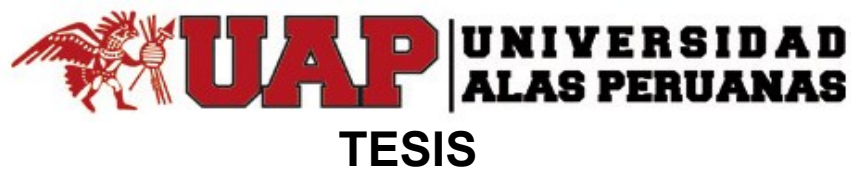


**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Modelamiento espacial de los parámetros de calidad de  
sitio para la disposición final de los residuos sólidos en  
el distrito de Chilca, provincia de Huancayo,  
departamento de Junín - 2017**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER**

**ESTEFANI MISHEL JIMENEZ OTIVO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2017**

*Asesor: Ing. Edgar Quijada Gamarra*

## **DEDICATORIA**

*A la persona que me enseñó que no tengo opción a renunciar; que me enseñó que a pesar de las dificultades y problemas no hay que rendirse y que siempre por más difícil que se ha, tenemos que levantarnos, esta tesis está dedicada a ti **Yesi Naomi Orellana Jimenez** por cambiar mi vida, por darme el cariño y la felicidad, y por dejarme ser parte de tu vida*

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

*Primeramente agradezco a Dios por guiarme y estar siempre encaminando mi vida.*

*A mi familia por el apoyo constante y aguantarme durante cinco años en el desarrollo de mi profesión.*

*Al Ing. Edgar Quijada Gamarra, por su asesoramiento de la presente tesis.*

*Al Ing. Edson Elar Caso Osorio, por el apoyo en el desarrollo del modelo GIS.*

*Al Ing. Dante García Jiménez, por su valioso apoyo.*

*Al Ing. Henri Ochoa León, por su colaboración y participación activa en los trabajos de gabinete de la presente tesis.*

*Al Ing. Manuel Ruiz L, por su colaboración, confianza y consejos durante el desarrollo de la tesis.*

*A La Gerencia de Desarrollo Urbano y la Gerente de Servicios Públicos Locales y Medio Ambiente de la municipalidad distrital de Chilca, por su colaboración en la realización de la presente tesis.*

*A la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional de Junín, por su colaboración en la presente tesis.*

*Al área Administrativa y compañeros de trabajo del Consorcio Santa Clara –Ate Vitarte por apoyarme en el desarrollo mi tesis y de mi profesión.*

*A todas aquellas personas que contribuyeron con el desarrollo de la presente tesis.*

*A todos ellos muchas gracias.*

**El autor**

# INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE ABREVIATURA .....	ix
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ECUACIÓN.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICO .....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Caracterización del problema .....	1
1.2 Formulación del Problema .....	3
1.2.1 Problema General. ....	3
1.2.2 Problemas Específicos.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación e Importancia.....	4
1.5 Importancia.....	5
1.6 Limitaciones de la investigación.....	5
CAPITULO II.....	6
FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	6
2.1 Marco Referencial.....	6

2.1.1	Antecedentes de la Investigación.....	6
2.1.2	Artículos Científicos.....	10
2.2	Marco Legal .....	12
2.2.1	Leyes.....	12
2.2.2	Reglamento .....	13
2.2.3	Decreto.....	13
2.3	Marco Conceptual .....	14
2.4	Marco Teórico.....	15
2.4.1	Residuos Sólidos: Definición y Clasificación .....	15
2.4.2	Residuos Sólidos: Impacto Ambiental e Impactos a la Salud Pública.....	17
2.4.3	Gestión de los Residuos Sólidos .....	19
2.4.4	Disposición final.....	25
2.4.5	Relleno Sanitario .....	26
2.4.6	Localización de Sitios para la Disposición de Residuos Sólidos. .	31
2.4.7	Criterios para el Estudio de Selección de Área .....	31
2.4.8	Sistema de Información Geográfica GIS .....	48
2.4.9	Geoprocesamiento .....	55
2.4.10	Modelo GIS.....	55
2.4.11	Superposición en un GIS .....	59
2.4.12	Superposición Topológica de Mapas .....	59
2.4.13	Reclasificación .....	60
2.4.14	ModelBuilder .....	60
2.4.15	Álgebra de Mapas .....	61
	CAPÍTULO III.....	63

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	63
3.1 Generalidades del área de estudio .....	63
3.1.1 Ubicación política .....	63
3.1.2 Ubicación geográfica .....	63
3.1.3 Parámetros de Calidad de Sitio .....	66
3.1.4 Rasgos Socio-Económicas.....	68
3.1.5 Rasgos Ambientales.....	71
3.1.6 Rasgos Técnicos.....	76
3.1.7 Rasgos Sociales.....	80
3.2 Materiales .....	81
3.2.1 Materiales de gabinete .....	81
3.2.2 Software .....	81
3.2.3 Material cartográfico .....	82
3.2.4 Material de campo .....	82
3.3 Metodología .....	83
3.3.1 Método. ....	86
3.3.2 Tipo de Investigación.....	86
3.3.3 Nivel de Investigación.....	87
3.4 Diseño de la Investigación .....	87
3.5 Procedimientos .....	88
3.5.1 Fase 01: revisión bibliográfica y antecedente.....	89
3.5.2 Fase 02 recopilación de información .....	89
3.5.3 Fase 03 selecciones de parámetros.....	90
3.5.4 Fase 04: Preparación de Insumos.....	94
3.5.5 Fase 05: Selección de grupo de parámetros.....	98

3.5.6	Fase 06 Procesamiento de Insumos .....	103
3.5.8	Fase 07 Validación de Modelo Espacial Gis .....	106
3.6	Hipótesis de la Investigación.....	107
3.6.1	Hipótesis General.....	107
3.6.2	Hipótesis Específico .....	107
3.7	Variables.....	107
3.7.1	Variable Independiente.....	107
3.7.2	Variable Dependiente.....	108
3.8	Cobertura de Estudio .....	108
3.8.1	Universo .....	108
3.8.2	Población.....	108
3.8.3	Muestra .....	108
3.9	Técnicas e Instrumentos .....	109
3.9.1	Técnicas de la Investigación .....	109
3.9.2	Instrumentos de la Investigación .....	109
3.10	Procesamiento Estadístico de la información .....	109
3.10.1	Estadístico.....	109
3.10.2	Representación.....	109
3.10.3	Técnicas de Comprobación de la hipótesis.....	110
	CAPITULO IV: .....	112
	ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS ...	112
4.1	Resultados.....	112
4.2	Discusión de resultados .....	130
4.2.1	Parámetros de calidad de sitio .....	130
4.2.2	Zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales .....	130



4.2.3	Modelo espacial GIS .....	131
4.3	Contrastación de Hipótesis .....	132
	CONCLUSIONES. ....	139
	RECOMENDACIONES. ....	140
	BIBLIOGRAFÍA .....	141
	ANEXO .....	150

## ÍNDICE DE ABREVIATURA

- ANP: Áreas de Naturales Protegidas
- CAD: Computer-aided design (Diseño Asistido por Ordenador)
- CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- *CUM*: Capacidad de Uso Mayor de suelo.
- DEM: Digital Elevation Model (Modelo de Elevación Digital).
- DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental
- EIA: Estudio de Impacto Ambiental
- *GIS*: Geographic information system (Sistemas de Información Geográfica).
- GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global).
- *GRJ*: Gobierno Regional de Junín.
- IE: Instituciones Educativas.
- INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- MDCH: Municipalidad Distrital de Chilca.
- MF: Modelo Final.
- *MINAM*: Ministerio del Ambiente.
- MINSAL: Ministerio de Salud
- *NDVI*: Índice de Vegetación Normalizado.
- OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- OMS: Organización Mundial de la Salud.
- OPS: Organización Panamericana de la Salud.
- PAM : Parámetro ambiental.
- PETT: Proyecto Especial de Titulación de Tierras
- PIB: Producto Interno Bruto – Banco Internacional de Desarrollo.
- PSE : Parámetro socio económico.
- PT: Parámetro técnico.
- *RS*: Relleno Sanitario.
- *RSD*: Residuos sólidos Domiciliarios.

- *RSM*: Residuos Sólidos Municipales.
- *SEAM*: Secretaría del Ambiente – Paraguay.
- *SUNARP*: Superintendencia Nacional de los Registros Públicos.
- *USGS*: El Servicio Geológico de los Estados Unidos.
- *ZEE*: Zonificación ecológica y económica.

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Clasificación de Residuos Sólidos.....	16
Imagen N° 2: Procesos para el Manejo de los RRSS .....	19
Imagen N° 3 Ciclo de los Residuos Sólidos .....	20
Imagen N° 4: Evolución del Mejoramiento de la Disposición Final de los Residuos Sólidos. ....	26
Imagen N° 5: Método de Trinchera para Construir un Relleno Sanitario .....	29
Imagen N° 6 : Método de Área.....	30
Imagen N° 7: Método Combinado (área y trinchera) para la Construcción de un Relleno Sanitario .....	31
Imagen N° 8: Integración de un GIS .....	49
Imagen N° 9 : Componentes Básicos de los Datos Geográficos .....	51
Imagen N° 10: Componentes de un GIS.....	52
Imagen N° 11 : Capas para un Modelo GIS.....	55
Imagen N° 12: Celdas de una Malla Ráster con sus Valores Asociados .....	57
Imagen N° 13: Primitivas Geométricas en el formato Vectorial.....	58
Imagen N° 14: Ejemplo de Reclasificación por Rangos .....	60
Imagen N° 15 : Ejemplo de un Modelo en ModelBuilder.....	61
Imagen N° 16: Esquema Operacional de la Investigación .....	85
Imagen N° 17 : Diseño Transeccional Causal.....	88
Imagen N° 18: Parámetros Socio-Económicos .....	99
Imagen N° 19: Parámetros Ambientales .....	101
Imagen N° 20: Parámetros Técnicos .....	102
Imagen N° 21: Ejemplo de un Modelo GIS .....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Enfermedades Transmitidas por Vectores Relacionadas con los Residuos Sólidos. ....	18
Tabla N° 2: Generación Total de Residuos Sólidos Domiciliarios .....	22
Tabla N° 3: Generación Total de Residuos Sólidos no Domiciliarios .....	23
Tabla N° 4 : pasos para el análisis espacial.....	56
Tabla N° 5: Sectores del Distrito de Chilca. ....	64
Tabla N° 6: Sub Sectores del Distrito de Chilca. ....	64
Tabla N° 7: Centro Poblado del Distrito de Chilca.....	65
Tabla N° 8: Parámetros de calidad de sitio del MINAM .....	67
Tabla N° 9: CCPP del Distrito de Chilca .....	68
Tabla N° 10: Granjas, Crianza de Animales o Zonas Agrícolas. ....	69
Tabla N° 11: Ciudad del Distrito de Chilca .....	69
Tabla N° 12: Vías de Acceso del Distrito de Chilca.....	70
Tabla N° 13 : Uso Actual de Suelo del Distrito de Chilca .....	71
Tabla N° 14:CUM -Distrito de Chilca.....	72
Tabla N° 15: Cuenca del Río Mantaro. ....	73
Tabla N° 16 : Hidrología Superficial del Distrito de Chilca. ....	73
Tabla N° 17: Canal de Riego del Distrito de Chilca.....	74
Tabla N° 18: Área Arqueológica de Coto Coto.....	74
Tabla N° 19: Hidrogeología del Distrito de Chilca .....	75
Tabla N° 20: Pendiente Promedio del Terreno .....	77
Tabla N° 21: Barrera Sanitaria Natural.....	78
Tabla N° 22: Fisiografía del Distrito de Chilca.....	78
Tabla N° 23: Permeabilidad del Suelo .....	79

Tabla N° 24: Vulnerabilidad por Peligro Geológico .....	80
Tabla N° 25: Parámetros que Influyen en la Determinación de Zonas Adecuadas para Disposición Final de Residuos Sólidos .....	90
Tabla N° 26: Leyenda de la Tabla N° 27 - Parámetros que Influyen.....	94
Tabla N° 27: Base de Datos para Modelamiento Espacial – Según Parámetros de Calidad de Sitio .....	96
Tabla N° 28: Distancia a la Población Más Cercana.....	112
Tabla N° 29: Distancia a Cobertizos .....	113
Tabla N° .30: Distancia con Respecto a la Ciudad.....	113
Tabla N° 31: Distancia con Respecto a Vías de Acceso.....	113
Tabla N° 32: Uso Actual de Suelo.....	114
Tabla N° 33: Capacidad de Uso Mayor del Suelo y PDU.....	115
Tabla N° 34: Hidrología Superficial .....	115
Tabla N° 35: Áreas Naturales Protegidas por el Estado .....	116
Tabla N° .36: Área con restos arqueológicos.....	116
Tabla N° .37: Pasivos ambientales .....	117
Tabla N° .38: Hidrogeología.....	117
Tabla N° .39: Pendiente promedio del terreno .....	118
Tabla N° 40: barrera sanitaria natural .....	118
Tabla N° .41: Material de Cobertura.....	119
Tabla N° .42: Permeabilidad del Suelo .....	120
Tabla N° 43: Vulnerabilidad por Peligro Geológico .....	121
Tabla N° .44: Zonas Aptas Según Grupo de Parámetros Socioeconómico .....	122
Tabla N° 45: Zonas Aptas Según Grupo de Parámetros Ambientales .....	123
Tabla N° .46: Zonas Aptas Según Grupo de Parámetros Técnicos .....	123

Tabla N°.47: Zonas Adecuadas para Disposición Final de Residuos Sólidos Según Grupo de Parámetros .....	124
Tabla N°.48: Sitios para Rellenos Sanitarios .....	126
Tabla N° 49: Calificación de mapa- campo .....	133
Tabla N° 50 : Verificación Preliminar en Campo .....	133
Tabla N° .51: Puntos de Verificación para Validación de Mapa de Salida .....	134
Tabla N° .52 : Resultado de Encuesta en las Instituciones Públicas .....	135
Tabla N° .53: Porcentaje Relativo a la Frecuencia de las Respuestas .....	137
Tabla N° 54: % de Aceptación por Pregunta.....	138
Tabla N° .55: Estadística de Fiabilidad .....	138

## **ÍNDICE DE ECUACIÓN**

Ecuación N° .1: Función asociada en el modelo GIS.....	103
Ecuación N° 2: Alfa de Cronbach.....	111

## ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico N° 1: N° de Sitios Vs Porcentaje de Cumplimiento de Parámetros ....	125
Gráfico N° 2: Área del Territorio de Chilca Vs % del Territorio de Chilca de las Zonas Adecuadas para la Disposición Final de los Residuos Sólidos.....	125
Gráfico N° 3: Porcentaje de Área de los Sitios para Rellenos Sanitarios con Respecto al Área total de Estudio .....	127
Gráfico N° 4: Número de Sitios para Rellenos Sanitarios .....	128
Gráfico N° 5: Área Total con respecto al puntaje ponderado .....	128



## RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló con la finalidad de determinar zonas adecuadas de disposición final de los residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales mediante un modelamiento espacial GIS en el distrito de Chilca, dicha ciudad pertenece a la provincia de Huancayo, departamento de Junín. El área total de estudio se encuentra entre los pisos altitudinales de 3 229.10 a los 4 411 m.s.n.m. con una extensión superficial total de 2 734.429 ha, se planteó como objetivo: proponer un modelo espacial que modele los parámetros de calidad de sitio para determinar zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

El tipo de investigación que tiene esta tesis es de tipo descriptivo, el nivel de investigación es de tipo descriptivo, de diseño transeccional causal porque nos permite predecir el comportamiento de una variable a partir de otras sub variables, se empleó un instrumento de investigación (adaptado de la tabla de parámetros propuesto por el Ministerio del Ambiente.). Los cálculos que permitieron localizar los sitios para rellenos sanitarios se realizaron con la ayuda del Software ArcGis. 10.2.2 Esto permitió elaborar un modelo GIS utilizando la metodología de superposición de escenarios mediante Sistemas de Información Geográfica (GIS), donde se expresan los datos de entrada, procedimientos espaciales aplicados en el GIS, y los valores asignados a cada parámetro, determinando así los sitios muy buenos para relleno sanitarios. Como resultado de esta investigación se pudo localizar 6 163 sitios muy buenos que cumplen con más de 14 parámetros propuestos, comprenden un área total de 707.637 Ha. y representa el 25.879% con respecto al área de estudio total, así mismo fue posible la elaboración de los mapas temáticos del área de estudio.

### **Palabras clave:**

*Localización de sitios, rellenos sanitarios y Sistemas de Información Geográfica (GIS).*

## **ABSTRACT**

The research work was carried out in order to determine suitable final disposal areas of solid waste that meet the technical and legal requirements through a GIS spatial modeling in the Chilca District, which belongs to the province of Huancayo Department of Junín . The total area of study is between the altitudinal floors from 3 229.10 to 4 411 m.s.n.m. With a total surface area of 2 734,429 ha, the objective was: to propose a spatial model that models site quality parameters to determine suitable final disposal areas for solid waste that meet the technical and legal requirements in the Chilca District, Province of Huancayo Department of Junín.

