**Base de datos: EcoSorter**

**Descripción del Sistema Clasificador de Residuos**

**Propósito del Sistema**

El **Sistema Clasificador de Residuos** es una solución tecnológica diseñada para optimizar el proceso de reciclaje en un centro especializado mediante la automatización de la identificación, clasificación y procesamiento de materiales reciclables. Utilizando técnicas de machine learning, el sistema analizará datos provenientes de sensores, imágenes y registros manuales para clasificar los residuos de manera eficiente, reducir errores humanos, mejorar la calidad del reciclaje y generar predicciones que optimicen las operaciones del centro.

**Funcionalidades Principales**

1. **Registro de Recolecciones**
   * El sistema permitirá a los usuarios (ciudadanos, empresas o empleados) registrar las recolecciones de residuos a través de la tabla Recolecciones.
   * Datos como id\_usuario, fecha\_recoleccion y estado se almacenarán para rastrear cada entrega.
2. **Clasificación Automática de Materiales**
   * Utilizando un modelo de machine learning entrenado (almacenado en Modelos\_ML), el sistema analizará los residuos recibidos para identificar su tipo (id\_material) y calidad (calidad).
   * **Entradas:** 
     + Imágenes de los residuos capturadas por cámaras.
     + Datos de sensores (ej. densidad, color) registrados en Procesos\_Reciclaje bajo datos\_sensor.
   * **Salida:** 
     + Predicciones almacenadas en Predicciones (resultado\_prediccion, confianza), como "Material **identificado:** plástico PET, Confianza: 0.95".
   * Los resultados se vinculan a Detalle\_Recoleccion para especificar qué materiales componen cada recolección.
3. **Asignación de Categorías y Valor Económico**
   * Una vez clasificados los materiales, el sistema consultará la tabla Materiales (relacionada con Categorias) para asignar la categoría correspondiente (ej. "plástico", "vidrio") y determinar su valor\_reciclaje.
   * Esto permitirá calcular el valor económico total de la recolección y ofrecer incentivos a los usuarios si el centro lo implementa.
4. **Gestión de Procesos de Reciclaje**
   * El sistema registrará los pasos de procesamiento (clasificación, trituración, lavado) en Procesos\_Reciclaje, asociándolos a cada id\_recoleccion.
   * Usará las predicciones del modelo para decidir el mejor proceso según la calidad y tipo de material (ej. "lavado intensivo" para plásticos sucios).
   * Los datos\_sensor generados durante el procesamiento (temperatura, humedad) se almacenarán para retroalimentar el modelo de machine learning.
5. **Entrenamiento y Mejora del Modelo de Machine Learning**
   * El sistema recopilará datos históricos de Detalle\_Recoleccion, Procesos\_Reciclaje y Predicciones para reentrenar periódicamente los modelos en Modelos\_ML.
   * Las métricas de desempeño (precisión, recall) se actualizarán en metricas para evaluar la efectividad del clasificador.
   * Con el tiempo, el sistema aprenderá a identificar materiales más complejos o a predecir problemas en el procesamiento (ej. fallos en máquinas).
6. **Reportes y Análisis**
   * Generará reportes para los administradores del centro, como:
     + Cantidad de materiales reciclados por categoría (Categorias).
     + Eficiencia de las recolecciones (Recolecciones y Detalle\_Recoleccion).
     + Tasa de acierto del clasificador (Predicciones).
   * Estos reportes ayudarán a tomar decisiones estratégicas, como ajustar incentivos o mejorar equipos.

**Flujo de Trabajo Ejemplificado**

1. Un usuario entrega 10 kg de residuos (Recolecciones).
2. Cámaras y sensores capturan imágenes y datos del material (Procesos\_Reciclaje).
3. El modelo de machine learning analiza los datos y predice: "6 kg de plástico PET, 4 kg de vidrio" (Predicciones).
4. Los resultados se registran en Detalle\_Recoleccion, vinculando los materiales a Materiales y Categorias.
5. El sistema calcula el valor económico basado en valor\_reciclaje y decide el proceso óptimo (ej. trituración para plástico).
6. Los datos generados retroalimentan el modelo para mejorar futuras clasificaciones.

