

Evaluación de las Necesidades de Aguas Residuales de California
Revisión del Esfuerzo de Modelación de la Infraestructura de Aguas Residuales
Resumen de la Reunión del Grupo Asesor de Abril de 2026

University of Massachusetts Amherst: Nelson da Luz, Emily Kumpel, Jay Taneja

1. Propósito del Modelo y Uso Previsto

A lo largo de la Evaluación de Necesidades de Aguas Residuales (WWNA), se han recopilado y procesado datos sobre los diferentes tipos de infraestructura y sistemas de aguas residuales que prestan servicio a los californianos. Este esfuerzo de recopilación de datos ha sido exhaustivo para elaborar la Lista de Instalaciones¹, pero aún existen vacíos en los datos que deben ser completados. Para cubrir una de las principales brechas en los datos, el equipo del proyecto WWNA utilizará un modelo desarrollado y perfeccionado por la Universidad de Massachusetts Amherst (UMass) desde 2021 para identificar las áreas no conectadas a la red de alcantarillado —es decir, las ubicaciones probables de sistemas in situ de tratamiento y eliminación de aguas residuales—. Estos sistemas incluyen, entre otros, tanques sépticos, pozos negros, campos de infiltración y pozos de absorción.

El modelo sirve como una herramienta de evaluación y planificación. Las predicciones del modelo son aproximaciones razonables según el mejor conocimiento disponible. No está destinado a utilizarse como una herramienta para determinaciones regulatorias ni para asignar clasificaciones de “preocupación” a nivel de parcela. Para proteger la privacidad, el modelo no mostrará públicamente información a nivel de parcela, ni en la WWNA ni en otros lugares. El modelo cubre una brecha de datos ante la ausencia de datos completos de verificación en campo para las áreas no conectadas a alcantarillado en el estado y, más ampliamente, en todo Estados Unidos.

El Modelo de Áreas No Conectadas a Alcantarillado se utilizará como insumo para orientar la sección de Oportunidades de Conexión de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Individuales (OSTS) dentro del proyecto más amplio de la WWNA, que identificará oportunidades para conectar los OSTs a sistemas de recolección de alcantarillado existentes o a un sistema comunitario agrupado.

2. Metodología

Una descripción de los métodos utilizados para desarrollar el modelo se puede encontrar en el Resumen Ejecutivo de la reunión del Grupo Asesor de la WWNA de julio de 2025². En resumen, este modelo utiliza los patrones observados en hogares y

¹ Consulte el Resumen Ejecutivo de la Fase 1: [Phase-1-Executive-Summary.pdf](#). Consulte también el Informe de la Fase 1 de la Evaluación de Necesidades de Aguas Residuales de California, Capítulo C: [wastewater-needs-assessment-phase-1-report](#)

² Consulte el Resumen del Modelo de Áreas No Conectadas a Alcantarillado de julio de 2025

negocios con tipos de sistemas de aguas residuales conocidos para predecir el tipo de sistema de aguas residuales en aquellos casos donde es desconocido. El modelo está diseñado para realizar una de tres posibles clasificaciones: 1) Alcantarillado: conectado a un sistema de alcantarillado (sistema de recolección), 2) In situ: servido por una solución individual (no conectado a alcantarillado, p. ej., tanque séptico, pozo negro o tubería directa), o 3) No aplicable: no cuenta con ningún tipo de infraestructura de aguas residuales. UMass, con este propósito, utilizó un enfoque de aprendizaje automático en dos etapas para modelar la cobertura de la infraestructura de aguas residuales³. Desde la reunión del Grupo Asesor de la WWNA de julio de 2025, y basándose en los comentarios de numerosos interesados, UMass implementó una serie de cambios en el enfoque para mejorar el desempeño del modelo en California. Esto incluyó la incorporación de datos de alcantarillado de mayor calidad para el entrenamiento del modelo, la consideración de las diferencias entre áreas urbanas y rurales, y el ajuste fino del modelo para enfocarse más en los ejemplos de entrenamiento de California y en los extremos del espectro de servicios de aguas residuales, es decir, parcelas urbanas no conectadas a alcantarillado y parcelas rurales conectadas a alcantarillado.

3. Descripción del Rendimiento del Modelo e Incertidumbre del Modelo

UMass trabajó con el equipo del proyecto WWNA, la Junta Estatal de Control de Recursos del Agua y las Juntas Regionales de Control de Calidad del Agua (colectivamente, las Juntas del Agua) para recopilar los datos disponibles sobre infraestructura de aguas residuales (listas de parcelas de más de 10 estados, incluido California, que incluyen sistemas de alcantarillado o sistemas de tratamiento o disposición de aguas residuales in situ). De California específicamente, UMass incluyó datos de verificación en campo (es decir, información sobre la presencia de sistemas de alcantarillado o sistemas in situ) de 53 condados, representando más de 900 000 parcelas de terreno. La versión final del modelo creado por UMass puede evaluarse mediante los siguientes indicadores de rendimiento que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores de Rendimiento del Modelo de Áreas No Conectadas a Alcantarillado.

