

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Análisis de criterios y estudios de selección del área para una  
infraestructura final de los residuos sólidos municipales, entre los años 2016  
a 2020**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Yean Carlos Chusden Delgado**

**ASESOR**

**Hector Augusto Gamarra Uceda**

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

**Chiclayo, 2022**

# TESINA, CHUSDEN DELGADO 2021-I

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unj.edu.pe">repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://ridum.umanizales.edu.co">ridum.umanizales.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	1%
9	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

## Índice

Resumen .....	5
Abstract .....	6
Introducción .....	7
Marco teórico: .....	10
Materiales y métodos .....	20
Resultados y discusión .....	22
Conclusiones .....	30
Recomendaciones.....	31
Referencias .....	32
Anexos.....	35

## **Lista de tablas**

Tabla 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
Tabla 2: Relación de Tesis y/o artículos revisados. ....	22
Tabla 3: Metodologías empleadas de Tesis y/o artículos revisados. ....	23
Tabla 4: Metodologías empleadas de Tesis y/o artículos revisados.....	24
Tabla 5: pendientes y su respectivo puntaje.....	25
Tabla 6: Distancia a cuerpo de aguas y su respectivo puntaje. ....	26
Tabla 7: Dirección de los vientos.....	27
Tabla 8: Matriz de jerarquización de los polígonos. ....	27
Tabla 9: Criterios que se han tomado en cuenta para ubicar el área óptima.....	28
Tabla 10: Ficha de análisis de tesis o artículo .....	35

## **Lista de figuras**

Figura 1: Residuos sólidos .....	15
Figura 2: Relleno sanitario .....	15
Figura 3: Punto centroide de producción de residuos sólidos.....	25
Figura 4: Clasificación de la zona por pendientes. ....	26
Figura 5: Mapa de distancia a cuerpo de aguas y su respectivo puntaje.....	26
Figura 6: Mapa de áreas identificadas.....	29

## Resumen

La investigación que se presenta analiza y describe los esfuerzos mediante investigaciones realizadas tanto a nivel internacional como nacional con respecto a la investigación de análisis de criterios y estudios de selección del área para una infraestructura final de los residuos sólidos municipales. Ahora puedo decir, que el objetivo general es Identificar el área más óptima según criterios técnicos y ambientales donde se pueda ubicar un relleno sanitario por medio de estudios realizados en un contexto internacional y nacional entre los años 2016 a 2020. Así mismo, encontraremos los siguientes objetivos específicos, comparar los beneficios entre tener una localización óptima del relleno sanitario con respecto a los botaderos municipales. Establecer parámetros que nos permita encontrar áreas potenciales para la implementación de un relleno sanitario. Examinar las características ambientales del área de estudio. Elegir la zona con mayores beneficios para el diseño de un relleno sanitario. Identificar áreas que posean las más óptimas condiciones geográficas, climáticas y geofísicas. Es válido mencionar, que la población a nivel mundial está en aumento, que las ciudades tienen un crecimiento rápido y por ende al paso de los años también aumenta la generación de residuos sólidos, es decir, el aumento progresivo de las cantidades de pobladores, no ha dejado que se reaccione de manera correcta para una buena gestión de estos residuos. A razón de esto es importante los diseños de los rellenos sanitarios y para que estos cumplan con su fin de minimizar la contaminación se debe tener en cuenta un elemento muy importante que es la ubicación del área con mayor potencial para la construcción de una infraestructura de un relleno sanitario.

**Palabras clave:** Disposición final, Análisis, áreas óptimas, criterios, selección, relleno sanitario, Residuos sólidos.

### **Abstract**

The research presented analyzes and describes the efforts through research carried out both internationally and nationally with respect to the research of criteria analysis and area selection studies for a final municipal solid waste infrastructure. Now I can say that the general objective is to identify the most optimal area according to technical and environmental criteria where a sanitary landfill can be located through studies carried out in an international and national context between the years 2016 to 2020. Likewise, we will find the following specific objectives, to compare the benefits between having an optimal location of the sanitary landfill with respect to municipal dumps. Establish parameters that allow us to find potential areas for the implementation of a sanitary landfill. Examine the environmental characteristics of the study area. Choose the area with the greatest benefits for the design of a sanitary landfill. Identify areas that have the most optimal geographical, climatic and geophysical conditions. It is valid to mention that the population worldwide is increasing, that cities have rapid growth and therefore, over the years, the generation of solid waste also increases, that is, the progressive increase in the numbers of inhabitants, not has allowed to react correctly for a good management of this waste. For this reason, the designs of sanitary landfills are important and for these to comply with their purpose of minimizing contamination, a very important element must be taken into account, which is the location of the area with the greatest potential for the construction of an infrastructure of a landfill.

**Keywords:** Final disposal, Analysis, optimal areas, criteria, selection, landfill, Solid waste.

## Introducción

Como fase final de una gestión de residuos sólidos está la disposición final de residuos sólidos, es decir, un relleno sanitario que es la infraestructura adaptada con criterios técnicos e ingenieriles para llevar a cabo este fin. Sin embargo, para lograr el éxito de este propósito y como tal la infraestructura dé solución a esta problemática del cúmulo de la disposición final de los residuos sólidos, es tener en cuenta y seleccionar la mejor alternativa de área de terreno para el relleno sanitario. Llegados a este punto, mencionar que ubicar una incorrecta área del relleno sanitario, causaría diferentes problemas ambientales, sociales, sanitarios, entre otros, por ejemplo, perjudicar y contaminar los diferentes volúmenes de agua existente en el lugar, ya sea acueductos que son las aguas subterráneas, para esto es muy importante tener en cuenta y saber cuál es el nivel freático o algunos canales, ríos, acequias de agua en la superficie.

Por otro lado, inconvenientes sociales, por ejemplo, la incomodidad social, dado que está cerca a las poblaciones, o alguna infraestructura, corrales de crianza de animales, entre otros. Así mismo, problemas de costo a causa de poder preparar la superficie correcta o de no tener el material de cobertura cercana. A razón de lo mencionado es importante tener en cuenta la ubicación más óptima para un relleno sanitario, con la intención de evitar los inconvenientes mencionados líneas anteriores. Acorde con lo mencionado, se debe tener en cuenta la normativa, es decir las condiciones legales, criterios técnicos de cada país [1].

En uno de los países vecinos, que es Ecuador, se establece los requisitos que se debe cumplir para la ubicación del sitio del relleno sanitario de acuerdo a la normativa vigente, esto es mediante el Ministerio del Ambiente, expuesto en el Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA), en su libro VI, anexo 6, que tiene como título “Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos” [2].

En Colombia, para ser más exactos en una de las grandes ciudades como Bogotá, ha tenido un aumento en su crecimiento poblacional, y por ende la generación de acumulación de residuos sólidos ha aumentado en el año 2017 a 22 954 459 toneladas, estos fueron acumulados en el relleno sanitario Doña Juana. De acuerdo a lo mencionado, sumando a estas cantidades de volúmenes de residuos sólidos, se suma diferentes problemas a razón de no tener una buena ubicación del área de dicho relleno sanitario, esta problemática se data desde su diseño, dado que como ya se mencionó no se ha tenido en cuenta la ubicación óptima. Es decir, derrames de la basura, problemas sociales como la inconformidad de la población, no se consideró las distancias mínimas a la población, a infraestructuras, no se realizó un estudio técnico correcto, por ejemplo, no se estudió criterios hidrológicos es por ello que contamina a un río Tunjuelo,



la cantidad de vectores sigue en aumento. Y todo esto pro no tener una correcta área de ubicación final, esto en base a las normas, criterios del país [3].

Por otro lado, mencionar que el reciclaje y valorización de los residuos aporta a disminuir el volumen que se desecha de los residuos, pudiendo ser gran parte de esto reutilizado esto ayudaría a disminuir la contaminación del medio ambiente y por ende disminuir el calentamiento global. Sin embargo, existirá restos de residuos que ya no pueden ser reutilizados, estos tendrán que ir a parar a un relleno sanitario. Es por ello que se necesita de estas infraestructuras. Y para que estos rellenos sanitarios trabajen de manera óptima. Un punto importante para una infraestructura final de residuos sólidos, es la ubicación de dicha área, dado que es un problema tedioso en cualquier parte del mundo, a razón de que se debe tener en cuenta diferentes factores ambientales y sociales con la intención de controlar y disminuir al mínimo los impactos negativos que proyectos de esta envergadura trae como consecuencias o resultados [4]. Por otro lado, según el Ministerio del Medio Ambiente (MINAM) uno de los tantos problemas que se tiene en la actualidad con respecto a la gestión de residuos sólidos es la carencia de áreas, lugares potenciales que cumplan con los criterios técnicos y ambientales para poder ubicar la disposición final de residuos sólidos [5].

