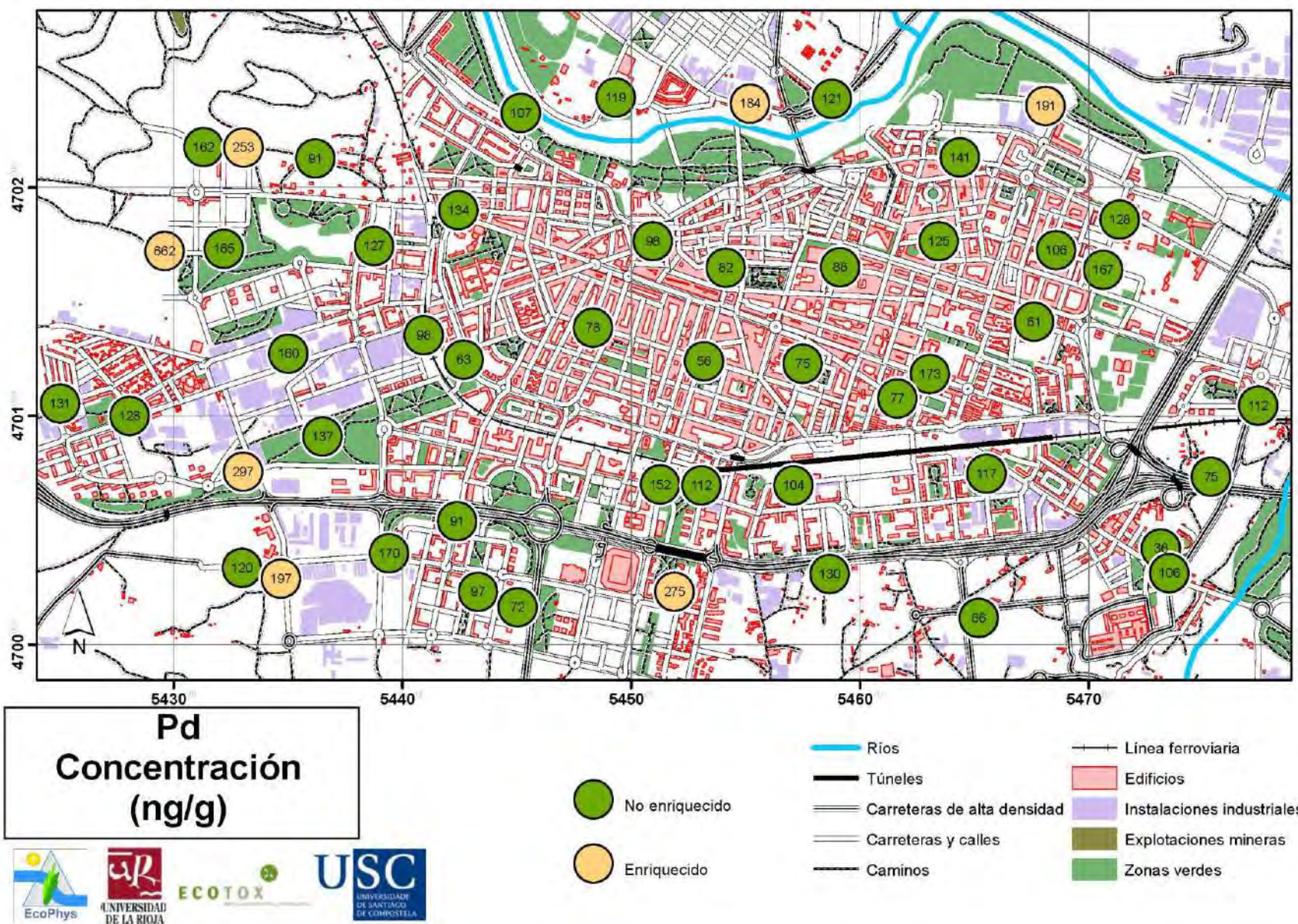


Figura 60. Tasa de enriquecimiento de Pd en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

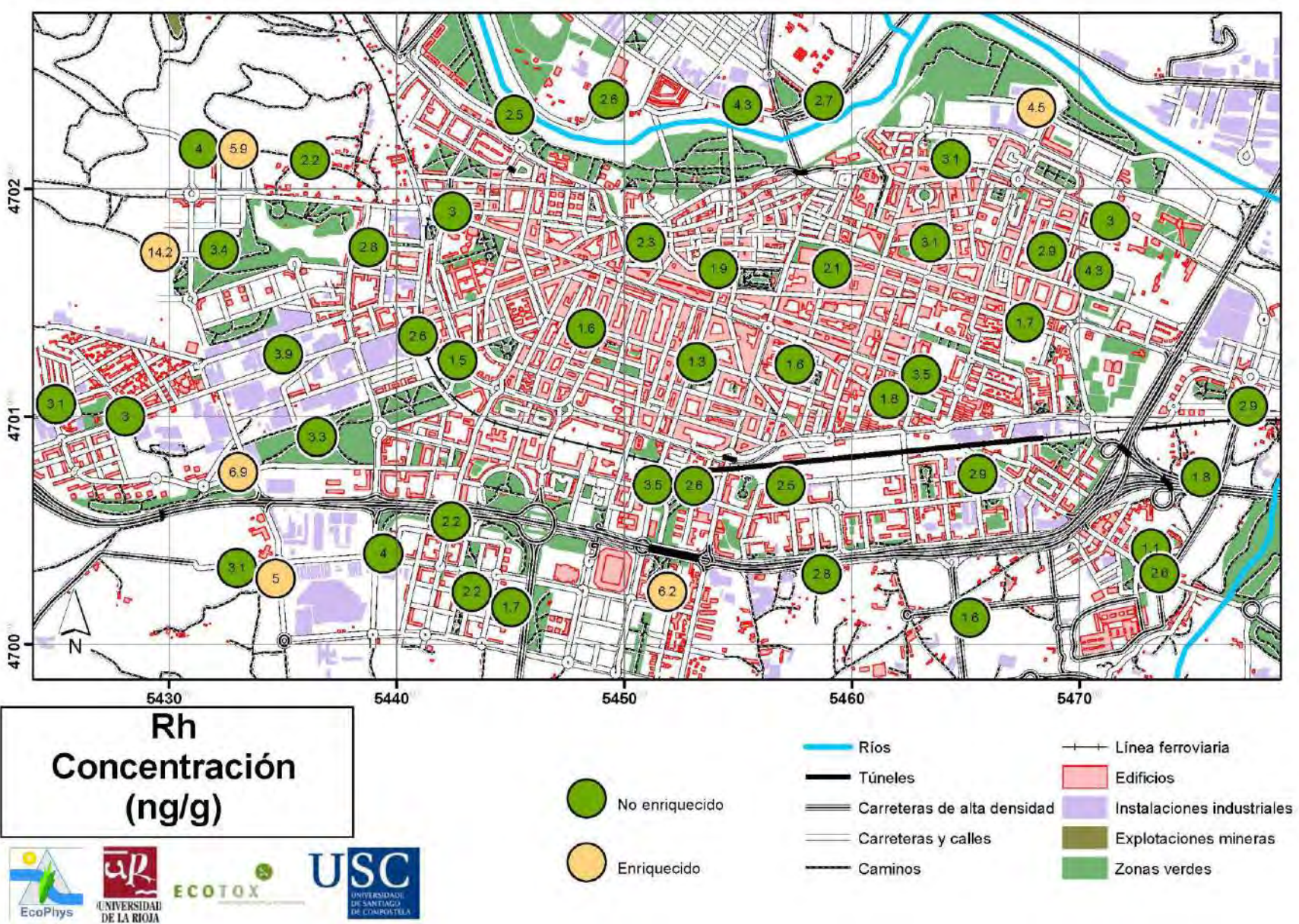


Figura 61. Tasa de enriquecimiento de Rh en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

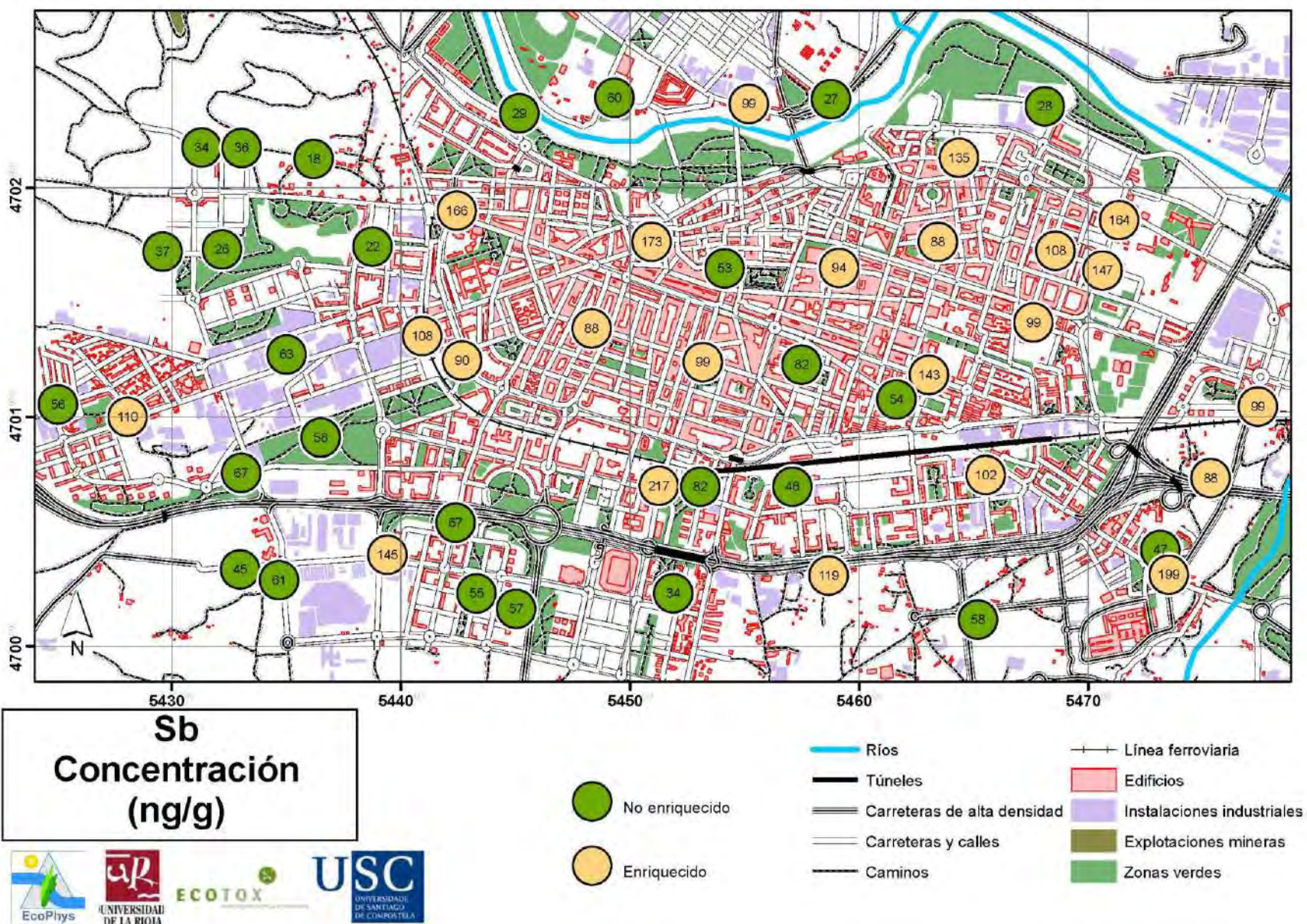


Figura 62. Tasa de enriquecimiento de Sb en aligustre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

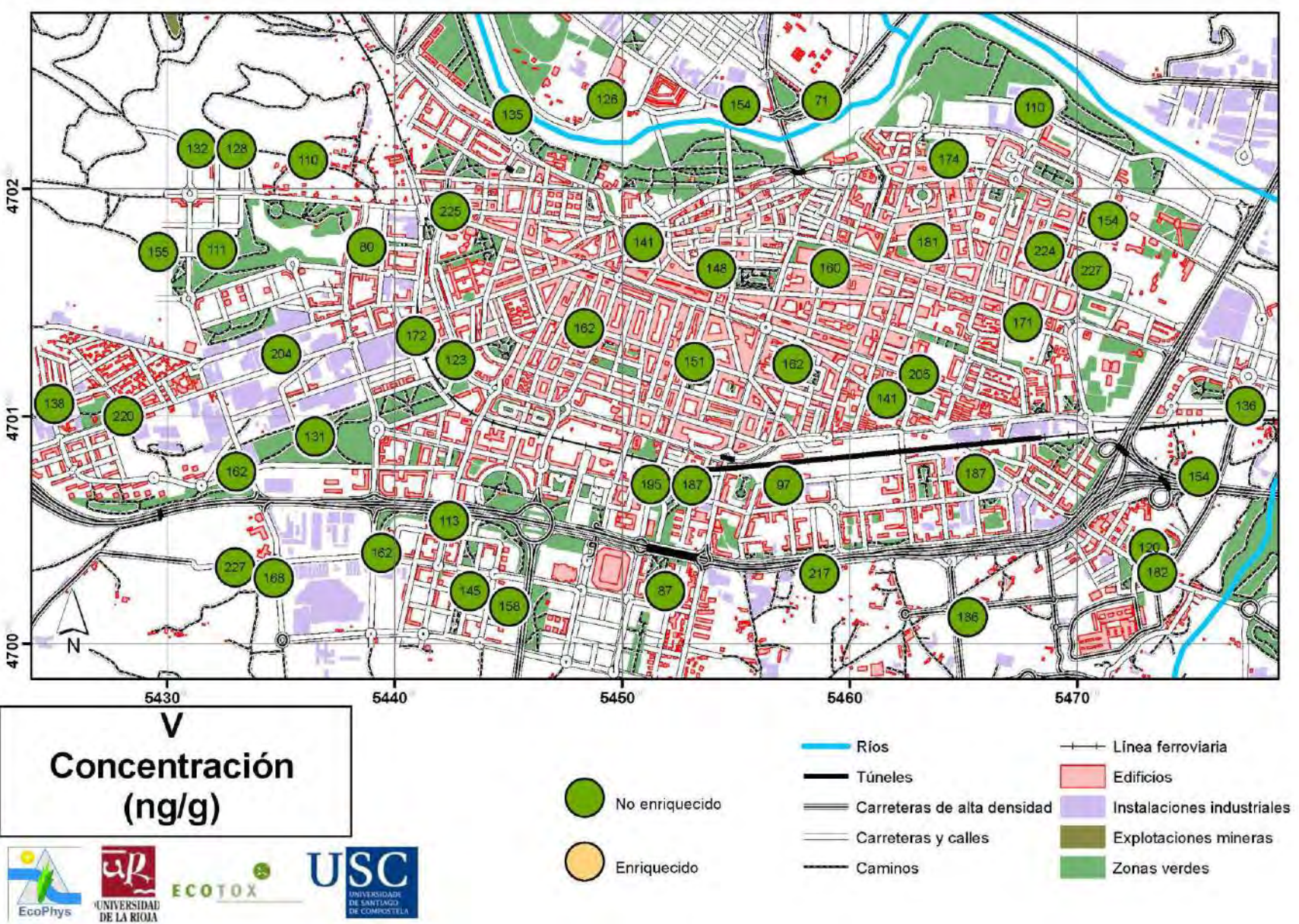


Figura 63. Tasa de enriquecimiento de V en aliguste, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.