The type of research that has this thesis is of descriptive type, the level of research is of descriptive type, of transseccional causal design, a research instrument was used (adapted from the table of parameters proposed by the Ministry of the Environment.). The calculations that made it possible to locate the landfill sites were carried out with the help of the Arc GIS Software 10.2.2 This allowed the elaboration of a GIS model using the methodology of overlapping scenarios using Geographic Information Systems (GIS), which expresses the input data, spatial procedures applied in the GIS, and the values assigned to each parameter, thus determining Very good sites for sanitary landfill. As a result of this research, it was possible to locate 6 163 very good sites that comply with more than 14 proposed parameters, comprise a total area of 707,637 Ha. and represents 25,879% with respect to the total study area. Thematic maps of the study area.

### **Keywords:**

*Location of sites, landfills and Geographic Information Systems (GIS)..*

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más urgentes que sufre hoy el medio ambiente resultado de la sociedad consumista, es la producción de los residuos. Las actividades que el hombre realiza son heterogéneas por lo tanto se generan distintos tipos de residuos de acuerdo con estas características, el tratamiento, gestión, almacenamiento y disposición final de los distintos residuos varían dando lugar a la necesidad de crear toda una serie de infraestructuras y mecanismos de gestión con el fin de evitar cualquier deterioro ambiental.

En el Perú solo se cuenta con 12 rellenos sanitarios para los 1851 Distritos, de las cuales 02 son rellenos de seguridad; se necesita implementar 132 rellenos sanitarios para las ciudades grandes y medianas del país y hace falta 1 617 microrellenos en el ámbito rural (DIARIO EL COMERCIO, 2016).

El valor de la presente investigación, se haya en proponer un modelo espacial GIS mediante la metodología de superposición de escenarios para determinar zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

Los Sistemas de Información Geográfica (GIS) son sistemas informáticos especialmente adecuados al estudio de problemas de localización, disponen de muchos de los elementos necesarios para su estudio: coordenadas de posición que permite estimar distancias y separaciones entre lugares, información sobre las características de la demanda y de la oferta, etc. Y todo ello en un ambiente especialmente preparado para efectuar cálculos y operaciones con estos datos y, por lo tanto, poder aplicar mucho de los conceptos e instrumentos elaborados previamente por la geografía, la economía espacial y otras disciplinas.

Los GIS se pueden utilizar para localizar instalaciones sociales en los cuales se concentran los recursos materiales y humanos necesarios para llevar a cabo una actividad de interés colectivo, ésta se puede considerar deseable o indeseable por los habitantes que se encuentran en su entorno o dentro de su radio de influencia.

Teniendo en cuenta la posibilidad de utilizar los GIS en la búsqueda de un territorio que por sus características puedan ser aptos para los fines propuestos, el presente trabajo analizó la localización de sitios muy buenos para rellenos sanitarios dentro del distrito de Chilca. El valor de la presente investigación se halla en que localizando sitios aptos para rellenos sanitarios se mejorará la calidad de vida de la población y el control de la contaminación del medio ambiente.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Caracterización del problema

En la actualidad a nivel mundial se vive un problema ambiental, al no poder ubicar lugares adecuados para la disposición final de los residuos sólidos que la población mundial genera, sólo se cuenta con información del porcentaje de residuos que es enviado a un relleno sanitario, se considera que el resto cae bajo eliminación en vertederos o botaderos. (Hoorweg & Bhada-Tata, 2012). El manejo integral de residuos sólidos, debe de ser desde la generación hasta su disposición final, sanitaria y ambientalmente adecuada, para prevenir los riesgos a la salud de la población y el deterioro de la calidad ambiental. Sin embargo, el déficit de servicios y la ausencia de infraestructuras sanitarias para la disposición final de los residuos sólidos municipales, han originado la formación de botaderos de residuos sólidos en las ciudades, donde se disponen los residuos sólidos sin las mínimas medidas sanitarias y de seguridad, propiciando la proliferación de vectores, practicas insalubres de segregación y alimentación de animales con residuos sólidos. (MINAM, 2013)

La ubicación de áreas para realizar instalaciones de manejo de RSD, es un problema bastante complejo en cualquier parte del mundo, principalmente por el rechazo de la comunidad. El termino residuos, es asociado a algo indeseado, que se procura mantener lo más alejado posible de la casa, del trabajo o de lugares frecuentados. Si bien la población está consciente de los problemas ambientales y apoyan las decisiones de ocupar recursos para dar solución a los problemas de disposición final o tratamiento de residuos sólidos , cuando se enteran que la solución involucra territorialmente a su vecindario se levanta con el proyecto, reclama contra las autoridades y contra las decisiones técnicas

que determinaron el uso de terrenos dentro de su comuna o municipio, en circunstancias que cuando se sabía de la solución y no de la ubicación apoyaban el proyecto. (CHILE, Diciembre , 2011)

En el Perú, la situación es más crítica solo el 30% de la basura producida es trasladada a rellenos sanitarios (Comercio, 2015). Según la OEFA en la actualidad solo se cuenta con 12 rellenos sanitarios para los 1851 distritos; según el Ministerio del Ambiente, se necesita implementar al menos 132 rellenos sanitarios en las ciudades grandes y medianas del país; Además, hacen falta 1617 microrellenos en el ámbito rural. La situación es más crítica a nivel regional, en 14 de las 25 regiones no hay rellenos sanitarios de ningún tipo, y las que cuentan con alguno no se dan abasto para tratar el total de los residuos de las poblaciones que atienden; la ausencia de una infraestructura adecuada hace que estos sean destinados a botaderos municipales. (DIARIO EL COMERCIO, 2016)

Un gran problema atraviesa la Municipalidad provincial de Huancayo al no poder encontrar hasta la fecha un lugar definitivo para la disposición final de los residuos sólidos, toda vez que los botaderos donde se venía confinando la basura llegaron al límite de su capacidad (RPP, 2012), este problema se evidenció en sus distritos del Tambo, Chilca y Huancayo. En tanto, en el botadero de Llamus, en el distrito de Chilca, se comprobó que es clandestino y que los residuos sólidos se encuentran a la intemperie (RPP, 2013).

El modelo GIS es una herramienta adecuada para la selección del sitio que ha dado resultados en otros países, ya que tiene la capacidad de manejar grandes cantidades de datos espaciales que proviene de diversas fuentes(Oyinloye D. M., 2013). El uso de un modelo GIS facilita encontrar las mejores localizaciones para situar los distintos usos del suelo que deseamos realizar en una región (Barredo, 1999) (Veraa Mariela & Cardozo Carrerab, 2012).

## **1.2 Formulación del Problema.**

### **1.2.1 Problema General.**

¿Cuál será el modelo espacial que modele los parámetros de calidad de sitio para determinar zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales, en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo, departamento de Junín?

### **1.2.2 Problemas Específicos.**

- ¿Cuáles son los parámetros que influyen para determinar las zonas más adecuadas para la disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales?
- ¿Cuáles son las zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales con los parámetros de calidad de sitio mediante el modelamiento espacial, en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo, departamento de Junín?

## **1.3 Objetivos.**

### **1.3.1 Objetivo General.**

Proponer un modelo espacial que modele los parámetros de calidad de sitio para determinar zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

- Identificar los parámetros que influyen para determinar las zonas más adecuadas para la disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales.

- Determinar las zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales con los parámetros de calidad de sitio mediante el modelamiento espacial en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

#### 1.4 Justificación e Importancia

En la actualidad según información de la OEFA (organismo de evaluación y fiscalización ambiental), solo se cuenta con 12 rellenos sanitarios de las cuales 10 son rellenos sanitarios para residuos sólidos y 2 son rellenos de seguridad, las cuales cumplen con los requisitos técnicos y legales (OEFA, 2014).

Una inadecuada disposición de los residuos sólidos origina una serie de problemas que afectan a la población, recursos naturales, al suelo, agua y aire; al estar cerca de uno o en contacto con zonas de disposición que son inadecuadas provoca enfermedades como hepatitis viral A, dengue, Infecciones Respiratorias Agudas, problemas dérmicos y problemas gastro intestinales (Ortega, 2010).

Cada día se genera más residuos sólidos, por lo que se necesita identificar más áreas para la disposición final e implementación de un relleno sanitario, las cual el tiempo de selección sea menor y cumplan con los requisitos técnico y legales; debido a la falta de recursos económicos por parte de las municipalidades tanto provinciales y distritales además la inadecuada gestión son indicadores de que estos estudios no son realizados, y sus residuos sólidos que generan son dispuestos en lugares inapropiados.

El distrito de Chilca, Provincia de Huancayo no es ajeno a la situación que se está presentando a nivel nacional, este distrito aun en la actualidad sigue disponiendo sus residuos sólidos en botaderos que atentan con el Ambiente y la salud de las personas; la inadecuada disposición de los



residuos está provocando malestares a la población, debido a que las calles, las riveras se han convertido en botaderos de los residuos sólidos, debido a esta situación es de suma importancia identificar Zonas que cumplan con los parámetros de calidad de sitio que establece el MINAM (RPP, 2013).

### **1.5 Importancia.**

El presente trabajo de Investigación referente a determinar las zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos, pretende contribuir con una modelo espacial que nos permita determinar zonas adecuadas que cumplan con los requisitos técnicos y legales con los parámetros de calidad de sitio, con la finalidad de evitar y prevenir la disposición de residuos sólidos en lugares inadecuados.

Se debe de resaltar que el desarrollo de un modelo espacial aplicada a determinar zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos, se justifica porque nos dará una información de primera mano, para tomar decisiones adecuadas, con la finalidad de planificar y programar las actividades para un desarrollo sostenido con respecto a la disposición final de los residuos sólidos, no solo en el distrito de Chilca, ya que este modelo a desarrollar se podrá aplicar en otros distritos con similar problema ambiental.

### **1.6 Limitaciones de la investigación**

Para la determinación de zonas adecuadas para la disposición final de los residuos sólidos en el GIS se realiza mediante la superposición de variables por lo que se requiere que estas variables posean la misma escala espacial la cual muchas veces no se cuenta, como son los datos: Geológicos, Hidrogeológicos, entre otros, siendo estos muy especializados para su evaluación en la presente investigación.

## CAPITULO II

# FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1 Marco Referencial.

#### 2.1.1 Antecedentes de la Investigación.

*EMEKA AMAKIHE, BACHELOR'S THESIS: SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS) COMO HERRAMIENTA DE SOPORTE DE DECISIONES PARA LA SELECCIÓN DE SITIOS DE RELLENOS SANITARIOS POTENCIALES, 4 DE MAYO DE 2011, LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS DE NOVIA, NIGERIA Y ÁFRICA,* En este estudio, se utilizó software GIS para localizar vertederos mediante la creación de mapas de acuerdo a los criterios establecidos. El uso de GIS para la localización de los vertederos es una forma económica y práctica para la evaluación de la producción de los mapas en un corto período de tiempo cuando hay una necesidad de una evaluación rápida.

La aplicación del modelo basado en GIS se basa en los factores ambientales y las limitaciones. La proximidad de los sitios potenciales no está dentro de la zona de interés ambiental o las características naturales, y se encuentra distancias lejos de los asentamientos, lo que minimiza los conflictos sociales, riesgos para la salud y el medio ambiente. Además, el sitio se encuentra lo suficientemente cerca para el transporte de rutas, lo que garantiza que los costos económicos de la aplicación son mínimas. Al final del análisis, se identifican los sitios apropiados de vertederos de RSU. Estos sitios generalmente satisfacen los requisitos mínimos de los vertederos. (Amakihe, 2011)

*BAŞAK ŞENER, TESIS: SELECCIÓN DE SITIOS PARA VERTEDERO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, AGOSTO 2004, UNIVERSIDAD TECNICA DEL MEDIO ESTE, EN ANKARA,* la selección de Vertedero es un procedimiento complejo. En este estudio, en primer lugar, 16 criterios diferentes se definen para seleccionar un sitio adecuado para un vertedero y se prepararon como mapa de entrada de capas. Un método que integra tanto GIS y MCDA se utiliza para el análisis. Para comparar los resultados y comprobar la precisión, se utilizan dos métodos de MCDA que son simple proceso aditivo Ponderación y Analítico Jerárquico.

Entre los sitios candidatos, el sitio candidato 2 se determina como el lugar más adecuado en el área de estudio debido a su fácil accesibilidad y la morfología y litología conveniente.

Durante los estudios, se demuestra que el GIS es una herramienta poderosa en el manejo de grandes cantidades de datos y áreas de interés para la reducción de los posibles sitios de rellenos sanitarios. (Sener, 2004)

*JUAN ANTONIO RODRÍGUEZ VILLENEUVE; TESIS DE DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA EL VIZCAÍNO, B.C.S., NOVIEMBRE DE 2003, CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C.,* La Paz (Baja California Sur), En este trabajo se presenta información que permite ubicar sitios cuyas características resultan óptimas desde el punto de vista ambiental y socioeconómico para la disposición final de los residuos sólidos generados en la reserva de la biosfera el vizcaino (ReBiVi); El área de estudio abarcó un radio de 18 Km a partir del centro de cada una de las siguientes localidades: Guerrero Negro, Gustavo Díaz Ordaz y Santa Rosalía,

haciendo un total de tres círculos con una superficie de 1 017,87 km<sup>2</sup> cada uno, lo que suma un total de 3053,61 km<sup>2</sup>.

Para la generación, clasificación, sobreposición y cálculo de mapas, incorporando criterios ambientales locales para la identificación de sitios potenciales en cada localidad. Se encontraron un total de 23 sitios; 15 para Santa Rosalía, 5 para Gustavo Díaz Ordaz y 3 para Guerrero Negro. El resultado de la evaluación de los sitios potenciales a través del análisis multicriterio, permitió seleccionar las tres mejores opciones en el caso de santa Rosalía y Gustavo Díaz Ordaz. (Villeneuve, 2003)

*SANTOS AUDATO PAZ PAZ, TESIS: LOCALIZACIÓN DE SITIOS ADECUADOS PARA ESTABLECER UN VERTEDERO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DEL DISTRITO CENTRAL DE HONDURAS, AGOSTO DE 2011, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS FACULTAD DE CIENCIAS ESPACIALES, HONDURAS,* Hoy en día la determinación de zonas o sitios ideales para instalar un relleno sanitario se ve apoyada por diversas técnicas y herramientas informáticas, como son los sistemas de Información Geográfica (GIS) aplicando técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) entre otras. Basado en una metodología en donde se aborda básicamente la eficiencia espacial tanto económica como social, los elementos sensibles y la normativa legal existente en el país para el manejo de residuos sólidos, se han aplicado dos metodologías, la suma lineal ponderada y la booleana o binaria para determinar en la zona de estudio los sitios óptimos para ubicar el nuevo relleno sanitario en el Distrito Central. Los resultados muestran diferencias sustanciales entre ambas metodologías, encontrándose seis (6) sitios óptimos en la metodología booleana. Cada metodología tiene sus características propias que las hacen restrictivas o más abiertas al momento de aplicar este tipo de

tecnología, pero si son de gran utilidad y aplicabilidad para resolver este tipo de problemas de ordenamiento territorial. (Paz, 2011).

*JHADLER GUTIERREZ MONTES, TESIS: LOCALIZACIÓN DE SITIOS PARA RELLENOS SANITARIOS MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN- UNCP- HYO , 2014:* En la presente tesis se ha obtenido los siguientes resultados mediante un modelo cartográfico: se localizó 16 sitios muy buenos para relleno sanitario en la ciudad de Huancavelica, se evaluaron 20 parámetros que permiten la ponderación final de sitios para rellenos sanitarios; en el área de estudio los sitios malos representan 44.12%, regulares 40.72%, buenos 15.58% y muy buenos 0.56%.

Combinando los SIG y técnicas de evaluación, facilita encontrar las mejores localizaciones para situar los distintos usos del suelo que deseamos realizar en una región (Montes, 2014).

LUIZ ALEXANDRA JAVIER SILVA TESIS: SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE INSTALACIONES PARA RESIDUOS SÓLIDOS PROPUESTA PARA LA PROVINCIA DE HUÁNUCO, UNMSAM- LIMA -2014: Mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica se elaboró un modelo espacial cartográfico para la provincia de Huánuco, obteniendo como resultados en un primer momento cinco áreas definidas como APTOS, y trece áreas definidas como POSIBLE . posteriormente en una etapa de campo, se determinó las tres áreas definidas como POSIBLES, las más adecuadas para el establecimiento de las instalaciones para residuos sólidos. Área 001= 10 Ha., Área 002= 6 Ha., Área 003= 15 Ha., ubicadas en el distrito de Chinchao (SILVA, 2015).