A razón de la problemática expuesta, nos planteamos: ¿De qué manera puedo analizar los criterios y estudios de selección para una infraestructura final de residuos sólidos municipales? Así mismo, tendremos como objetivo general el siguiente: Identificar el área más óptima según criterios técnicos y ambientales donde se pueda ubicar un relleno sanitario por medio de estudios realizados en un contexto internacional y nacional entre los años 2016 a 2020. Por otro lado, se establecen los siguientes objetivos específicos: Comparar los beneficios entre tener una localización óptima del relleno sanitario con respecto a los botaderos municipales. Establecer parámetros que nos permita encontrar áreas potenciales para la implementación de un relleno sanitario. Examinar las características ambientales del área de estudio. Elegir la zona con mayores beneficios para el diseño de un relleno sanitario. Identificar áreas que posean las más óptimas condiciones geográficas, climáticas y geofísicas. Es imprescindible mencionar los motivos por lo cual es importante esta investigación bibliográfica respecto al tema “Análisis de criterios y estudios para seleccionar el área para un relleno sanitario, entre los años 2016 a 2020”, para ello tendremos que mencionar diferentes contextos la cual nos ayudará a poder defender mejor nuestra investigación, entre ellos mencionamos:

Justificación social. A nivel mundial y nacional la población va en aumento y con ello las ciudades van creciendo de manera rápido que no les da tiempo de planificar a dónde irán a parar sus residuos sólidos, después de cumplir su vida útil. Por lo tanto, se debe tener una

infraestructura adecuada, dado que, si no se plantea solución a este cúmulo de residuos, genera enfermedades, diarreicas, respiratorias y parasitarias. Entonces ya teniendo la noción, de necesario una infraestructura final de residuos sólidos, llega el reto de encontrar la mejor ubicación para este relleno sanitario, esto se hará con criterios técnicos, que sea amigable con la población y esta no tenga inconvenientes, dado que, si se ubica mal, afectará a la población, a su rendimiento y traerá pesares a la población. Por estos motivos y más se necesita realizar un correcto estudio de localización del área para un relleno sanitario.

Como justificación económica. Construcciones de esta índole necesita el país, dado que ayuda a disminuir la contaminación a los factores y a mejorar la calidad de vida de los pobladores. Además, da oportunidades a la población de dicha zona. De igual modo, al tener que realizar la investigación de la zona óptima para el relleno sanitario, se tendrá que recurrir a trabajos tanto de gabinete como de campo, donde se necesita personal calificado y no calificado para esta labor. A razón de esto que es importante ubicar correctamente el área del relleno sanitario, porque beneficia económicamente a la población que interviene en este estudio.

En la justificación ambiental tenemos. Siempre lo ha sido y más en la actualidad de importante, dado que se observa cada vez a mayor rango el calentamiento global y todo lo que causa este efecto de nuestras malas prácticas ambientales. Es por ello, que al diseñar una infraestructura de residuos sólidos estamos disminuyendo esta contaminación que afecta a los factores ambientales, dado que se diseña con criterios técnicos teniendo en cuentas las condiciones y normativas activa en cada país. De la misma forma, localizar el área óptima del relleno sanitario jugará un punto importante en el cuidado del medio ambiente, porque se tendrá en cuenta lo siguiente: se analizará la hidrología del lugar, es decir las aguas subterráneas y las superficiales, el desplazamiento general de los vientos de ese lugar, así mismo, las distancias mínimas hacia los diferentes puntos, como las poblaciones, las infraestructuras cercanas, los criaderos de animales, los aeropuertos entre otros. Es por ello que localizar un área correcta para un relleno sanitario, aportará al mejoramiento del medio ambiente.

En una justificación técnica y social. Sabemos que este tipo de investigaciones, como las que se analizan que son experimentales, necesita de profesionales, técnicos, y personal obrero calificados para que puedan intervenir en el trabajo de campo y gabinete. Así mismo, esta investigación bibliográfica aportará la información que se necesita para complementar la teoría para la realización de estos proyectos en campo. De igual modo, se utilizarán en investigaciones académicas, tanto de contexto de secundaria, universitaria y hasta profesional. Es por ello, que la investigación de ubicar la óptima área para un relleno sanitario aportará con conocimientos y técnicas para ser ejecutadas.

## **Marco teórico:**

### **1.2 Antecedentes del problema**

Para esta investigación se presentará resultados con respecto a la problemática, en diferentes lugares tanto internaciones como nacionales, con la intención de conocer cuánto se ha investigado de la problemática, es por ello que se analiza diversos estudios y bibliografías relacionadas al tema: “Análisis de criterios y estudios para seleccionar el área para un relleno sanitario, entre los años 2016 a 2020” mencionamos:

#### 1.2.1 Nivel internacional

**Ing. Montero Lozano, Johan Daría 2017 [6], “Estudio de localización de un relleno sanitario regional para el norte del departamento del valle del Cauca – Colombia”. Proyecto para título de especialista: Universidad de Manizales**

La citada investigación tiene como objetivo general, la definición de la localización de la infraestructura o ubicación final de residuos en el norte del departamento del Valle del Cauca, mediante la evaluación de criterios técnicos, ambientales y sociales. Para ello encontraremos como objetivos específicos los siguientes: debido a la problemática que se presenta en la región del norte del Valle, se necesita un avance en la solución de ubicar correctamente la infraestructura de disposición final. Así mismo, se utilizará metodologías que nos ayuden a identificar polígonos idóneos, ser propuestos y aplicados para una infraestructura final que se necesita. Por otro lado, el estudio se basará en ubicar suelos especiales para este uso final, teniendo en cuenta los siguientes puntos de localización, por ejemplo, geológicos, ambientales y geográficos.

**Morales, Simón y Rodríguez, Alina 2016 [7], “Evaluación geológica ambiental para ubicar un relleno sanitario manual en la parroquia Mene de Mauroa, Venezuela”**

Esta investigación nos menciona que la inadecuada disposición final de los residuos sólidos, genera problemas ambientales y sanitarios, que afecta a los países de América latina en especial. Así mismo, tendrá como objetivo la ubicación correcta de un área para disposición final de los residuos sólidos, esto mediante criterios técnicos como lo es la geología, hidrología, la meteorología y todo lo relacionado a ello, en el lugar de Mene de Mauroa en Venezuela. Por otro lado, se trabajará con variables, éstas son 19 variables siendo sometidas a peso y escala este método se llevará a cabo dando prioridades según la importancia que se tenga, es decir según el orden. También, se calificará por puntaje estos son de cinco valores, entonces el terreno que mayor puntaje alcance dará como resultado el más óptimo para una infraestructura final.

**Chida Chida, Kelly 2019 [1], “Análisis multicriterio basado en SIG para identificar potenciales áreas para establecer un relleno sanitario en el cantón tena de la provincia Napo, Ecuador”. Tesis de grado: Universidad Estatal Amazónica.**

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad lo siguiente: la identificación de áreas que cumplan su potencial para que se construya una nueva infraestructura final de residuos sólidos es decir un relleno sanitario en el lugar de Cantón Tena, le corresponde la provincia de Napo, en Ecuador. Ahora puedo decir, que para cumplir esta meta se debe tener objetivos específicos, por ejemplo, para la selección correcta se tendrá que calcular el área que se va a necesitar para la construcción de la infraestructura, así mismo mediante criterios que nos permitan ubicar dicho terreno. Teniendo en cuenta estas áreas que se puedan obtener se realizará sus respectivos mapas con los criterios que se necesiten, así mismo, se modelará las áreas probables usando el software adecuado, por ejemplo, ArcMap. Luego de ello, se tendrá en cuenta criterios técnicos, por ejemplo, áreas que posean mayores condiciones que se necesite como es el tema de la geografía, el o los climas del lugar y además con temas geofísicas. Por otro lado, todos estos estudios y criterios se basarán de acuerdo a la normativa y permitido de cada país.