**Beneficios**

* **Eficiencia**: Automatiza la clasificación, reduciendo el tiempo y el esfuerzo humano.
* **Precisión**: Mejora la identificación de materiales con machine learning, minimizando errores.
* **Escalabilidad**: La base de datos normalizada y los modelos entrenados permiten manejar grandes volúmenes de residuos.
* **Sostenibilidad**: Optimiza el reciclaje, aumentando la recuperación de materiales valiosos.

**Integración con la Base de Datos**

* **Usuarios**: Identifica quién entrega los residuos.
* **Categorias y Materiales**: Proporciona el catálogo de materiales y su valor.
* **Recolecciones y Detalle\_Recoleccion**: Registra y detalla las entregas.
* **Procesos\_Reciclaje**: Gestiona el procesamiento y genera datos para el modelo.
* **Modelos\_ML y Predicciones**: Almacena los modelos y sus resultados, permitiendo aprendizaje continuo.

**Proceso de normalización:**

**Paso 1: Primera Forma Normal (1NF)**

**Regla:**

* Todos los datos deben ser atómicos (sin valores multivaluados o listas en una celda).
* Cada tabla debe tener una clave primaria única.
* No debe haber filas duplicadas.

**Revisión:**

1. **Usuarios:** 
   * Todos los campos (id\_usuario, nombre, tipo\_usuario, etc.) son atómicos.
   * id\_usuario es la clave primaria única.
2. **Materiales:** 
   * Campos como id\_material, nombre, descripcion son atómicos.
   * id\_material es la clave primaria.
3. **Recolecciones:** 
   * ubicacion podría ser un problema si contiene datos no atómicos (ej. "Calle 123, Ciudad"), pero lo asumimos como un solo valor por simplicidad. Si se necesitara desglosar (calle, ciudad, país), se crearía una tabla adicional.
   * id\_recoleccion es la clave primaria.
4. **Detalle\_Recoleccion:** 
   * Todos los campos son atómicos.
   * id\_detalle es la clave primaria.
5. **Procesos\_Reciclaje, Reportes, Modelo\_ML, Predicciones:** 
   * Similarmente, todos tienen campos atómicos y claves primarias únicas (id\_proceso, id\_reporte, id\_modelo, id\_prediccion).
   * Cumplen 1NF.

**Resultado:** Todas las tablas ya están en 1NF porque no hay valores multivaluados y tienen claves primarias.

**Paso 2: Segunda Forma Normal (2NF)**

**Regla:**

* Todos los atributos no clave deben depender completamente de la clave primaria (no debe haber dependencias parciales).

**Revisión:**

1. **Usuarios:** 
   * **Clave primaria:** id\_usuario.
   * Atributos como nombre, email, telefono dependen completamente de id\_usuario.
2. **Materiales:** 
   * **Clave primaria:** id\_material.
   * nombre, descripcion, categoria, valor\_por\_kg dependen de id\_material.
3. **Recolecciones:** 
   * **Clave primaria:** id\_recoleccion.
   * id\_usuario, fecha\_recoleccion, ubicacion, estado, peso\_total dependen de id\_recoleccion.
   * No hay dependencias parciales (ningún atributo depende solo de una parte de la clave, ya que es simple).
4. **Detalle\_Recoleccion:** 
   * **Clave primaria:** id\_detalle.
   * id\_recoleccion, id\_material, cantidad, observaciones dependen de id\_detalle.
5. **Procesos\_Reciclaje:** 
   * **Clave primaria:** id\_proceso.
   * id\_recoleccion, id\_material, tipo\_proceso, etc., dependen de id\_proceso.
6. **Reportes, Modelo\_ML, Predicciones:** 
   * Similarmente, todos los atributos dependen de sus respectivas claves primarias (id\_reporte, id\_modelo, id\_prediccion).

**Resultado:** Todas las tablas están en 2NF porque no hay claves compuestas con dependencias parciales, y los atributos no clave dependen completamente de las claves primarias.

**Paso 3: Tercera Forma Normal (3NF)**

**Regla:**

* No debe haber dependencias transitivas: los atributos no clave no deben depender de otros atributos no clave (solo de la clave primaria).