### **2.1.2 Artículos Científicos.**

*PAPERS: METODOLOGÍA PARA LA LOCALIZACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. UN CASO REGIONAL COLOMBIANO, CARLOS ALFONSO ZAFRA MEJÍA, FRANKLIN ANDRÉS MENDOZA CASTAÑEDA, PAULA ALEJANDRA MONTOYA VARELA, APRIL – 2012, INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN VOL. 32,* En este artículo se presentó un desarrollo metodológico para la localización de rellenos sanitarios mediante la combinación de sistemas de información geográfica (GIS), con el proceso analítico jerárquico (PAJ) y el método de ponderación aditiva simple (MPAS). La metodología desarrollada fue aplicada a un caso regional colombiano: Tame, Arauca. Se desarrolló un escenario de comparación entre la legislación colombiana y la metodología propuesta. Los resultados muestran que existen diferencias significativas en la estimación de la disponibilidad de área. Con respecto al 95% de la ponderación máxima (1.000 puntos), la metodología propuesta fue un 81% más restrictiva que la legislación colombiana. (Zafra Mejía, Mendoza Castañeda , & Montoya Varela, 2012)

*PAPERS: LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE RELLENO SANITARIO APLICANDO TÉCNICAS MULTICRITERIO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS) EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL ALTO PARANÁ, MARIELA GIMÉNEZ VERRA Y CARLOS RICARDO CARDOZO CARRERAB, MAYO DE 2012, VII CONGRESO DE MEDIO AMBIENTE/AUGM,* Se analizó la localización óptima para un relleno sanitario mediante técnicas multicriterio en un GIS (Sistema de Información Geográfico), en los Distritos de Hernandarias, Ciudad del Este, Minga Guazú y Presidente Franco (Alto Paraná), se estableció las características y criterios apropiados para el fin señalado, localizando las áreas

probables para su instalación y representando los resultados mediante cartografía temática. Se tomó como referencia la Resolución N°:282 de la Secretaria del Ambiente (SEAM). Esto permitió elaborar un modelo cartográfico donde se expresan los datos de entrada, procedimientos espaciales aplicados en el GIS, con la utilización del Software Arc View, y los valores asignados a cada criterio de exclusión, Luego del análisis multicriterio fueron seleccionadas 6 (seis) parcelas ubicadas en el Distrito de Minga Guazú, con superficies de; 16, 20, 21, 28 y dos de 17 hectáreas. En conclusión se pudo determinar los lugares óptimos para localizar rellenos sanitarios utilizando técnicas de GIS, así mismo fue posible la elaboración de los mapas temáticos del área de estudio y de las parcelas seleccionadas dentro del mismo. (Veraa & Cardozo Carrerab, 2012)

*PAPERS: EL USO DE GIS Y TELEDETECCIÓN EN ELIMINACIÓN DE RESIDUOS URBANOS Y GESTIÓN: UN ENFOQUE EN OWO LGA, ESTADO DE ONDO, NIGERIA, DR. MICHAEL AJIDE OYINLOYE, EUROPEAN INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY.* El objetivo de este artículo es mostrar cómo la aplicación de los GIS se podría utilizar para la ubicación de disposición de residuos sólidos en Owo. El artículo presenta una revisión de la situación actual de la gestión de residuos sólidos en el desarrollo y los países desarrollados, aunque muchos factores son fundamentales en la selección de un sitio para la disposición de residuos sólidos.

En este trabajo, consideramos tipos de suelo adecuado para la eliminación de desechos sólidos, uso de la tierra / cobertura de la tierra, las rutas de transporte y la proximidad a las aguas superficiales. Estos factores se combinan en este estudio para seleccionar el sitio necesario que cumpla con las condiciones estipuladas. En general, varias capas de mapas se derivan y los

productos finales son copias impresas y copias electrónicas que muestran el sitio más adecuado para la disposición de residuos sólidos. Un DEM también se genera y su resultado recubrió con la capa derivada de la superficie construida y el sitio final de la eliminación de residuos sólidos que se indica. (Oyinloye M. A., 2009)

## **2.2 Marco Legal**

### **2.2.1 Leyes**

#### **2.2.1.1 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos-D.L.1278**

Con fecha 23.12.2016, se aprobó el Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, La misma que establece la derogatoria de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, a partir de la entrada en vigencia de su Reglamento.

El Presente Decreto Legislativo establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de proponer hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económico, sanitaria y ambientalmente adecuado.

#### **2.2.1.2 Ley General de Residuos Sólidos - Ley N° 27314**

En esta ley se presenta las recomendaciones y establece lineamientos generales a tomar en consideración para la implementación y operación de las infraestructuras de disposición final de los residuos sólidos.

#### **2.2.1.3 Ley Orgánica de las Municipalidades - Ley N° 27972**

Hace una diferencia de responsabilidades en cuanto al manejo de los residuos sólidos de origen doméstico y



comercial (municipales), y de otros tipos de residuos (no municipales), cuyos generadores serán responsables de su adecuada disposición final, bajo las condiciones de control y supervisión establecidas en la legislación vigente.

## **2.2.2 Reglamento**

### **2.2.2.1 Reglamento de la ley General de residuos sólidos - D.S. N° 057-2004 - PCM**

D.S. N° 057-2004, establece los criterios mínimos para la selección de sitio, habilitación, construcción, operación y cierre de las infraestructuras de disposición final.

## **2.2.3 Decreto**

### **2.2.3.1 Decreto supremo No. 06-STN del 09-01-64**

Reglamento para la disposición de basuras mediante el empleo del método de relleno sanitario; mediante el cual se asigna a las municipalidades la responsabilidad de efectuar la recolección de los residuos en su jurisdicción y realizar su disposición final.

### **2.2.3.2 Decreto legislativo N° 1065**

El Decreto legislativo que modifica la ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, en los aspectos principales de perfeccionar los lineamientos de política, establece las competencias del Ministerio del Ambiente, especifica las competencias de las autoridades sectoriales, la autoridad de salud, la autoridad de transporte y comunicaciones, establece el rol de los gobiernos regionales y el rol de las municipalidades, precisa las responsabilidades del generador de residuos sólidos del ámbito no municipal, entre otros.

### 2.3 Marco Conceptual

- **Botaderos:** Es el lugar donde se disponen los residuos sólidos sin ningún tipo de control.
- **Disposición Final:** Proceso u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.
- **Geología:** Es la ciencia que estudia la composición y estructura interna de la Tierra, y los procesos por los cuales ha ido evolucionando a lo largo del tiempo geológico.
- **Geomorfología:** Tiene por objeto la descripción y la explicación del relieve terrestre, continental y marino, como resultado de la interferencia de los agentes morfodinámicos sobre la superficie terrestre.
- **Hidrogeología:** es una rama de las ciencias geológicas, que estudia las aguas subterráneas en lo relacionado con su circulación, sus condicionamientos geológicos y su captación,
- **Hidrología** Es una rama de las ciencias de la Tierra que estudia las propiedades físicas, químicas y mecánicas del agua continental y marítima, su distribución y circulación en la superficie de la Tierra, en la corteza terrestre y en la atmósfera.
- **Pendiente del Terreno:** La pendiente es una forma de medir el grado de inclinación del terreno. A mayor inclinación mayor valor de pendiente.
- **Relleno Sanitario.** Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.
- **Residuos Municipales:** Los residuos sólidos municipales (RSM) son aquellos que provienen de las actividades domésticas, comerciales, industriales, de mercados, y los resultantes del barrido y limpieza de vías y áreas públicas de un conglomerado

urbano, y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales.

- **Topografía:** Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.
- **Fisiografía:** La fisiografía está definida como la descripción de la naturaleza a partir del estudio del relieve y la litosfera, en conjunto con el estudio de la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera

## 2.4 Marco Teórico.

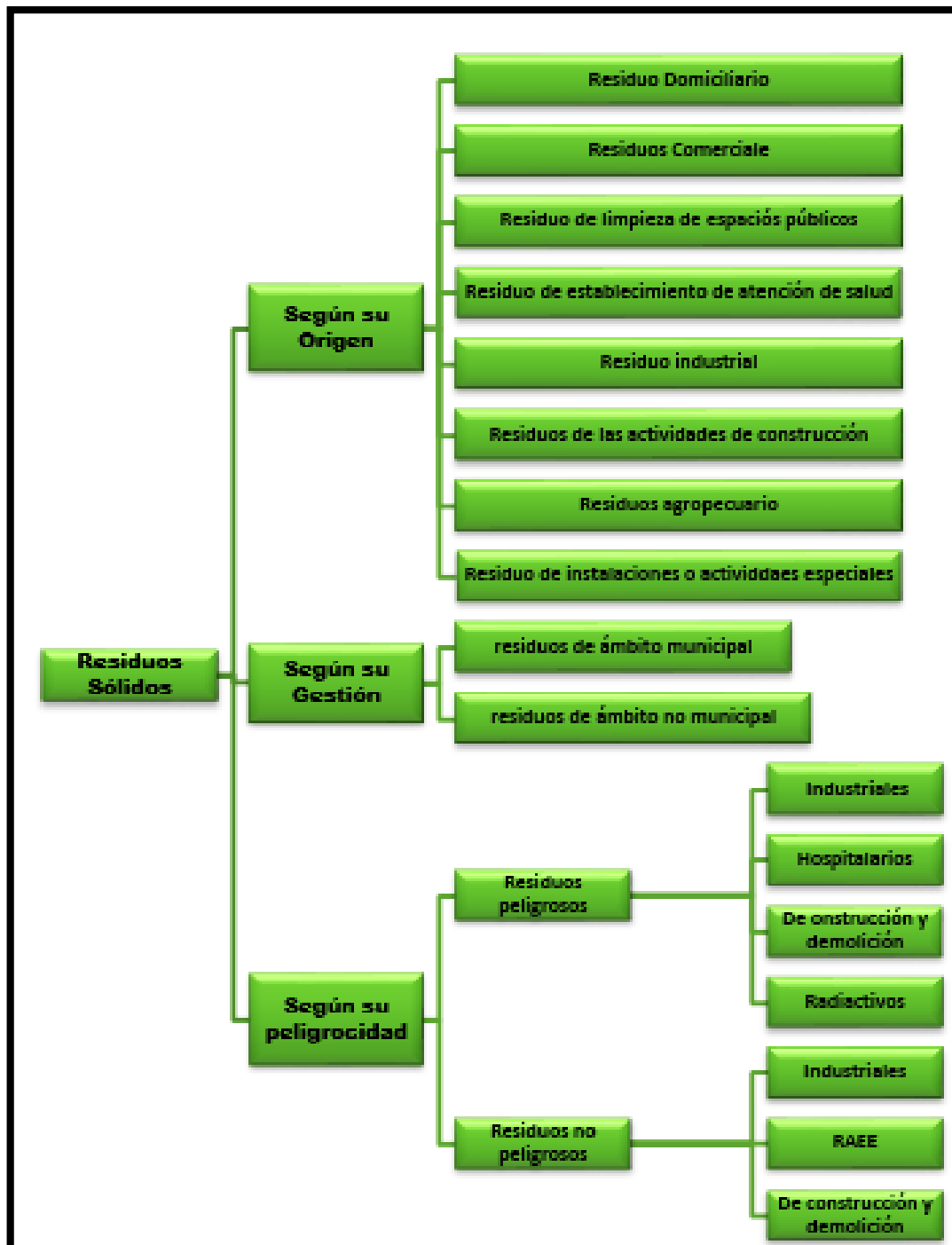
### 2.4.1 Residuos Sólidos: Definición y Clasificación

Son materiales desechados que, por lo general, carecen de valor económico para el uso común de las personas y se les conoce coloquialmente como “basura” (OEFA, 2014).

En la ley general de residuos sólidos-Ley N° 27314 (2000) define a los residuos sólidos como aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, para ser manejados a través de un sistema que incluya, según corresponda operaciones o procesos (Ley N° 27314, 2000).

En la actualidad se presenta distintas maneras de clasificación de residuos sólidos, esta clasificación depende de la percepción de la persona que lo clasifica, pero regularmente se basan en sus características que tienen desde su origen hasta su disposición final, Los diferentes usos de los materiales, su biodegradabilidad, combustibilidad, reciclabilidad, etc., presentándose algunas discrepancias entre una u otra clasificación (Salazar, 2003).

Imagen N° 1: Clasificación de Residuos Sólidos



Fuente: (OEFA, 2014)

## **2.4.2 Residuos Sólidos: Impacto Ambiental e Impactos a la Salud Pública.**

El manejo inadecuado de los residuos sólidos puede dar lugar a riesgos indeseables para la población, constituyéndose al mismo tiempo en factores de contaminación ambiental y en problemas de salud pública.

### **2.4.2.1 Impacto Ambiental**

Un inadecuado manejo de los residuos sólidos puede producir impactos (Ortega, 2010) tales como:

#### **a. Contaminación de los Recursos Hídricos**

Mediante la presencia de residuos sobre los cuerpos de agua, incrementado de esta manera la carga orgánica, con la consiguiente disminución de oxígeno disuelto, provocando la eutrofización.

#### **b. Contaminación del Suelo**

La acumulación de residuos sólidos produce impactos estéticos, malos olores y polvos irritantes, como también la mala ubicación de estos en sitios inestables puede ocasionar deslizamientos

#### **c. Amenaza a la Flora y Fauna**

Provoca la remoción de especies de flora y a la perturbación de la fauna nativa.

#### **d. Alteración del Medio Ambiente Antrópico**

Debido a la falta de conciencia colectiva y/o conducta sanitaria por parte de la población.

### 2.4.2.2 Impactos a la Salud Pública

De acuerdo al BID – Banco Internacional de Desarrollo (1997) El inadecuado manejo de residuos sólidos, especialmente la inadecuada disposición final de estos provocan daño a la salud, que pueden darse por riesgos directos e indirectos, Los riesgos directos son ocasionados por el contacto directo con la basura, debido a la manipulación y uso de equipos inapropiados y sin la más mínima protección, los riesgos indirectos son causados por el manejo inadecuado de los residuos, lo que origina la proliferación de vectores transmisores de enfermedad, de organismos patogénicos causante de enfermedad (Ortega, 2010).

*Tabla N° 1: Enfermedades Transmitidas por Vectores Relacionadas con los Residuos Sólidos.*

N°	VECTORES	FORMAS DE TRANSMISIÓN	PRINCIPALES ENFERMEDADES
1	Ratas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mordiscos, orinas y heces</li> <li>Pulgas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peste bubónica</li> <li>Tifus murno</li> <li>Leptospirosis</li> </ul>
2	Moscas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fiebre tifoidea.</li> <li>Salmonelosis</li> <li>Cólera</li> <li>Amibiasis</li> <li>Disentería</li> <li>Giardasis</li> </ul>
3	Mosquitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Picadura del mosquito hembra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Malaria</li> <li>Leismaniasis</li> <li>Fiebre amarilla</li> <li>Dengue</li> <li>Filariosis</li> </ul>
4	Cucarachas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fiebre tifoidea.</li> <li>Cólera</li> <li>Giardasis</li> </ul>
5	Cerdos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingestión de carne contaminada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cisticercosis</li> <li>Taxoplasmosis</li> <li>Triquinosis</li> <li>Teniasis</li> </ul>
6	Gatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mordiscos, orinas y heces</li> <li>Pulgas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tifus murino</li> <li>Peste bubónica</li> </ul>
7	Aves	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toxoplasmosis</li> </ul>

**Fuente:** Citados en CEPIS/OPS/OMS (2002), *Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales.*

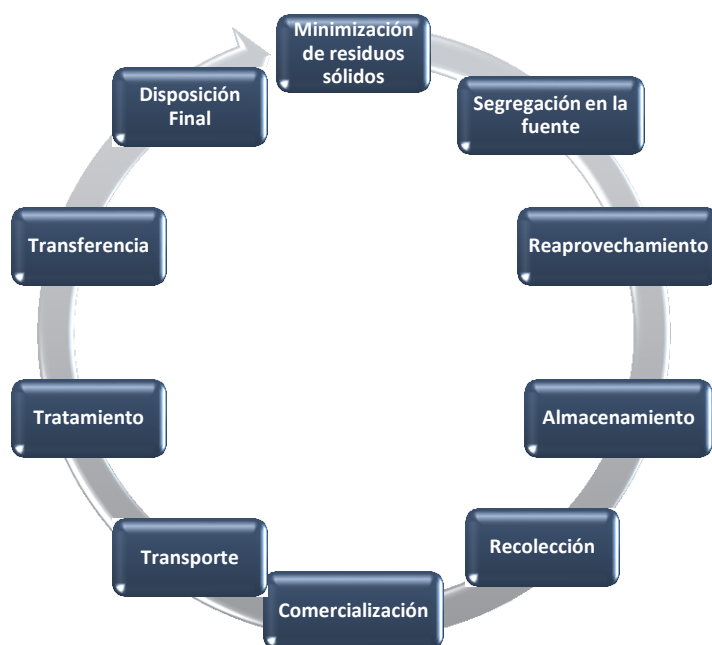
### 2.4.3 Gestión de los Residuos Sólidos

Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos de ámbito nacional, regional y local (Ley N° 27314, 2000).