Figura 64. Tasa de enriquecimiento de Zn en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

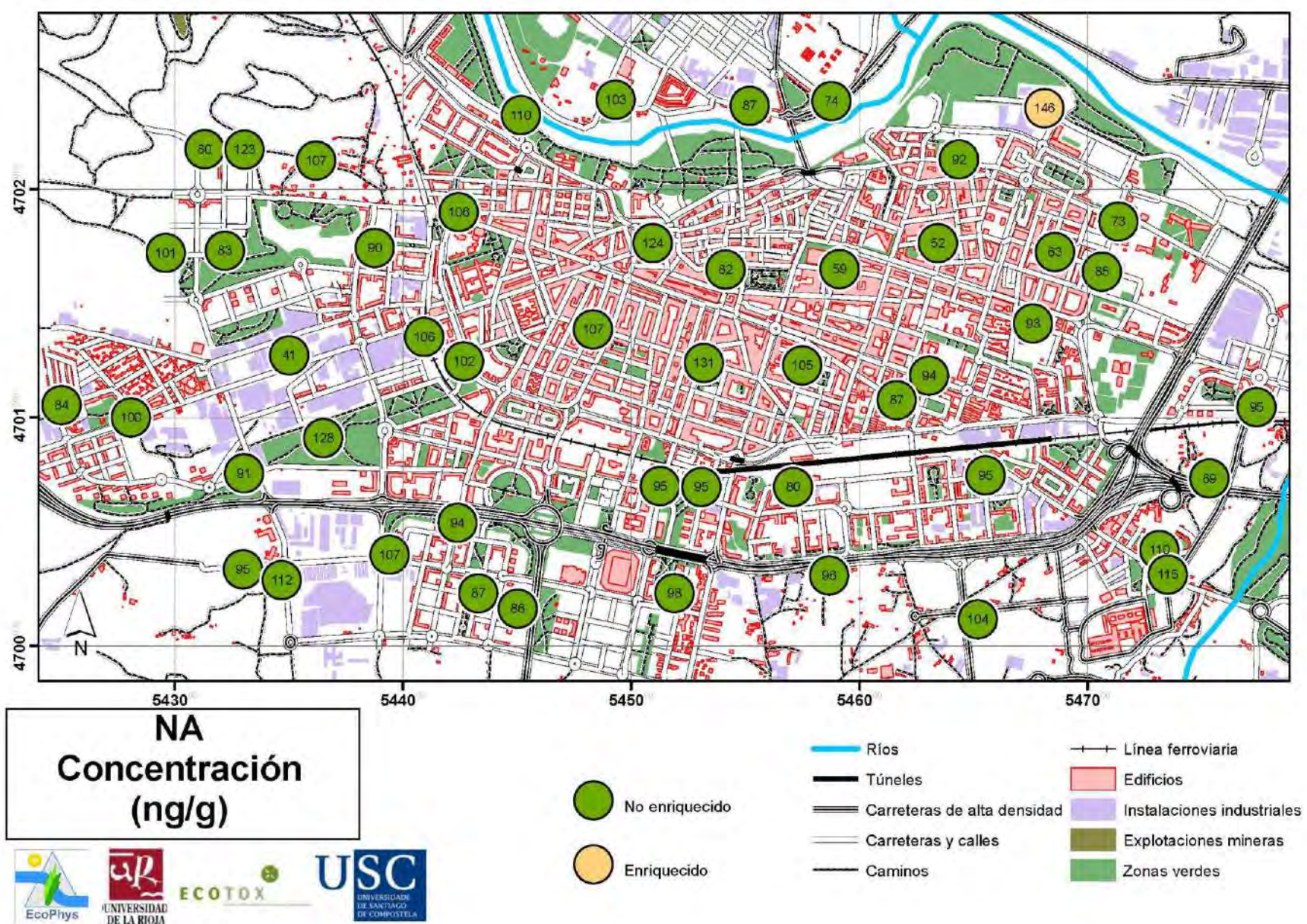


Figura 65. Tasa de enriquecimiento de nafaleno (NA) en algústre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

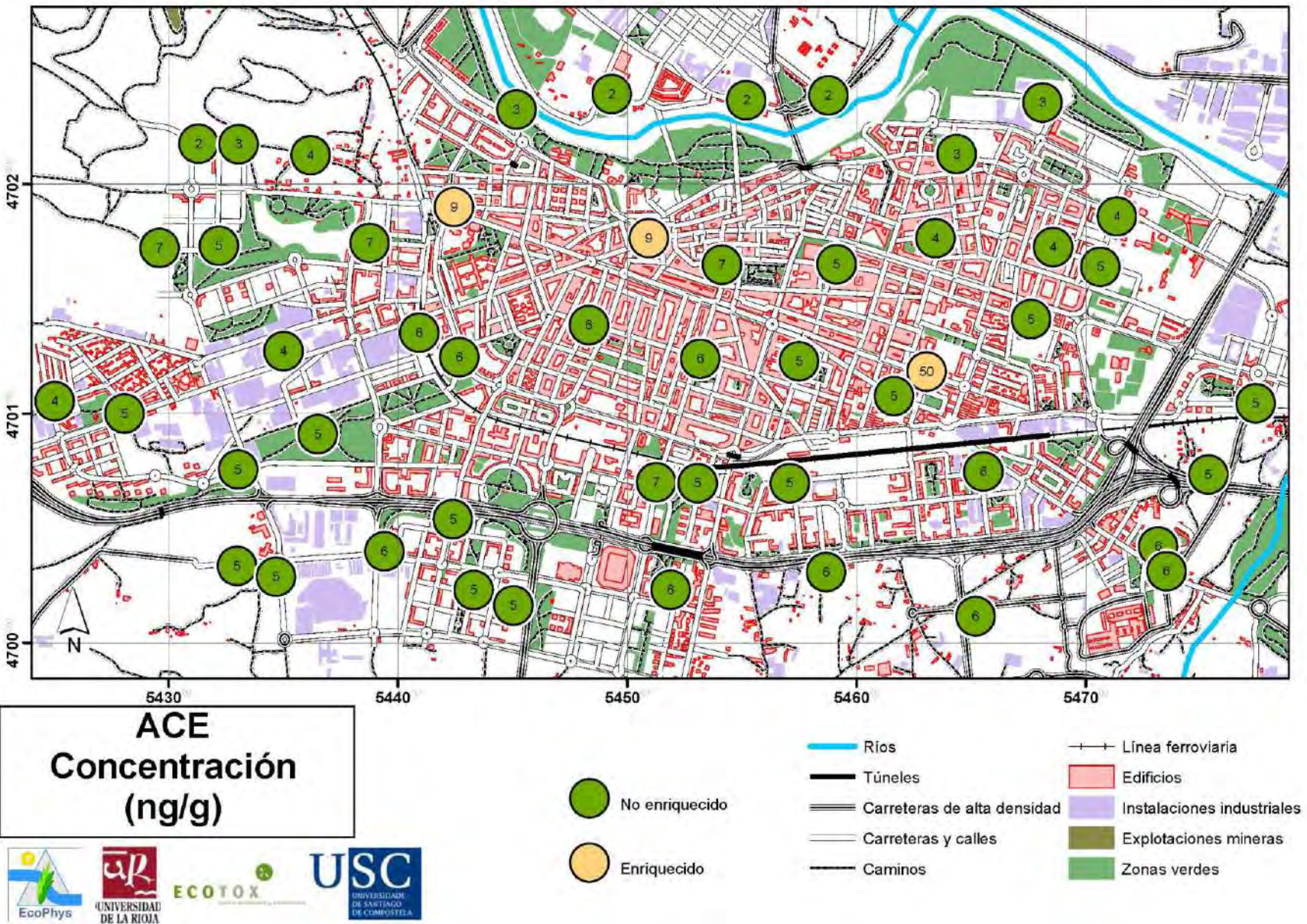


Figura 66. Tasa de enriquecimiento de acenafeno (ACE) en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

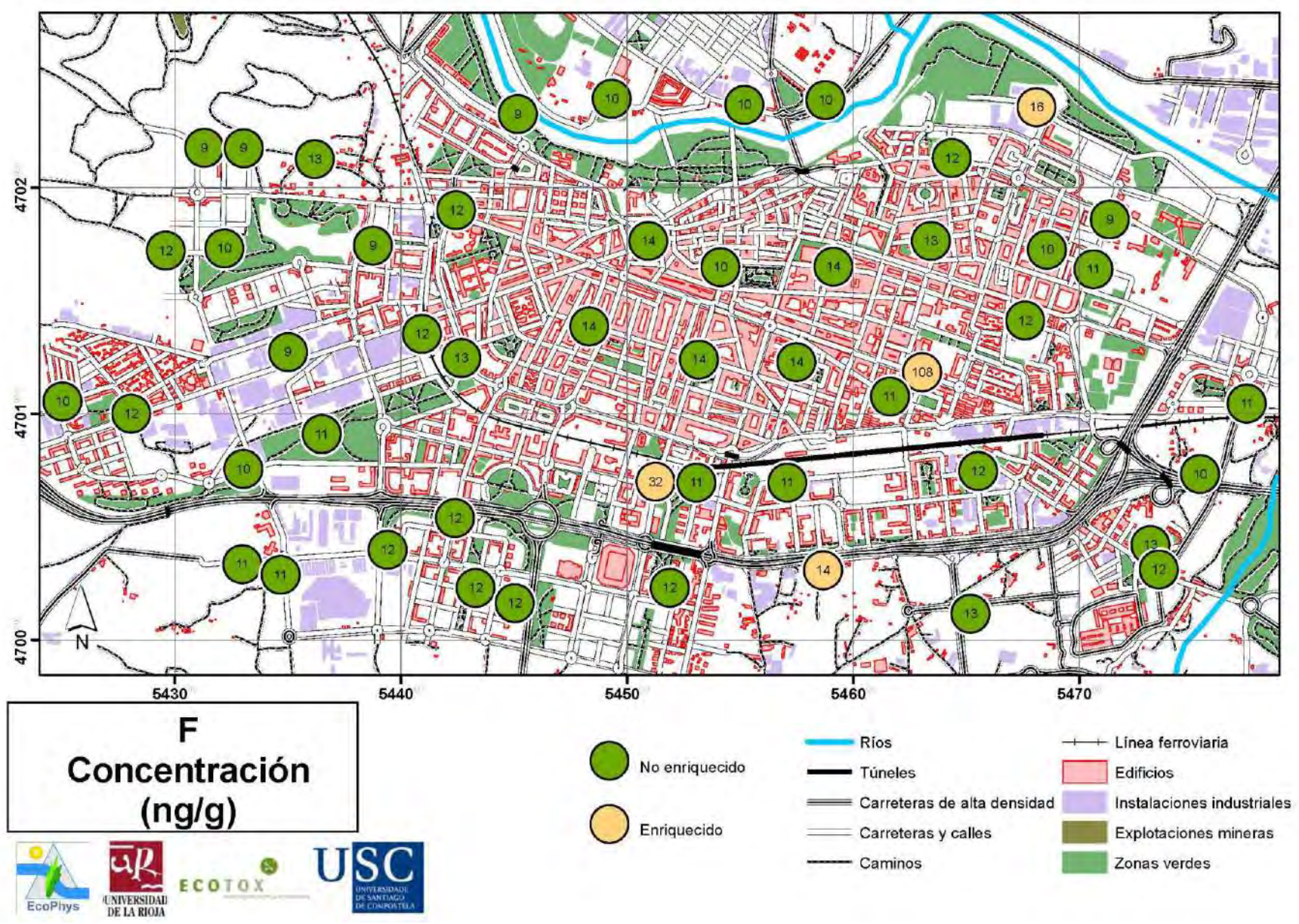


Figura 67. Tasa de enriquecimiento de fluoreno (F) en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

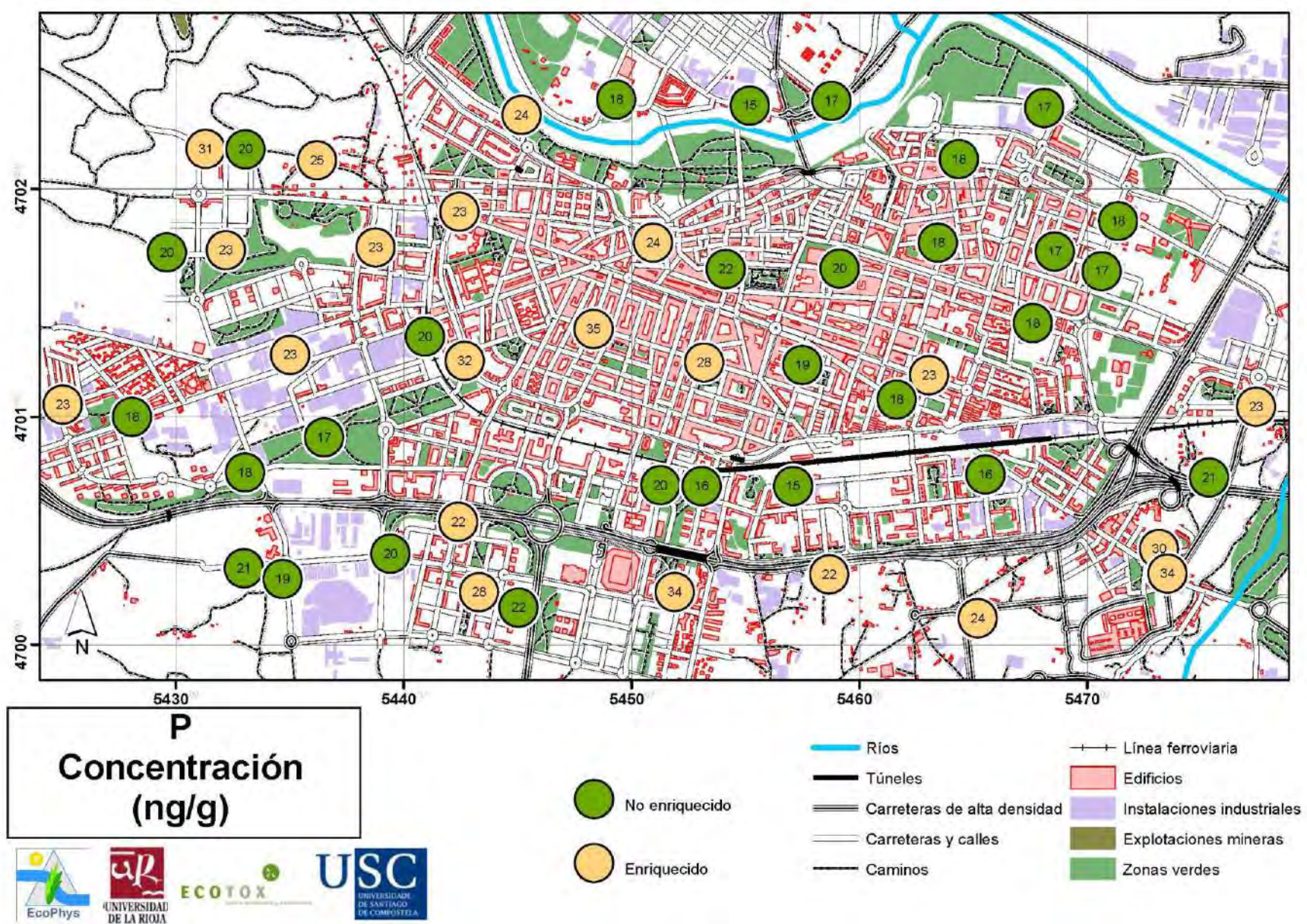


Figura 68. Tasa de enriquecimiento de fenantreno (P) en algúntre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

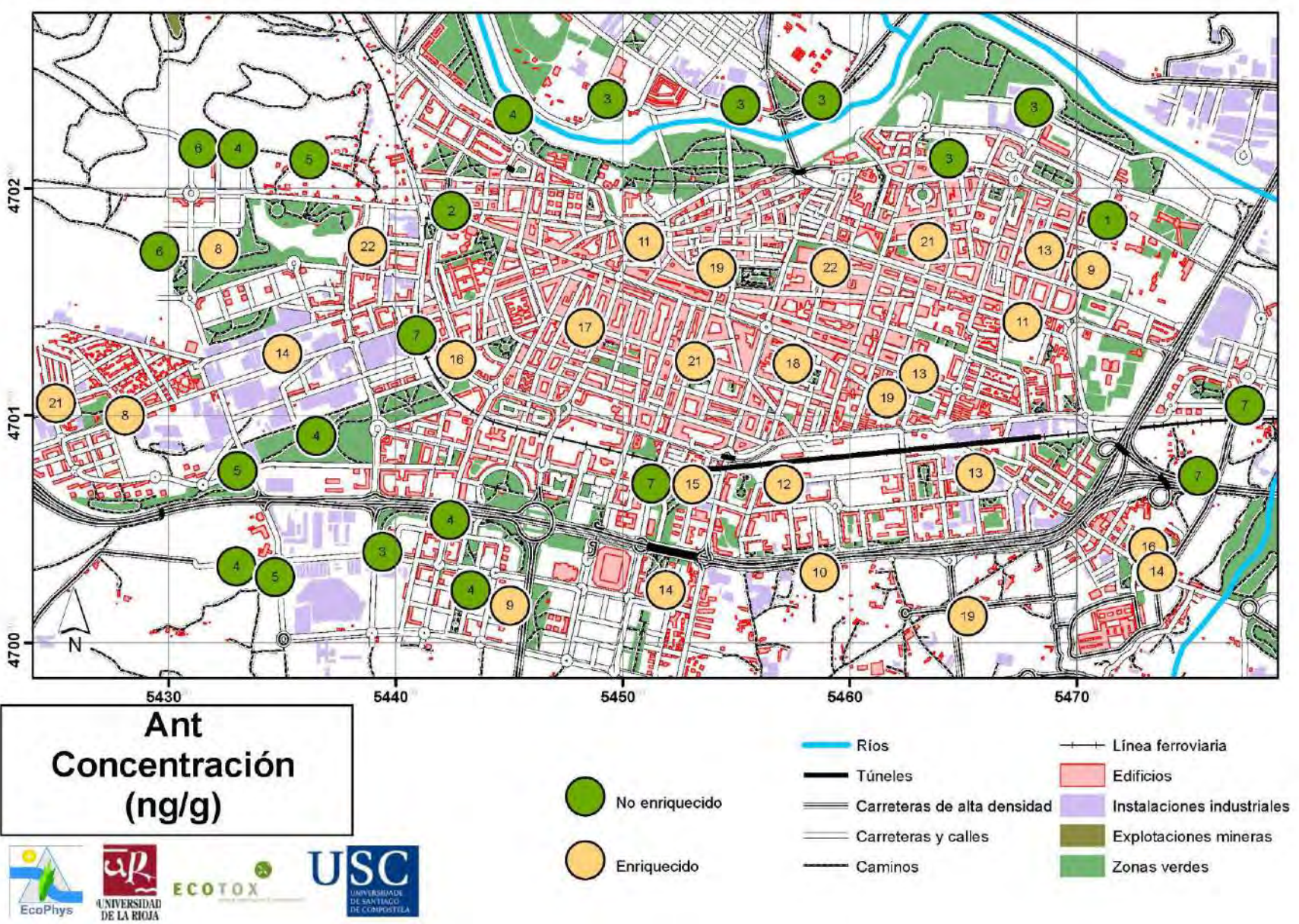


Figura 69. Tasa de enriquecimiento de antraceno (Ant) en aliaguste, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