**Revisión:**

1. **Usuarios:** 
   * nombre, email, telefono, direccion, fecha\_registro dependen directamente de id\_usuario.
   * No hay dependencias transitivas (ej. email no depende de nombre).
2. **Materiales:** 
   * nombre, descripcion, categoria, valor\_por\_kg dependen de id\_material.
   * No hay dependencias transitivas (ej. valor\_por\_kg no depende de categoria).
3. **Recolecciones:** 
   * **Atributos:** id\_usuario, fecha\_recoleccion, ubicacion, estado, peso\_total.
   * id\_usuario es una clave foránea, pero no introduce dependencias transitivas porque es parte del diseño relacional.
4. **Detalle\_Recoleccion:** 
   * id\_recoleccion, id\_material, cantidad, observaciones dependen de id\_detalle.
   * No hay dependencias transitivas.
5. **Procesos\_Reciclaje:** 
   * id\_recoleccion, id\_material, tipo\_proceso, fecha\_inicio, fecha\_fin, costo, resultado dependen de id\_proceso.
   * No hay dependencias transitivas.
6. **Reportes:** 
   * id\_usuario, fecha\_generacion, tipo\_reporte, contenido dependen de id\_reporte.
   * No hay dependencias transitivas.
7. **Modelo\_ML:** 
   * nombre, tipo, fecha\_entrenamiento, parametros, ruta\_archivo dependen de id\_modelo.
   * No hay dependencias transitivas.
8. **Predicciones:** 
   * id\_modelo, id\_recoleccion, fecha\_prediccion, entrada, resultado, precision dependen de id\_prediccion.
   * No hay dependencias transitivas.

**1. Usuarios**

* **Propósito:** Almacena la información de las personas o entidades que interactúan con el centro de reciclaje (residentes que entregan materiales, empleados que gestionan procesos, empresas asociadas).
* **Funcionamiento en el sistema:** 
  + Cuando un usuario se registra, se crea una entrada con su id\_usuario, nombre, email, etc.
  + Este id\_usuario se usa en Recolecciones para rastrear quién entrega o solicita una recolección, y en Reportes para identificar quién genera o solicita un informe.
  + Ejemplo: Un residente solicita una recolección su id\_usuario vincula esa solicitud a su perfil.
* **Relación con ML:** Podría usarse para analizar patrones de comportamiento (ej. cuántos kg recicla un usuario promedio) y alimentar modelos predictivos.

**2. Materiales**

* **Propósito:** Catalogo de los tipos de materiales reciclables que el centro acepta y procesa (plástico, vidrio, papel, etc.).
* **Funcionamiento en el sistema:** 
  + Cada material tiene un id\_material único y detalles como nombre y valor\_por\_kg.
  + Se referencia en Detalle\_Recoleccion para especificar qué materiales se recolectaron y en Procesos\_Reciclaje para indicar qué se procesó.
  + Ejemplo: Si se recolecta "Plástico PET" (id\_material = 1), este ID aparece en las tablas relacionadas.
* **Relación con ML:** Un modelo de clasificación podría usar imágenes o datos de sensores para identificar automáticamente el id\_material y registrar su entrada.

**3. Recolecciones**

* **Propósito:** Registra las operaciones de recolección de materiales, ya sea por usuarios o por el centro.
* **Funcionamiento en el sistema:** 
  + Una recolección se crea con un id\_recoleccion, asociada a un id\_usuario, con datos como fecha\_recoleccion y ubicacion.
  + Su peso\_total resume la cantidad recolectada (puede calcularse desde Detalle\_Recoleccion o ingresarse manualmente).
  + Sirve como "puente" entre el usuario y los detalles de lo recolectado.
  + Ejemplo: Un camión recoge 50 kg de basura el 20/03/2025; se registra aquí y se detalla en Detalle\_Recoleccion.
* **Relación con ML:** Un modelo predictivo podría estimar el peso\_total futuro o predecir la demanda de recolecciones en ciertas ubicaciones, guardando resultados en Predicciones.

**4. Detalle\_Recoleccion**

* **Propósito:** Desglosa los materiales específicos recolectados en cada recolección.
* **Funcionamiento en el sistema:** 
  + Cada entrada tiene un id\_detalle y vincula un id\_recoleccion con un id\_material, especificando la cantidad (en kg).
  + Permite un análisis granular de lo recolectado.
  + Ejemplo: En una recolección (id\_recoleccion = 10), se registran 20 kg de plástico (id\_material = 1) y 10 kg de vidrio (id\_material = 2).
* **Relación con ML:** Podría alimentar un modelo para clasificar materiales automáticamente (ej. usando imágenes) o predecir proporciones de materiales en futuras recolecciones.