#### 2.4.3.1 Manejo de los residuos sólidos

Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final (Ley N° 27314, 2000). Para este manejo de los residuos sólidos, se tiene que incluir, las siguientes operaciones y procesos:

*Imagen N° 2: Procesos para el Manejo de los RRSS*



**Fuente:** (MINAM, 2015) y elaboración propia.

Imagen N° 3 Ciclo de los Residuos Sólidos



**Fuente:** (MINAM, Guía Metodológica para el Desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos, s.f.)

En el manejo de residuos sólidos se aplican técnicas, tecnologías y programas para lograr objetivos y metas óptimas para una localidad en particular. Esto (...) implica que primero se tiene que definir una visión que considere los factores propios de cada localidad para asegurar su sostenibilidad y beneficios. Después, se debe establecer e implementar un programa de manejo para lograr esta visión. Este programa debe optimizar, en lo posible, los siguientes aspectos: (Salazar, 2003).

- **Aspectos Técnicos:** La tecnología debe ser de fácil implementación, operación y mantenimiento, debe usar recursos humanos y materiales de la zona y comprender todas las fases, desde la producción hasta la disposición final.



- **Aspectos Sociales:** Se debe fomentar hábitos positivos en la población y desalentar los negativos; se promoverá la participación y la organización de la comunidad.
- **Aspectos Económicos:** El costo de implementación, operación, mantenimiento y administración debe ser eficiente, al alcance de los recursos de la población y económicamente sostenible, con ingresos que cubran el costo del servicio.
- **Aspectos Organizativos:** La administración y gestión del servicio debe ser simple y dinámico.
- **Aspectos de Salud:** El programa deber pertenecer o fomentar un programa mayor de prevención de enfermedades infecto-contagiosas.
- **Aspectos Ambientales:** El programa debe evitar impactos ambientales negativos en el suelo, agua y aire.

#### 2.4.3.2 Gestión de los Residuos de Chilca

La Municipalidad de Chilca cuenta con dos instrumentos de gestión, los cuales son: **La caracterización de residuos sólidos** y su **plan de manejo de residuos sólidos**, en la cual se describe las operaciones y procesos de manejo de residuos sólidos

En el informe de caracterización de residuos sólidos para el distrito de Chilca se hace mención que para el año 2015 se tuvo una población de **90 110 Hab.** Considerando una tasa de crecimiento poblacional de **1.92%**. de este dato poblacional se determinó que la **generación de residuos domiciliarios** para el año 2015 en el distrito de Chilca fue de **19 142. 06 Ton/Año**, como se muestra en la Tabla N° 2 (MDCH, 2016)

*Tabla N° 2: Generación Total de Residuos Sólidos Domiciliarios*

Distrito	Pob. Total (2016)	GPC kg/hab/día	Generación Kg/día	Generación Ton/día	Generación Ton/Año
Chilca	90110	0.582	52,444.02	52.44	19142.06

**Fuente:** *Estudio de Caracterización de residuos Sólidos del Distrito de Chilca (MDCH, 2016)*

En el distrito de Chilca según la caracterización de residuos sólidos domiciliarios se tuvo una predominancia de producción de residuos orgánicos con un total de 55.26%, residuos altamente reciclables o aprovechables (plásticos, papel, cartón, caucho, jebe, cuero, latas, vidrio, madera, cuero, textil) con un total de 27.67% y residuos no aprovechables (similares, pilas, resto de medicina, resto de servicio higiénico. Residuos inertes, otros) con un total de 17.07% (MDCH, 2016).

La generación de residuos no domiciliarios para el año 2015 en el distrito de Chilca se generó **6683. 59 Ton/Año**, para esta caracterización de residuos no domiciliarios se consideró los residuos comerciales; residuos de mercado; residuos de instituciones (IE); residuos de servicio; residuos especiales; residuos de áreas públicas, como se muestra en la Tabla N° 3. (MDCH, 2016) .

*Tabla N° 3: Generación Total de Residuos Sólidos no Domiciliarios*

<b>Giro</b>	<b>Generación (Kg/día)</b>	<b>Generación (Tn/día)</b>	<b>Generación (Tn/Año)</b>
<b>Comercio</b>	4575.45	4.58	1670.04
<b>Mercado</b>	2282.25	2.28	833.02
<b>Institucional</b>	5233.61	5.23	1910.27
<b>Servicios</b>	4067.50	4.07	1484.64
<b>Especiales</b>	393.55	0.39	143.65
<b>Áreas Publicas</b>	1758.85714	1.76	641.98
<b>Total</b>	18311.22	18.31	6683.59

**Fuente:** *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de Chilca* (MDCH, 2016)

En el informe de caracterización de residuos sólidos no domiciliarios se identificó una predominancia de producción de residuos altamente reciclables o aprovechables (plásticos, papel, cartón, caucho, jebe, cuero, latas, vidrio, madera, cuero, textil) con un total de 44.7%, residuos orgánicos con un total de 32.35%, y residuos no aprovechables (similares, pilas, resto de medicina, resto de servicio higiénico. Residuos inertes, otros) con un total de 22.9% (MDCH, 2016).

En el distrito de Chilca se brinda el servicio de barrido con recursos propios de la municipalidad, consta este servicio del recojo de los residuos dejados por la población en las avenidas, calles, bermas centrales y espacios públicos del distrito de Chilca.

El distrito de Chilca cuenta con 98 Km. lineales de calles, avenidas y bermas centrales. El nivel de cobertura de recojo de los residuos sólidos es de un 70 % que equivale a un

promedio de 69 Km, este servicio es brindado en un horario de 4:00 am y finaliza a la 1:00 pm. (MDCH-PMRS, 2016)

El servicio de recolección y transporte está dado en 16 rutas de recolección y en 2 puntos críticos, el horario de recolección de los trabajadores inicia de las 4:00 am a 5:00 pm que es el último recorrido a la disposición final de los residuos sólidos, para esto el distrito cuenta con 2 volquetes y 4 camiones compactadores y 4 moto furgonetas (MDCH-PMRS, 2016).

La municipalidad viene desarrollando el programa de segregación en fuente y recolección selectiva, en cumplimiento con el programa de incentivos, iniciándose el 2016, este programa tiene como propósito realizar actividades en conjunto que permiten el reaprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos desde la generación en la fuente; el cual vela por la participación de la población en un determinado ámbito geográfico e integra al personal encargado (Asociaciones de Recicladores Formalizados) de realizar la recolección de los mismos (MDCH-PMRS, 2016).

En el distrito no existe ninguna infraestructura para realizar la transferencia de carga, ya que el servicio de limpieza pública hace las veces de recolección, transporte, luego para realizar la disposición final (MDCH-PMRS, 2016).

La disposición final de es de 70.76 Ton/día de residuos sólidos; en la actualidad se están realizando los trabajos para la adecuación de un área provisional ubicado en la margen Izquierda del río Mantaro, 2.5 km – Provincia de Huancayo, distrito de Huancan (MDCH-PMRS, 2016).

#### **2.4.4 Disposición final**

Es la última etapa del manejo de residuos sólidos, en que estos se disponen en un lugar, de forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. (OEFA, 2013-2014)

La disposición final de los residuos sólidos, es la última etapa del proceso que siguen los residuos sólidos a partir de su generación (Seoáñez, 1993). Durante varias décadas la disposición de residuos en botadores representó un problema serio, ya que bastaba con llevar los residuos sólidos fuera de los núcleos urbanos para evitar el impacto visual negativo y las molestias que podían ocasionar a la población (Sánchez-Núñez, y otros, 2008).

Los residuos sólidos de gestión municipal se dispone en un relleno sanitario y los residuos sólidos de ámbito no municipal son dispuestos en un relleno de seguridad (OEFA, 2013-2014)

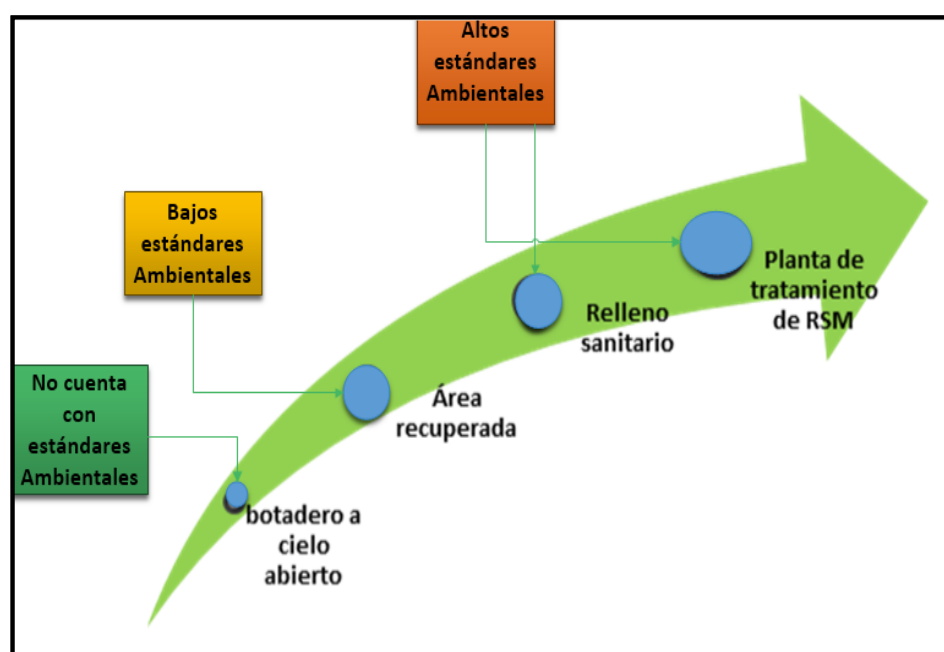
La disposición final de residuos peligrosos se sujeta a lo previsto en el Reglamento y en las Normas técnicas que de él se deriven. Se realiza a través de relleno de seguridad o de otros sistemas debidamente aprobados por la Autoridad de Salud de nivel nacional (D.S. N° 057, 2004).

##### **2.4.4.1 Proceso de Mejoramiento Continuo en la Disposición Final de los Residuos Sólidos**

En la siguiente imagen se muestra como se dispone los residuos sólidos municipales; los botaderos no cumplen con la normativa ambiental referente a los residuos sólidos, las áreas recuperadas solo cuentan algunos criterios de calidad de sitio que se indica en la normatividad en manejo de los residuos sólidos, estas dos formas de disponer los residuos sólidos, es un riesgo para la población y el

ambiente; A diferencia del relleno sanitario y las plantas de tratamiento de residuos sólidos cumplen con la norma ambiental que es la ley general de residuos sólidos y su reglamento (opinión propia).

*Imagen N° 4 : Evolución del Mejoramiento de la Disposición Final de los Residuos Sólidos.*



**Nota:** El concepto de evolución en el mejoramiento de la disposición final de RSM se introdujo con el programa de acción en la Unión Europea (1977-1981) y ha sido revisado y adoptado desde entonces

**Fuente:** (Jorge, 2002) y *Elaboración Propia*

#### **2.4.5 Relleno Sanitario**

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de residuos sólidos en el suelo, **mediante el uso de principios de ingeniería** para confinar la basura en un área previamente implementada con los dispositivos para el control y manejo de las emisiones (líquidos y gases) que se generan producto de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, con la finalidad de prevenir los riesgos a la salud pública y deterioro de la calidad ambiental. (MINAM, 2013).

Una ventaja del relleno sanitario sobre otros métodos de tratamiento de residuos es la posibilidad de recuperación de áreas ambientalmente degradadas por residuos sólidos o explotación de canteras, así como de terrenos considerados improductivos o marginales. Otra ventaja de un relleno es: baja inversión de capital comparada con otros métodos de tratamiento, generación de empleo de mano de obra no calificada, flexibilidad, en cuanto a capacidad para recibir cantidades adicionales de desechos y la posibilidad de utilizar el gas metano producido como fuente alternativa de energía (Villeneuve, 2003).

En la actualidad, el relleno sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control. (SILVA, 2015).

#### **2.4.5.1 Tipos**

En la “Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual”, clasifica a los rellenos sanitarios en tres tipos de acuerdo al tipo de operación (MINAM, 2013) :

##### **a. Relleno Sanitario Manual:**

El esparcido, compactación y cobertura de los residuos, se realiza mediante el uso de herramientas simples como rastrillos, pisones manuales, entre otros y la capacidad de operación diaria no excede las 20 toneladas de residuos. Se restringe su operación en horario nocturno.

**b. Relleno Sanitario Semi Mecanizado**

La capacidad máxima de operación diaria no excede las 50 toneladas de residuos y los trabajos de esparcido, compactación y cobertura de los residuos se realizan con el apoyo de equipo mecánico, siendo posible el empleo de herramientas manuales para complementar los trabajos del confinamiento de residuos.

**c. Relleno sanitario mecanizado**

La operación se realiza íntegramente con equipos mecánicos como el tractor de oruga, cargador frontal y su capacidad de operación diaria es mayor a las 50 toneladas. Es materia de la presente guía técnica exclusivamente la orientación respecto a los procedimientos previos, el diseño, la construcción y la operación del relleno sanitario manual.

**2.4.5.2 Método**

El método constructivo y la subsecuente operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque depende también del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático. (MINAM, 2013) Existen dos maneras de construir un relleno sanitario, que se describe a continuación:

**a. Método de Trinchera o Zanja**

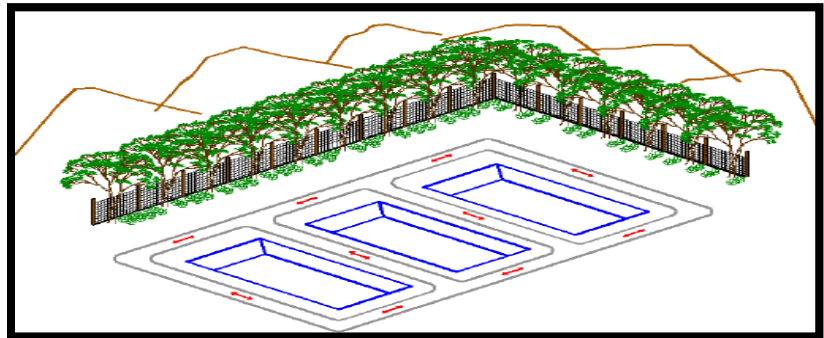
Este método se utiliza en terrenos con pendientes planas y suelos no rocosos para su fácil excavación, y el nivel freático se encuentra a una buena profundidad.

Este método consiste en la excavación de zanjas, previo a su uso, estas trincheras o zanjas deben ser habilitadas



con dispositivos que permitan controlar y prevenir la infiltración de lixiviados mediante la impermeabilización del terreno y construcción de drenes de recolección.

*Imagen N° 5: Método de Trinchera para Construir un Relleno Sanitario*

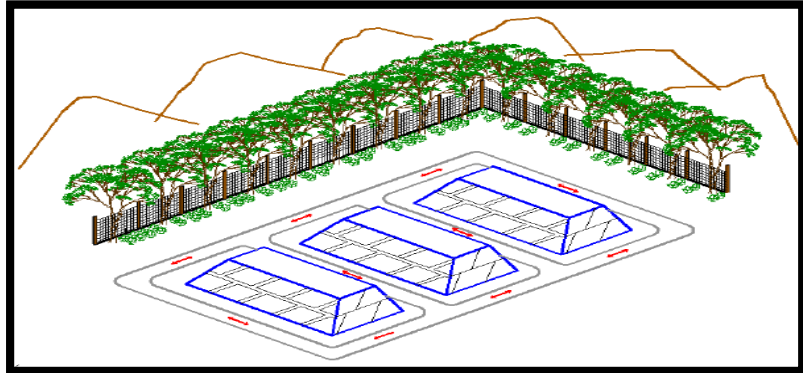


**Fuente:** *La Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual* (MINAM, 2013)

**b. Método de Área**

Se aplica en terrenos con áreas planas a semi-planas, donde no es factible escavar zanjas o trincheras para disponer o confinar los residuos. Esta área debe ser acondicionada y nivelada previo a la disposición de residuos, además de tener identificado la fuente de donde se extraerá el material de cobertura según las características y cantidad necesaria, y las celdas se construirá con una pendiente suave en el talud.

*Imagen N° 6: Método de Área*



**Fuente:** *La Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual* (MINAM, 2013)

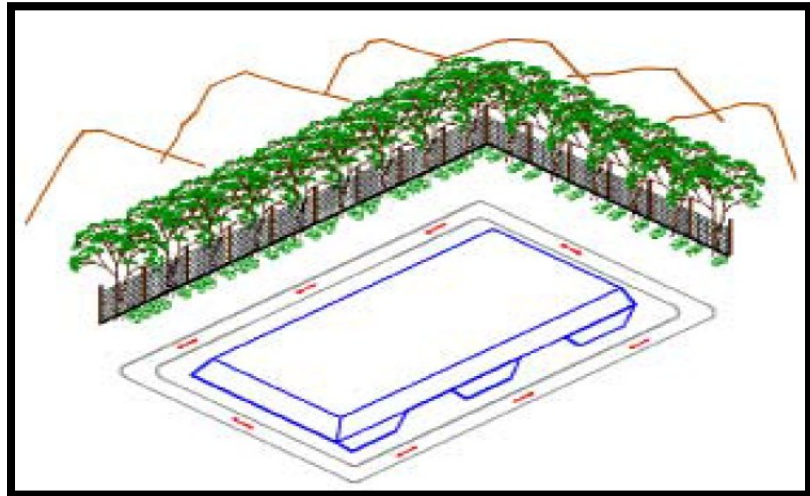
### c. **Combinación de Ambos Metodos**

El método combinado se aplica en terrenos planos , donde se inicia la operación por el metodo de trinchera culminando por el área. la principales ventajas de este metodo son las siguientes

- Empleo de menor área para lograr un mayor volumen útil de disposición final
- Busca aprovechar al máximo el material de la excavación a emplearse como cobertura .