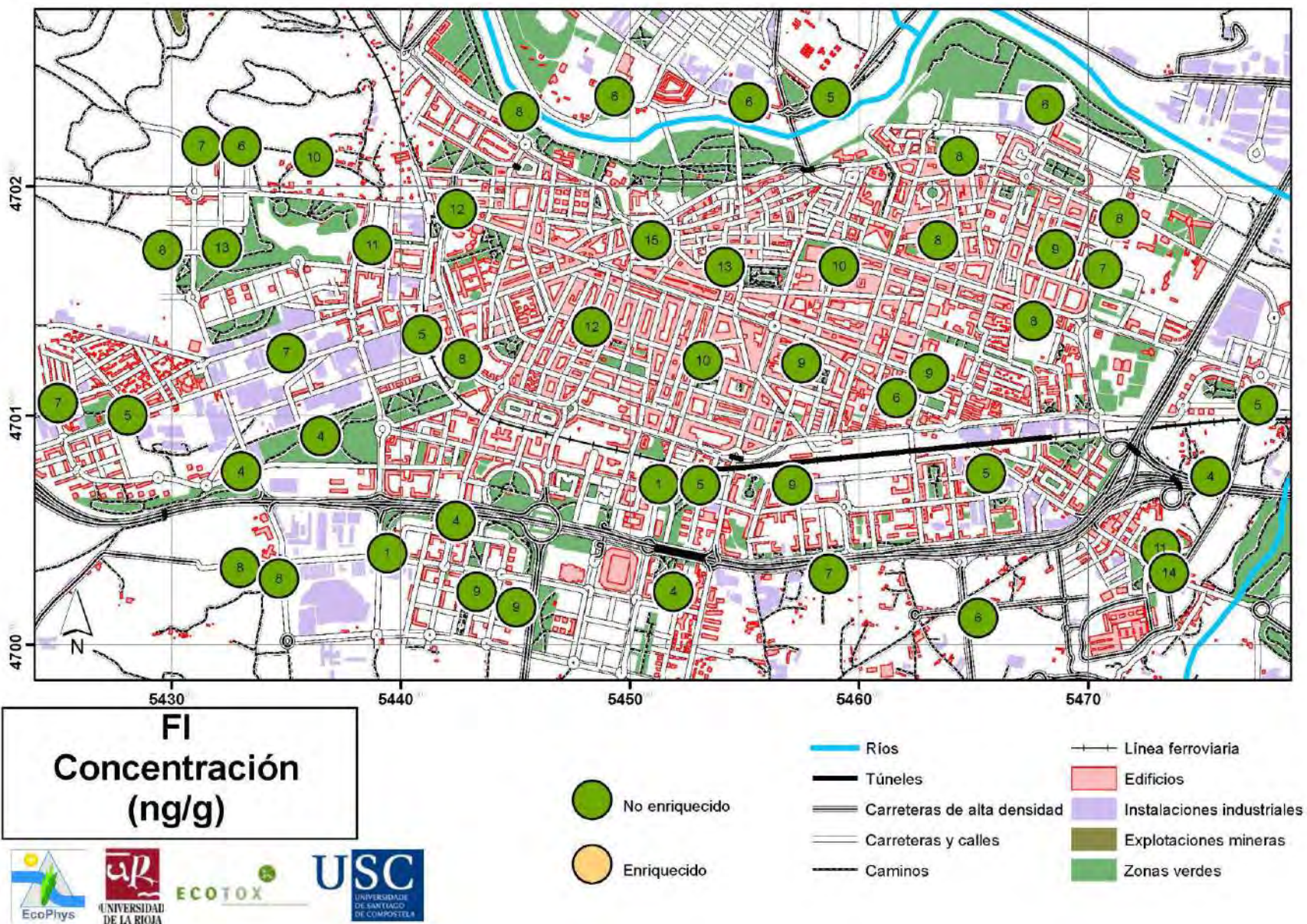


Figura 70. Tasa de enriquecimiento de fluoranteno (FI) en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

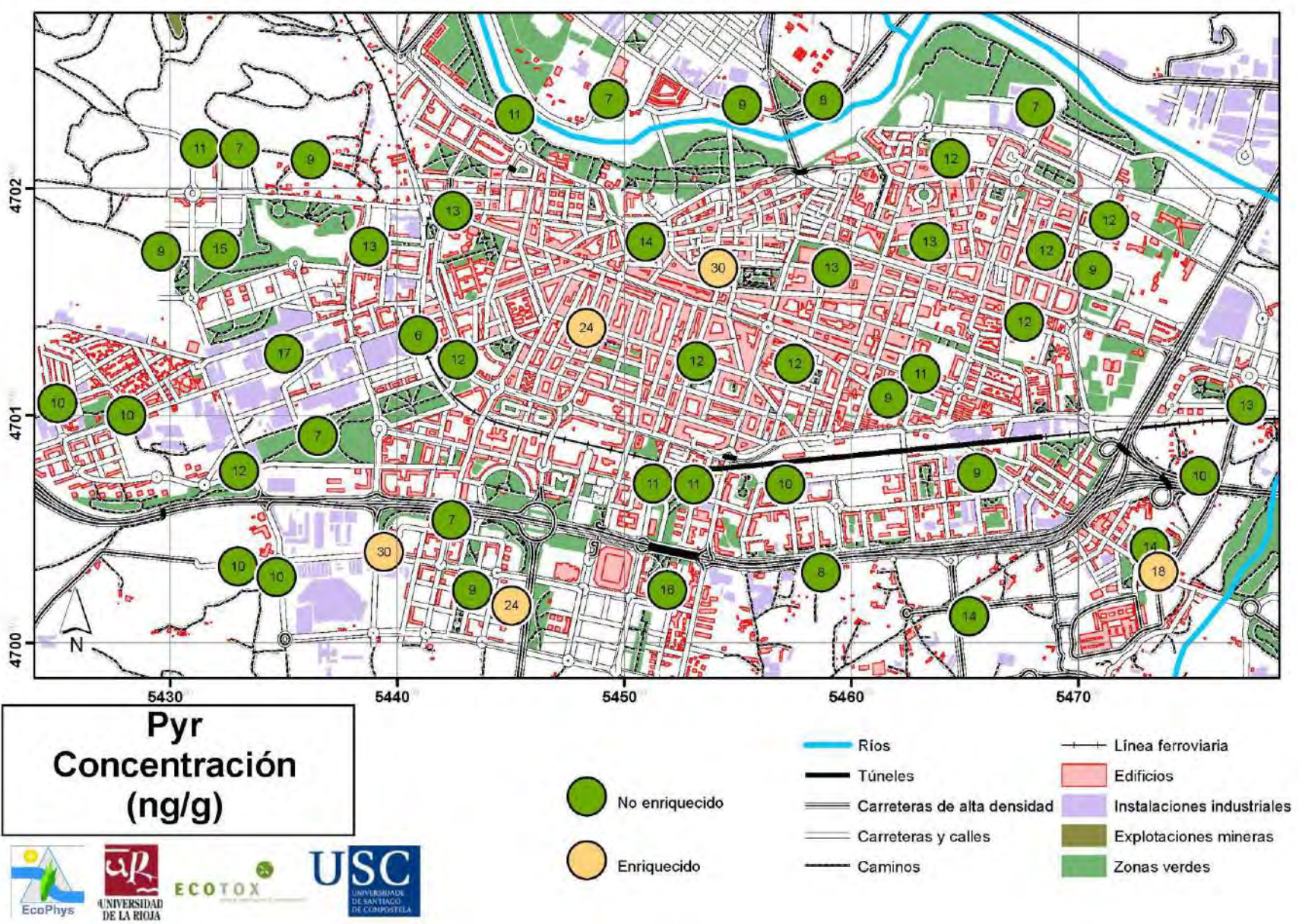


Figura 71. Tasa de enriquecimiento de pireno (Pyr) en algústre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.



Figura 72. Tasa de enriquecimiento de reteno (Ret) en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

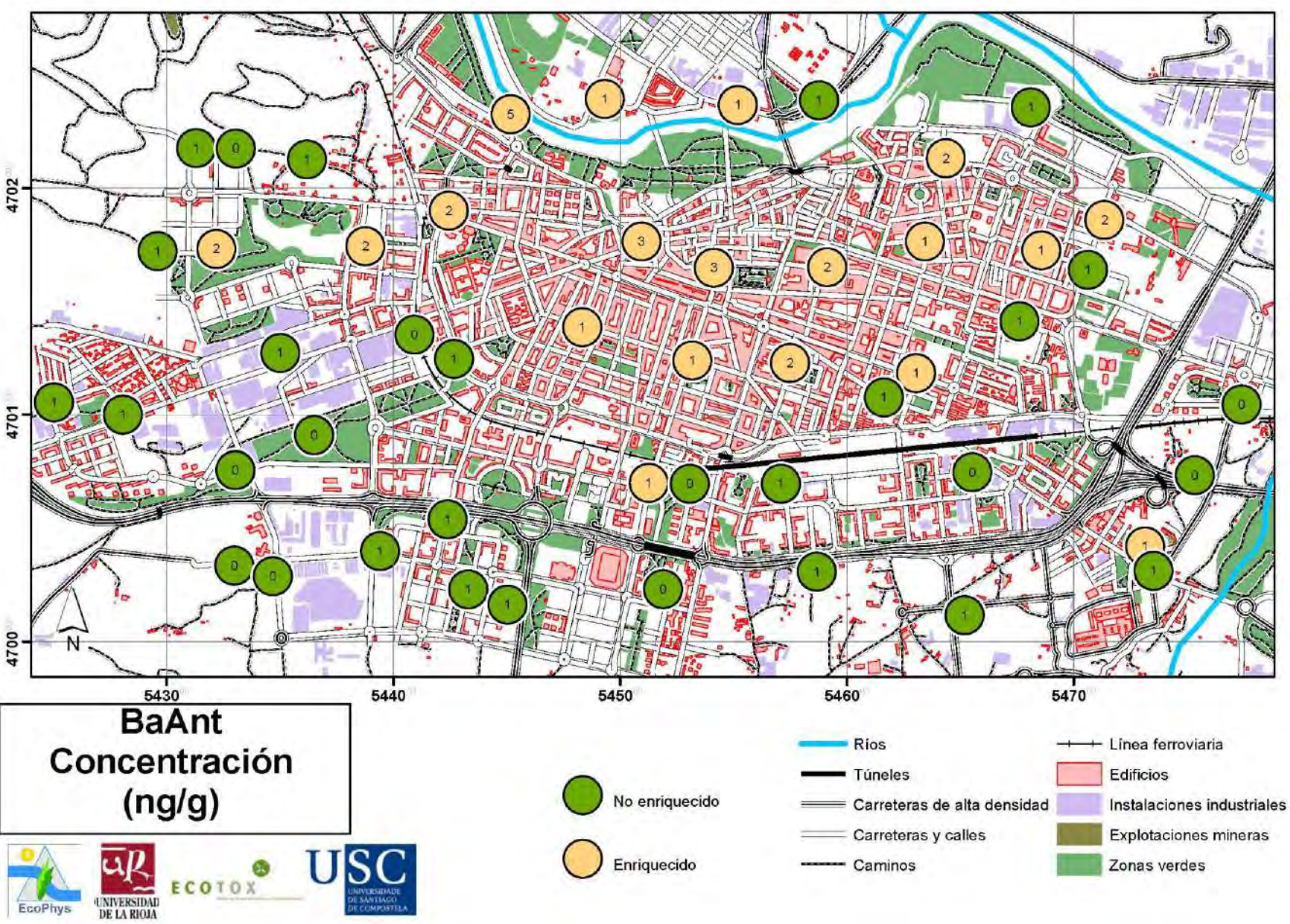


Figura 73. Tasa de enriquecimiento de benzo[*a*]antraceno (BaAnt) en aliaguste, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

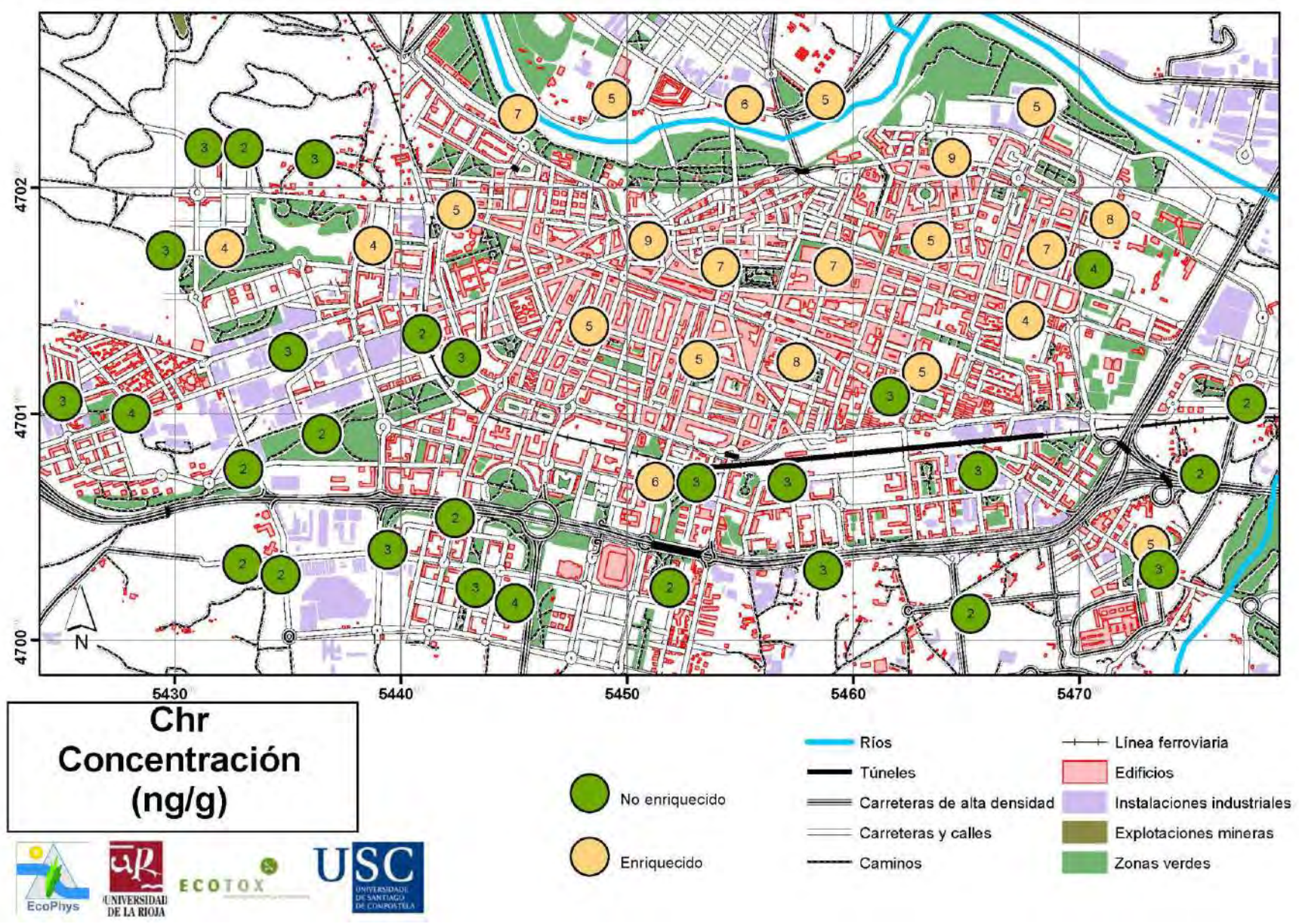
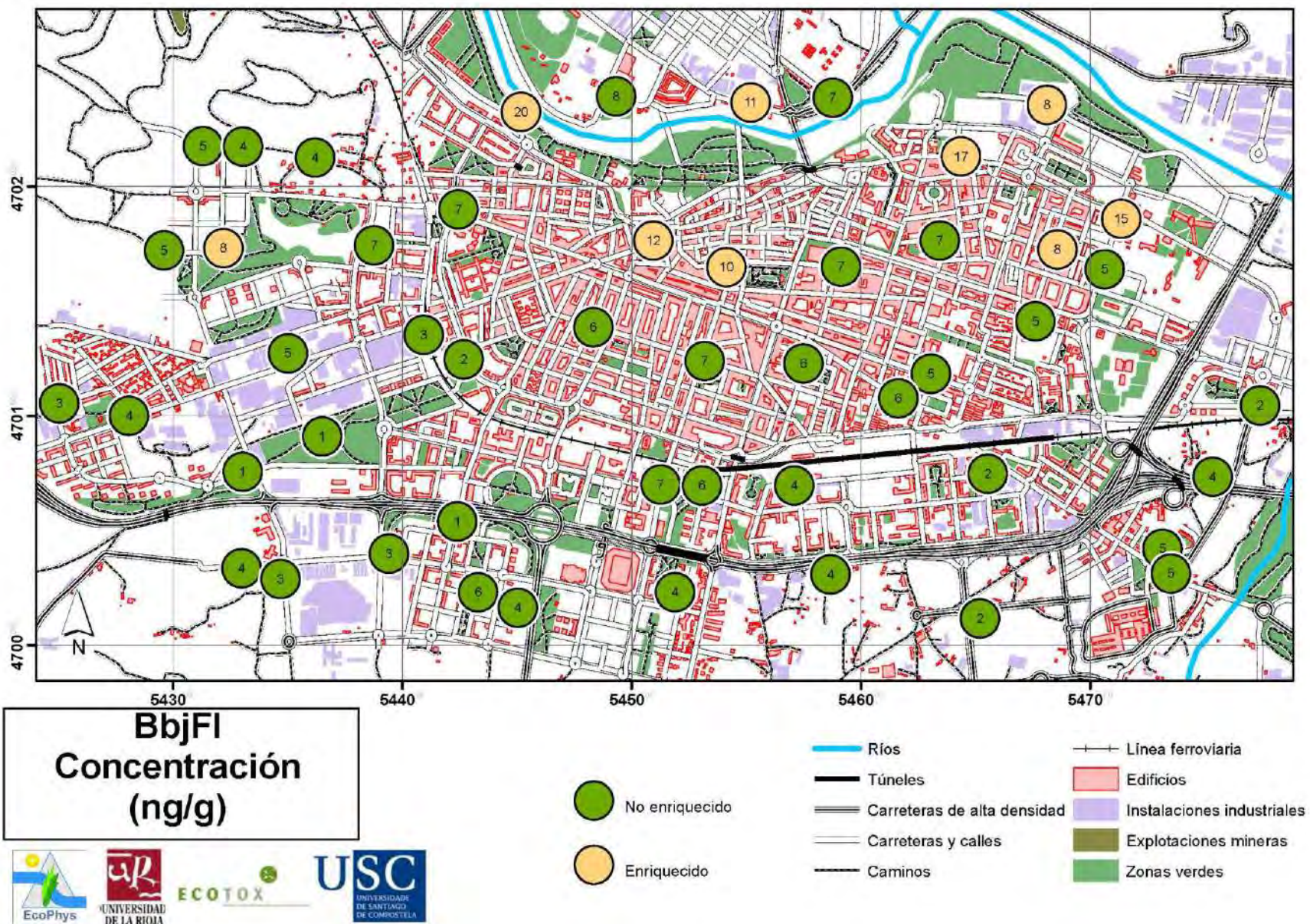


Figura 74. Tasa de enriquecimiento de plomo (Chr) en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

Figura 75. Tasa de enriquecimiento de benzo[b+j]fluoranteno (BbjFI) en algustre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.