**Muñoz Castellanos, Cesar David 2018 [3], “Evaluación de la selección espacial para la ubicación actual del relleno sanitario doña Juana (RSDJ) aplicando metodología MCDA-SIG” Colombia. Tesis para optar título de especialista en Geomembrana: Universidad Militar Nueva Granada.**

En la presente investigación nos menciona que el crecimiento poblacional va en aumento en el País de Colombia y por ende la cantidad de residuos sólidos que se generó en el año 2017 es de 2 295 459 toneladas, estas en el relleno sanitario Doña Juana. Sin embargo, se tiene problemas de diferentes indoles, por ejemplo, la acumulación masiva y dando como resultado los derrames de residuos sólidos, el aumento incontrolable de vectores, contaminación del factor agua, por ejemplo, del río Tunjuelo y así sumando a esto la oposición de la población. Todo ello y más, generan que se necesite buscar áreas adecuadas para un relleno sanitario, bajo criterios técnicos teniendo en cuenta diferentes variables del entorno y según la normativa expresada en la zona. Asu vez, teniendo en cuenta diferentes literaturas que emplean diversos métodos para ubicar el área correcta o más favorable para un relleno sanitario, que todo ellos nos servirá como base para estudiar el relleno sanitario actual Doña Juana.

**Cabeza, Miguel; Henao, Ángela y Manrique, Jorge 2017 [8], “Aplicación de SIG para la jerarquización de Sitios de Rellenos Sanitarios. Área Metropolitana de Mérida, Venezuela”**

En el siguiente proyecto nos menciona que se puede clasificar con muchos adjetivos desagradables para una disposición final de residuos sólidos, y más aún cuando simplemente es un botadero, es decir no se tiene una infraestructura correcta. Es por ello la importancia de su correcta ubicación del área, entonces se basará en el Sistemas de Información Geográficas (SIG), así mismo, se tendrá en cuenta los modelos multicriterio de toma de decisiones, con ello se obtendrá herramientas eficientes para el manejo, organización de información que nos ayude a clasificar en un orden jerárquico las posibles áreas con un potencial adecuado para un relleno sanitario. Simultáneamente, para poder analizar correctamente la información espacial se requiere de un periodo extenso de años. Es por ellos, que teniendo los sistemas de información geográfica nos ayudarán como herramienta para poder planificarlo, es decir nos aportará en reducir el tiempo y aumentando a la calidad de estudio, dado que nos dará la opción de analizar una cantidad mayor de opciones.

### 1.2.2 Nivel Nacional

**Espejo Angers 2017 [9], “Localización óptima de un relleno sanitario empleando sistemas de información geográfica distrito de Chachapoyas Amazonas” Tesis para optar título Ingeniero Ambiental: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza**

En esta investigación nacional tiene como objetivo general lo siguiente, la localización de un área óptima para la ubicación final de residuos sólidos municipales en el distrito y provincia de Chachapoyas. Esta localización tiene que realizarse siguiendo criterios técnicos y ambientales adecuados, de los cuales se basará en información geográfica. Así mismo, aplicará la caracterización de los residuos sólidos, integrará mediante un mapa temático los criterios y el factor óptimo, integral para la correcta localización de un relleno sanitario. Teniendo estos resultados de localización óptima, realizó una comparación con los botaderos que existen en el lugar. Igualmente, nos mencionar que la comparación lo hizo a raíz del proyecto con código SNIP “Mejoramiento y ampliación de la gestión integral de los residuos sólidos municipales del distrito de Chachapoyas, provincia de Chachapoyas, región Amazonas”, de ello estudia los impactos relacionados al estudio de selección del sitio para dicha ubicación fina de los residuos sólidos. Se analizarán los siguientes factores ambientales para que estos no se vean afectados, o lo sean en su mínima forma, por ejemplo, aire, agua, suelo, entre otros.

**Pérez Oclocho, Norbil Alberto 2019[4], “Identificación de áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en el distrito de Santa Rosa, provincia de Jaén”. Tesis de grado: Universidad Nacional de Cajamarca.**

El presente proyecto tiene como finalidad lo siguiente, que usando el Sistema de Identificación Geográfica (SIG) se logre identificar las áreas potenciales para este uso final de residuos sólidos para el distrito de Santa Rosa. Para ello, tendremos tres pasos a ejecutar la primera fue la fase de gabinete donde se realizó la recolección, luego la revisión y posterior a ello la selección de información. Para lograr este objetivo, se recopiló información visitando las diferentes entidades e instituciones, por ejemplo, el Ministerio del Ambiente (MINAM), Municipalidad provincial de Santa Rosa y Municipalidad Distrital de Jaén. Llegados a este punto, se utilizó posteriormente la información obtenida del Sistema de Información geográfica, identificando las áreas potenciales donde puede instalarse el relleno sanitario. Se tomará, criterios técnicos aplicados de acuerdo a la norma utilizada en el País, por ejemplo, relacionado a su ubicación tenemos, ubicación de caseríos, de sitios arqueológicos, de centros de salud, instituciones educativas, ubicación de aeropuertos, entre otros. Así mismo, el tipo de suelo. Por otro lado, se verificó en campo dichas áreas seleccionadas, con la intención de elegir la que presenta mayor puntaje es decir la que tiene mejores condiciones para esta infraestructura final de residuos sólidos.

**Loyaga Rivera, Fredi 2019[10], “Identificación de áreas óptimas para instalar un relleno sanitario utilizando sistemas de información geográfica, distrito las Pirias - provincia de Jaén”. Tesis de grado: Universidad Nacional de Jaén.**

Esta investigación nacional, tiene como objetivo, la identificación del área mejor calificada usando el Sistema de Información Geográfica (SIG) correspondiente al distrito de Las Pirias, provincia de Jaén. Para ello se encontrará los siguientes objetivos específicos, por ejemplo, teniendo los criterios establecidos por el MINAM en su “guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre del relleno sanitario manual” para poder utilizar de acuerdo a la guía mencionada y encontrar un área óptima para relleno sanitario. Así mismo, como ya se había mencionado se utilizará los criterios que mediante la aplicación del SIG se llevará acabo. Además, la elaboración de los mapas de las posibles áreas potenciales a utilizarse, esto en el distrito de Las Pirias. Por otro lado, la evaluación consiste en tener 8 criterios técnicos, de las cuales se ha calificado de 0 a 3, obteniendo como resultado 2 áreas óptimas y 13 aceptables donde es válido construir un relleno sanitario es decir infraestructura final de los residuos sólidos, y estas áreas son mayores a Hectáreas.

**Tejada Soriano, Alan Augusto 2018[11], “Diseño del relleno sanitario para el distrito de San José, provincia de Pacasmayo” – La Libertad”. Tesis de grado: Universidad César Vallejo.**

Esta investigación nos menciona que el distrito de San José de la provincia de Pacasmayo, no cuenta con una infraestructura final de residuos sólidos. Es por ello que dichos residuos son llevados a un botadero a cielo abierto, contaminando a la población y ambiente del lugar. Así mismo, la cantidad de población va en aumento, generando como resultado el aumento de residuos sólidos. Así mismo, se sabe de la importancia que es la ubicación del área para esta infraestructura es por ello, que se está considerando, su ubicación geográfica, en este caso, queda en el distrito de San José, provincia de Pacasmayo, departamento de La Libertad. Se tiene en cuenta, la altitud y sus límites de esta zona de estudio. También, la topografía de la zona, el clima, las vías de acceso y comunicación. Es válido tener en cuenta, los aspectos demográficos, como, por ejemplo, la evolución de la población, la concentración de la población y así, estos criterios ayudarán a encontrar la mejor opción del área a utilizar.

**Gamonal Coronel, Gianela Lizet. 2018[12], “Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Olmos - provincia de Lambayeque - departamento de Lambayeque, 2018”. Tesis de grado: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.**

Esta investigación tiene como objetivo general, el diseño del relleno sanitario para los residuos sólidos, para el distrito de Olmos. Así mismo, nos menciona que uno de los mayores problemas con respecto a la salud en el distrito es el cúmulo de residuos sólidos. También nos menciona el crecimiento de población del distrito, el porcentaje que se puede valorizar y reciclar de los residuos, disminuirán al volumen que ingresaría al relleno sanitario. Esto ayudaría a disminuir los problemas sanitarios y ambientales en gran parte en el distrito a causa de este amontonamiento de residuos sólidos. Es por ello, que para que se cumpla todos estos objetivos entre tanto punto que se debe realizar, uno de estos es la selección correcta del área del relleno sanitario. Para dicha área, se realizó estudios preliminares, por ejemplo, propiedad del terreno, la distancia de las vías cercanas al o las áreas, las cuencas cercanas y su nivel freático de estas, la distancia de las poblaciones, distancia de granjas de crianza de animales. Así mismo, estudios topográficos, hidrológicos, de mecánica de suelos, la cantidad de residuos a ingresar, entre otros. Esto nos ayudará a tener una mejor selección del área.