**5. Procesos\_Reciclaje**

* **Propósito:** Registra los pasos de procesamiento aplicados a los materiales recolectados (clasificación, trituración, etc.).
* **Funcionamiento en el sistema:** 
  + Cada proceso tiene un id\_proceso y está vinculado a una id\_recoleccion y un id\_material.
  + Campos como tipo\_proceso, fecha\_inicio, fecha\_fin y costo rastrean el flujo de trabajo.
  + **Ejemplo:** El plástico recolectado en id\_recoleccion = 10 se tritura el 21/03/2025; se registra aquí con resultado = "Material triturado".
* **Relación con ML:** Un modelo podría optimizar los procesos (ej. sugerir el orden más eficiente) o predecir costos/tiempos, almacenando resultados en Predicciones.

**6. Reportes**

* **Propósito:** Genera informes sobre las operaciones del centro, ya sea manualmente o automáticamente.
* **Funcionamiento en el sistema:** 
  + Cada reporte tiene un id\_reporte, vinculado a un id\_usuario, con detalles en tipo\_reporte y contenido.
  + Puede resumir datos de Recolecciones, Detalle\_Recoleccion o Procesos\_Reciclaje.
  + **Ejemplo:** Un empleado genera un reporte mensual el 20/03/2025 con el total de kg reciclados se guarda aquí.
* **Relación con ML:** Un modelo podría generar automáticamente el contenido del reporte basado en patrones detectados en otras tablas.

**7. Modelo\_ML**

* **Propósito:** Almacena información sobre los modelos de machine learning usados en el sistema.
* **Funcionamiento en el sistema:** 
  + Cada modelo tiene un id\_modelo, con detalles como nombre, tipo (regresión, clasificación), y ruta\_archivo (donde se guarda el modelo entrenado).
  + Registra cuándo se entrenó (fecha\_entrenamiento) y sus parametros.
  + **Ejemplo:** Un modelo "Clasificador de materiales" se entrena el 15/03/2025 y se usa para identificar materiales en Detalle\_Recoleccion.
* **Relación con ML:** Esta tabla es el núcleo de la integración de ML, gestionando los modelos que generan Predicciones.

**8. Predicciones**

* **Propósito:** Almacena los resultados de las predicciones generadas por los modelos de machine learning.
* **Funcionamiento en el sistema:** 
  + Cada predicción tiene un id\_prediccion, vinculada a un id\_modelo y opcionalmente a una id\_recoleccion.
  + Campos como entrada (datos usados), resultado (predicción) y precision registran el output.
  + Ejemplo: El modelo predice que el 25/03/2025 se recolectarán 60 kg de plástico en una zona; se guarda aquí con resultado = "60 kg".
* **Relación con ML:** Es la salida práctica del sistema de machine learning, utilizada para optimizar recolecciones, procesos o reportes.

**Diccionario De Datos:**

**Usuarios**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Campo** | **Tipo de Dato** | **Descripción** | **Restricciones** |
| id\_usuario | INT | Identificador único del usuario | PK, Auto Increment |
| nombre | VARCHAR(100) | Nombre completo del usuario | NOT NULL |
| tipo\_usuario | ENUM('residente', 'empleado', 'empresa') | Tipo de usuario | NOT NULL |
| email | VARCHAR(100) | Correo electrónico del usuario | UNIQUE, NOT NULL |
| telefono | VARCHAR(15) | Número de teléfono del usuario | NULLABLE |
| direccion | VARCHAR(255) | Dirección física del usuario | NULLABLE |
| fecha\_registro | DATE | Fecha de registro en el sistema | NOT NULL |

**Materiales**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Campo** | **Tipo de Dato** | **Descripción** | **Restricciones** |
| id\_material | INT | Identificador único del material | PK, Auto Increment |
| Nombre\_m | VARCHAR(50) | Nombre del material | NOT NULL |
| descripcion | TEXT | Descripción breve del material | NULLABLE |
| categoria | VARCHAR(50) | Categoría del material | NOT NULL |
| valor\_por\_kg | DECIMAL(10,2) | Valor económico por kilogramo | NULLABLE |