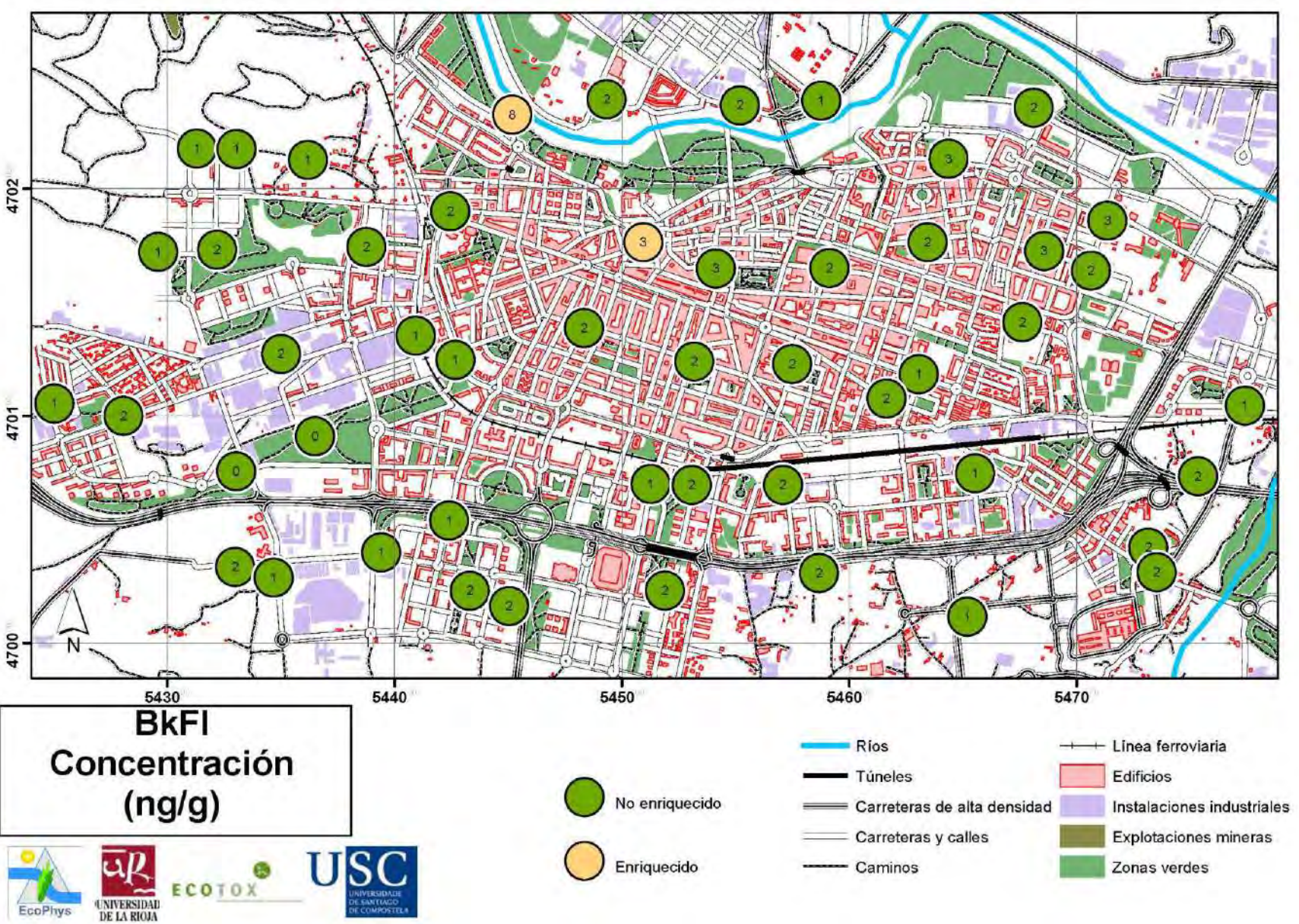


Figura 76. Tasa de enriquecimiento de benzo[k]fluoranteno (BkFI) en algúestre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

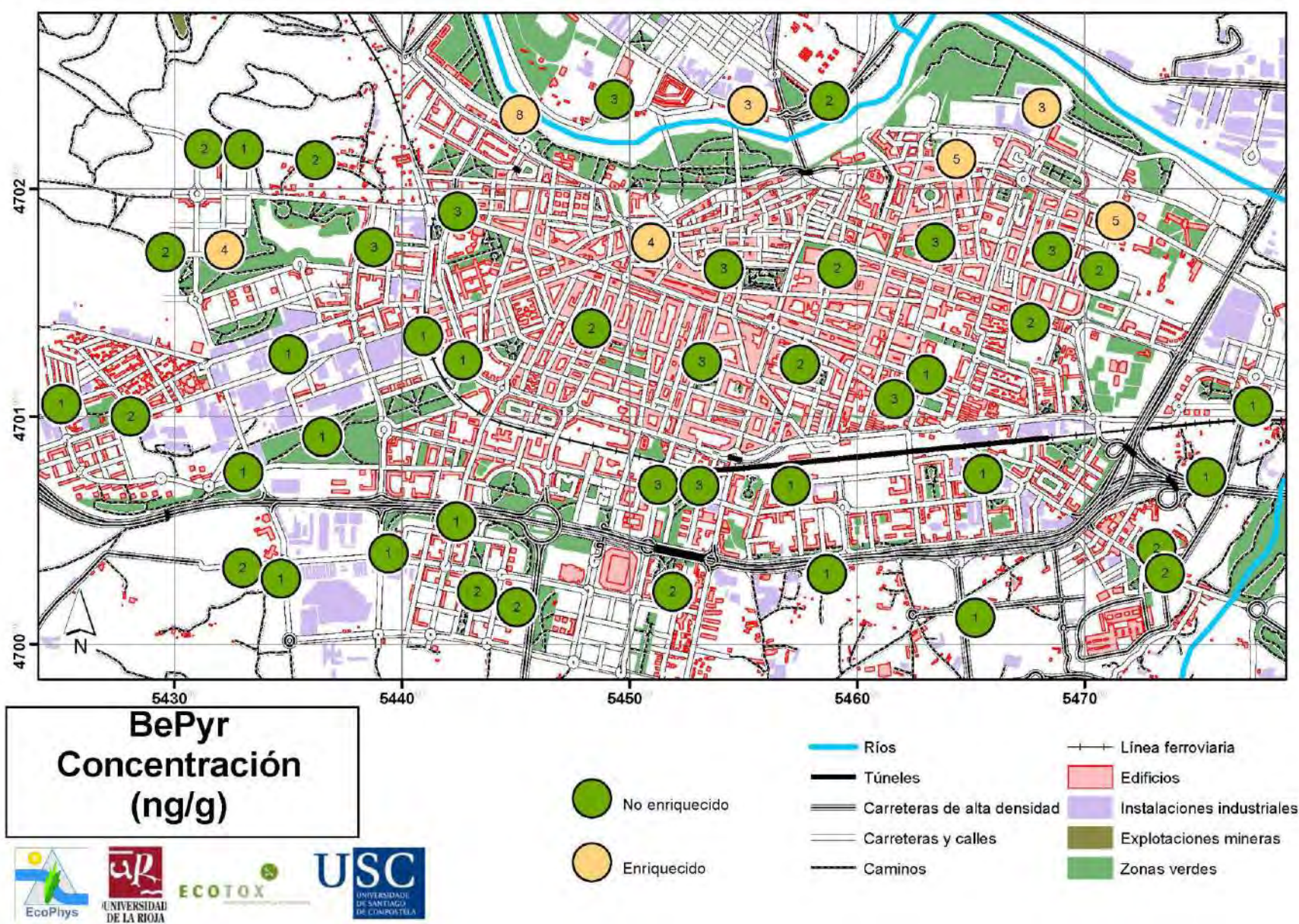


Figura 77. Tasa de enriquecimiento de benzo[el]pireno (BePyr) en aliogre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

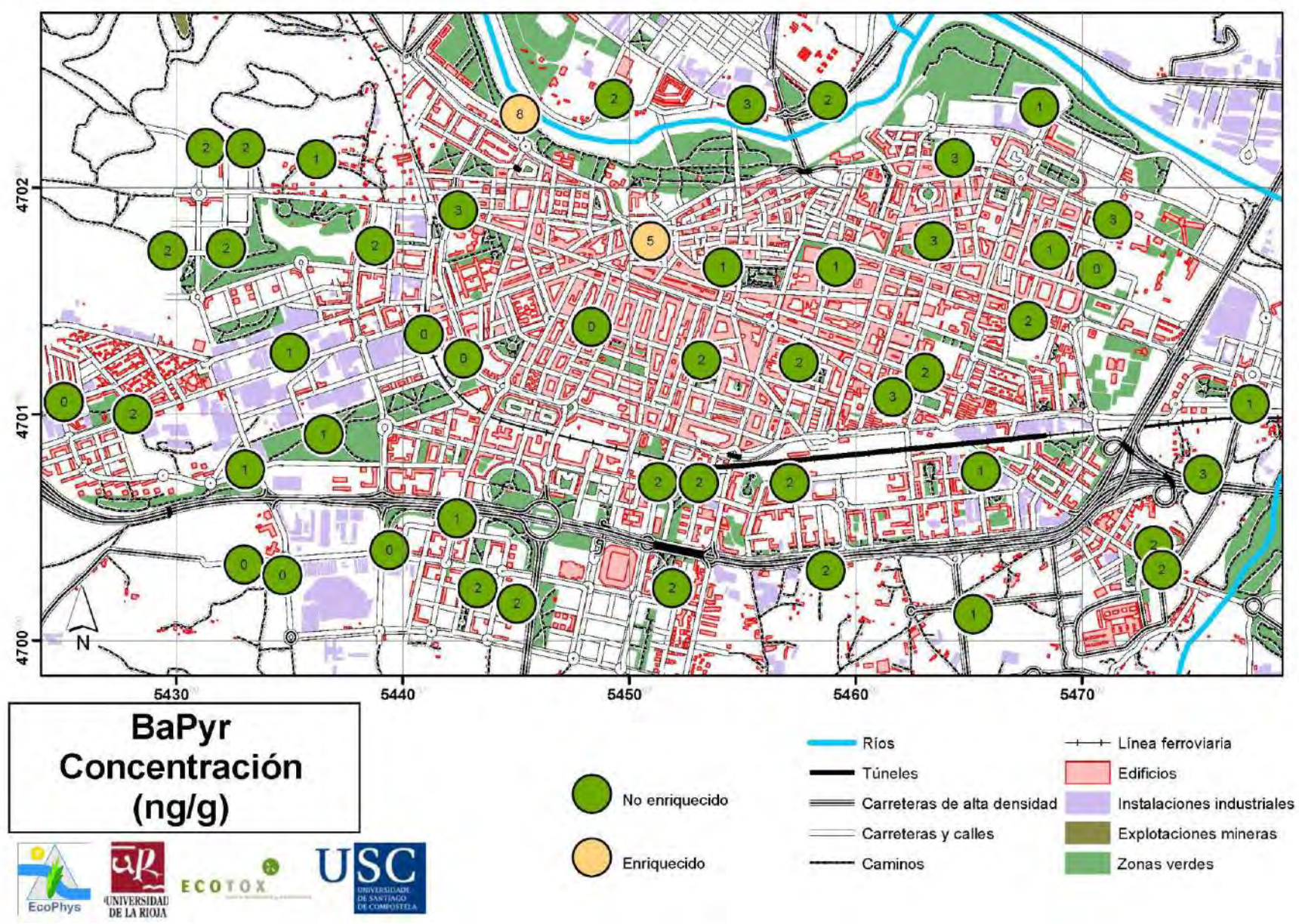


Figura 78. Tasa de enriquecimiento de benzol alpireno (BaPyr) en alguistre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

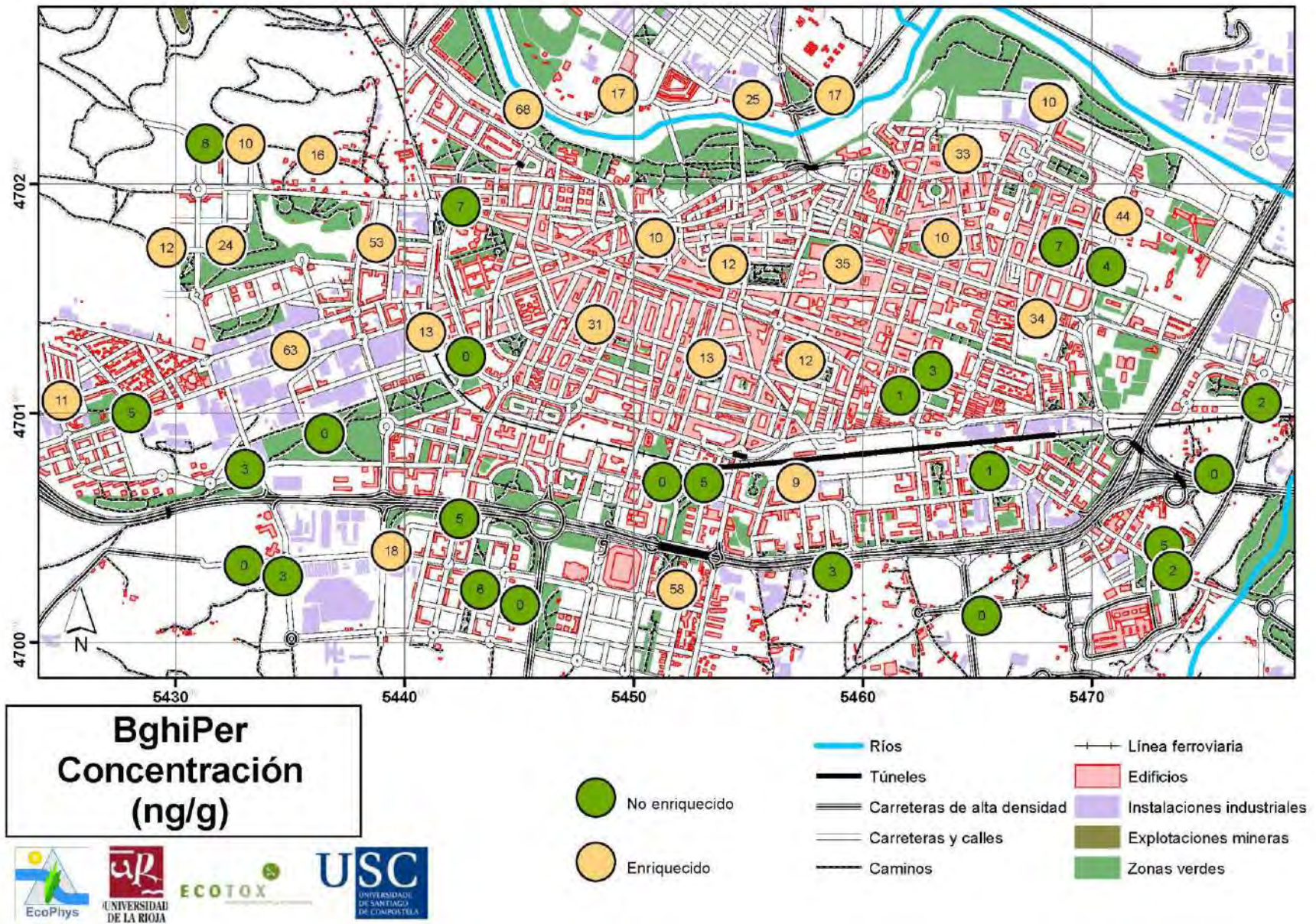


Figura 79. Tasa de enriquecimiento de benzo[ghi]perileno (BghiPer) en alguibre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