### 1.3 Bases teórico-científicas

#### 1.3.1 Residuos sólidos municipales:

Los llamados residuos municipales, son todos los de carácter doméstico, instituciones o de comercio. Así, por ejemplo, restos de alimentos, latas, botellas, cartones, cosas descartables, pañales, entre otros. También, encontramos, restos del uso personal, papel, entre otros. Así mismo, limpieza de calles, mantenimiento de parques, entre otros. Estos vendrían hacer producto del aseo urbano. Así mismo, todos los otros restos de carácter parecido según lo establecido en la norma [13].

*Figura 1:* Residuos sólidos

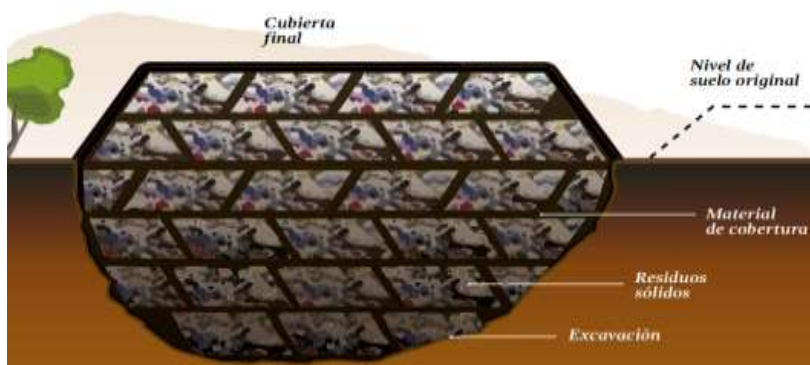


Fuente: MINAM [19]

#### 1.3.2 Relleno sanitario:

También conocido como infraestructura final de los residuos sólidos es una técnica donde se disponen finalmente los residuos sólidos en el factor suelo, este no afecta ni causa peligro a la salud, ambiental o a la seguridad pública. Así mismo, durante su operación y culminación de su vida útil no causa perjuicios, esto de acuerdo a lo que nos menciona el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) [4].

*Figura 2:* Relleno sanitario



Fuente: MINAM [19]



### **1.3.3 Sistema de información geográfica (SIG):**

Este sistema consiste en procedimientos informáticos adecuados con el fin de resolver cuestiones de localización, tienen en su haber diferentes elementos para lograr el objetivo de estudiar los diferentes lugares, por ejemplo, cuenta con información sobre las particularidades de la demanda y la oferta, además, estima las distancias y separaciones entre diferentes lugares este con un sistema de coordenadas, entre otros. Este sistema tiene en su base de información diferentes cálculos y operaciones que con los datos obtenido del lugar son efectuados, dando pase a la aplicación de lo estudiado o aprendido anticipadamente por la geografía, entre otras disciplinas [3].

### **1.3.4 Componentes de un SIG:**

#### **a) Bases de datos espacial y temática:**

En el Sistema de Información Geográfica un punto muy importante es la base de datos espacial y temática, estas nos ayudan porque nos proporciona información almacenada, de manera ordenada, donde encontramos los elementos cartográficos, es decir, su tamaño, posición y forma. Así mismo, encontramos sus características no geométricas, es decir, sus atributos respectivamente [9].

#### **b) Sistema gestor de bases de datos (DBMS)**

Este sistema tiene por comprensión almacenar en tablas los datos obtenidos justamente en la base de datos del software, donde va a gestionar y así mismo analizar, pudiendo relacionar los datos, almacenarlos en tablas y los resultados de ellos dar otras tablas [14].

#### **c) Sistema de digitalización de mapas**

La información de los SIG con respecto al a cartografía que almacena en su sistema se obtiene gracias a los mapas, imágenes georreferenciales o fotografías de lo que se tiene como base. Así mismo, mencionar que el SIG tiene su propio formato de todo esto relacionado a cartografía, es por ello que al introducir al SIG nuestra información cartográfica con la intención de que el programa lo analice se debe cargar con el formato propio del programa [15].

#### **d) Sistema de representación cartográfica**

El programa teniendo en cuenta nuestra elección de datos, interpreta dichas selecciones e interpreta generando los dibujos de los mapas, así mismo, realiza distintos elementos cartográficos. Luego de esta interpretación, envía como punto final a las distintas herramientas para poder ser visualizadas de manera física los mapas. Es válido mencionar, una forma más utilizada para poder expresar los resultados de nuestras selecciones es mediante los mapas, y es por ello un SIG tiene la capacidad para interpretar nuestra información [16].

### **1.3.5 Marco legal:**

#### **1.3.5.1 Constitución Política del Perú**

Decreto en el año 1993, encontramos en ella, normas vigentes que brindan los derechos a la población con respecto a la salud y medio ambiente saludable, es decir siendo equilibrado. También fija y menciona que el estado tiene la facultad absoluta en colocar normas nacionales de salud y ambiente [17].

#### **1.3.5.2 Decreto Supremo N° 057-2004-PCM. - Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos.**

Por medio de la ley N°27314, Ley General de Residuos sólidos, fueron fundados acuerdos que ayuden a minimizar la contaminación ambiental, estos son los derechos, compromisos, obligaciones y responsabilidades de la población en su conjunto, con el propósito de asegurar una correcta gestión y manejo de los residuos sólidos, fundamentando en la reducción, prevención de riesgos ambientales y sanitarios, para proteger la salud y el bienestar de la población [18].

#### **1.3.5.3 Guía para el diseño construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual-MINAM:**

En esta guía brinda una herramienta para la implementación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales en el País. Es decir, alcances transectoriales en la gestión de residuos sólidos. Además, en aspectos normativos como parte de la política de salud. Teniendo como objetivo el proteger y promover la salud de la población [19].

### **1.4 Definición de término básicos**

Es necesario e importante presentar algunas de las definiciones de términos básicos, con la intención de poder comprender algunos términos imprescindibles a conocer para un mejor entendimiento de esta investigación. Es por ello, parte de esta investigación se ha extraído y obtenido de la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, del Ministerio del Ambiente [19].

1. **Aguas de escorrentía.** – Son aguas de difícil acceso al suelo o que su ingreso es de forma lenta y se resbalan por la superficie de la zona posterior a la lluvia.
2. **Ambiente.** – Agrupación de componentes naturales o creados por el individuo es decir el hombre relacionándose en un determinado tiempo y espacio.

3. **Biodegradable.** – Se menciona de la materia que se degrada es decir elemento orgánico la cual posee la propiedad de transformarse por modos biológicos.
4. **Biogás.** – Conjunto de gases la cual tienen un bajo peso molecular (bióxido de carbono, etano, metano, etc.) consecuencia de la separación anaerobia de la sustancia orgánica.
5. **Botadero:** Área, sección o zona donde se genera amontonamiento de residuos sólidos en lugares públicos y carreteras, también en superficies rurales, urbanas ocasionando peligro ambientales o sanitarios. En su mayoría no cuenta con permiso o licencia sanitaria.
6. **Compactación.** – Operación de comprimir los elementos con la intención de disminuir los espacios existentes entre dichos elementos. El fin de comprimir en este caso en el relleno sanitario es rebajar el volumen que acumulan los residuos sólidos con el objetivo de alcanzar un aumento de vida útil y estabilidad.
7. **Disposición Final:** Desarrollo o acciones con el fin de manipular o acondicionar en una zona los residuos sólidos como la fase final del movimiento en forma fija, sanitaria como ambientalmente confiable.
8. **Infraestructura de Disposición Final:** Infraestructura acondicionada y dotada de mecanismos y operaciones con la finalidad de una disposición ambiental y sanitaria confiable y segura de los residuos sólidos, estos son los rellenos sanitarios.
9. **Lixiviado:** Efecto en líquido generalmente ocasionado por la lluvia pluvial que, a través de las capas de basura, logra atravesar y conlleva mezclas considerables de sustancias orgánicas en degradación y otros contaminantes. Así mismo, contribuye la humedad que contiene cada desecho a generar lixiviados, también la mezcla de agua en descomposición de cada materia e infiltración de las precipitaciones de aguas subterráneas.
10. **Relleno Sanitario:** Construcción determinada a la ubicación final de los residuos sólidos, tanto ambiental como sanitariamente segura en el exterior del terreno o bajo de ella, fundamentados en los métodos de la ingeniería destinada a ello.
11. **Residuos sólidos:** Están formados por los materiales o elementos que después de su vida útil son desechados.
12. **Residuos de limpieza de espacios públicos:** Estos son a causa de las actividades públicas que se debe realizar en una localidad, por ejemplo, residuos de barrido, mantenimiento y limpieza de pistas, plazas, parques, veredas y otras zonas que están dispuestas al público.