Sin embargo, sólo es posible su aplicación en lugares donde se puede escavar sin afectar el nivel freático y el suelo cuenta con las características adecuadas para ser empleado como material de covertura.

*Imagen N° 7: Método Combinado (área y trinchera) para la Construcción de un Relleno Sanitario*



*Fuente: La Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual (MINAM, 2013).*

#### **2.4.6 Localización de Sitios para la Disposición de Residuos Sólidos.**

La localización de sitios para la disposición de los residuos sólidos es un proceso largo que implica numerosas consideraciones de tipo social, económico, político y ambiental, y que deberá contar con instalaciones que sean de menor riesgo para la salud humana y el menor impacto ambiental posible. (BROLLO, 2001).

Además la localización de sitios para rellenos sanitarios es lograr la mejor adecuación entre el espacio físico y la actividad que se va a desarrollar, para minimizar los costos económicos, ambientales, sanitarios y sociales que ésta trae cumpliendo a su vez los requerimientos legales existentes (Montes, 2014)

#### **2.4.7 Criterios para el Estudio de Selección de Área**

Los criterios para localización de sitio, se ha considerado de la “Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Mecanizado”, establecido por el MINAM, (MINAM, 2013) y la Metodología para la categorización de un

botadero según prioridad de clausura, de la Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botaderos de Residuos Sólidos- MINSA. Los criterios que en estas guías se presentan se consideran a continuación:

#### **2.4.7.1 Consideraciones Técnicas, Legales y Sociales**

##### **a. Aspectos Técnicos**

##### **Ubicación del Área para Futuro Relleno Sanitario**

Un relleno sanitario bien operado no causa molestias, sin embargo es preferible ubicar el sitio alejado de centros poblados, previendo que al final de la vida útil del relleno, éste se pueda usar como área verde. Se recomienda que el sitio para el relleno sanitario esté cercano al centro urbano al cual va servir por razón del menor costo en la operación del transporte de residuos, sin embargo 1 Km. es la menor distancia límite que debe existir entre la población del centro poblado más cercano, de acuerdo al Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos. Por excepción y de acuerdo a lo que establezca el respectivo EIA, la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA podrá autorizar distancias menores o exigir distancias mayores, sobre la base de los potenciales riesgos para la salud o la seguridad de la población, que pueda generar el relleno sanitario.

##### **Material para Cobertura**

El relleno sanitario debe ser lo más autosuficiente en material de cobertura (tierra) para su construcción como sea posible. Si el sitio no contara con tierra suficiente o no se pudiera excavar, deberán investigarse bancos de material para cobertura en lugares próximos y accesibles tomando en cuenta el costo de transporte.

### **Vías de Acceso**

Las condiciones de tránsito de las vías de acceso al relleno sanitario afectan el costo global del sistema, retardando los viajes y dañando vehículos; por lo tanto, el sitio debe estar de preferencia a corta distancia del área urbana a servir y bien comunicado por carretera, o bien, con un camino de acceso corto no pavimentado, pero transitable en toda época del año.

### **Topografía**

El relleno puede diseñarse y operarse en cualquier tipo de topografía. Sin embargo, es preferible aquella en que se logre un mayor volumen aprovechable por hectárea.

### **Compatibilización con el Uso de Suelo y Planes de Expansión Urbana**

De igual manera la ubicación de una infraestructura de disposición final debe estar acorde a la proyección de expansión de la población, así como también debe compatibilizar con el uso de suelos, esto contemplado en el plan de desarrollo urbano distrital o el plan de acondicionamiento territorial de los Gobiernos Provinciales.

### **Compatibilización con el Plan de Gestión Integral de Residuos en la Provincia**

Es necesario tomar en cuenta si el proyecto de relleno sanitario fue considerado como una alternativa para la disposición final de residuos sólidos dentro del Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos de la Provincia.

### **Minimización y prevención de los impactos sociales y ambientales negativos**

Para la evaluación de este aspecto técnico considerar las siguientes variables: tamaño del terreno, la capacidad útil del terreno, la situación sanitaria actual respecto a la presencia de pasivos ambientales como existencia de botaderos pasados o actuales, proximidad a las fuentes de abastecimiento de aguas superficiales, como a fuentes de aguas subsuperficial, y antecedentes de conflictos sociales o quejas sociales por residuos sólidos en la zona.

### **Condiciones climáticas**

La ubicación del área deberá seleccionarse de tal manera que la condición climática sea favorable para la ubicación del proyecto. La dirección del viento predominante es importante, debido a las molestias que puede causar tanto en la operación, por el polvo y papeles que se levantan, como por el posible transporte de malos olores a las áreas vecinas. Asimismo será importante conocer las condiciones meteorológicas de precipitación, temperatura y humedad relativa, y ver si serán favorables a la biodegradación de los residuos.

### **Geología:**

Un contaminante puede penetrar al suelo y llegar al acuífero, contaminándolo y haciéndolo su vehículo, por lo tanto es muy importante conocer el tipo de suelo (estratigrafía) del sitio para el relleno sanitario. Los suelos sedimentarios con características areno - arcillosas son los más recomendables ya que son suelos poco permeables, por lo cual la infiltración de líquido

contaminante se reduce sustancialmente. Por otra parte, este tipo de suelo es suficientemente manejable como para realizar excavaciones, cortes y usarlo como material de cubierta. Los terrenos identificados no deberán estar ubicados sobre o cerca de fallas geológicas ni en zonas con riesgos de estabilidad ni deben tener la posibilidad de ocurrencia de inundación por acumulación de aguas pluviales o avenidas.

### **Hidrogeología**

Uno de los factores básicos para la selección del sitio es el de evitar que pueda haber alguna contaminación de los acuíferos. Es importante realizar como mínimo un estudio o evaluación geohidrológico a nivel de reconocimiento para identificar la posibilidad de existencia de acuíferos sub-superficiales, la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea, la dirección y la velocidad del escurrimiento o flujo de la misma.

### **Hidrología Superficial**

Una parte de los problemas de operación causados por la disposición de desechos sólidos son consecuencia de una deficiente captación de agua de escurrimiento; partiendo de esa base es muy importante que el sitio seleccionado esté lo más lejos posible de corrientes superficiales y cuerpos receptores de agua, y cuente con una adecuada red de drenaje pluvial para evitar escurrimientos dentro del relleno sanitario.

### **Preservación del Patrimonio Arqueológico**

La preservación del patrimonio arqueológico es un criterio importante, el terreno no debe estar ubicado en

un área perteneciente a una zona arqueológica de ser así es un criterio de restricción de ubicación.

### **Preservación de Áreas Naturales Protegidas**

Para la evaluación del siguiente criterio es importante que el lugar posible no afecte un área natural protegida por el estado. En caso si existiese este sería un criterio de restricción de ubicación.

### **Vulnerabilidad del Área a Desastres**

Es importante definir si el terreno es vulnerable a desastres naturales, de ser así los rellenos sanitarios no deberán ubicarse en estas áreas.

## **b. Aspectos Legales**

### **Saneamiento Físico Legal del Terreno**

Es recomendable que un proyecto sanitario inicie solamente cuando la entidad responsable del relleno municipal, tenga en sus manos el documento legal que lo autorice a construir las obras complementarias, estipulando también el periodo y la utilización futura u opciones.

Es muy usual que el municipio obtenga, de particulares, el arrendamiento del terreno para el relleno sanitario. En caso de que esto suceda será necesario siempre contar con un convenio o contrato firmado y debidamente legalizado por ambas partes.

Cuando el terreno sea propiedad del municipio, éste deberá quedar debidamente registrado en el catastro de la propiedad, señalando que será de uso restringido.



**c. Aspectos Sociales**

**Grado de Aceptación Respecto a una Futura Construcción del Relleno Sanitario.**

El grado de aceptación de las poblaciones aledañas a las áreas pre-seleccionadas, es el resultado de una evaluación social, donde se requiere conocer tanto las opiniones, creencias y actitudes, así como su interés y posibilidades de participación en el proyecto.

**2.4.7.2 Restricciones de Ubicación**

Los rellenos sanitarios no podrán ser ubicados en aquellos lugares que no cumplan las condiciones mínimas indicadas a continuación.

**a. Seguridad Aeroportuaria**

El relleno sanitario no deberá estar ubicado a una distancia menor de 3 000 m de los límites de un aeropuerto o pista de aterrizaje.

**b. Fallas Geológicas, Áreas Inestables**

No se podrán escoger zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, zonas con posibilidad de deslizamientos ni propensas a ser inundadas.

**c. Zonas Sísmicas**

En zonas sísmicas el relleno sanitario no deberá ubicarse en lugares propensos a sufrir agrietamientos, desprendimientos, desplazamientos u otros movimientos de masas que pongan en riesgo la seguridad del personal y/o la operación del relleno.

**d. Infraestructura Existente**

No se podrán seleccionar zonas que se encuentren dentro de las áreas de influencia de obras de infraestructura tales como embalses, represas, refinerías, obras hidroeléctricas, entre otros.

**e. Plan Urbano y Proyectos de Desarrollo Regional o Nacional**

No se permitirá la ubicación de un relleno sanitario en áreas incompatibles con el plan de desarrollo urbano de la ciudad. Tampoco se podrán utilizar áreas previstas para proyectos de desarrollo regional o nacional (centrales hidroeléctricas, aeropuertos, represas, etc.).

Los rellenos sanitarios:

- No se deberán ubicar en áreas naturales protegidas por el Estado.
- No se deberán ubicar en áreas vulnerables a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos de tierra, piedra y/o lodo).
- No se deberán ubicar en zonas arqueológicas.
- No se deberán ubicar en lechos de ríos, ni quebradas activas.

**2.4.7.3 Diseño de Infraestructura de Relleno Sanitario Convencional.**

**a. Residuos Aceptables e Inaceptables en un Relleno Sanitario Convencional**

La mayoría de los residuos sólidos generados por fuentes domiciliarias, comerciales, institucionales y agrícolas podrán disponerse en un relleno sanitario

convencional con un riesgo mínimo de poner en peligro directa o indirectamente la salud humana y la calidad del ambiente. Esta generalización no comprende los residuos industriales.

Las características de los residuos sólidos industriales deberían examinarse cuidadosamente para evaluar si requieren un manejo y métodos especiales de disposición en el suelo. Es importante acotar que los rellenos sanitarios no están diseñados para aceptar y procesar cantidades sustanciales de residuos peligrosos, los que deben disponerse en rellenos especialmente diseñados.

b. **Estudios Básicos:**

**Estudio demográfico**

Estudio que en función al procesamiento de información estadística censal o de referencia, concluye determinando la población actual, la tasa de crecimiento y la proyección de la población futura en el área de influencia del proyecto para un período de tiempo no menor a cinco años en adelante.

***Población actual.*** Es uno de los parámetros primordiales conocer el número de habitantes para determinar la cantidad de residuos sólidos de la ciudad. Es importante diferenciar entre la población urbana y la población rural, asimismo es más seguro que en un relleno sanitario convencional atienda la producción urbana debido a la cantidad de la población, aumento de la población, desarrollo de diversas actividades, presencia de instituciones, etc.

**Tasa de crecimiento de la población.** Estimar la proyección de la población es predecir el número de habitantes en los próximos 10 años (sería recomendable para el proyecto ya que el reglamento sugiere 5 años), para relacionar y calcular la cantidad de residuos durante toda la vida útil del relleno.

c. **Estudio de Caracterización de Residuos:**

Estudio que producto de mediciones en campo o muestreos estadísticos determina entre otros: la generación per cápita de residuos de una población de estudio, la generación actual, la composición porcentual de los diferentes tipos de residuos que se generan y la densidad de los residuos que se recolectan.

**Generación per cápita.** La Generación per cápita expresa la cantidad (en peso) de residuos generados por un solo individuo.

**Generación total de residuos sólidos.** El conocimiento de la generación total de residuos sólidos domésticos permite tomar decisiones sobre el equipo de recolección más adecuado, la cantidad de personal, las rutas, la frecuencia de recolección, la necesidad de área para el tratamiento y la disposición final, los costos y el establecimiento de la tarifa de limpieza pública.

**Proyección de la producción total.** Esta se calcula tomando en consideración la población proyectada en base a la tasa de crecimiento poblacional anual y el incremento anual de la generación per cápita. Cálculo del incremento anual de la generación per cápita.

**Composición.** Es importante comprender adecuadamente las características de los residuos sólidos que requieren disposición final. La composición de los residuos sólidos puede determinarse mediante el muestreo representativo.

**Densidad.** La densidad es un parámetro importante para el diseño del relleno sanitario, para calcular las dimensiones de la celda diaria y el volumen de relleno; ésta depende casi exclusivamente del equipo utilizado para la compactación.

#### **2.4.7.4 Estudio Topográfico**

##### **a. Distancia de la población**

Todo relleno sanitario nuevo, existe o ampliaciones existentes deberán encontrarse a más de 1 000 m de cualquier vivienda o local habitable y a más de 1 000 m, de toda población o grupo de viviendas, de establecimientos tales como: los de atención de la salud, educacionales; carcelarios y de fabricación de alimentos (Bestancourt, 1992).

##### **b. Distancia a Granjas; Crianza de Animales**

La distancia a granjas crianza de animales tiene que estar a una distancia mayor de 1 000 m. debido a la proliferación de vectores, que son portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población. Asimismo, se puede afirmar que se pone en riesgo la salud pública y que, por tanto, obliga a disponer correctamente los residuos sólidos, esta proliferación de vectores se da debido a la alimentación de animales con

basura (vacas, cerdos, cabras, aves) sin vigilancia sanitaria (Jorge, 2002).

**c. Distancia a Aeropuertos o Pistas de Aterrizaje**

Todo relleno sanitario, deberán encontrarse a una distancia no menor de 3 000 m. del final de la pista de todo aeropuerto utilizado por aviones (MINAM, 2013).

**d. Hidrología Superficial - Distancia a Fuentes de Agua Superficiales**

Una parte de los problemas de operación causados por la disposición de desechos sólidos son consecuencia de una deficiente captación de agua de escurrimiento; partiendo de esa base es muy importante que el sitio seleccionado esté lo más lejos posible de corrientes superficiales y cuerpos receptores de agua, y cuente con una adecuada red de drenaje pluvial para evitar escurrimientos dentro del relleno sanitario (MINAM, 2013).

**e. Distancia con Respecto a la Ciudad**

El sitio para el relleno sanitario debe de estar cercano a la mancha urbana (1 kilómetros mínimo y 16 kilómetros máximo) ya que se reducen los costos de transporte y se asegura que los problemas operativos (ruidos, tránsito, etc.) no afectarán a la misma (Montes, 2014).

**f. Accesibilidad al Área - Distancia a Vías de Acceso**

Las condiciones de tránsito de las vías de acceso al relleno sanitario afectan el costo global del sistema, retardando los viajes y dañando vehículos; por lo tanto, el sitio debe estar de preferencia a corta distancia del

área urbana a servir y bien comunicado por carretera, o bien, con un camino de acceso corto no pavimentado, pero transitable en toda época del año. Coeficiente de permeabilidad del suelo (MINAM, 2013).

**g. Uso Actual de Suelo**

Todo relleno sanitario nuevo, existente o ampliaciones de rellenos existentes no podrán localizarse en áreas con plantaciones ni en zonas cultivadas. El relleno sanitario de ser posible debe ubicarse en zonas desiertas/ salinas o pastizales tierras sin cultivar. No obstante es importante ajustar estas propuestas a la realidad local (Bestancourt, 1992).

**h. Compatibilidad con la Capacidad de Uso Mayor del Suelo y Planes de Desarrollo Urbano**

La ubicación de una infraestructura de disposición final debe estar acorde a la proyección de expansión de la población, así como también debe compatibilizar con el uso de suelos, esto contemplado en el plan de desarrollo urbano distrital o el plan de acondicionamiento territorial de los Gobiernos Provinciales (MINAM, 2013).