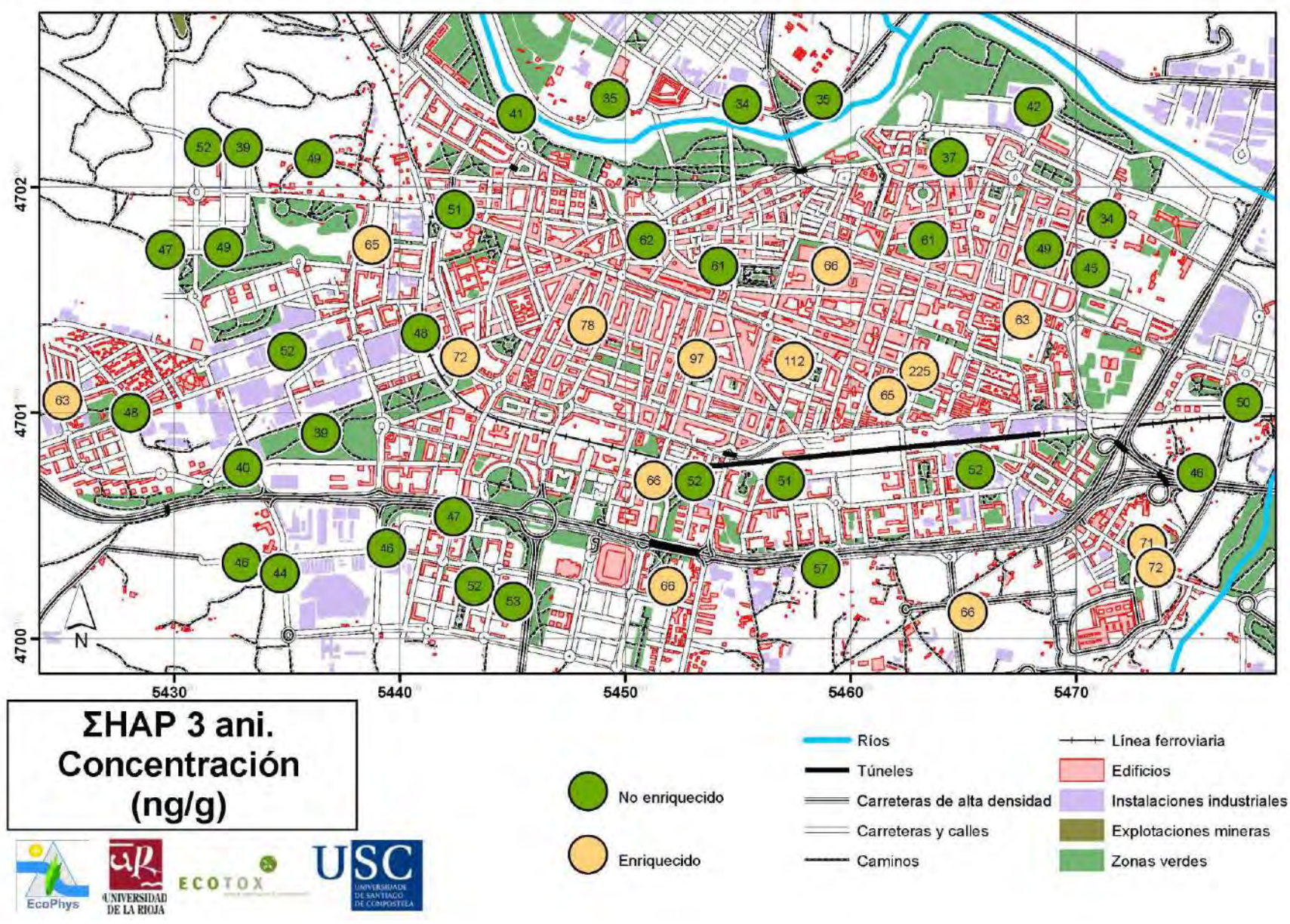


Figura 80. Tasa de enriquecimiento de HAP de 3-años en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

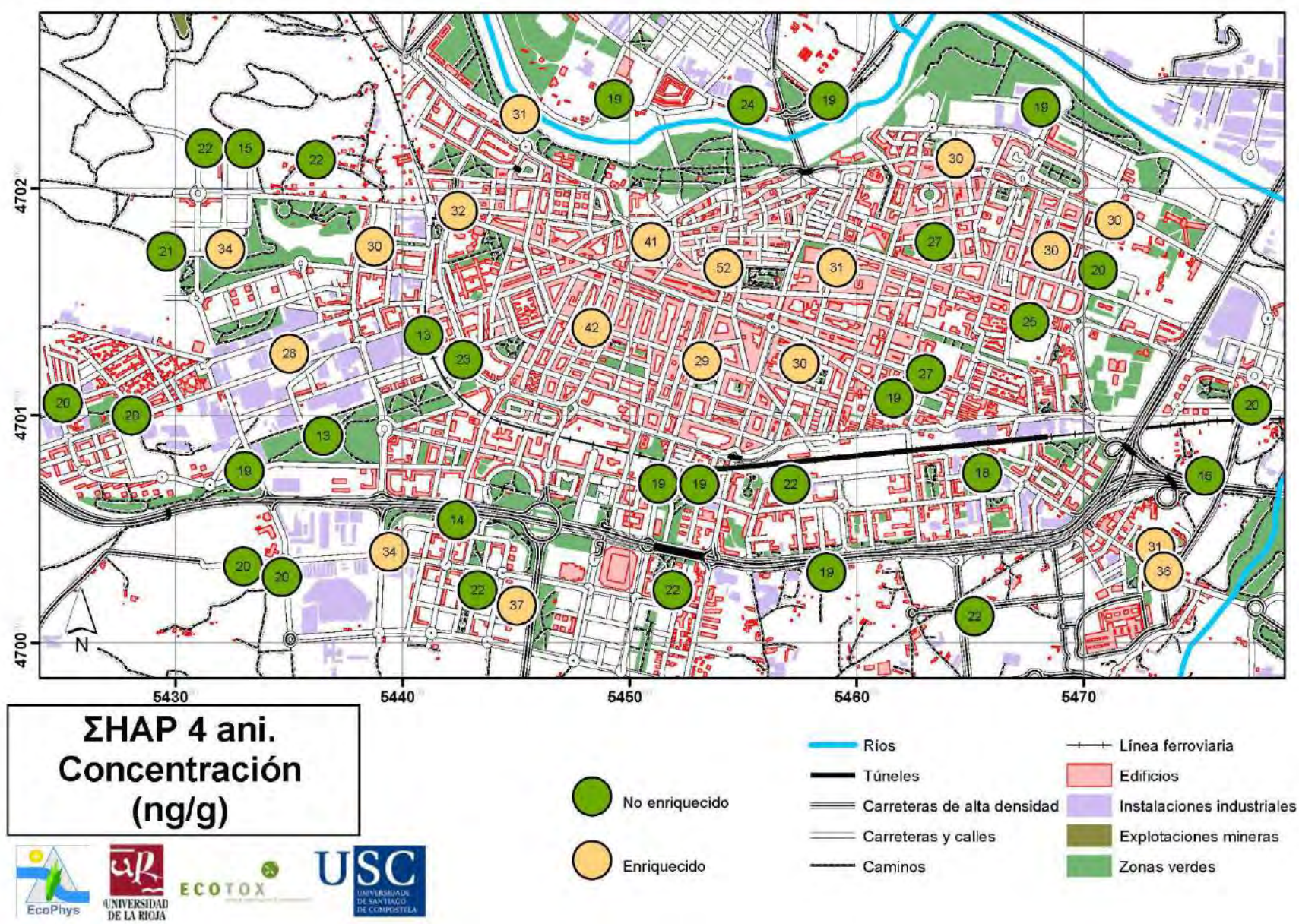


Figura 81. Tasa de enriquecimiento de HAP de 4-anillos en algustre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

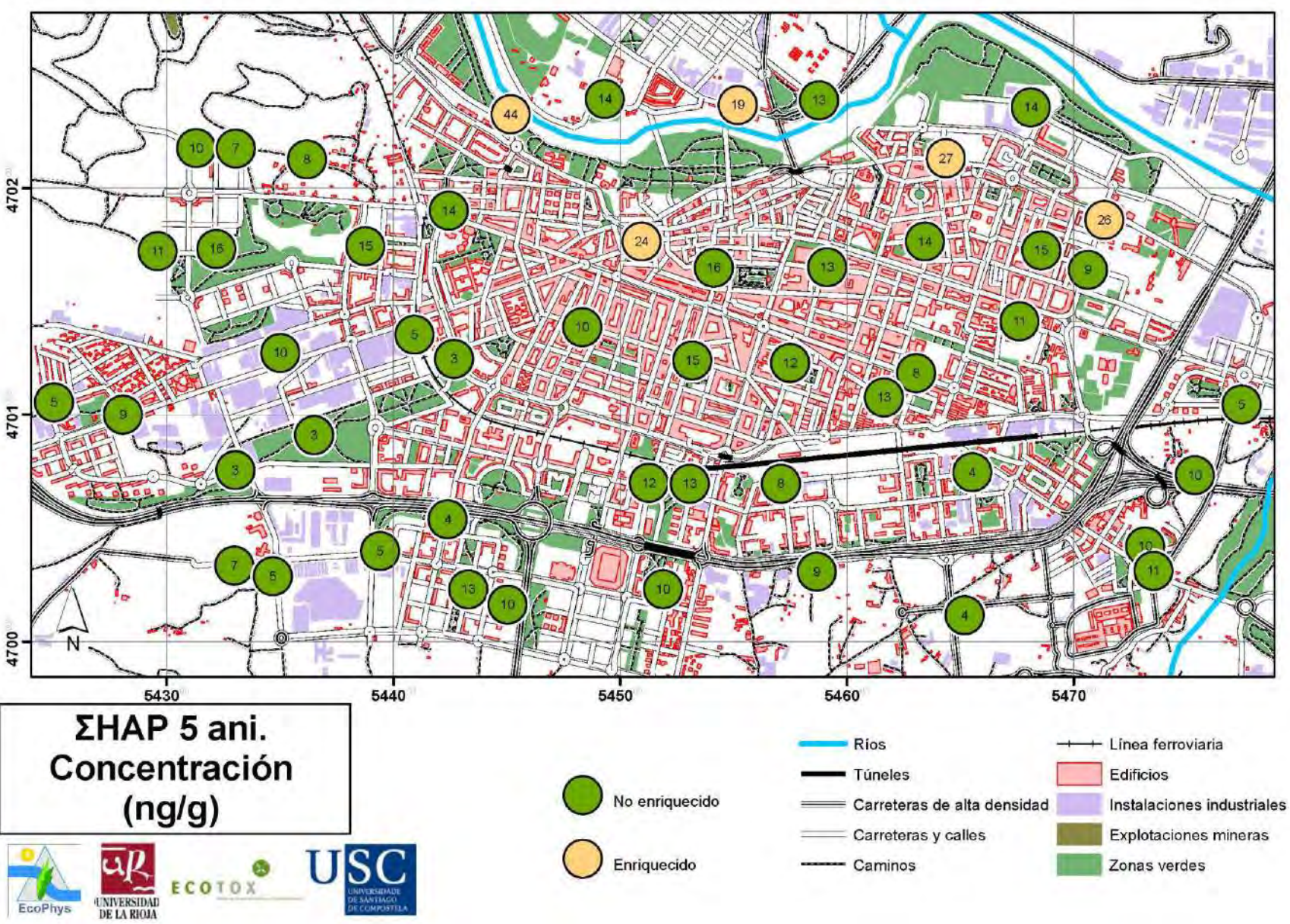
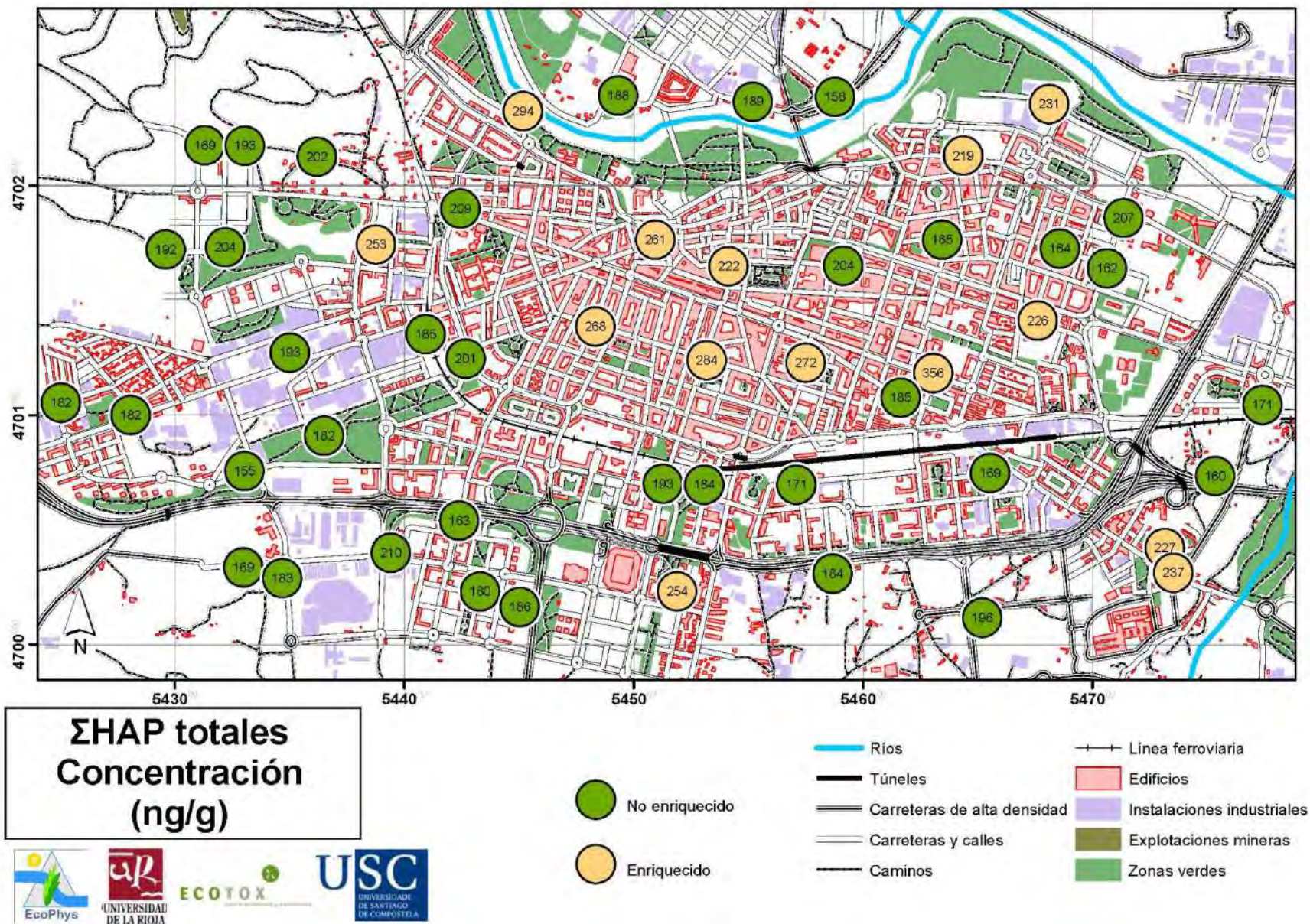


Figura 82. Tasa de enriquecimiento de HAP de 5-años en aligustre, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

Figura 83. Tasa de enriquecimiento de HAP totales en aliaguste, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.



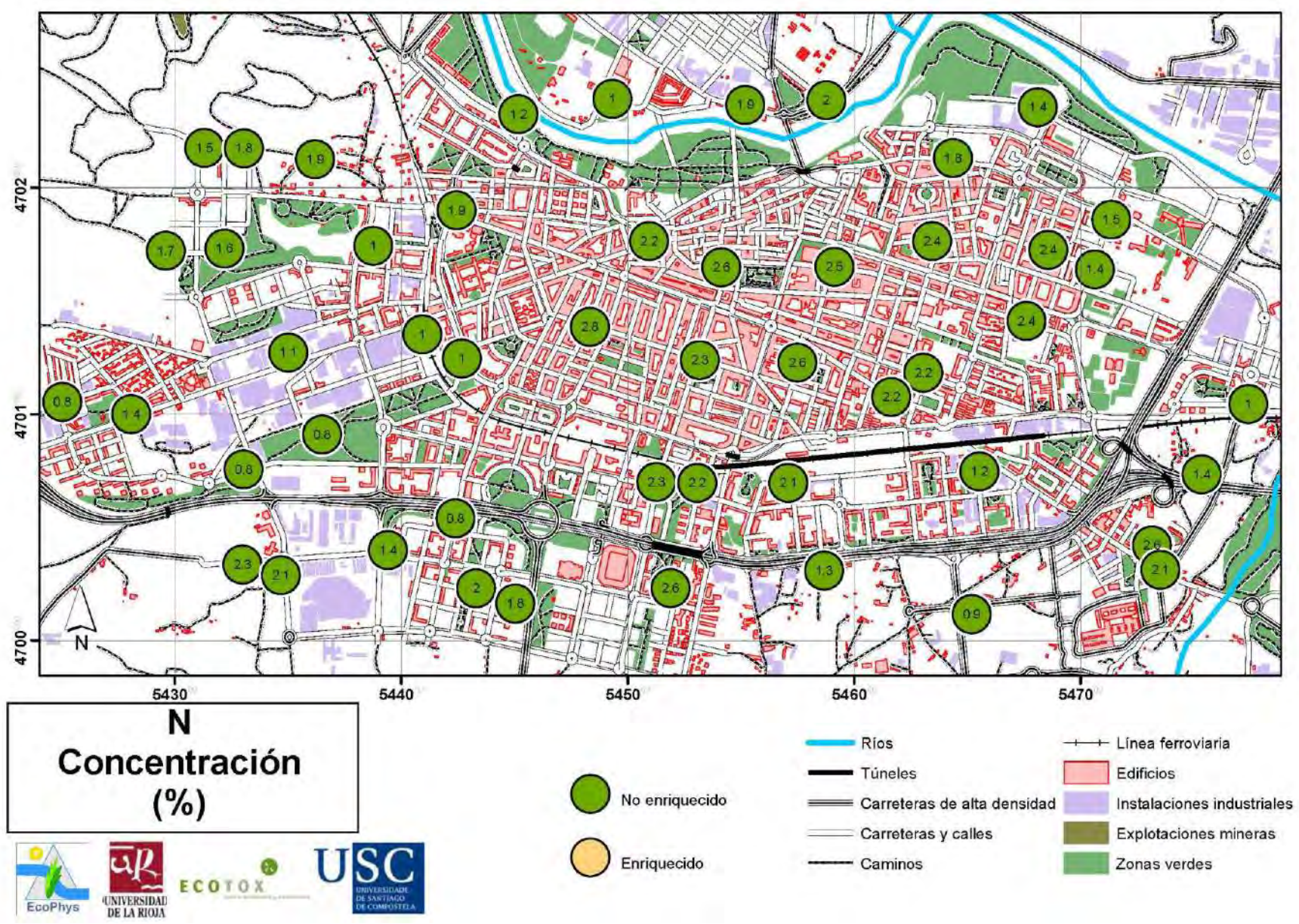


Figura 84. Tasa de enriquecimiento de N en agosto, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas en el periodo de tres meses que estuvieron expuestas.