13. **Residuos Domiciliarios:** Estos son generados gracias a las actividades diarias del hogar, compuestos por residuos de revistas, periódicos, alimentos, plásticos, latas, cartón, descartables, y otros relacionados.
14. **Tratamiento.** – Es la acción de dar un proceso, método que cause transformar la cualidad de su composición física, biológica o química del material, con el objetivo de disminuir o quitar el problema de ocasionar perjuicios al medio ambiente y la salud.
15. **Vectores.** – Son aquellos seres vivos que interactúan con la contaminación o contaminante y ocasionan que se propague o contamine otra persona sana.
16. **Vida útil.** – Espacio de tiempo donde la infraestructura está en la capacidad de cumplir la labor designada, en el caso del relleno sanitario la capacidad de almacenar los residuos sólidos de forma constante.

## **Materiales y métodos**

### **2.1 Tipo de estudio y diseño de contratación de hipótesis**

Este proyecto de investigación es de tipo experimental, dado que, según los objetivos presentados, se tendrá que realizar estudios de mecánica de suelos, topográficos, así mismo, usar métodos de SIG para que se realice la selección de diferentes áreas, elegir la o las óptimas para un relleno sanitario. Es válido mencionar que, esta investigación recopila los estudios y métodos que han empleado las diferentes investigaciones relacionadas al tema. En definitiva, los resultados de esta investigación serán a base de los resultados de aquellas investigaciones.

### **2.2 Población, muestra de estudio y muestreo**

Para este estudio la población son proyectos de investigación relacionados al tema de análisis de criterios y estudios para seleccionar el área para un relleno sanitario. Para este fin se ha elegido la diferente literatura referente al tema mencionado, con respecto a bibliografía como artículos o tesis tanto en el contexto internacional y nacional en un periodo de 05 años, del año 2016 al 2020. Esta bibliografía nos servirá para comparar la metodología empleada para esta investigación.

**Población:** nuestra población a utilizar serán los artículos y tesis en el periodo de 2016 al 2020, que han investigado análisis de criterios y estudios para seleccionar el área para un relleno sanitario, usando las diferentes metodologías.

**Tamaño de Muestra:** será de 15 entre artículos, tesis y guías del MINAM, ejecutados en el contexto internacional y nacional en el periodo de 2016 al 2020.

### **2.3 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **2.3.1 Métodos:**

Los diferentes métodos que se ha utilizado en la investigación, consisten en criterios técnicos, como además trabajo de campo, por ejemplo, las distancias a establecimientos, poblaciones, infraestructuras, aeropuertos. Se analiza diferentes áreas mediante el método del Sistema de Información Geográfica (SIG), con ello se dará puntuación y el área de terreno que tenga mayor puntaje será el más óptimo para usarse como relleno sanitario. Vale mencionar, que esta investigación es una recopilación de artículos y tesis, es decir una revisión de literatura.

### 2.3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

*Tabla 1:* Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

TÉCNICA	INSTRUMENTO	ELEMENTO DE POBLACIÓN
Análisis de tesis y artículos	Fichas de análisis	Tesis, artículos, manuales, guías relacionadas al tema en estudio

Fuente: propia

### 2.4 Plan de procesamiento para análisis de datos

Se empleará las diferentes bases de datos, por ejemplo, ProQuest, ScienceDirect, Dialnet, Scielo, Google académico, entre otros. Así mismo, repositorios de tesis como otras bases educativas que aporten para esta recopilación de literatura. También, se tendrá en cuenta variables como las siguientes, año que fue publicado, métodos empleados en las referidas investigaciones, los resultados que arrojan, entre otros.

Dicha información se procesará, analizará y se expondrá en los siguientes programas informáticos:

**Microsoft Word:** Se utilizará para plasmar la documentación del informe, a razón que su sistema permite procesar textos.

**Microsoft Excel:** Se empleará para almacenar, ordenar y analizar los datos obtenidos tanto de campo como de gabinete, ello se plasmará en hojas de cálculo.

**Microsoft PowerPoint:** Se aplicará para el uso de la presentación resumida de nuestra documentación y base de datos.

## Resultados y discusión

### 1.1 Relación de análisis de criterios y estudios de selección del área para una infraestructura final de los residuos sólidos municipales.

A razón de sintetizar de manera concisa la información analizada en diferentes tesis y artículos acorde con el periodo de tiempo plasmado 2016 al 2020, en contexto internacional y nacional, encontradas en diferentes repositorios de universidades y bases de datos, tenemos:

*Tabla 2:* Relación de Tesis y/o artículos revisados.

N°	Tipo	Autor(es)	Tema	Lugar	B.Datos	Año
1	Tesis	Johan Montenegro	Estudio de localización de un relleno sanitario regional para el norte del departamento del valle del cauca – Colombia	Cauca	Universidad de Manizales	2017
2	Artículo	Morales y Rodríguez	Evaluación geológica ambiental para ubicar un relleno sanitario manual en la parroquia Mene de Mauroa, Venezuela	Mauroa	Instituto Superior Minero Metalúrgico	2016
3	Tesis	Kelly Chida	Análisis multicriterio basado en SIG para identificar potenciales áreas para establecer un relleno sanitario en el cantón tena de la provincia napo, Ecuador	Napo	Universidad Estatal Amazónica	2020
4	Artículo	Cesar Muñoz	Evaluación de la selección espacial para la ubicación actual del relleno sanitario doña Juana (RSDJ) aplicando metodología MCDA-SIG	Bogotá	Universidad Militar Nueva Granada	2018
5	Artículo	Cabeza, Henao y Manrique	Aplicación de SIG para la jerarquización de Sitios de Rellenos Sanitarios. Área Metropolitana de Mérida, Venezuela	Mérida	CIDIAT	2017
6	Tesis	Angers Espejo	Localización óptima de un relleno sanitario empleando sistemas de información geográfica distrito de Chachapoyas Amazonas	Chachapoyas	Univerisidad Toribio Rodpriguez de Mendoza	2017
7	Tesis	Norbil Pérez	Identificación de áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en el distrito de Santa Rosa, provincia de Jaén	Santa Rosa	Universidad Nacional de Cajamarca	2019
8	Tesis	Fredi Loyaga	Identificación de áreas óptimas para instalar un relleno sanitario utilizando sistemas de información geográfica, distrito las Pirias - provincia de Jaén	Pirias	Univerisad Nacional de Jaén	2019
9	Tesis	Alan Tejada	Diseño del relleno sanitario para el distrito de San José, provincia de Pacasmayo	San José	Univerisidad César Vallejo	2018
10	Tesis	Gianela Gamonal	Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Olmos - provincia de Lambayeque - departamento de Lambayeque, 2018	Olmos	USAT	2018

Fuente: propia

## 1.2 Metodologías y lugares analizados:

### 1.2.1 Metodologías realizadas por cada investigación para cumplir el objetivo.

Con la intención de encaminar al desarrollo de los objetivos de esta investigación se ha recopilado las metodologías utilizadas para encontrar los criterios y estudios para una óptima selección del área de un relleno sanitario. Así mismo, mencionar son 10 investigaciones entre tesis y artículos en un contexto internacional y nacional. Estos son los siguientes:

*Tabla 3: Metodologías empleadas de Tesis y/o artículos revisados.*

N°	Metodología	Instrumentos, Softwares
1	Recopilación de la información cartográfica, procesamiento de dicha información, cálculo del tamaño del proyecto, reconocimiento y delimitación de la zona de estudio, identificación, macrozonificación, microzonificación, visitas de campo, calificación de jerarquización de polígonos	Planes de ordenamiento territorial, Normas, citas, Referencias, esquemas.
2	3 etapas. Búsqueda de documentos, leyes, reglamentos. Experimental, criterios de selección de áreas favorables. Se establecieron 19 variables de campo.	Informes e investigaciones, cuadros comparativos, de selección. Normas, citas, referencias.
3	Metodología para calcular el área requerida: proyección de la población, producción total, volumen de residuos sólidos, volumen del relleno sanitario, área requerida. Metodología para identificar áreas potenciales: Obtención de datos, integrar los criterios al SIG	Norma generales de TULSMA, cuadro de valores, datos de campo, documentos, libros, fórmulas.
4	Se evalúa la ubicación mediante la metodología MCDA-SIG, luego se encuentra la ubicación, criterios ambientales.	Normas, decretos cuadro comparativos, tablas, cuestionarios.
5	5 fases. Recopilación de libros especializados, artículos. Diagnóstico de la situación actual. Procedimiento para la jerarquización de tecnologías. Aplicación a un caso de estudio. Ajuste del procedimiento.	Esquema metodológico, matriz de puntuación, flujograma de decisión, Normas.
6	Fase de Pre campo: recolección de información. Fase de Gabinete Campos: evaluación de calidad del suelo. Fase de Gabinete: análisis de datos, elaboración final del informe de investigación.	Diagramas, mapas temáticos e insumos cartográficos, evaluación de mapas, cuadros estadísticos.
7	3 fases: Fase inicial de gabinete, fase de campo, fase final de gabinete. Evaluación multicriterio (EMC). También se utilizó el sistema SIG y una base de datos cartográfica digital de la columna.	Navegador GPS, brújula, cámara fotográfica digital. Softwares, computadora portátil, impresora. Normas del lugar.
8	Metodología mediante SIG utilizando la evaluación multicriterio como instrumento de apoyo en la toma de decisiones. Analizando los criterios establecimientos por la guía del MINAM.	Computadora LENOVO, GPS navegador GARMIN 64s, GLONASS de alta sensibilidad, cámaras fotográficas SONY, Software. Guía del MINAM.
9	Diseño no experimental, se usó el estudio descriptivo y un esquema que se realizó. M>O, M: representa la zona donde se realizan los estudios. O: información recopilada	Equipo Topográfico, estación total, GPS, Winchas, observación directa, calcatas, base de datos, equipos de laboratorio.
10	Se usó la metodología observación - experimentación. Visitas a la zona de estudio. Estudio de suelos, de topografía, y otros estudios necesarios para desarrollar la propuesta de solución.	Observación directa, análisis y evaluación de información. Laboratorio de mecánica de suelos. SAP, AUTOCAD, CIVIL 3D. Instrumentos topográficos. Microsoft Word, excel.

Fuente: propia



### 1.2.2 Lugares analizados en cada investigación estudiada.

La tabla presentada es con intención de mostrar las áreas que han sido estudiadas y calificadas según las 10 investigaciones que se está tomando en cuenta, de un periodo del 2016 al 2020. Esto permitirá conocer los lugares que se han estudiado, para tener mejor criterio al momento de seleccionar el área para un relleno sanitario.

Tabla 4: Metodologías empleadas de Tesis y/o artículos revisados.

N°	LUGAR, UBICACIÓN	ESTADO
1	Aplicado en el departamento del Valle del Cauca y comprende totalizando los 19 municipios un área de 4715,78 Km <sup>2</sup>	En el Valle de Cauca encontramos 7 rellenos sanitarios, de los cuales 5 de ellas generan problemas de contaminación ambiental.
2	Aplicado en 3 áreas en el embalse de Máticora y la presa.	Se tiene 3 áreas de las cuales sus puntajes son 440, 376 y 366 respectivamente.
3	Aplicado para encontrar áreas en el emplazamiento del relleno del cantón Tena.	El relleno sanitario que tiene el cantón Tena cumplió su vida útil el pasado junio del 2020, es por ello que se necesitan nuevos rellenos sanitarios.
4	Aplicado en el relleno sanitario Doña Juana, Bogotá.	El relleno sanitario ocasiona diferentes problemas sociales y ambientales.
5	Aplicado en 5 municipios que conforman el área metropolitana de Mérida. El área total equivale a 3 844.43km <sup>2</sup> .	No cuenta con relleno sanitario, estas áreas se analizaron para ser futuros rellenos.
6	Aplico en el distrito y provincia de Chachapoyas. Del cual 4 zonas clasificaron como óptimas.	El lugar de ubicación no cuenta con un relleno sanitario.
7	Aplicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Jaén. Un área de 26 840 ha.	Se localizó lugares mediante SIG que cumplen para poder ser construídos allí relleno sanitario.
8	Aplicado en el distrito de Las Pirias, que se encuentra ubicado en la provincia de Jaén. Un área de 6 325.52 ha.	Se localizaron 04 áreas óptimas para un relleno sanitario.
9	Aplicado en el distrito de San José, provincia de Pacasmayo.	No se cuenta con relleno sanitario, se utilizó la guía del MINAM.
10	Áplicada en un área de 10 has y un perímetro de 1 506.28 ml. En el distrito y provincia de Olmos.	No cuenta con relleno sanitario, se tomo en cuenta criterios técnicos.

Fuente: propia

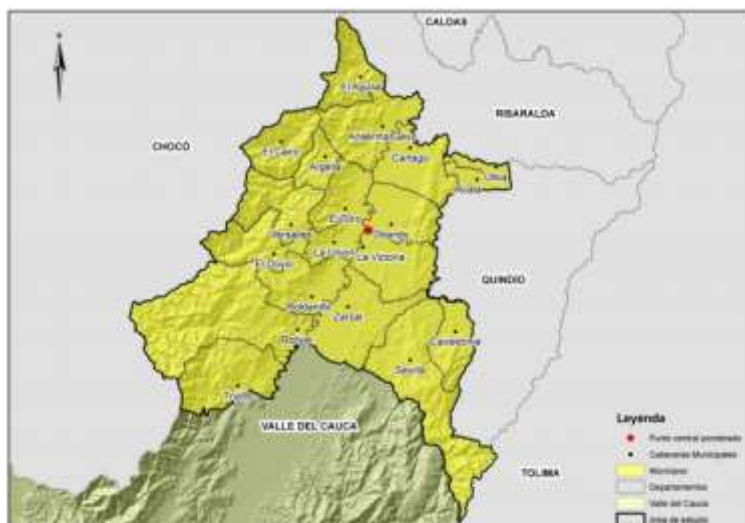
### 1.3 Resultados que obtuvieron las investigaciones presentadas.

Es imprescindible mostrar los resultados de las investigaciones analizadas, es por ello que se mencionará.

En el caso del Valle del Cauca, en su investigación Estudio de localización de un relleno sanitario regional, obtuvieron como resultados una lista de lugares, polígonos que se pueden utilizar para localizar rellenos sanitarios. Estos han sido ordenados de acuerdo a una jerarquía de ganancia. Así mismo, al momento de hacer utilizados se debe realizar más ensayos específicos en diferentes índoles.

En el siguiente mapa se observa el punto centroe de producción de residuos sólidos, estos han sido calculados y dan como resultado.

*Figura 3: Punto centroe de producción de residuos sólidos.*



Fuente: K. Chida [1]

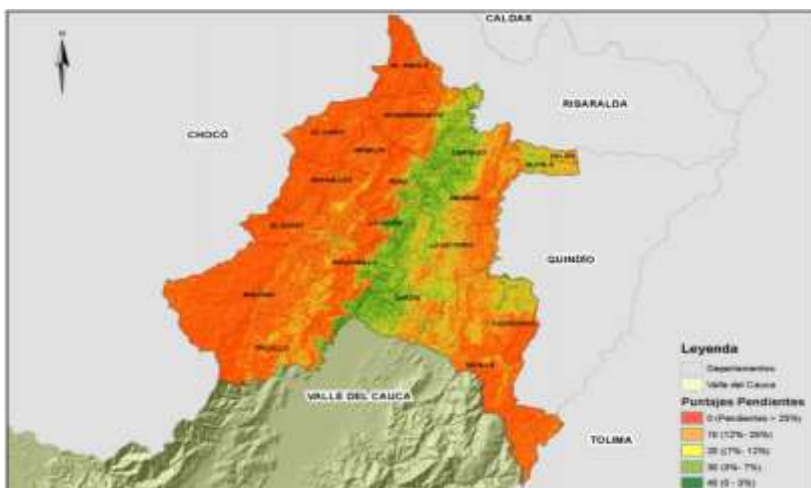
Como resultados de pendiente. Se puede visualizar en la clasificación del mapa las respectivas pendientes que tiene cada lugar con su puntaje correspondiente.