**i. Propiedad del Terreno**

Es recomendable que un proyecto de relleno sanitario deberá iniciar solamente cuando la entidad responsable del relleno (Municipio), tenga en un sus manos el documento legal que la autorice a construir sobre el terreno el relleno sanitario con todas las obras complementarias, estipulando también el periodo y la utilización futura u opciones. Cuando el terreno sea propiedad del municipio, éste deberá quedar

debidamente registrado en el catastro de la propiedad, señalando que será de uso restringido (MINAM, 2013)

Las Instituciones para acudir y conocer el estado físico - legal del terreno, pueden ser en las siguientes:

- Ministerio de Agricultura a través del Proyecto Especial de Titulación de Tierras PETT
- Ministerio de Energía y Minas
- Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP)
- Dirección Regional de Salud
- Bienes Nacionales

**j. Vida Útil del Proyecto en Función al Área del Terreno**

La capacidad del área debe ser suficientemente grande para permitir su utilización durante un periodo igual o mayor de 5 años, a fin de que su vida útil sea compatible con la gestión, los costos de adecuación, instalación y las obras de infraestructura (MINAM, 2013).

**k. Topografía Pendiente Promedio del Terreno (%)**

Se recomienda la instalación de relleno sanitarios en mesetas o montañas con áreas planas o de poca inclinación, lo que facilita el drenaje fácil y natural (GTZ, 1991).

El relleno puede diseñarse y operarse en cualquier tipo de topografía. Sin embargo, es preferible aquella en que se logre un mayor volumen aprovechable por hectárea.



Por lo que la topografía tiene que ser Plano inclinado (0-7 %) o ligeramente inclinado (7-12 %) (MINAM, 2013).

**l. Cuenta con Barrera Sanitaria Natural**

Una barrera sanitaria natural contribuyan a reducir los impactos negativos y proteger a la población de posibles riesgos sanitarios y ambientales (MINAM, 2013).

**m. Posibilidad del Material de Cobertura**

El relleno sanitario debe ser lo más autosuficiente en material de cobertura (tierra) para su construcción como sea posible, por lo que si el sitio no contara con tierra suficiente o no se pudiera excavar, deberán investigarse bancos de material para cobertura en lugar próximos y accesibles tomando en cuenta el costo de transporte (MINAM, 2013).

**n. Hidrogeología - Profundidad de la Napa Freática**

Una fuente hídrica importante que se almacena dentro de la superficie del suelo a distintos metros de profundidad, es conocida como manantiales; acuíferos o puquiales.

Es importante realizar como mínimo un estudio o evaluación geohidrológico a nivel de reconocimiento para identificar la posibilidad de existencia de acuíferos sub-superficiales, la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea, la dirección y la velocidad del escurrimiento o flujo de la misma, es por esto que un relleno sanitario tiene que estar ubicado en lugares o sitios donde la profundidad de la napa freática este a más de 10 metros. (MINAM, 2013).

**o. Permeabilidad del Suelo**

El coeficiente de permeabilidad define las necesidades de impermeabilización artificial de la base y taludes del relleno sanitario, así como las bondades y/o deficiencias del uso del suelo del área como material de cobertura. Se puede determinar en campo a través de mediciones de carga variable o en laboratorio de suelos previo análisis de muestras; cuando el suelo tiene una permeabilidad más baja de  $k_f=10^{-6}$  m/s constituye un adecuado sitio para la instalación de un relleno sanitario (MINAM, 2013).

Los suelos sedimentarios con características areno-arcillosas son los más recomendables ya que son suelos poco permeables, por lo cual la infiltración de líquido contaminante se reduce sustancialmente. Por otra parte, este tipo de suelo es suficientemente manejable como para realizar excavaciones, cortes y usarlo como material de cubierta. Los terrenos identificados no deberán estar ubicados sobre o cerca de fallas geológicas ni en zonas con riesgos de estabilidad ni deben tener la posibilidad de ocurrencia de inundación por acumulación de aguas pluviales o avenidas (MINAM, 2013).

**p. Dirección Predominante del Viento**

La ubicación del área deberá seleccionarse de tal manera que la condición climática sea favorable para la ubicación del proyecto. La dirección del viento predominante es importante, debido a las molestias que puede causar tanto en la operación, por el polvo y papeles que se levantan, como por el transporte de malos olores a las áreas vecinas. Asimismo es también importante conocer las condiciones meteorológicas de

precipitación, temperatura y humedad relativa serán favorables a la biodegradación de los residuos (MINAM, 2013).

q. **Pasivos Ambientales**

Es considerado un pasivo ambiental cuando afecta de manera perceptible y cuantificable los elementos ambientales naturales (físicos y bióticos) y humanos, es decir, la salud, la calidad de vida e incluso bienes públicos (infraestructura) como parques y sitios arqueológicos. La situación sanitaria actual respecto a la presencia de pasivos ambientales como existencia de botaderos pasados o actuales puede repercutir en la prevención de los impactos sociales y ambientales negativos (Montes, 2014).

r. **Áreas Naturales Protegidas**

Para la instalación de un relleno sanitario es importante que el lugar posible no afecte un área natural protegida por el estado. En caso si existiese este sería un criterio de restricción de ubicación (MINAM, 2013).

s. **Áreas con Restos Arqueológicos**

El terreno para la implementación de un relleno sanitario no debe estar ubicado en un área perteneciente a una zona arqueológica, de ser el caso es un criterio de restricción (MINAM, 2013).

t. **Vulnerabilidad por Peligro Geológico**

No se podrá escoger zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, zonas con posibilidad de deslizamientos ni propensas a ser inundadas, en zonas

sísmicas el relleno sanitario no deberá ubicarse en lugares propensas a sufrir agrietamientos, desprendimientos, desplazamientos u otros movimientos de masas que pongan en riesgo la seguridad del personal y/o la operación del relleno (MINAM, 2013).

En este punto cabe agregar que la presencia directa de fallas geológicas activas, representa un alto potencial de ruptura, lo cual puede afectar e impactar directamente el asiento de vertederos, romper los sellos inferiores y causar infiltración de lixiviados hacia el subsuelo o fracturamientos de la estructura del relleno, rompiéndose los sellos externos y liberándose gases y sustancias que contaminen el aire (GTZ, 1991).

#### **2.4.8 Sistema de Información Geográfica GIS**

Un sistema de información geográfica (GIS) se utiliza para describir y caracterizar la tierra y otras geografías con el propósito de visualizar y analizar información de referencia geográfica. (ArcGIS, 2011).

Los Sistemas de Información Geográfica (GIS) son una tecnología de integración que puede permitir un enfoque científico para la resolución de cuestiones de gestión basados en los ecosistemas (NOAA, 2009). Este sistema se relaciona de una manera muy directa con otras tecnologías como las bases de datos, los sensores remotos (generan las imágenes satelitales) y el GPS, también integra programas como el CAD, paquetes estadísticos, entre otros sistemas (ECOGIS, 2014).

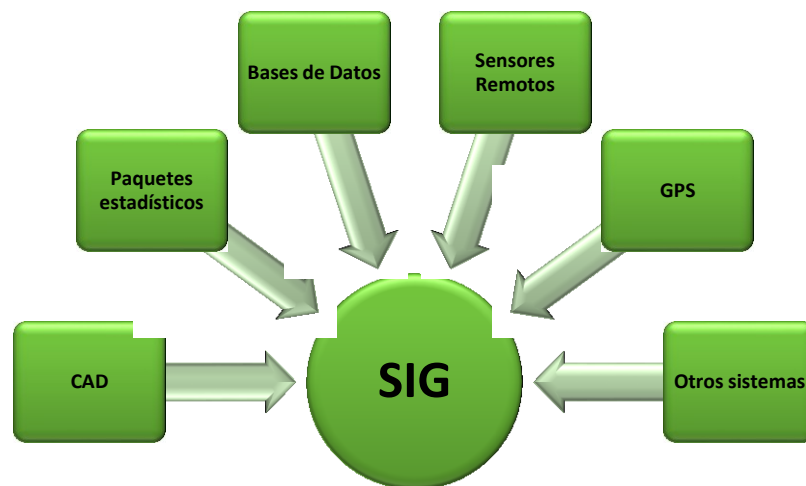
Los conceptos fundamentales del GIS están estrechamente relacionados con los mapas y su contenido. De hecho, los

conceptos sobre los mapas forman la base para entender GIS en más detalle. (ArcGIS, 2011).

#### 2.4.8.1 Mapas

Un mapa es una representación de información espacial o geográfica en forma de una serie de capas temáticas de información para un área de interés. Un mapa impreso incluye también elementos de mapa adicionales distribuidos y organizados en una página. El marco del mapa proporciona la vista geográfica de información, mientras que otros elementos (como leyenda de símbolos, barra de escala, flecha de norte, texto descriptivo y título) del mapa ayudan a entender, leer e interpretar el contenido del mapa (ArcGIS, 2011)

*Imagen N° 8: Integración de un GIS*



*Fuente: (ECOGIS, 2014)*

#### **2.4.8.2 Componentes de un GIS**

Un GIS como todo sistema, posee componentes que trabajan interrelacionados y posibilitan el cumplimiento de sus fines. Los componentes de un GIS son los mismos que para cualquier sistema de información (ECOGIS, 2014).

##### **a. Hardware**

Este componente representa el soporte físico del Sistema de Información Geográfica. Está conformado por las computadoras donde se desarrollan las distintas tareas de administración y operación del sistema, por los servidores donde se almacenan los datos y se ejecutan ciertos procesos, por los periféricos de entrada (como mesas digitalizadoras, scanner, dispositivos de lectura de archivos, etc.), los periféricos de salida (como los monitores, impresoras, plotter, etc.) y todos los componentes de la red informática (Montes, 2014).

##### **b. Software**

Este componente representa el soporte lógico del sistema. Está conformado no sólo por el software y las aplicaciones GIS, sino también por los sistemas operativos (Montes, 2014).

##### **c. Procesos**

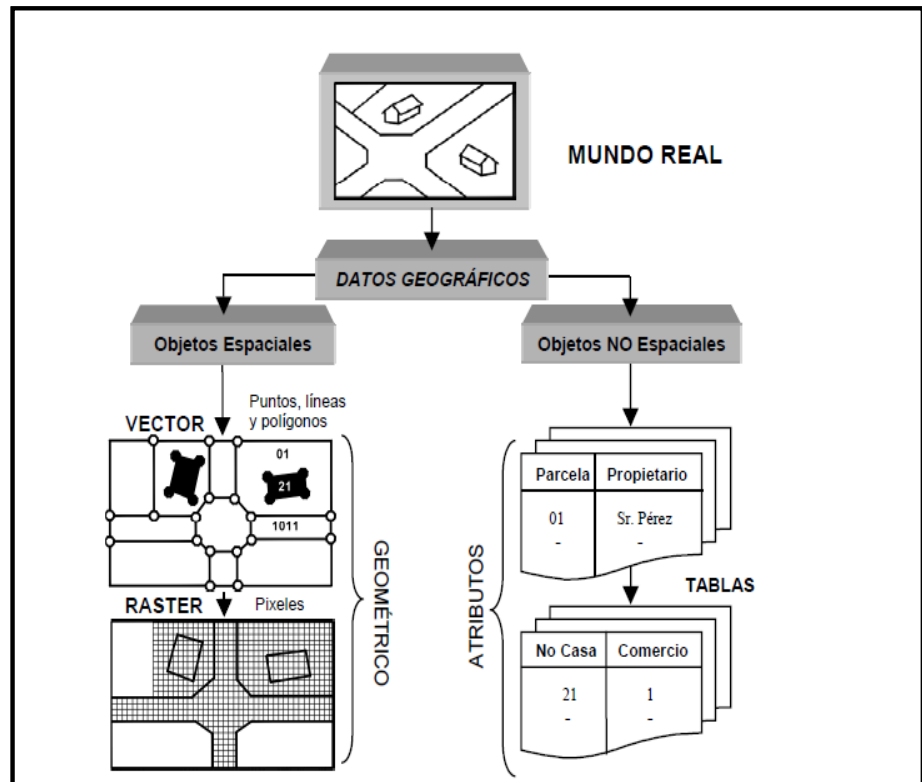
El análisis es una de las funcionalidades básicas de los GIS, y una de las razones fundamentales que llevaron al desarrollo de estos. Un ordenador es una herramienta con enorme capacidad de cálculo, y esta puede aplicarse a los datos espaciales para obtener resultados de muy diversa índole (Montes, 2014)

d. **Datos**

Aunque los términos dato e información normalmente se utiliza de forma arbitraria, cada uno de ellos tienen un significado específico, esto es, los datos describen las diferentes observaciones realizadas de un proyecto que se recogen y almacenan en un sistema, mientras que la información la constituyen los datos almacenados analizados y procesados para responder preguntas y resolver problemas (ESRI, GIS Development, & NOAA, 1995).

Existen dos tipos de datos geográficos básicos:

*Imagen N° 9 : Componentes Básicos de los Datos Geográficos*



**Fuente:** (ESRI, GIS Development, & NOAA, 1995)

#### e. Recursos Humanos

Los recursos humanos que administrarán y utilizarán el GIS son otro componente del sistema, igualmente importante que los otros. Sin embargo, la “preparación” de este componente no resulta tan sencilla como los componentes más bien técnicos. Trabajar con los recursos humanos, conformar los equipos, producir cambios en sus hábitos de trabajo, brindar capacitación y obtener resultados en los procesos de trabajo, son tareas difíciles de llevar adelante y la importancia y esfuerzos que se dediquen a este componente no deben ser subestimados (Montes, 2014).

*Imagen N° 10: Componentes de un GIS*



**Fuente:** (ECOGIS, 2014)



### **2.4.8.3 Funciones de los GIS:**

Los GIS tienen básicamente las siguientes cuatro funciones:

#### **a. Funciones para la Entrada de la Información:**

Una vez se ha obtenido la información, que ya de por sí es un proceso largo y complejo, hay que preparar esa información para que sea entendida por el GIS. Habitualmente, este proceso consiste en convertir la cartografía analógica a formato digital mediante la digitalización o similares (ESRI, 2013).

Posteriormente, existe un proceso de corrección de errores de la etapa anterior. Hoy en día, la obtención de cartografía digitalizada se realiza de un modo más sencillo al existir mayor oferta en el mercado, siendo su principal proveedor el Centro Nacional de Información (García, Hita, & Conde, 2009).

Del mismo modo será necesario obtener la información temática que acompaña al GIS. Aunque muchos GIS poseen su propio sistema de edición y gestión de bases de datos (SICAD-YADE, ArcView, ...), la mayoría se basan en bases de datos relacionales exteriores (dBASE, Oracle, MSAccess, ...) que son el formato más utilizado por las empresas. Los propios GIS pueden adaptar estas bases de datos o bien conectarse a ellas con una relación cliente/servidor (SQL Server) (García, Hita, & Conde, 2009).

**b. Funciones para la Salida/ Representación Gráfica y Cartográfica de la Información:**

Se refiere a las actividades que sirven para mostrar al usuario los propios datos incorporados en la base de datos relacional del GIS, y los resultados de las operaciones analíticas realizados sobre ellos. Esto da como resultado los mapas, gráficos, tablas que serán utilizados para las presentaciones bien en formato informático o sobre papel (Garcia, Hita, & Conde, 2009).

**c. Funciones de Gestión de la Información Especial:**

De esta forma aprovechamos las bases de datos, lo que tiene información espacial y la temática, para realizar consultas y obtener lo que se desea de la cartografía (Garcia, Hita, & Conde, 2009).

**d. Funciones Analíticas:**

Facilitan el procesamiento de los datos integrados en el GIS de modo que sea posible obtener mayor información, y con ella mayor conocimiento del que inicialmente se disponía. Esta es una de las características más utilizadas en un GIS, ya que gracias a ella, se pueden estudiar simulaciones sobre un mismo caso para, de esta manera, obtener un mejor análisis. De todas las funciones analíticas, una de las utilizadas es, por ejemplo, el análisis de redes (Garcia, Hita, & Conde, 2009).

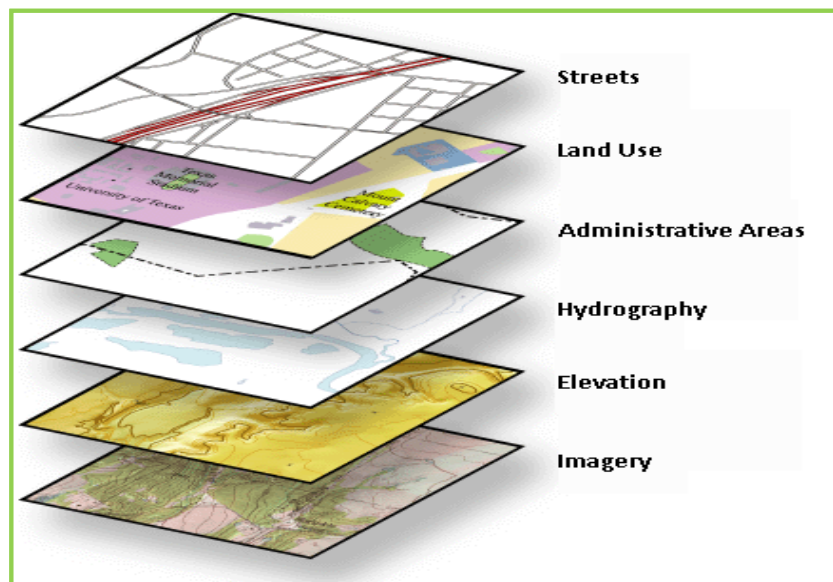
### 2.4.9 Geoprocesamiento

Geoprocesamiento es la ejecución metódica de una secuencia de operaciones en datos geográficos para crear nueva información. Los dos objetivos fundamentales son ayudar en la creación de modelos y análisis, y automatizar tareas de GIS (ArcGIS, 2011).