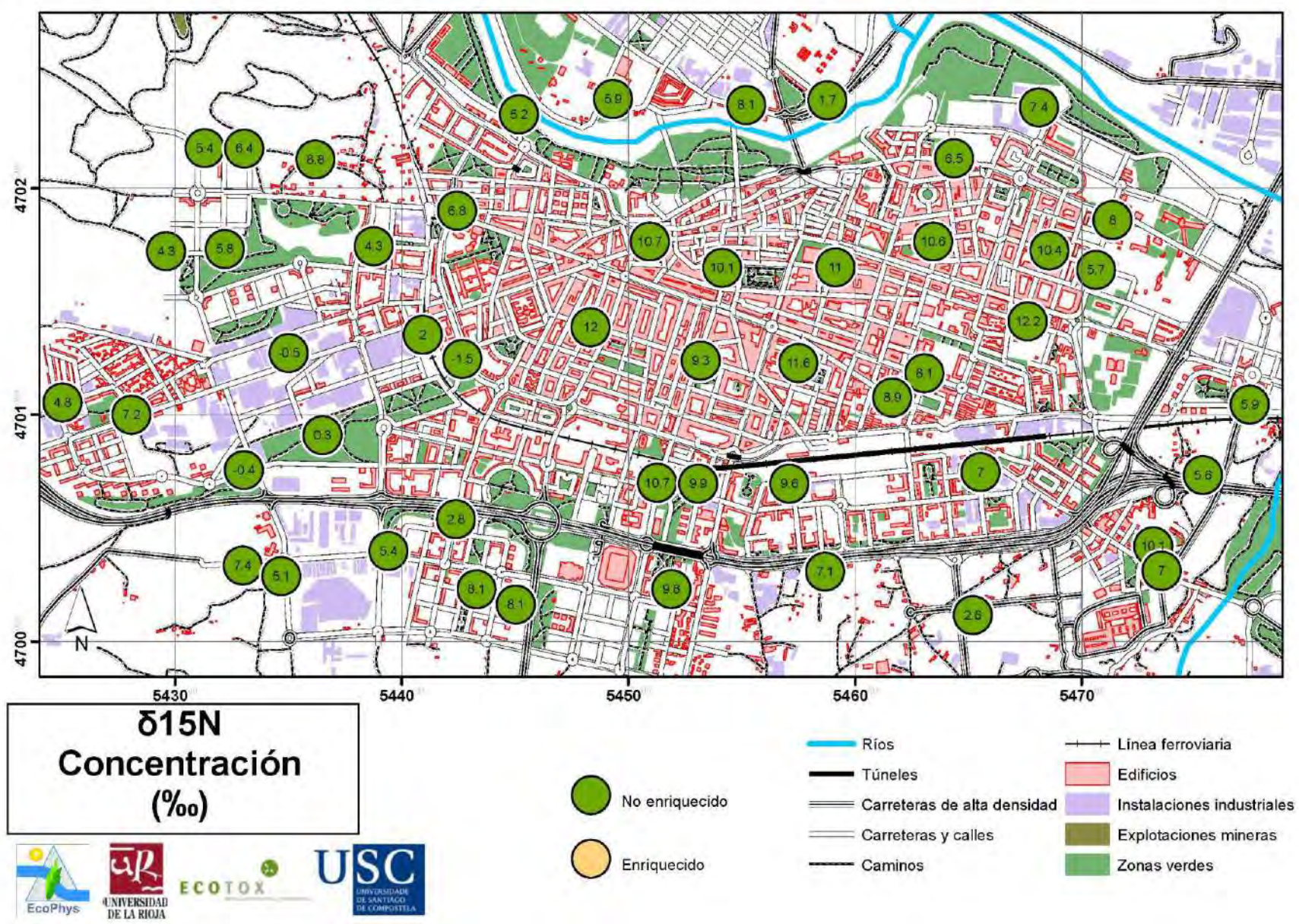


Figura 85. Valores de la relación isotópica de Nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) en hojas de aligustre al final del periodo de muestreo, diferenciando las muestras enriquecidas y no enriquecidas.

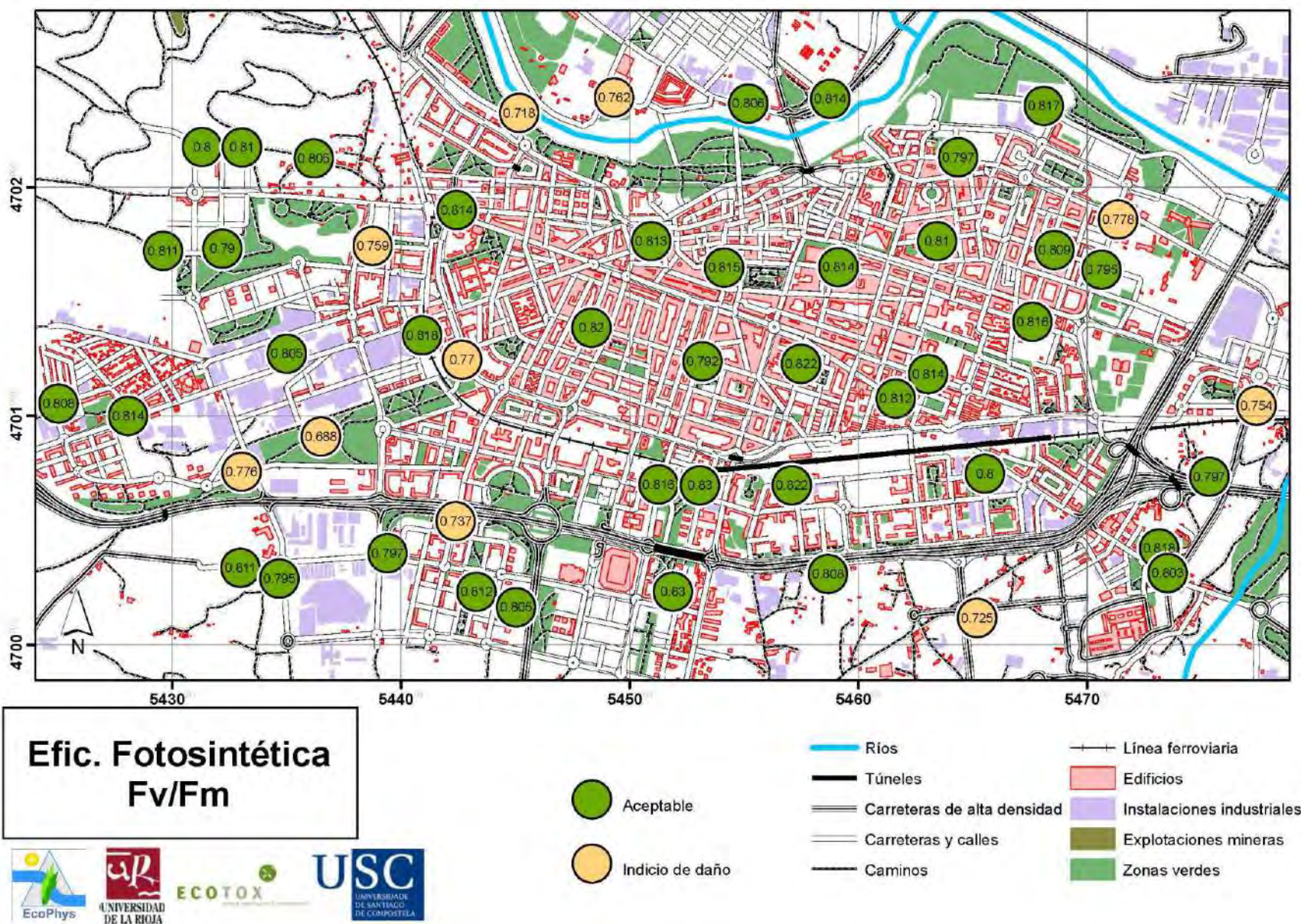


Figura 86. Resultados de las medidas fisiológicas no destructivas realizadas sobre hojas de aligustre al final del periodo de muestreo: rendimiento cuántico máximo del fotosistema II (F_v/F_m).

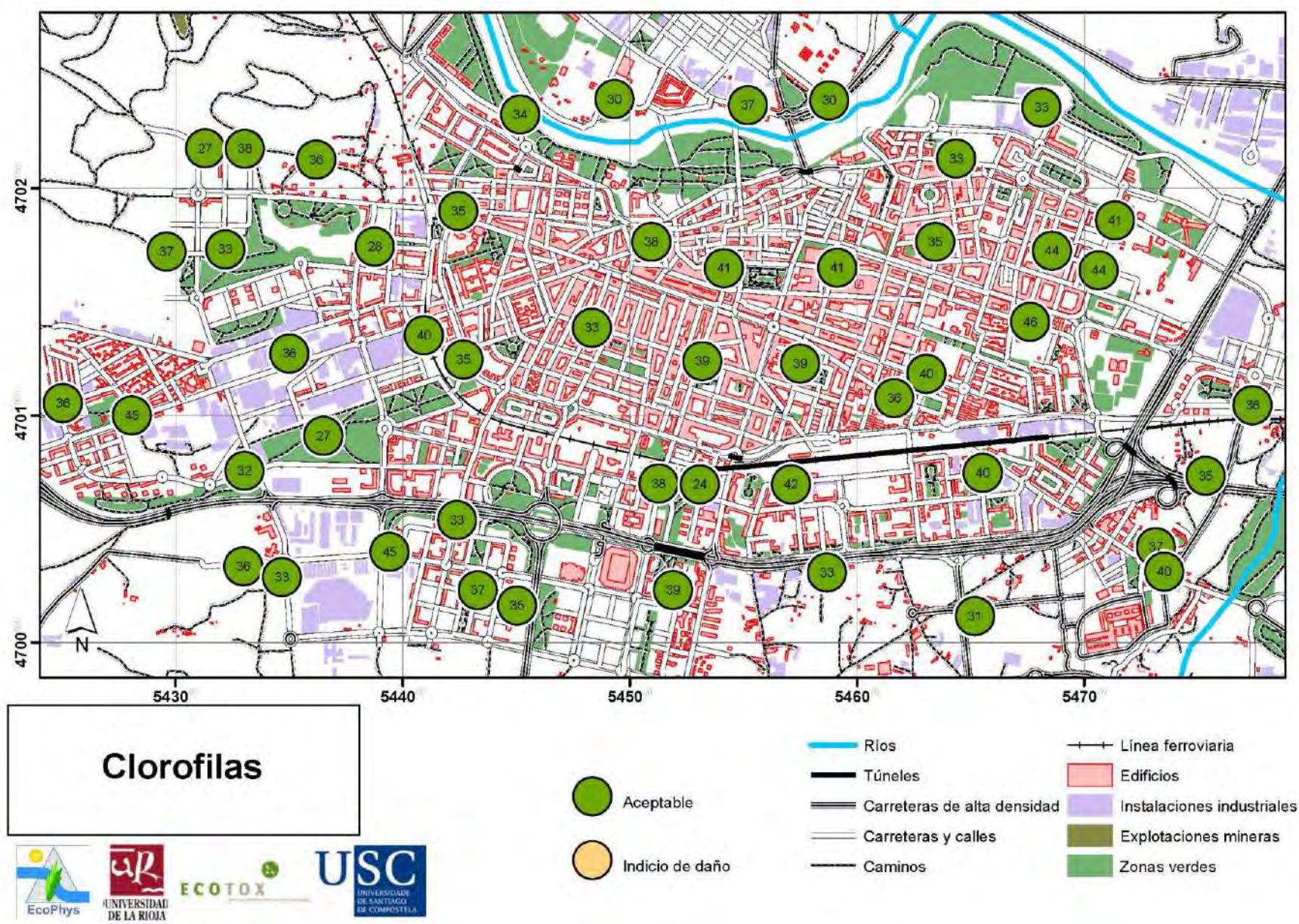


Figura 87. Resultados de las medidas fisiológicas no destructivas realizadas sobre hojas de aligustre al final del periodo de muestreo: Clorofilas.

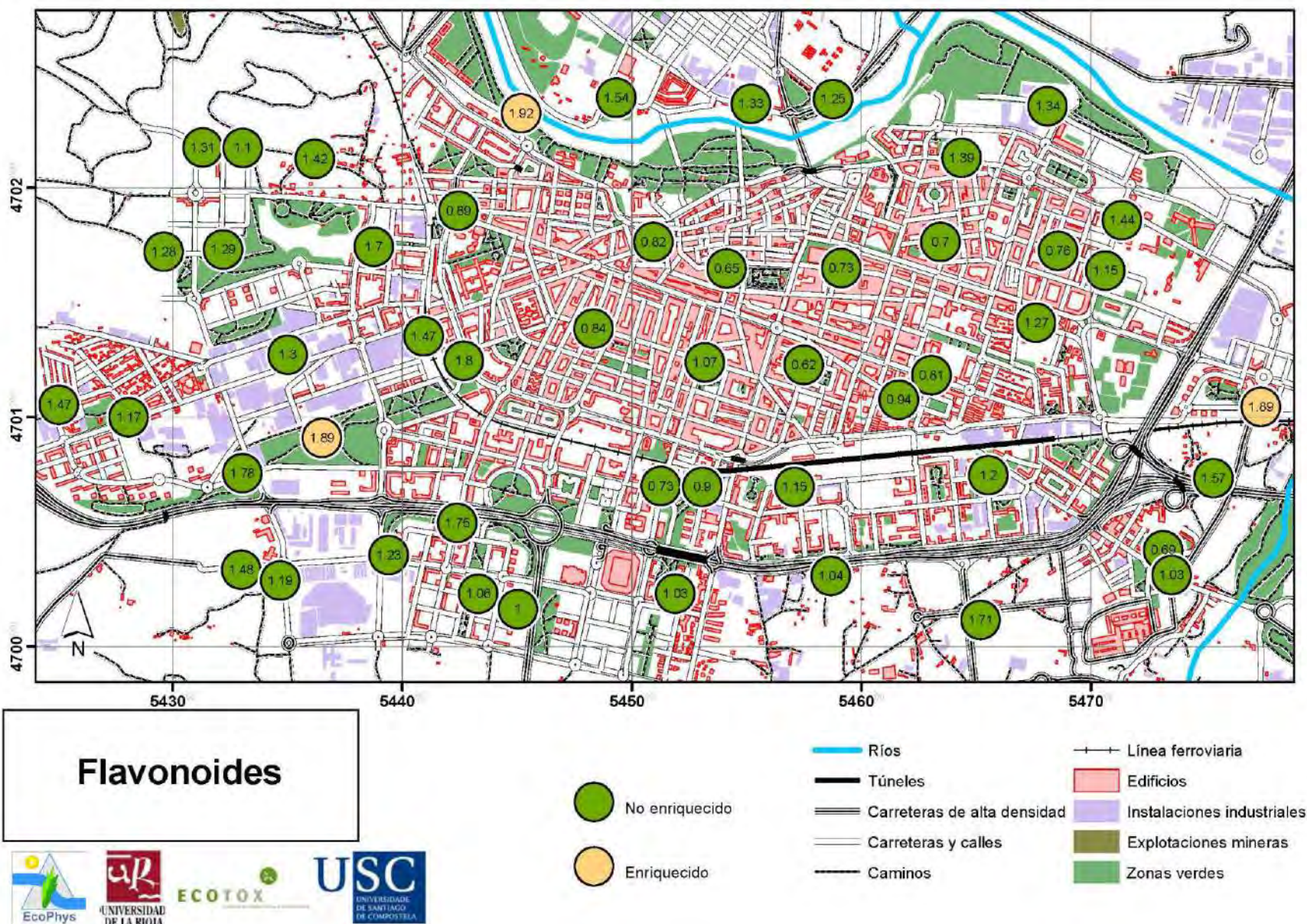


Figura 88. Resultados de las medidas fisiológicas no destructivas realizadas sobre hojas de aligustre al final del periodo de muestreo: Flavonoides.