*Tabla 5: pendientes y su respectivo puntaje.*

Clase	Valor Pendientes (%)	Puntaje
1	0-3%	40
2	3-7%	30
2	7-12%	20
3	12-25%	10
4	mayores al 25%	0

Fuente: C. Muñoz [3]

Figura 4: Clasificación de la zona por pendientes.



Fuente: N. Pérez [4]

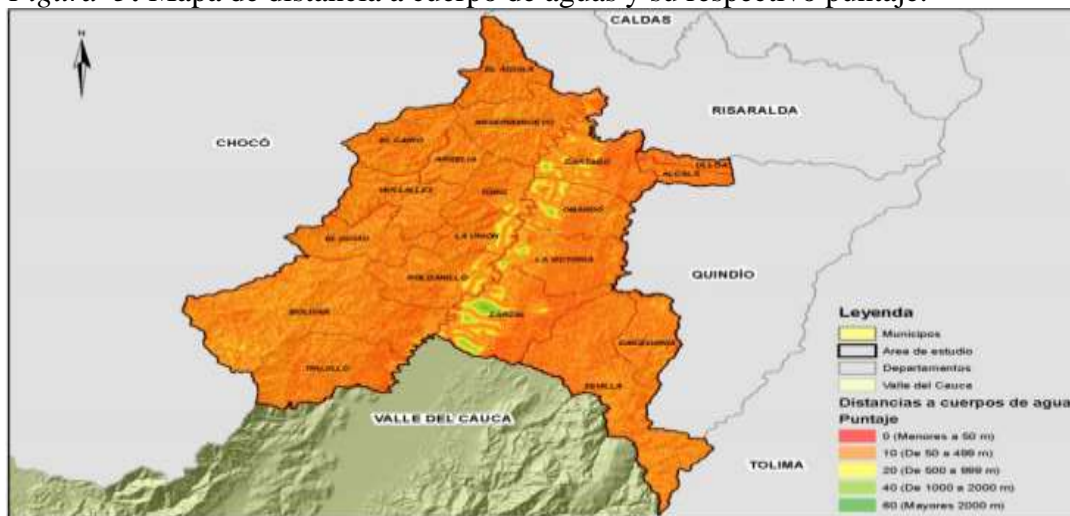
Como resultado de distancias a cuerpos de agua, se tiene el siguiente puntaje.

Tabla 6: Distancia a cuerpo de aguas y su respectivo puntaje.

Clase	Distancia (m)	Puntaje
1	Menor a 50 m	0
2	50 - 499 m	10
3	500 - 999 m	20
4	1000 - 2000 m	40
5	Mayores a 2000 m	60

Fuente: C. Muñoz [3]

Figura 5: Mapa de distancia a cuerpo de aguas y su respectivo puntaje.



Fuente: N. Pérez [4]

Se debe diseñar en lo posible teniendo en cuenta que la dirección de los vientos esté contrario al casco urbano.



En el caso distrito de las Pirias, Identificación de áreas óptimas para instalar un relleno sanitario utilizando sistemas de información geográfica, obtuvieron como resultados una lista de lugares, polígonos que se pueden utilizar para localizar rellenos sanitarios. Estos han sido ordenados de acuerdo a una jerarquía de ganancia. Esos se han clasificado de la siguiente manera, no apta, óptima y aceptable.

- **No apta** tendrá un valor de “0”, las áreas que tienen esta clasificación no se han tomado en cuenta para un diseño de relleno sanitario, porque son vulnerables a riesgos e impactos, causando contaminación ambiental y problemas a la salud.
- **Óptima** tendrá un valor de “1”, las áreas que se localizaron dentro de los parámetros óptimos, estos ayudan a proteger el medio ambiente y la población.
- **Aceptable** tendrá valor de “2” dependiendo del criterio analizado se tiene parámetros máximos y mínimos lo que está dentro de este rango, son aceptables.

Es por ello que resumiendo los criterios que encontramos en la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual del Ministerio del Ambiente (MINAM) que han tenido en cuenta se presenta la siguiente tabla.

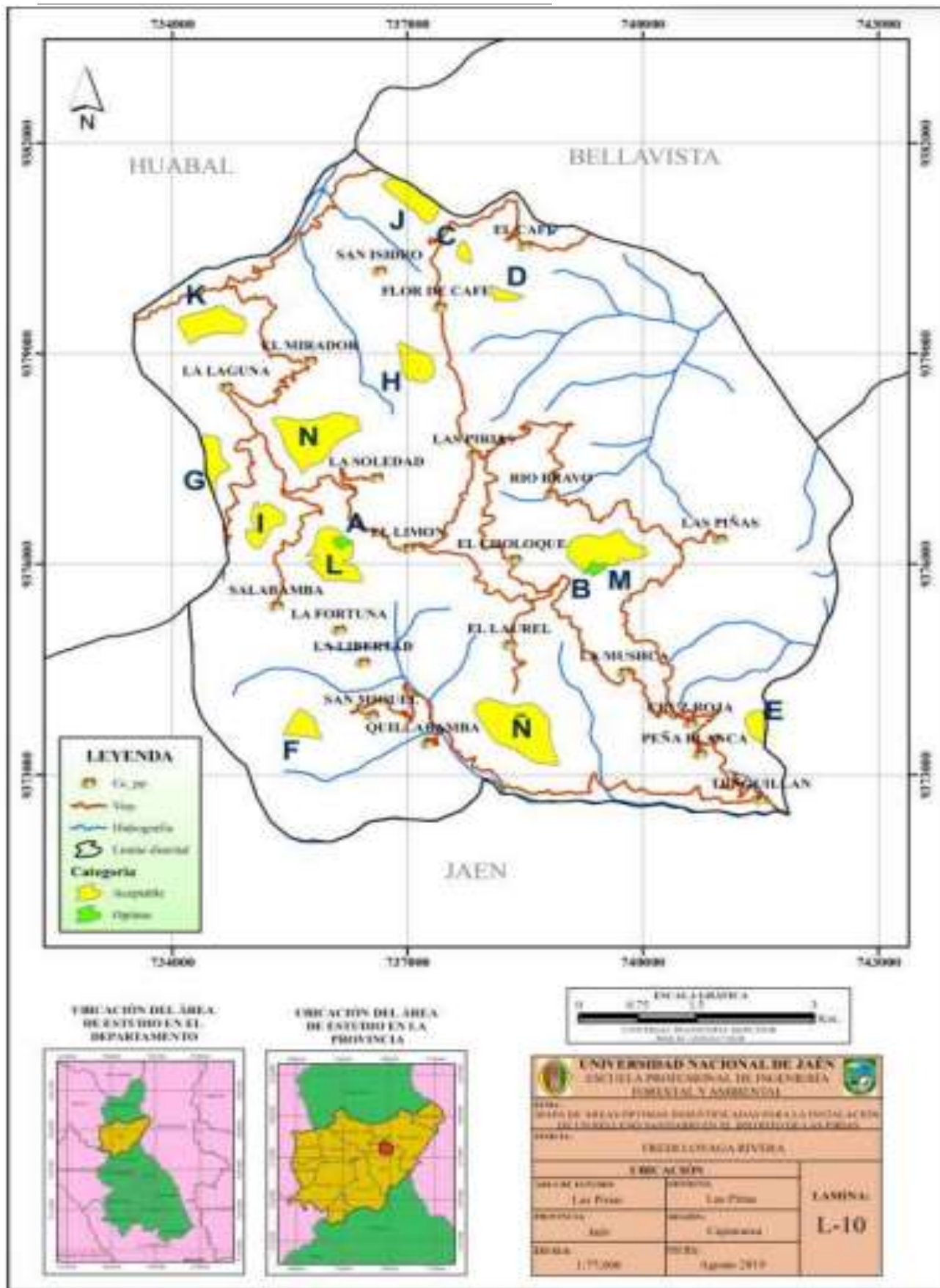
*Tabla 9:* Criterios que se han tomado en cuenta para ubicar el área óptima.