Indicador de rendimiento	Valor	Descripción
Precisión	95%	El número de predicciones correctas dividido entre el número total de predicciones realizadas

[UMass-Unsewered-Model-Executive-Summary-ENGLISH.pdf](#)

³ Aquí se pueden encontrar muchos más detalles sobre el enfoque general utilizado para desarrollar el modelo: <https://doi.org/10.1021/acsestengg.5c00637>

Error de Tipo 1	4%	La proporción de parcelas conectadas a alcantarillado que fueron clasificadas incorrectamente como servidas por sistemas in situ.
Error de Tipo 2	11.3%	La proporción de parcelas servidas por sistemas in situ que fueron clasificadas incorrectamente como conectadas a alcantarillado
Coeficiente de Correlación de Matthews (MCC)	0.81	Una métrica equilibrada que indica qué tan bien un modelo predice tanto los resultados de sistemas in situ como los de alcantarillado. Puede variar de -1 to +1

En general, un modelo con un valor de MCC superior a 0,8 se considera excelente, un estándar que alcanza nuestro esfuerzo de modelado de áreas no conectadas a alcantarillado.

Las predicciones a nivel de parcela presentadas por este modelo son probabilísticas. La incertidumbre en cualquier predicción de un modelo es inevitable. La incertidumbre asociada a las predicciones puede verse afectada por la cantidad y calidad de los datos de verificación en campo disponibles en distintas partes de California. California es un estado geográficamente diverso en muchos aspectos y, aunque el modelo captura algunas de estas dinámicas, los errores pueden concentrarse geográficamente. Como resultado de la incertidumbre del modelo, este modelo no debe utilizarse como la única base para decisiones de cumplimiento regulatorio. No está destinado a emplearse como herramienta para determinaciones regulatorias ni para asignar “clasificaciones de preocupación” a nivel de parcela.

4. Resumen de los resultados del Modelo de Áreas No Conectadas a Alcantarillado

El Modelo de Áreas No Conectadas a Alcantarillado predice que el 85,1 % de las parcelas con necesidades de aguas residuales en California están conectadas a alcantarillado (sistemas de recolección), mientras que el 14,9 % restante no lo está. Es probable que el porcentaje de la población servida por áreas no conectadas a alcantarillado sea menor que 14,9 %. En particular, al calcular las estimaciones de población, se debe considerar que las parcelas urbanas conectadas a alcantarillado sirven a varios hogares. Como referencia, la Encuesta de Vivienda Americana (AHS) de 2023 estima que el 11 % de los hogares en California no están conectados a sistemas de alcantarillado⁴. A las parcelas que tienen una clasificación de Alcantarillado o In situ según los resultados del modelo se les asignó un valor de confianza. Los valores de confianza, en una escala de 0 a 100, indican qué tan seguro está el modelo de que la clasificación asignada es correcta. El promedio de confianza de las predicciones en

⁴ [American Housing Survey \(AHS\) – AHS Table Creator](#)

todo California fue del 81,1 %. En 44 condados de California, la confianza promedio fue igual o superior al 80 %.

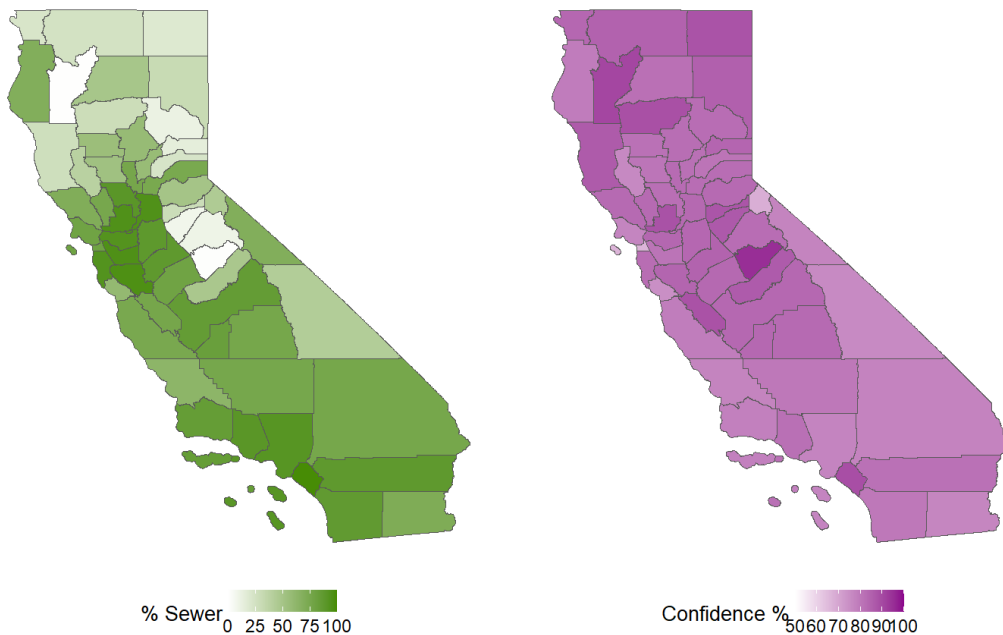


Figura 1: (Izquierda) Mapa de California que indica el porcentaje de parcelas conectadas a alcantarillado en cada condado. (Derecha) Mapa de California que indica la confianza promedio de las predicciones en cada condado.

Estos resultados se compartieron con las Juntas de Agua y el equipo del proyecto WWNA en formato de mapas PDF y archivos de MS Excel con estadísticas resumidas por condado. También se proporcionó información en formato de geodatabase a la Junta Estatal de Agua. El modelo se utilizará en la sección de Oportunidades de Conexión de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Individuales (OSTS) dentro del proyecto más amplio de la WWNA, así como por las Juntas de Agua para fines más amplios en el futuro, como apoyar análisis de calidad del agua y carga de nutrientes, o orientar la priorización de financiamiento y la planificación de infraestructura.