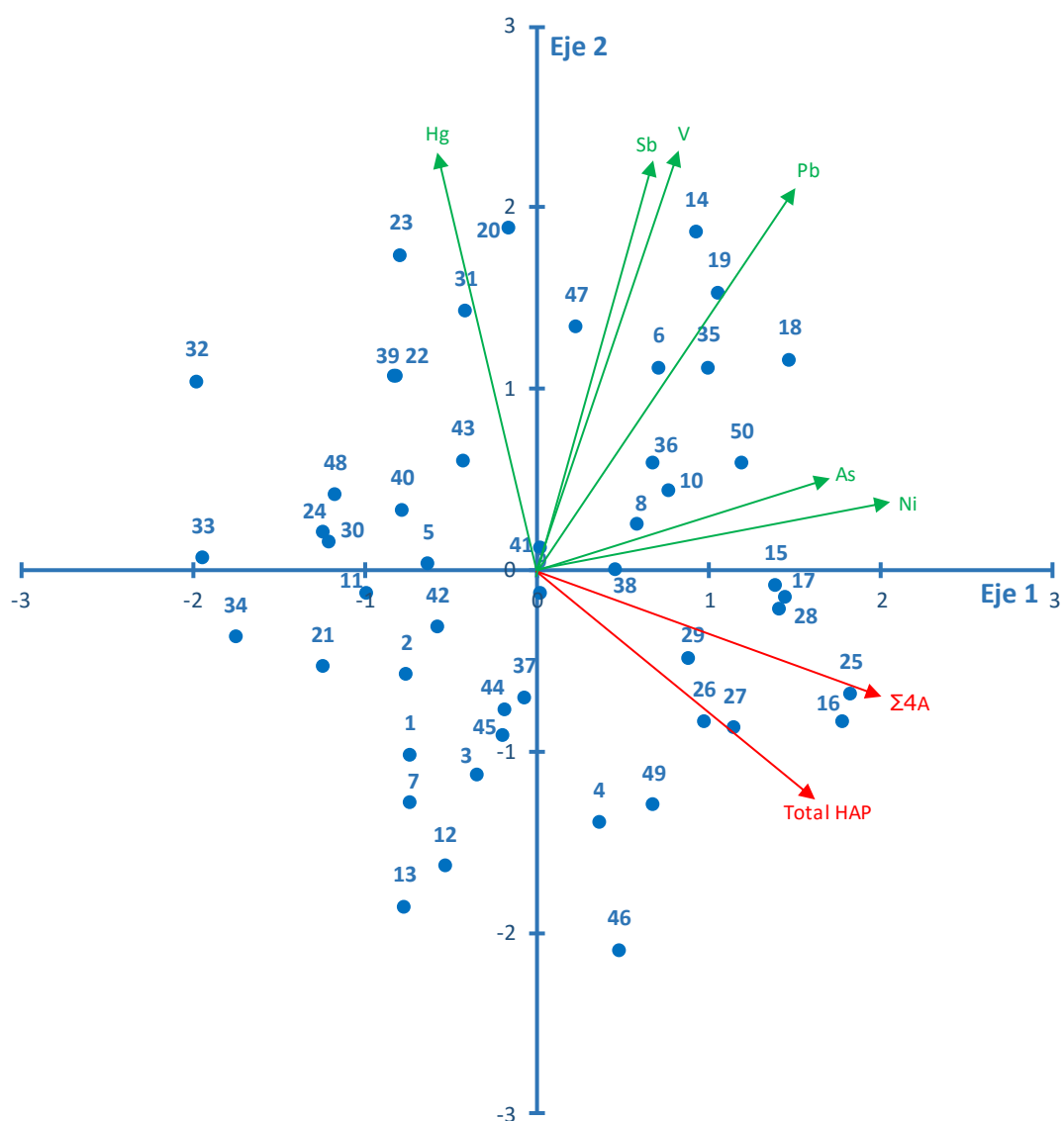


Figura 89. Análisis de Componentes Principales (ACP) realizados con las concentraciones de contaminantes de las hojas de aligües.

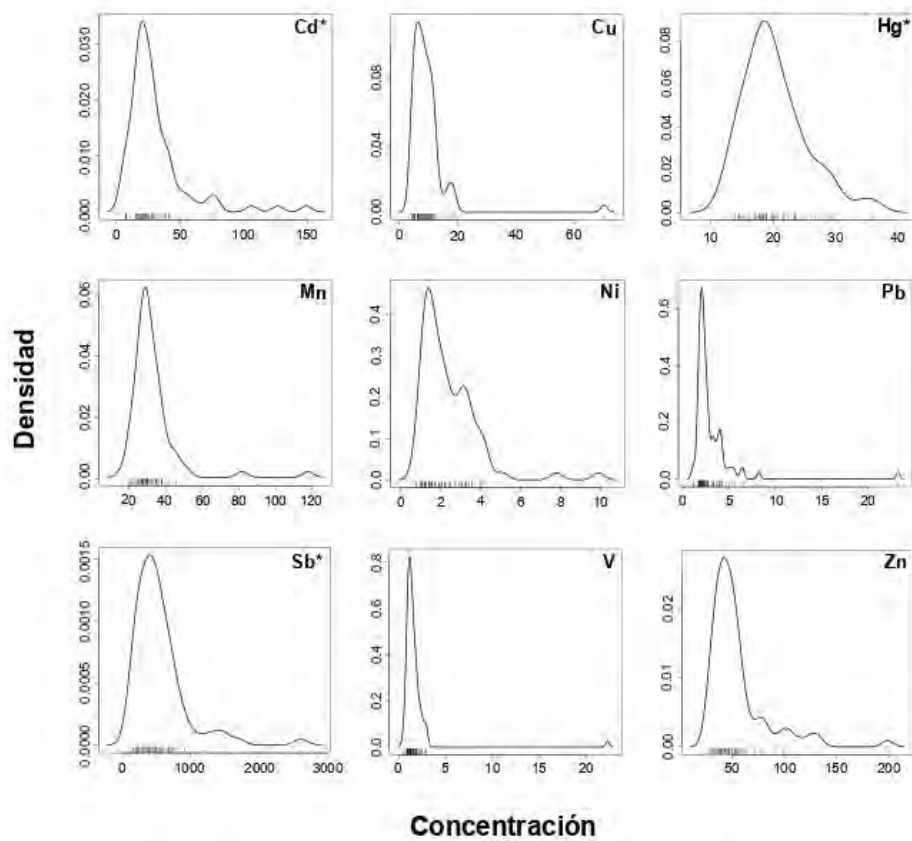


Figura 90. Distribución de las concentraciones de metales en *Mossphere*, obtenida mediante suavizado *kernel* a partir de las esferas de los 83 puntos de muestreo. Todos los compuestos están expresados en $\mu\text{g g}^{-1}$, excepto los marcados con "*" que están expresados en ng g^{-1} .

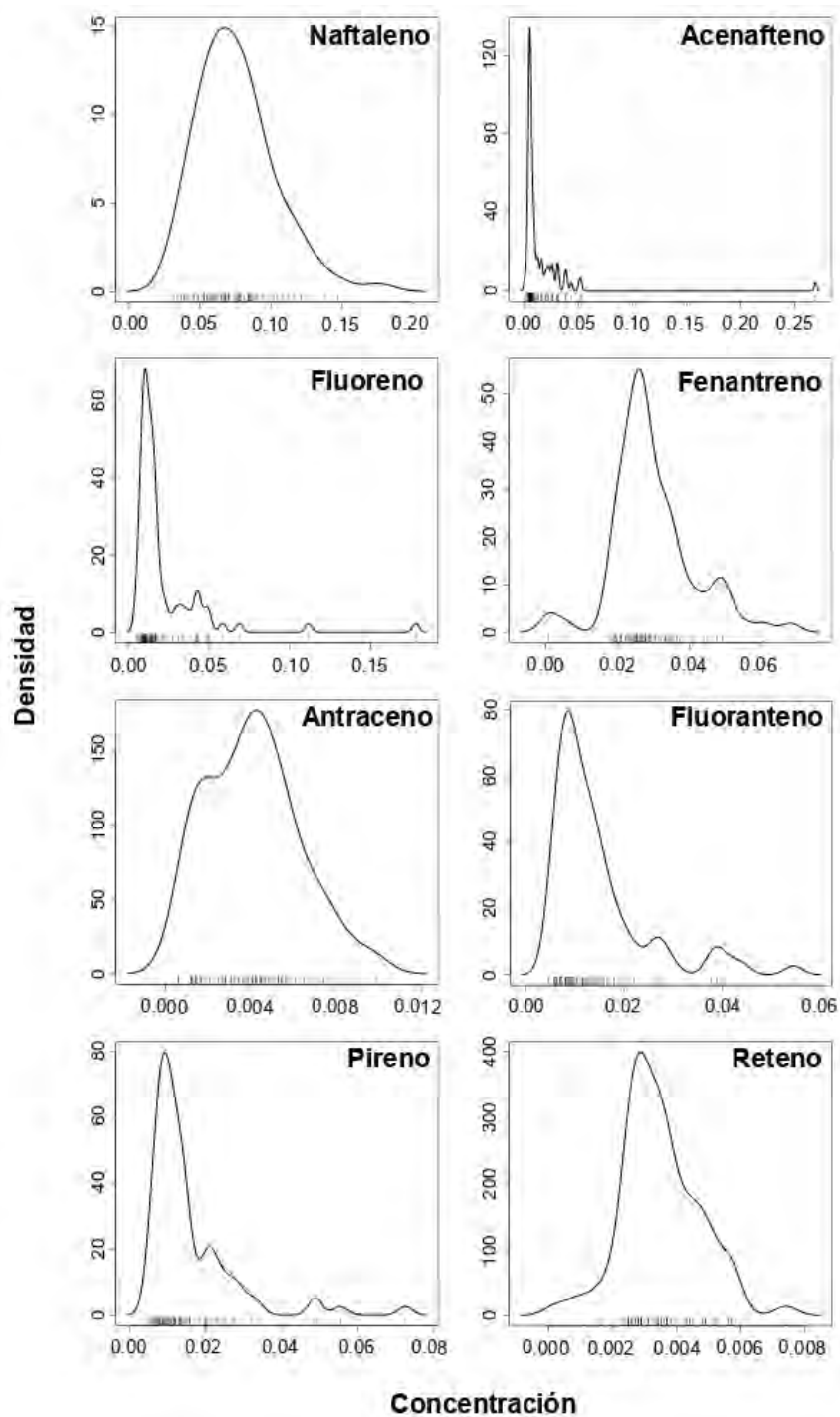


Figura 91. Distribución de las concentraciones de HAPs en *Mossphere*, obtenida mediante suavizado *kernel* a partir de las esferas de los 83 puntos de muestreo. Todos los compuestos están expresados en $\mu\text{g g}^{-1}$.

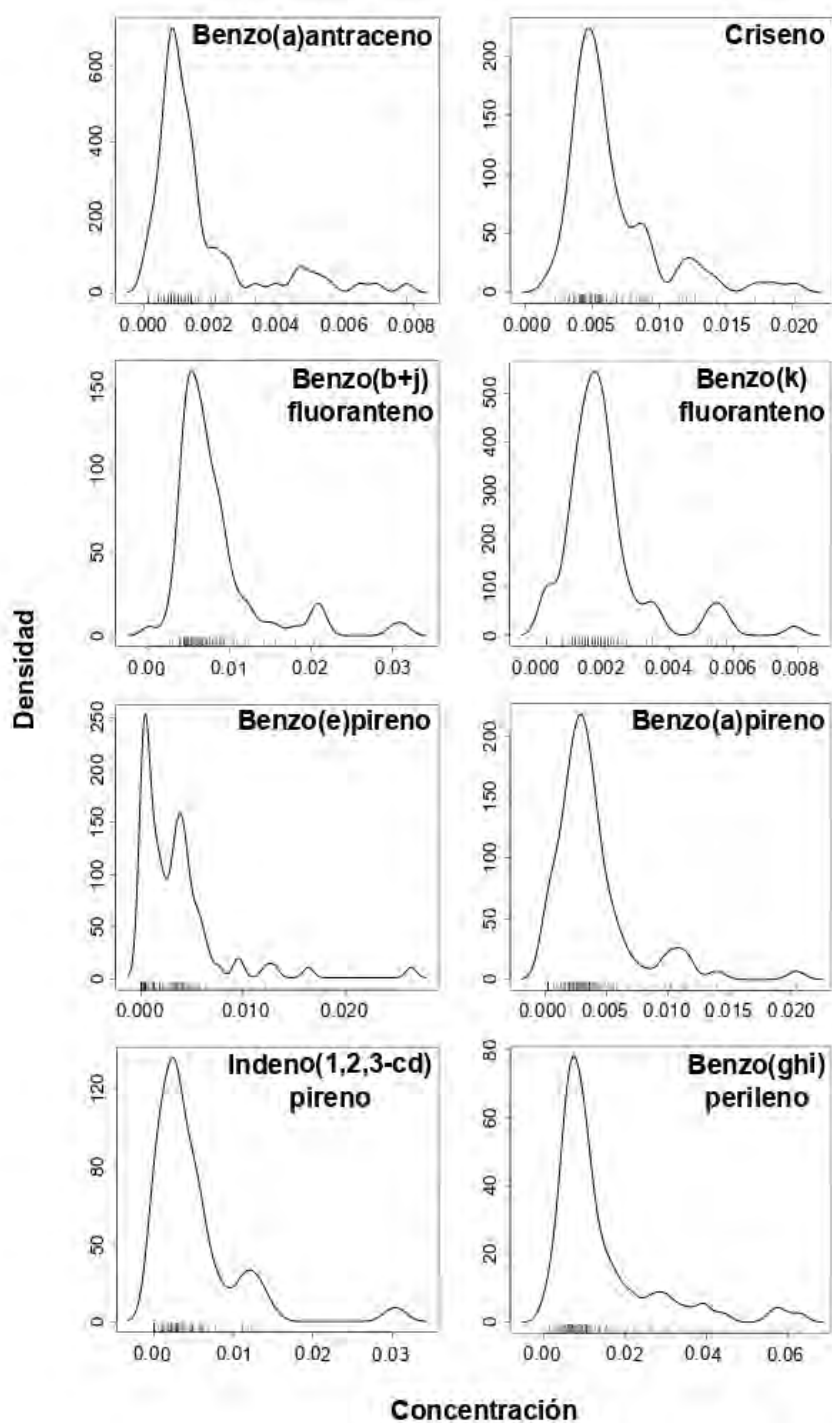


Figura 91 (continuación). Distribución de las concentraciones de HAPs en *Mossphere*, obtenida mediante suavizado *kernel* a partir de las esferas de los 83 puntos de muestreo. Todos los compuestos están expresados en $\mu\text{g g}^{-1}$.

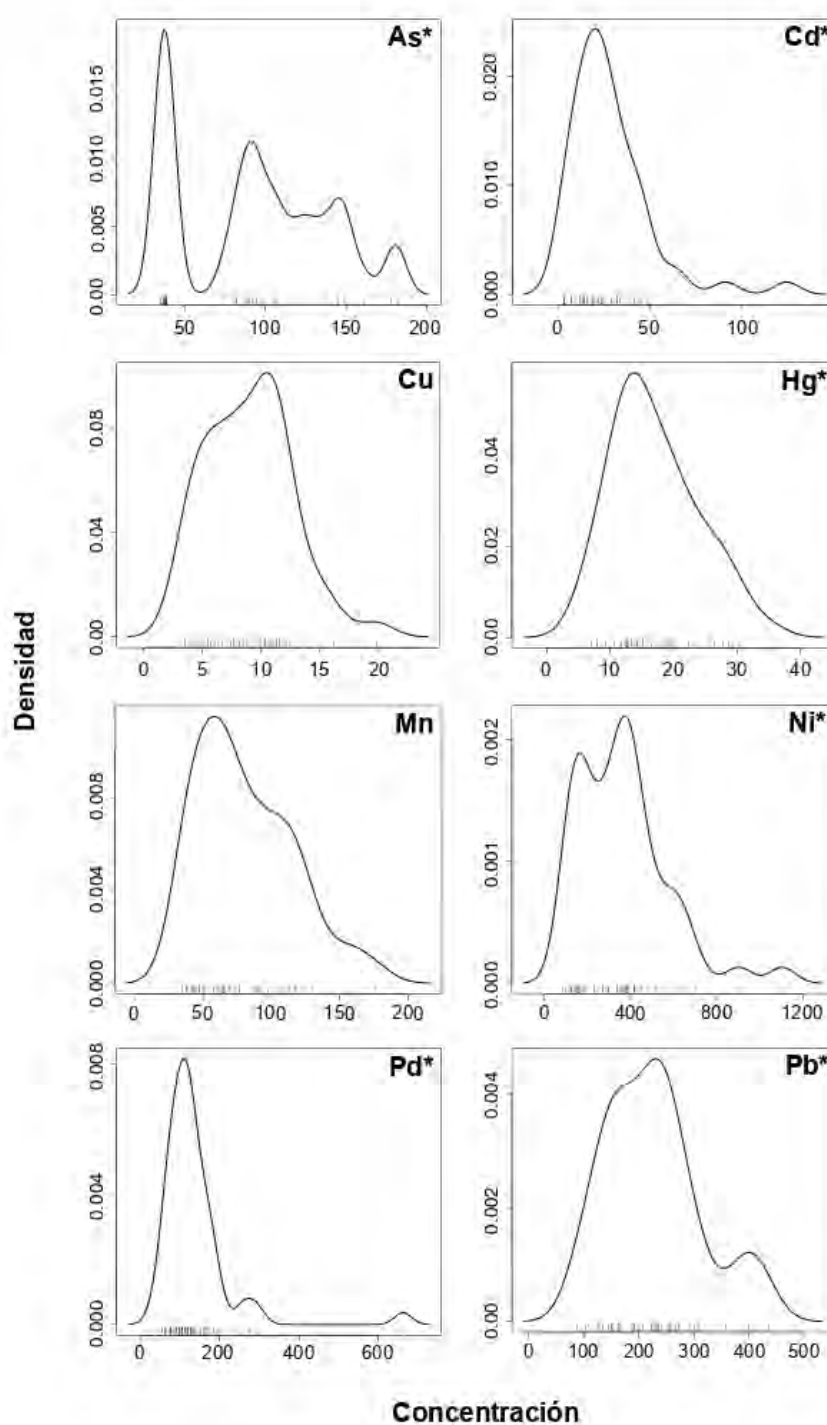


Figura 92. Distribución de las concentraciones de metales en algarrobo, obtenida mediante suavizado *kernel* a partir de las esferas de los 50 puntos de muestreo. Todos los compuestos están expresados en $\mu\text{g g}^{-1}$, excepto los marcados con "*" que están expresados en ng g^{-1} .