### 2.4.10 Modelo GIS.

El GIS modela la información geográfica como un conjunto lógico de capas o temas. Como lo que se presenta en la siguiente imagen:

*Imagen N° 11 : Capas para un Modelo GIS*



*Fuente: (ArcGIS, 2011)*

El Modelado GIS se usa para analizar simultáneamente las características tanto espaciales como temáticas de la información geoespacial. Aisladamente, la componente temática de la información geoespacial se analiza mediante la realización de operaciones estadísticas sobre los datos (ejemplo: hallando la media y la desviación típica), mientras que las características espaciales de la información geoespacial se describen mediante técnicas de análisis espacial (que se basan en coordenadas) (Rey, 2013).

El Modelado GIS es el proceso de modelar, derivar resultados mediante procesamiento informático y, a continuación, examinar e interpretar los resultados del modelo. Este modelo es útil para evaluar la conveniencia y la capacidad, estimar y predecir e interpretar y comprender. (ArcGIS, 2011).

*Tabla N° 4 : pasos para el análisis espacial*

N°	PASOS PARA EL ANÁLISIS ESPACIAL
1	Establecer un objetivo y formular las preguntas que desea responder.
2	Recopilar, organizar y preparar los datos para el análisis
3	Generar el modelo de análisis (normalmente, se realiza mediante geoprocésamiento, pero podría ser tan simple como unos clics del ratón en ArcMap)
4	Ejecutar el modelo y generar los resultados
5	Explorar, evaluar, trazar gráficos, resumir, interpretar, visualizar, comprender y analizar los resultados
6	Sacar conclusiones, tomar decisiones y documentar los resultados
7	Presentar los resultados y descubrimientos

*Fuente: (ArcGIS, 2011)*

**Los Modelos de Localización Óptima de Relleno Sanitario Aplicado en un Sistemas de Información Geográfica (GIS):** se caracterizan por tener dos objetivos que optimizar. El primero requiere que la actividad se localice lo más lejos posible para evitar las externalidades negativas en la población. El segundo requiere que la actividad se localice lo más cerca posible para lograr algún tipo de ciencia operativa. Aplicaciones típicas de este tipo de problemas son la localización de centrales nucleares, plantas de tratamiento de agua servidas, etc (Tapia & Cerda Troncoso, 2008).

Los Sistemas de Información Geográfica (GIS) son sistemas informáticos especialmente adecuados al estudio de problemas de localización, disponen de muchos de los elementos necesarios para su estudio: coordenadas de posición que permite estimar distancias y separaciones entre lugares, información sobre las características de la demanda y de la oferta, etc. Y todo ello en un ambiente especialmente preparado para efectuar cálculos y operaciones con estos datos y, por lo tanto, poder aplicar mucho de los conceptos e instrumentos elaborados previamente por la Geografía, la Economía Espacial y otras disciplinas (Veraa & Cardozo Carrerab, 2012).

#### 2.4.10.1 Modelo Raster

En el modelo raster, la zona de estudio se divide de forma sistemática en una serie de unidades mínimas (denominadas habitualmente celdas), y para cada una de estas se recoge la información pertinente que la describe. Se puede ver esto en detalle en la Imagen N° 12 que se muestra, aumentada una porción la malla raster de elevaciones, de modo que los límites de las celdas se hacen patentes y puede además representarse en cada una de ellas su valor asociado (Olaya, 2012).

*Imagen N° 12: Celdas de una Malla Ráster con sus Valores Asociados*



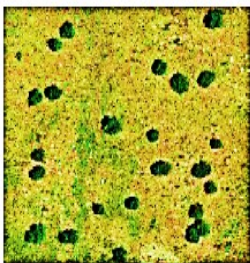
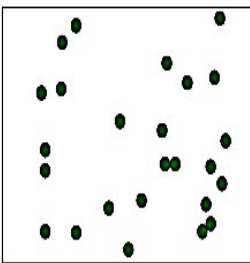

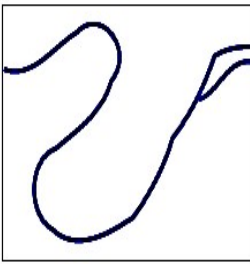

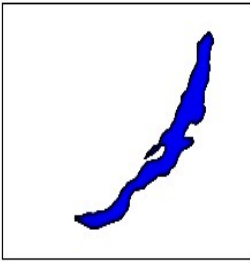
132.90	133.90	135.60	139.20	140.60	144.40
126.80	128.50	131.40	133.90	135.90	139.90
122.30	124.10	125.80	128.50	131.80	135.60
118.70	119.90	121.90	124.30	128.20	131.50

**Fuente:** (Olaya, 2012)

### 2.4.10.2 Modelo vectorial

En este modelo, no existen unidades fundamentales que dividen la zona recogida, sino que se recoge la variabilidad y características de esta mediante entidades geométricas, para cada una de las cuales dichas características son constantes. La forma de estas entidades (su frontera), se codifica de modo explícito, a diferencia del modelo Ráster, donde está implícita en la propia estructura de la malla (Olaya, 2012).

Imagen N° 13: Primitivas Geométricas en el formato Vectorial

Primitiva	Entidad espacial	Representación	Atributos																		
Puntos			<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Altura</th> <th>Diámetro Normal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>17,5</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>22</td> <td>45,6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>15</td> <td>27,2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>19,7</td> <td>36,1</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ID	Altura	Diámetro Normal	1	17,5	35	2	22	45,6	3	15	27,2	4	19,7	36,1	...		
ID	Altura	Diámetro Normal																			
1	17,5	35																			
2	22	45,6																			
3	15	27,2																			
4	19,7	36,1																			
...																					
Líneas			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ancho máx(m)</th> <th>Calado máx(m)</th> <th>Longitud(km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>4,3</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>6,3</td> <td>3,9</td> <td>5,2</td> </tr> </tbody> </table>	Ancho máx(m)	Calado máx(m)	Longitud(km)	15	4,3	35	6,3	3,9	5,2									
Ancho máx(m)	Calado máx(m)	Longitud(km)																			
15	4,3	35																			
6,3	3,9	5,2																			
Polígonos			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Superficie(km)<sup>2</sup></th> <th>Profundidad máx(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>31494</td> <td>1637</td> </tr> </tbody> </table>	Superficie(km) <sup>2</sup>	Profundidad máx(m)	31494	1637														
Superficie(km) <sup>2</sup>	Profundidad máx(m)																				
31494	1637																				

Fuente: (Olaya, 2012)

#### **2.4.11 Superposición en un GIS**

Los Sistemas de Información Geográfica se usan para realizar una serie de operaciones fundamentales de análisis espacial, las cuales pueden usar gran cantidad de procesos analíticos. Sin embargo, casi todos los análisis espaciales utilizan seis operaciones fundamentales: Superposición Topológica de Mapas, generación de corredores (buffers), extracción de Información, fusión de información y las dos operaciones de base de datos relacional (unión y relación) (Rey, 2013).

#### **2.4.12 Superposición Topológica de Mapas**

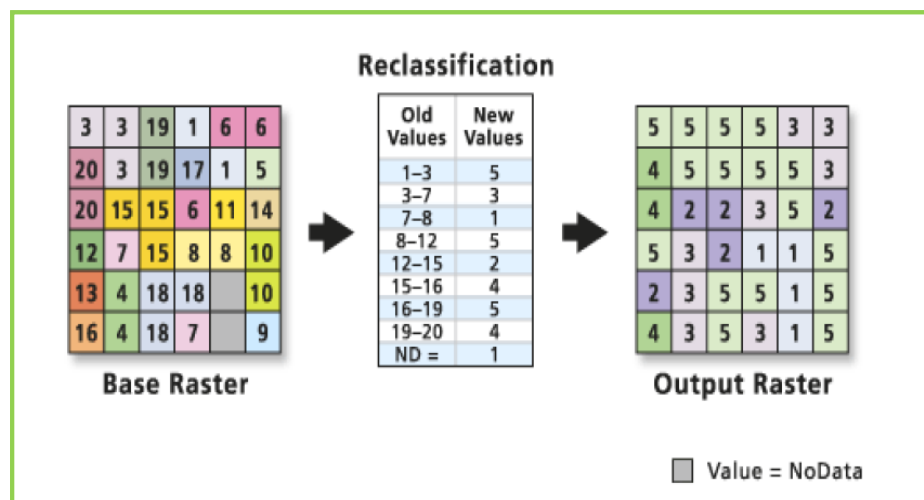
La superposición Topológica crea nuevas capas de información, con la combinación de sus atributos, mediante la superposición de dos capas de entrada. La información de cada capa de entrada se combina para crear nuevas capas de salida, nuevos mapas. De la misma manera, los atributos de cada capa de información se combinan, desde las dos capas de entrada, para describir cada capa de información de salida.

A menudo es necesaria la manipulación de múltiples capas de datos para conseguir el objetivo de la operación de superposición. Esto se hace mediante un proceso por pasos, en el que dos capas de entrada se combinan para formar una capa intermedia, la cual se combina entonces con una tercera capa para formar otra capa intermedia, y así hasta que se consiga la capa resultante deseada (Rey, 2013).

### 2.4.13 Reclasificación

La reclasificación es una técnica de generalización utilizada para reasignar valores en una capa de entrada raster para crear una nueva. La reclasificación cambia el valor de las celdas de entrada trabajando con una base "celda-a-celda" dentro del área de análisis (Rey, 2013).

Imagen N° 14: Ejemplo de Reclasificación por Rangos



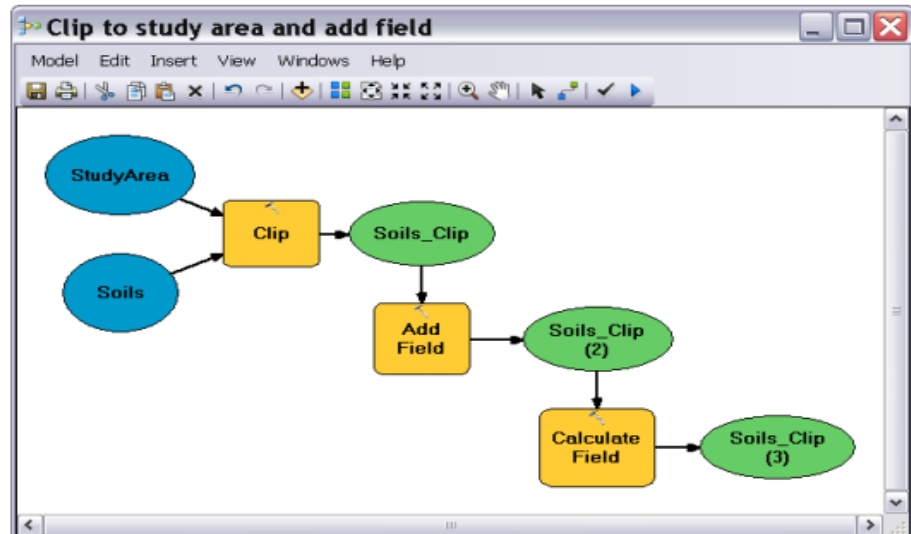
Fuente: (ArcGIS, 2011)

### 2.4.14 ModelBuilder

ModelBuilder es una aplicación que se utiliza para crear, editar y administrar modelos. Los modelos son flujos de trabajo que encadenan secuencias de herramientas de geoprocésamiento y suministran la salida de una herramienta a otra herramienta como entrada. ModelBuilder también se puede considerar un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo (ArcGIS, 2011).



Imagen N° 15 : Ejemplo de un Modelo en ModelBuilder



**Fuente:** (ArcGIS, 2011)

ModelBuilder es muy útil para construir y ejecutar flujos de trabajo sencillos, pero también proporciona métodos avanzados para ampliar la funcionalidad de ArcGIS, ya que permite crear y compartir los modelos a modo de herramienta (ArcGIS, 2011).

#### 2.4.15 Álgebra de Mapas

Es un potente lenguaje algebraico para ejecutar análisis ráster. Los operadores del álgebra de mapa permiten llevar a cabo distintos tipos de operaciones sobre las capas ráster; desde las clásicas superposiciones en las que se suman o multiplican varias capas; hasta otras más complejas que incluyen un análisis condicional o lógico. (ESRI, ArcGis Spatial Analyst - Anexo de producto, 2010) . La agrupación de los operadores se indica a continuación:

- **Operadores Aritméticos.** Realzan operaciones aritméticas básicas como suma, multiplicación, división, resta, etc.
- **Operadores de Asignación:** Asignan el valor de una expresión o un ráster de salida.

- **Operadores Booleanos:** Devuelven ceros y unos en función de si se cumple o no la condición a comprobar (AND, OR, NOT, etc.)
- **Operaciones Combinacionales:** Asignan valores únicos a las celdas del ráster de salida para cada posible combinación de las celdas de entrada según la condición que se pide comprobar.

## CAPÍTULO III

### PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.

#### 3.1 Generalidades del área de estudio

##### 3.1.1 Ubicación política

- Departamento: Junín
- Provincia: Huancayo
- Distrito: Chilca

##### 3.1.2 Ubicación geográfica

Coordenadas UTM- WGS84

- Latitud: 480241.148121
- Longitud : 8664786.46869
- Altitudinales de 3 229.10 a los 4 411 m.s.n.m.
- Extensión superficial total de 2734.428825 ha

El área de estudio de esta investigación se concentró en todo el espacio geográfico del municipio del distrito de Chilca el cual se presenta en el (Mapa 01 - ANEXO 06), este distrito es uno de los 28 municipios de la provincia de Huancayo, este pertenece al departamento de Junín, su creación política fue mediante la Ley N° 12829 publicada el 2 de mayo de 1957 en el diario El Peruano.

El distrito de Chilca, está ubicada en la depresión interandina de las cordilleras occidental, oriental y sub andina de los Andes Centrales del Perú. Forma parte de la cuenca Intermedia del río Mantaro (Margen Izquierda). Ocupando el lado Sur del valle del Mantaro, con pendientes hacia el lado Oeste.

El área urbana del distrito de Chilca esta sectorizada en 13 sectores y sub sectorizadas en 4 grupos el cual se presenta en el (Mapa 02 - ANEXO 6).

**Tabla N° 5: Sectores del Distrito de Chilca.**

código	sector
1	Auquimarca
2	Puzo
3	Chilca cercado
4	Santísima cruz de chilca
5	Esperanza
6	Llamus y Auray
7	José Galvez
8	Señor de los milagros
9	Pishupyacun
10	9 de Octubre
11	Progreso
12	Ancala
13	Azapampa Oeste

**Fuente:** Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Chilca 2015-2021 (MDCH, 2015).

**Tabla N° 6: Sub Sectores del Distrito de Chilca.**

Código	sub sector
<b>Sa</b>	Auquimarca
	Puzo
	Chilca cercado
<b>Sb</b>	Santisima cruz de chilca
	Esperanza
	Pishupyacun
	Ancala
<b>Sc</b>	Señor de los milagros
	Progreso
	9 de Octubre
	Jose Galvez
	Llamus y Auray
<b>Sd</b>	Azapampa Oeste

**Fuente:** Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Chilca 2015-2021 (MDCH, 2015).

Tabla N° 7: Centro Poblado del Distrito de Chilca.

n°	centro poblado	población
1	TANQUIZCANCHA	Menor a 150 hab.

**Fuente:** Zonificación Ecológica y Económica Junín (ZEE, 2015).

### 3.1.2.1 Condiciones Ambientales:

#### a. Precipitación

En el distrito de Chilca se tiene una precipitación de 70 mm. en promedio; registrando un máximo hasta 133.9 mm, y un mínimo de 3.2 mm. Según la temporada de lluvias que suele ocurrir en los meses de Diciembre a Abril. (MDCH, 2015)

#### b. Temperatura

La temperatura media anual de Chilca es de 11.25°C sus variaciones van desde 2.1° a 20.4°C.