**Recolecciones**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Campo** | **Tipo de Dato** | **Descripción** | **Restricciones** |
| id\_recoleccion | INT | Identificador único de la recolección | PK, Auto Increment |
| id\_usuario | INT | ID del usuario asociado | FK (Usuarios), NOT NULL |
| fecha\_recoleccion | DATETIME | Fecha y hora de la recolección | NOT NULL |
| ubicacion | VARCHAR(255) | Dirección o coordenadas de la recolección | NOT NULL |
| estado | ENUM('pendiente', 'completada', 'cancelada') | Estado de la recolección | NOT NULL |
| peso\_total | DECIMAL(10,2) | Peso total recolectado (kg) | NULLABLE |

**Detalle\_Recoleccion**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Campo** | **Tipo de Dato** | **Descripción** | **Restricciones** |
| id\_detalle | INT | Identificador único del detalle | PK, Auto Increment |
| id\_recoleccion | INT | ID de la recolección asociada | FK (Recolecciones), NOT NULL |
| id\_material | INT | ID del material recolectado | FK (Materiales), NOT NULL |
| cantidad | DECIMAL(10,2) | Cantidad recolectada (kg) | NOT NULL |
| observaciones | TEXT | Notas adicionales sobre el material | NULLABLE |

**Procesos\_Reciclaje**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Campo** | **Tipo de Dato** | **Descripción** | **Restricciones** |
| id\_proceso | INT | Identificador único del proceso | PK, Auto Increment |
| id\_recoleccion | INT | ID de la recolección asociada | FK (Recolecciones), NOT NULL |
| id\_material | INT | ID del material procesado | FK (Materiales), NOT NULL |
| tipo\_proceso | VARCHAR(50) | Tipo de proceso realizado | NOT NULL |
| fecha\_inicio | DATETIME | Fecha y hora de inicio del proceso | NOT NULL |
| fecha\_fin | DATETIME | Fecha y hora de finalización | NULLABLE |
| costo | DECIMAL(10,2) | Costo del proceso | NULLABLE |
| resultado | VARCHAR(100) | Resultado del proceso | NULLABLE |

**Reportes**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Campo** | **Tipo de Dato** | **Descripción** | **Restricciones** |
| id\_reporte | INT | Identificador único del reporte | PK, Auto Increment |
| id\_usuario | INT | ID del usuario que generó el reporte | FK (Usuarios), NOT NULL |
| fecha\_generacion | DATETIME | Fecha y hora de generación del reporte | NOT NULL |
| tipo\_reporte | VARCHAR(50) | Tipo de reporte | NOT NULL |
| contenido | TEXT | Contenido del reporte (JSON o texto) | NOT NULL |

**Modelo\_ML**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Campo** | **Tipo de Dato** | **Descripción** | **Restricciones** |
| id\_modelo | INT | Identificador único del modelo | PK, Auto Increment |
| Nombre\_modelo | VARCHAR(50) | Nombre del modelo | NOT NULL |
| tipo | VARCHAR(50) | Tipo de modelo (regresión, clasificación) | NOT NULL |
| fecha\_entrenamiento | DATETIME | Fecha y hora del último entrenamiento | NOT NULL |
| parametros | TEXT | Configuración del modelo (JSON) | NULLABLE |
| ruta\_archivo | VARCHAR(255) | Ubicación del archivo del modelo | NOT NULL |

**Predicciones**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Campo** | **Tipo de Dato** | **Descripción** | **Restricciones** |
| id\_prediccion | INT | Identificador único de la predicción | PK, Auto Increment |
| id\_modelo | INT | ID del modelo que generó la predicción | FK (Modelo\_ML), NOT NULL |
| id\_recoleccion | INT | ID de la recolección asociada (si aplica) | FK (Recolecciones), NULLABLE |
| fecha\_prediccion | DATETIME | Fecha y hora de la predicción | NOT NULL |
| entrada | TEXT | Datos de entrada usados (JSON) | NOT NULL |
| resultado | TEXT | Resultado de la predicción | NOT NULL |
| precision | DECIMAL(3,2) | Nivel de confianza de la predicción | NOT NULL |

Imagen que contiene Gráfico

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.