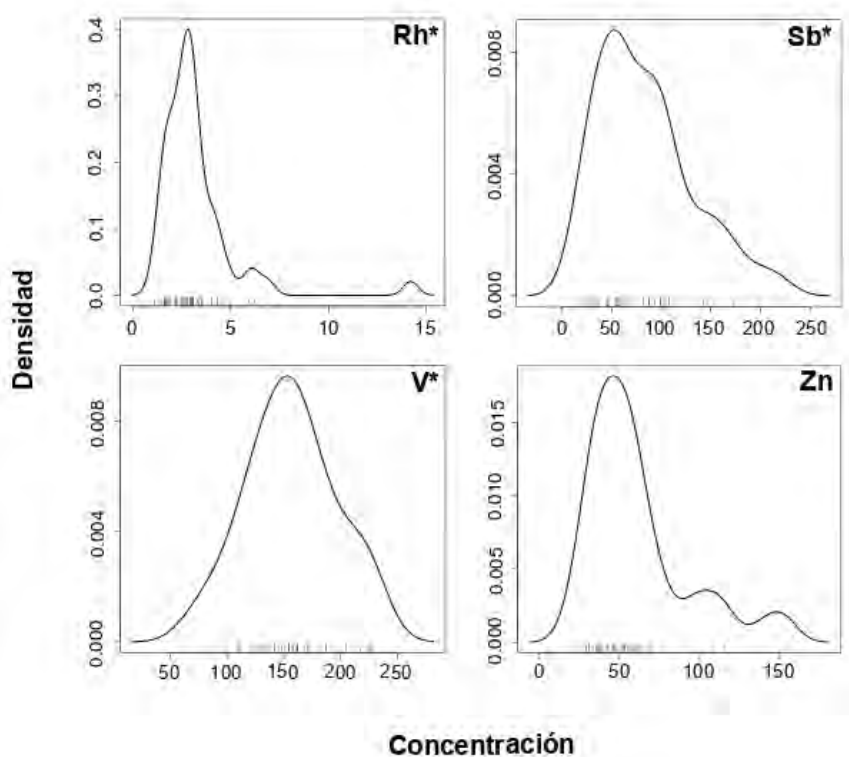


Figura 92 (continuación). Distribución de las concentraciones de metales en aligustre, obtenida mediante suavizado *kernel* a partir de las esferas de los 50 puntos de muestreo. Todos los compuestos están expresados en $\mu\text{g g}^{-1}$, excepto los marcados con "*" que están expresados es ng g^{-1} .

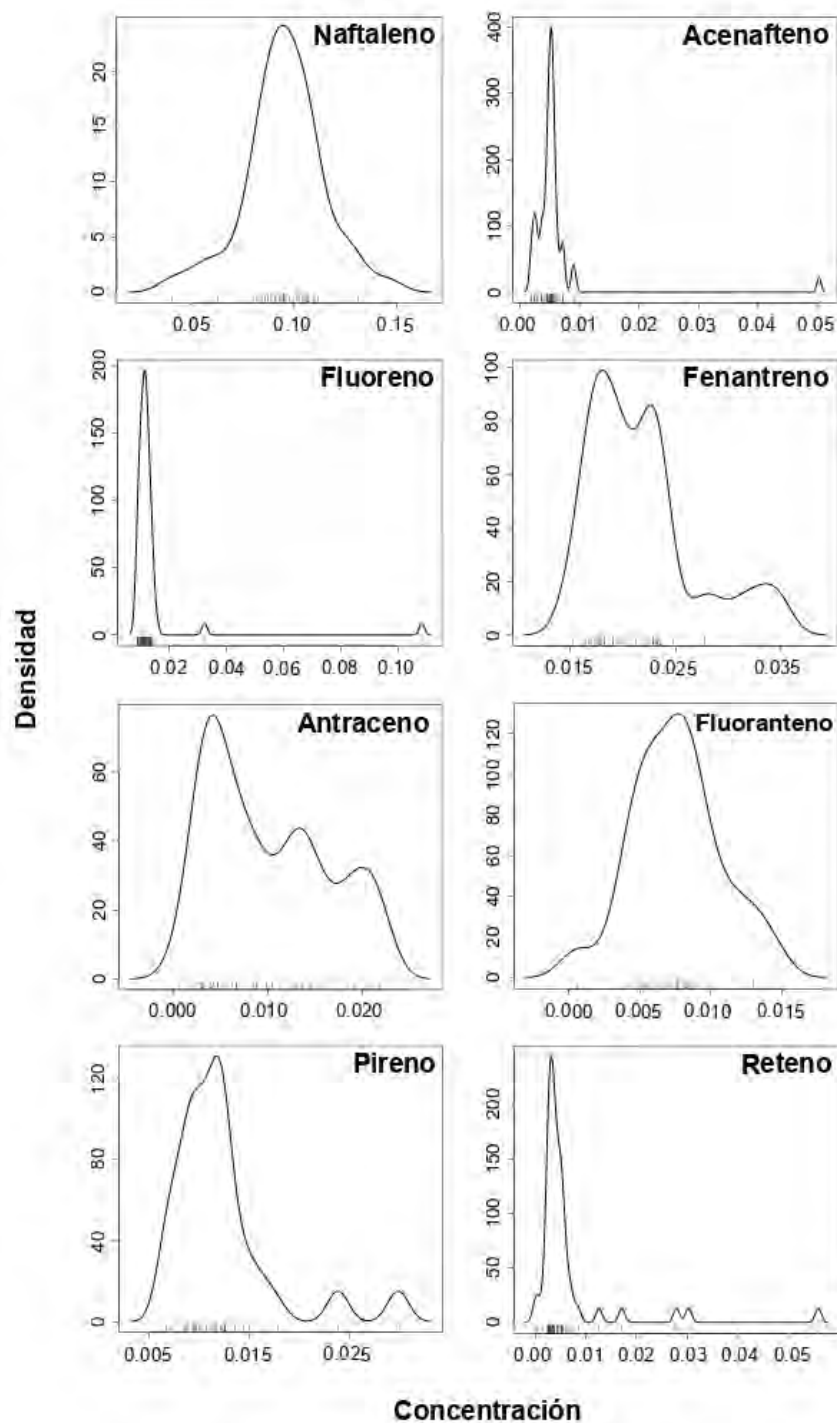


Figura 93. Distribución de las concentraciones de HAPs en algarrobo, obtenida mediante suavizado *kernel* a partir de las esferas de los 50 puntos de muestreo. Todos los compuestos están expresados en $\mu\text{g g}^{-1}$.

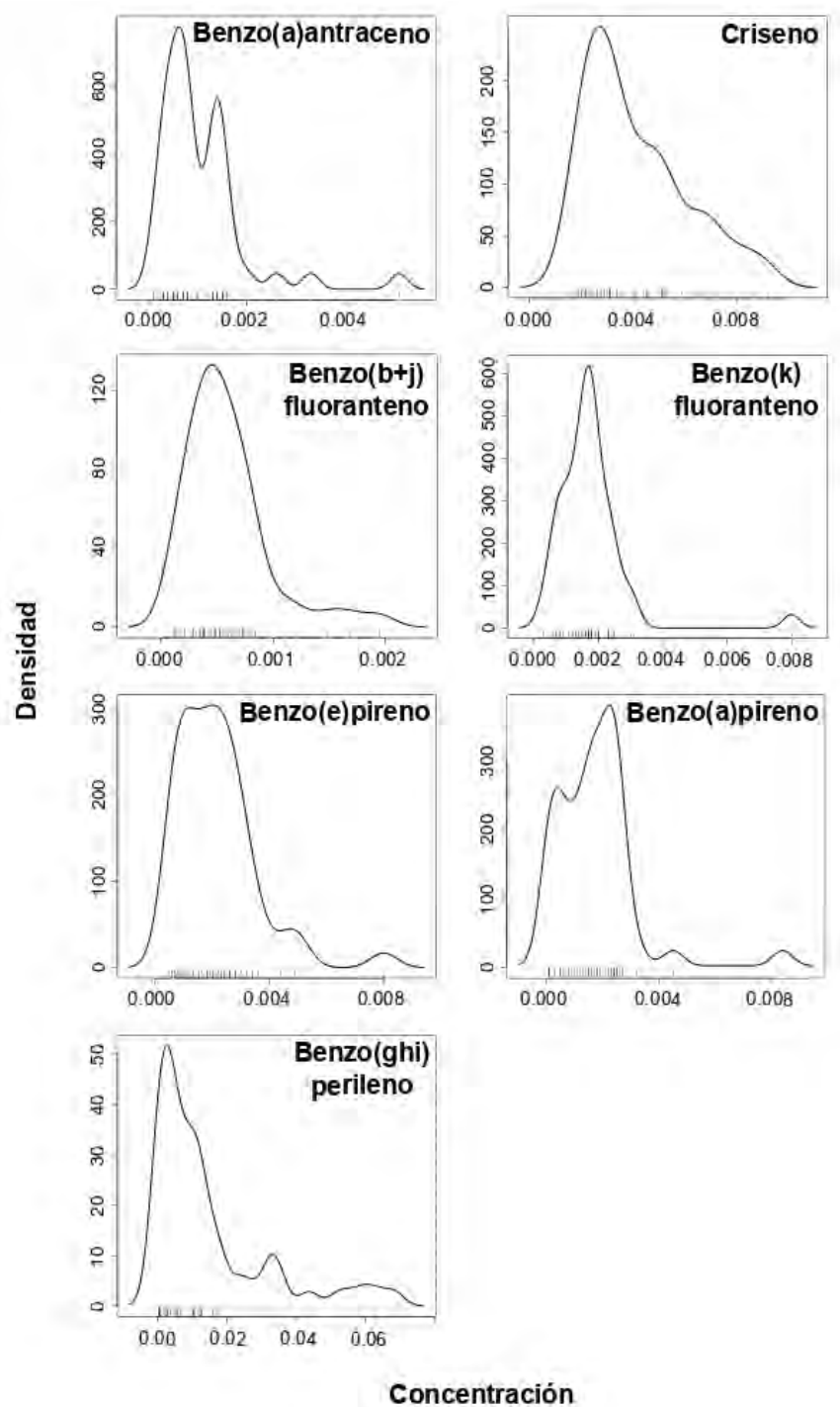


Figura 93 (continuación). Distribución de las concentraciones de HAPs en algarrobo, obtenida mediante suavizado *kernel* a partir de las esferas de los 50 puntos de muestreo. Todos los compuestos están expresados en $\mu\text{g g}^{-1}$.

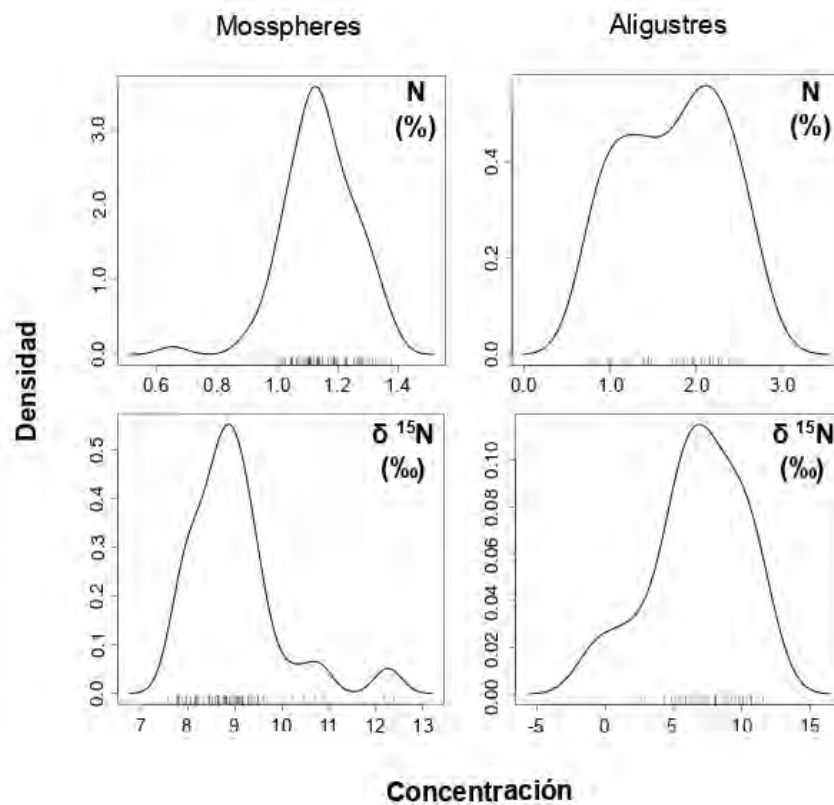


Figura 94. Distribución de las concentraciones de N y $\delta^{15}\text{N}$ en *Mosspheres* y aligustre, obtenida mediante suavizado *kernel* a partir de las esferas de los 83 y 50 puntos de muestreo, respectivamente.

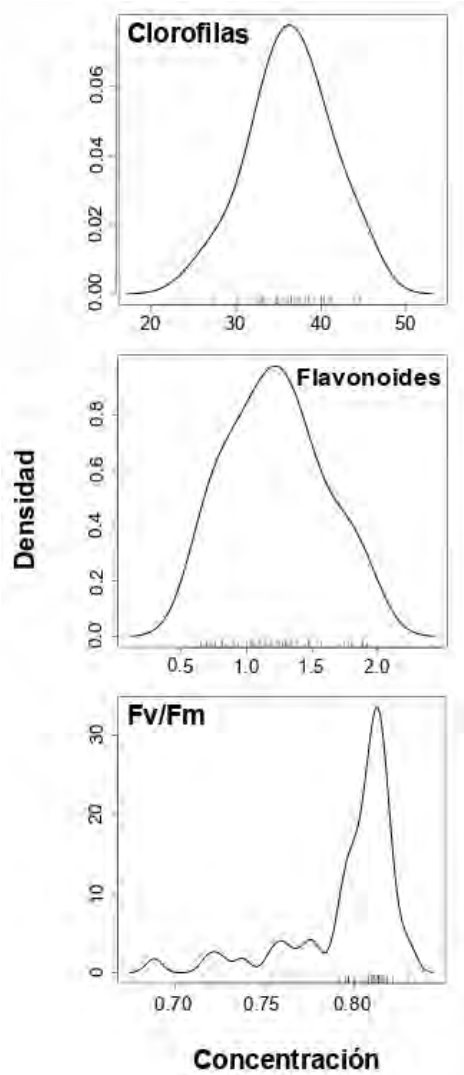


Figura 95. Distribución de las variables fisiológicas (clorofilas, flavonoides y Fv/Fm) en hojas de aligustre, obtenida mediante suavizado *kernel* a partir de los 50 puntos de muestreo.

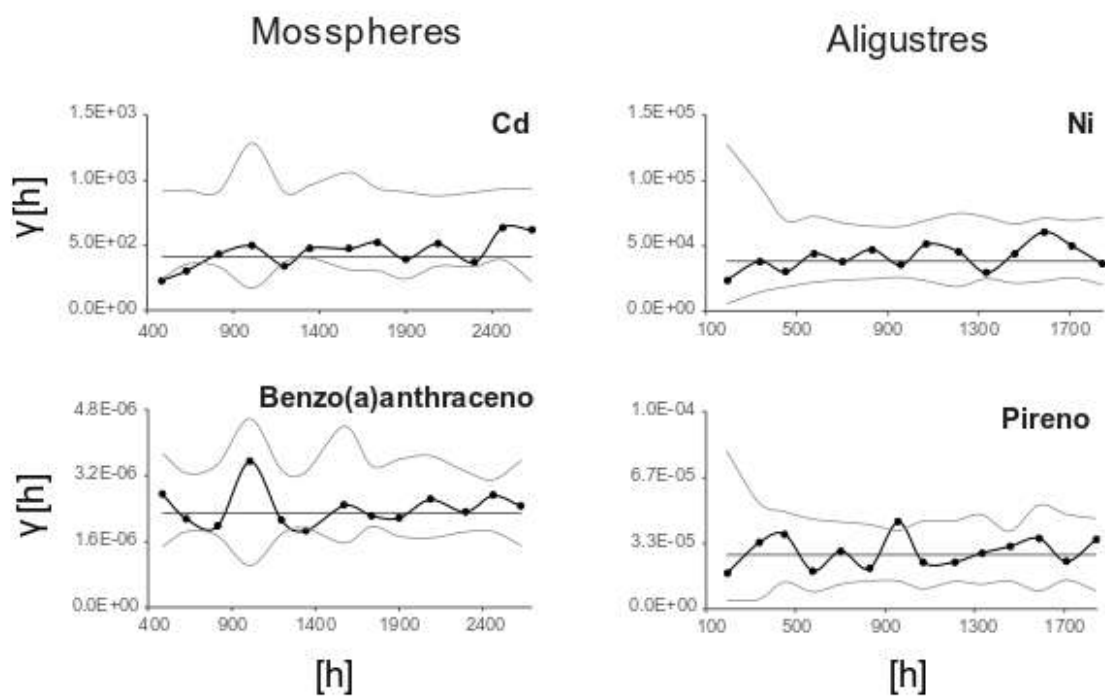


Figura 96. Semivariogramas de diferentes contaminantes en *Mossphere* y aligustres, expuestas/muestreadas en la ciudad de Logroño. En cada semivariograma la línea gruesa representa la semivarianza media y las dos líneas grises representan el 97.5 (línea superior) y el 2.5% (línea inferior) de la semivarianza.



Figura 97. Diferentes tipos de aligustres a los que se les ha medido el LAI.