N°	CRITERIO	GUÍA DEL MINAM
1	Pendiente	ANEXO 1
2	Vías de acceso	ANEXO 2
3	Hidrología	ANEXO 3
4	Centros poblados	ANEXO 4
5	Fallas geológicas	ANEXO 5
6	Sitios arqueológicos	ANEXO 6
7	Infraestructura	ANEXO 7
8	Capacidad de uso mayor	ANEXO 8

Fuente: propia

De acuerdo a los criterios anteriores mencionados, se hallaron las siguientes áreas. 2 áreas se encontraron como óptimas y 13 áreas como aceptable.

Figura 6: Mapa de áreas identificadas.



Fuente: N. Pérez [4]

## Conclusiones

Al comparar un área óptima localizada mediante los métodos que se han estudiado, y un botadero a cielo abierto. Se puede concluir que un botadero no tiene los criterios técnicos ni ambientales, perjudicando grandemente al ecosistema. Entonces un área localizada tiene muchos beneficios en comparación a un relleno sanitario.

Los parámetros que se pueden utilizar para una buena localización del área para un relleno sanitario, son los siguientes: pendientes, vías de acceso, hidrología, distancias de centros poblados, fallas geológicas, sitios arqueológicos, infraestructura, entre otros. Así mismo, las que disponen en cada lugar de estudio.

Las características ambientales que debemos tener en cuenta son, la hidrología tanto en aguas superficiales como subterráneas, la flora y fauna, las distancias a los lugares.

De las investigaciones que se han analizada se concluye que, de acuerdo a la metodología aplicada, las áreas óptimas son las que tienen mayor puntaje, de acuerdo a su cuadro.

Se concluye de cuerdo a las investigaciones procesadas, que para identificar las áreas más óptimas condiciones geográficas, se debe realizar ensayos, estudios de campo, y aplicar la metodología adecuada, para de esa maneja decidir por la mejor opción de área.

## **Recomendaciones**

Al momento de diseñar un relleno sanitario o infraestructura final de residuos sólidos, es importantes tener en cuenta la ubicación del área óptima para este uso. Es por ello que aplicar los diferentes métodos, como el SIG y la que nos dice los manuales o guías de cada estado, nos ayudará a localizar el área de mejor manera.

Tener varias opciones de áreas para poder realizar una mejor ubicación de la mejor área que convenga al relleno sanitario, esto para que no contamine al medio ambiente ni perjudique a los pobladores del lugar.

Hacer uno correcto trabajo de campo, para poder insertar los datos precisos en la base de datos del software que pueda darnos como resultado la mejor opción de área.



## Referencias

- [1] K. Chida, “Análisis multicriterio basado en SIG para identificar potenciales áreas para establecer un relleno sanitario en el cantón Tena de la provincia Napo, Ecuador”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, Dpto. de Ingeniería, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador, 2020 [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/810>
- [2] Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, Ministerio del Ambiente, Libro VI, anexo 6-2016. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112185.pdf>
- [3] C. Muñoz, “Evaluación de la selección espacial para la ubicación actual del relleno sanitario Doña Juana (RSDJ) aplicando metodología MCDA-SIG”, Tesis para optar el título de especialista en Geomática, Dpto. de Ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, 2018 [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/810>
- [4] N. Pérez, “Identificación de áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en el distrito de Santa Rosa, provincia de Jaén”, Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal, Dpto. de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén, Perú, 2019 [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4087>
- [5] Ministerio del Ambiente, Plan / Estrategia: Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024, Perú, Guía, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>
- [6] G. Montenegro, “Estudio de localización de un relleno sanitario regional para el norte del departamento del Valle del Cauca –Colombia”, Tesis para optar el título de especialista en Sistemas de Información Geográfica, Dpto. de Ingeniería, Universidad De Manizales, Manizales, Colombia, 2017 [En línea]. Disponible en: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4169>
- [7] S. E. Morales y A. Rodríguez, “Evaluación geológica ambiental para ubicar un relleno sanitario manual en la parroquia Mene de Mauroa, Venezuela”, Redaly, Minería y Geología, Vol.32, n°2, pp. 87-101, ene. 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2235/223545820006/html/index.html>. Acceso: junio 2021.

- [8] M. Cabeza, A. Henao y J. Manrique, “Aplicación de SIG para la jerarquización de Sitios de Rellenos Sanitarios. Área Metropolitana de Mérida, Venezuela”, Revista Forestal Latinoamericana, Vol.29, n°55, pp. 87-101, ene. 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/47237> Acceso: junio 2021.
- [9] A, Espejo, “Localización óptima de un relleno sanitario empleando sistemas de información geográfica distrito de Chachapoyas Amazonas”, Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental, Dpto. de Ingeniería, Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza, Chachapoyas, Perú, 2017 [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1295>
- [10] F, Loyaga, “Identificación de áreas óptimas para instalar un relleno sanitario utilizando sistemas de información geográfica, distrito las Pirias - provincia de Jaén”, Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal y Ambiental, Dpto. de Ingeniería, Universidad Nacional De Jaén, Jaén, Perú, 2019 [En línea]. Disponible en: <http://m.repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/149>
- [11] A, Tejada, “Diseño del relleno sanitario para el distrito de San José, provincia de Pacasmayo”, Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Dpto. de Ingeniería, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú, 2018 [En línea]. Disponible en: <http://m.repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/149>
- [12] G, Gamonal, “Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Olmos - provincia de Lambayeque - departamento de Lambayeque, 2018”, Tesis para optar el título de Ingeniero Civil Ambiental, Dpto. de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2018 [En línea]. Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2906>
- [13] OEFA, “Fiscalización Ambiental de residuos sólidos de gestión municipal provincial”, Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, Perú, Informe, 100,2016 [En línea]. Disponible en: <https://www.oefa.gob.pe/publicaciones/fiscalizacion-ambiental-en-residuos-solidos-en-gestion-municipal-provincial/>
- [13] Ministerio del Ambiente, Guía para la Formulación del Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales, Perú, Guía, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/279472-guia-para-la-formulacion-del-plan-de-recuperacion-de-areas-degradadas-por-residuos-solidos-municipales>
- [14] S, Beñat, “Optimización de la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en la Mancomunidad de San Markos mediante herramientas multicriterio”, Tesis para optar el título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Dpto. de Ingeniería, Universidad de Catánbria,

San Markos, España, 2016 [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/7654>

[15] C, Becerra y M, Castro, “Identificación de áreas potenciales para la disposición final de residuos sólidos del municipio de Popayán”, Tesis para optar el título de especialista en Sistema de Información Geográfica, Dpto. de Ingeniería, Universidad de Manizales, Manizales, Colombia, 2017 [En línea]. Disponible en: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2481>

[16] Genial, Crecimiento de la población mundial. (26 de julio de 2017). Acceso: 26 de junio 2021. [Video en línea]. Disponible en: <https://web.facebook.com/watch/?v=1990363101284828>

[17] Constitución Política del Perú - 1993, artículo 67- Política Ambiental. Disponible en: <http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/Constitucion-Pol%C3%ADtica-del-Peru-1993.pdf>

[18] Decreto Supremo N°057-2004-PCM, Ministerio del Ambiente N° 27314-2004.

[19] Ministerio del Ambiente, Guía para el diseño construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, Perú, Guía, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno-construccion-operacion-mantenimiento-cierre-relleno>

## Anexos

Tabla 10: Ficha de análisis de tesis o artículo

<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	
<b>UNIVERSIDAD</b>	
<b>LUGAR / FECHA</b>	
<b>AUTOR(ES)</b>	
<b>TIPO DE INFORME</b>	
<b>PROBLEMA PLANTEADO</b>	
<b>PROBLEMA QUE SOLUCIONO LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>OBJETIVO</b>	
<b>METODOLOGÍA, MÉTODOS, TÉCNICA, NORMAS, PRUEBAS, DIAGRAMAS etc, HERRAMIENTAS</b> indicar el nombre y para que utilizo en la investigación	
<b>CONCLUSIONES</b>	

Fuente: G. Montenegro [6]