#### c. Topografía

El relieve en la parte baja es plana con ligera pendiente, pero en la parte Nor occidental es parte de una cadena montañosa con abruptas pendientes. Dicho relieve presenta pendientes que varía 1278 m, desde los 3,172 msnm en orillas del Río Mantaro hasta el Cerro TanquiscanCHA 4,450 msnm, al lado NE del distrito de Chilca. (MDCH, 2015)

#### d. Morfología

La forma del territorio distrital es irregular, el que se prolonga en una especie de punta triangulada, para luego bruscamente ser parte de las vías enderezadas y terminar en el río Mantaro, recorriendo cerros angulados en la parte Este, y tiene la forma de un cuchillo lítico rudimentario con mango corto. (MDCH, 2015)

e. **Geomorfología**

Destacan terrazas fluviales, conos de deyección de los tributarios, colinas. En sus laderas se identifican colinas detríticas y rocosas, depósitos de vertiente, modelado fluvial y glacial. Chilca pertenece a la depresión interandina relleno glacio – aluvial (Cio B3 d') en la parte urbana, y la parte rural pertenece al control estructural de la cordillera occidental y oriental Sub húmedo y frío (CioD'd y CioC'd). (MDCH, 2015)

**3.1.3 Parámetros de Calidad de Sitio**

En la “Guía de Diseño y Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual del MINAM” se establece las restricciones que, además de las disposiciones legales vigentes, deberá cumplir un área destinada a disposición final de residuos sólidos mediante el método de Relleno Sanitario, dentro de esta guía se presenta un listado de 25 parámetros de calidad de sitio incluidos los de interés y opinión pública.

La determinación de las zonas adecuadas para la disposición final de los residuos sólidos es una de las etapas más importantes en la gestión de los residuos sólidos, por lo que se requiere hacer un análisis de los siguientes parámetros:

**Tabla N° 8: Parámetros de calidad de sitio del MINAM**

N°	PARÁMETRO	ESCALA
1	Distancia a la población	Más de 1 000 m.
2	Distancia a granjas crianza de animales o zonas agrícolas.	Más de 1 000 m.
3	Distancia con respecto a la ciudad (m)	Más de 5 000 m.
4	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Más de 3 000 m.
5	Distancia a vía de acceso (m)	Menor a 1000 metros
6	Propiedad del terreno	Saneado
7	Uso actual del suelo	Pastos naturales, forestal de sierra y suelos sin cobertura.
8	Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo Urbano	compatible
9	hidrología superficiales (m)	Más de 3 000 m. Igual a 3 000 m.
10	Área natural protegida por el estado	Fuera de área natural , inexistencia de ANP
11	Área con restos arqueológicos	Más de 3 000 m. Inexistencia de restos arqueológicos
12	Pasivos ambientales	Más de 3 000 m. , No existe pasivo ambiental
13	hidrogeología	profundidad >10 m
14	Vida útil del proyecto en función del área del terreno	No es restrictivo para el modelo.
15	Pendiente promedio del terreno	Terrenos con pendientes de 0 a 12%
16	Barrera sanitaria natural	Cercos vivos, bosques, cortinas rompevientos naturales.
17	Material de cobertura (Profundidad del suelos)-Fisiografía	Moderadamente profundo
18	permeabilidad de suelo	Impermeabilidad < 1x 10 <sup>-6</sup>
19	Vulnerabilidad por peligro geológico	sin presencia de Fallas
		Sin riesgo de deslizamiento.
		Sin agrietamientos, desprendimientos, desplazamientos u otros movimientos de masas.
20	dirección predominante del viento	No es restrictivo para el modelo.
21	Opinión	Desfavorable, poco favorable, regular, altamente favorable (Consulta Pública).
22	interés en el proyecto	sin interés ,bajo interés, mediano interés, alto interés (Consulta Pública)
23	creencias	negativa ,positiva (Consulta Pública)
24	actitud	favorable, desfavorable, incierta (Consulta Pública)
25	participación	participación de rechazo, no haría nada , participación favorable (Consulta Pública)

**Fuente:** Guía de Diseño y Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual del MINAM (MINAM, 2013).

### 3.1.4 Rasgos Socio-Económicas

#### 3.1.4.1 Población-CCPP

En el distrito de Chilca se cuenta con 08 CCPP, según la base de datos de la ZEE – Junín; el CCPP de Tanquizcancha es el más alejado de la ciudad está clasificado como un CCPP rural cuenta con 15 habitantes según el censo de la INEI realizado en el año 2007, los CCPP que son: Progreso, Auquimarca, Chilca, Llamus, Alata , Auray y Ancala están ubicados dentro de la ciudad de Chilca ( ver Anexo 06 – mapa 05).

El dato que se utilizó para el modelamiento fue la ubicación del CCPP de Tanquizcancha, por ser un centro poblado alejado de la ciudad o urbanización.

*Tabla N° 9: CCPP del Distrito de Chilca*

N°	NOMBRE DEL CCPP	CLASIFICACIÓN DE CCPP	NOMBRE DE LA CATEGORÍA	N° DE POBLACIÓN - 2007	ÁREA	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	TANQUIZCANCHA	RURAL	UNID.AGROPECUARIA	15.00		8666284.0336	482025.0966
2	PROGRESO	RURAL	UNID.AGROPECUARIA	0.00		8662597.0636	476649.0105
3	AUQUIMARCA	RURAL	ANEXO	57.00	RURAL	8663135.0739	475590.7584
4	CHILCA	URBANO	CIUDAD	73371.00	URBANO	8664129.0557	477881.24
5	LLAMUS	RURAL	OTROS	760.00	RURAL	8663259.159	476266.9735
6	ALATA	RURAL	ANEXO	1188.00	RURAL	8663319.2927	476934.1041
7	AURAY	RURAL	ANEXO	1042.00	RURAL	8663390.9594	477449.2586
8	ANCALA	RURAL	UNID.AGROPECUARIA	0.00		8664248.7465	479134.5663

**Fuente:** *Zonificación Ecológica y Económica – Junín (ZEE, 2015).*

#### 3.1.4.2 Granjas, Crianza de Animales o Zonas Agrícolas.

Gran parte de la población de Chilca se dedica a la agricultura, se cuenta con terrenos de cultivo extensivo con riego, en donde se siembra papa, camote, cebada y alfalfa, dentro de estas zonas se puede evidenciar presencia de animales vacunos.



En el distrito de Chilca se cuenta con 7.66 Ha. de terreno que es destinado a crianza de animales y 754.93 Ha de Terrenos con cultivos extensivos y bordes forestales con riego. (Ver Anexo 06 – mapa 06).

**Tabla N° 10: Granjas, Crianza de Animales o Zonas Agrícolas.**

PARCELAS	ZONAS OGRICOLAS	CATEGORIA DE LAS ZONAS AGRICOLAS	ÁREA -HA
1	Terrenos con cultivos extensivos y bordes forestales con riego	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	205.084
2	Terrenos con cultivos extensivos con riego	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	137.453
3	Terrenos con cultivos extensivos en seco	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)	412.397
4	Zona de crianza de animales	Zona de crianza de animales	7.662
TOTAL			762.596

**Fuente: Elaboración Propia**

### 3.1.4.3 Aeropuertos

En el distrito de Chilca no se cuenta con un aeropuerto, o aeropuertos cercanos por lo que no se consideró este parámetro.

### 3.1.4.4 Ciudad del Distrito de Chilca

En el distrito de Chilca se cuenta con una zona urbana que tiene un área de 644. 311 Ha, (ver Anexo 06 – mapa 07).

**Tabla N° 11: Ciudad del Distrito de Chilca**

Parcela	CLASIFICACIÓN	NOMBRE DE LA ZONA URBANA	CATEGORÍA DE LA ZONA URBANA	LONGITUD (m)	AREA -Ha
1	Centros Poblados	CIUDAD DE CHILCA	Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas	497129.923	644.311

**Fuente: Plano Urbano Distrital de Chilca y Mapa de Uso Actual de Suelo.**

### 3.1.4.5 vías de acceso

Se considera en la distancia a vías de acceso: las vías nacionales, vías departamentales, vía férrea y vías del distrito; en Chilca no se cuenta con las vías departamentales por lo que no se consideró su análisis; en la tabla N° 12 se puede apreciar que la vía férrea tiene una longitud de 3166.718 m, las vías nacionales que pasan por el distrito de Chilca tienen un total de 4917.333 m de longitud total y el total de vías Distritales tienen una longitud total de 39216.121 m. (Ver Anexo 06 – mapa 08).

*Tabla N° 12: Vías de Acceso del Distrito de Chilca*

parcela	VÍA FERREA	TRAMO	LONGITUD (m)
1	FERROCARRIL DEL CENTRO	LA OROYA -HUANCAYO	3166.718
parcela	NOMBRE DE LA VÍA NACIONAL	SUPERFICIE	LONGITUD (m)
1	Av. Huancavelica	Pavimentado	767.420
2	Av. 09 de Diciembre	Pavimentado	1601.83
3	Av. Calle Real	Pavimentado	1258.9425
4	Av. Panamericana Sur	Pavimentado	1289.140
TOTAL			4917.333
parcela	NOMBRE DE LA VÍA DISTRITAL	SUPERFICIE	LONGITUD (m)
1	Asfaltado	Asfaltado	4726.902
2	Afirmado	Afirmado	2158.215
3	Sendero	Sendero	13082.594
4	Trocha carrozable	Trocha carrozable	19248.410
TOTAL			39216.121

**Fuente:** ZEE- Junín; Plano Vial del Distrito de Chilca y Elaboración Propia

### 3.1.4.6 Propiedad del terreno

El parámetro de propiedad de terreno, es un parámetro de adquisición, siendo este un procedimiento que se realiza después del haber ubicado la zona adecuada para la disposición final de residuos sólidos. Una vez obtenida la

zona le corresponde a la municipalidad evaluar si el terreno es saneado o no, y proceder a obtener el documento legal que autorice construir en el terreno, en este documento se tiene que estipular el periodo y la utilización futura como identidad responsable del relleno.

Un proyecto de relleno sanitario deberá iniciarse solo cuando el municipio o ayuntamiento tenga en su poder el documento legal que acredite la propiedad sobre el terreno, cuando esté autorizado por las respectivas autoridades y teniendo en cuenta su utilización futura (Jorge, 2002).

Este parámetro no se consideró en el modelo.

### 3.1.5 Rasgos Ambientales

#### 3.1.5.1 Uso Actual del Suelo

En la tabla N° 13 se puede observar el uso actual de suelo del distrito de Chilca; en el cual el uso de suelo con más extensión es los centros poblados que ocupa un 23.6 % del territorio y equivale a 644.311 Ha. (Ver Anexo 06 – mapa 09).

*Tabla N° 13: Uso Actual de Suelo del Distrito de Chilca*

parcela	USO ACTUAL DE SUELO	CODIGO	PERIMETRO	ÁREA -Ha	PORCENTAJE %
1	Terrenos con cultivos extensivos y bordes forestales con riego	4	6034.227	154.885	5.7
2	Vegetación arbustiva natural	7	42639.515	432.043	15.8
3	Terrenos con cultivos extensivos con riego	4	8360.316	75.579	2.8
4	Centros Poblados	1	21916.706	644.311	23.6
5	Masas de Agua	8	4690.832	45.268	1.7
6	Pastizales nativos con arbustos	6	8125.803	61.345	2.2
7	Terrenos con cultivos extensivos en secoano	4	25032.074	207.330	7.6
8	Pastizales nativos	6	24944.632	551.060	20.2
9	Plantaciones forestales	3	37352.485	203.971	7.5
10	Bofedales	6	10176.94839	40.885	1.495

11	Suelos Desnudos con Herbáceas	7	21763.313	250.998	9.2
12	Zonas de Protección con Arboles	4	4738.767	9.185	0.3
13	Afloramiento Rocoso	6	6808.499	57.568	2.1
total				2734.429	100.000

**Fuente:** Elaboración Propia y ZEE-Junín 2015

### 3.1.5.2 Compatibilidad con la Capacidad de Uso Mayor del suelo (CUM) y Planes de Desarrollo Urbano

En la tabla N° 17 se clasifica la capacidad de uso mayor de suelo (CUM) que tiene el distrito de Chilca. (Ver Anexo 06 – mapa 10), en esta tabla se puede identificar que hay un mayor uso de suelo ocupada por las áreas urbanas con un 22.34 % que equivale a 610.70 Ha. del territorio de Chilca.

**Tabla N° 14: CUM -Distrito de Chilca**

Parcela	CUM	AREA - Ha	PERIMETRO (m)	PORCENT
1	Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, limitada por suelo y clima	439.6695519	24105.655	16.079
2	Tierras aptas Forestales calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima - Tierras de Protección, limitada en suelo y erosión	461.0348275	12111.430	16.860
3	Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, limitada por suelo e inundación	2.625515366	1009.282	0.096
4	Área urbana	610.7045757	16809.158	22.334
5	Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima - Tierras de protección, limitada en suelo, erosión y clima	58.54906422	6194.920	2.141
6	Ríos	49.77372103	4753.747	1.820
7	Tierras de protección, limitada en suelo y erosión - Tierras de protección, limitada en suelo (Afloramiento lítico)	943.672567	17251.312	34.511
8	Tierras de protección, limitada en suelo, erosión y clima	168.3990023	6614.843	6.158
total		2734.429	88850.348	100.000

**Fuente:** Elaboración Propia y ZEE Junín-2015

### 3.1.5.3 Hidrología Superficial

Los diferentes cursos de agua que recorren el territorio del distrito de Chilca forman parte del Valle del Mantaro y de la cuenca del Mantaro, también se cuenta con canales de riego y quebradas; en la tabla N° 15, 16 y 17 se presenta la descripción de los principales ríos, riachuelos, quebradas y canales de riego. (Ver Anexo 06 – mapa 11).

Por el distrito de Chilca recorre una cuenca muy importante del valle del Mantaro que es la cuenca del río Mantaro teniendo un área total que ocupa de 49.774 Ha., el cual se muestra en la tabla N° 15.

*Tabla N° 15: Cuenca del Río Mantaro.*

Parcela	NOMBRE	CUENCA	LONGITUD TOTAL (m)	ÁREA TOTAL Ha	ÁREA QUE OCUPA EN CHILCA -HA
1	R. Mantaro	Cuenca del Rio Mantaro	41464.046	6317348.609	49.774

**Fuente:** ZEE-Junín.

El distrito de Chilca está conformada por dos ríos que limitan su territorio el río Alí y el río Chilca, también cuenta con quebradas que tienen origen a estos ríos; teniendo una longitud total de ocupación de hidrología superficial de 31719.1835 m, el cual se muestra en la tabla N° 16.

*Tabla N° 16: Hidrología Superficial del Distrito de Chilca.*

Parcela	CUENCA	NOMBRE DE RÍO/ QUEBRADA	RASGO PRIMARIOS	RASGO SEGUNDARÍO	LONGITUD (m)
1	Río Mantaro	Inicio de Río Alí	Quebrada	Intermitente	1634.011
2		Inicio de Río Chilca	Quebrada	Intermitente	2130.851
3		Inicio de Río Chilca	Quebrada	Intermitente	2915.588
4		Inicio de Río Chilca	Quebrada	Intermitente	6568.46
5		Río Alí	Quebrada	Intermitente	5518.848
6		Inicio de Río Alí	Quebrada	Intermitente	2448.788
7		Quebrada	Quebrada	Río que se desemboca	2499.584

8	Río Chilca	Quebrada	Intermitente	4609.462
9	Río Chilca	Río	Intermitente	2698.621
10	NA	Río	Perenne	694.97
TOTAL				31719.183

**Fuente:** *Elaboración Propia y ZEE-Junín- 2015.*

En el distrito de Chilca se ha podido identificar un canal de riego principal que tiene una longitud de 4802.287 m, el cual se muestra en la tabla N° 17.

**Tabla N° 17: Canal de Riego del Distrito de Chilca**

Parcela	NOMBRE	LONGITUD (m)
1	Canal de Riego	4802.287

**Fuente:** *Elaboración Propia y ZEE-Junín- 2015.*

#### 3.1.5.4 Área Natural Protegida por el Estado

En el distrito de Chilca no se cuenta con Áreas Naturales Protegidas por el Estado-ANP, tampoco se cuenta con ANP de conservación regional ni tampoco ANP de conservación privada, esta verificación se realizó en la ZEE Junín.

#### 3.1.5.5 Área con Restos Arqueológicos

En el distrito de Chilca se tiene un sitio arqueológico que es conocido como Coto Coto siendo este de una época prehispánica, este sitio arqueológico se ubica entre las coordenadas 477500 Este y 8663500 Norte. (Ver Anexo 06 – mapa 12).

**Tabla N° 18: Área Arqueológica de Coto Coto**

Parcela	SITIO	EPOCA	NOMBRE	ESTE	NORTE	TIPO DE PATRIMONIO
1	Sitio Arqueológico	Prehispánica	Coto Coto	477500	8663500	Cultural

**Fuente:** *ZEE-Junín-2015.*

### 3.1.5.6 Pasivos Ambientales

En el distrito de Chilca no se cuenta con pasivos ambientales que hayan sido registrados en la base de datos de la zonificación Ecológica y Económica de Junín (ZEE Junín 2015).

### 3.1.5.7 Hidrogeología

En la Tabla N°19 se muestra la conformación hidrogeológica del distrito de Chilca, el cual el de mayor área que ocupa en el distrito son los de acuíferos locales o discontinuos o acuíferos productivos moderados con un área de 357.735 Ha. y las áreas que no tienen acuíferos son de 200.461 Ha. (ver Anexo 06 – mapa 13).

*Tabla N° 19: Hidrogeología del Distrito de Chilca*

IT M	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN	LITOLÓGICO	TIPO	DESCRIPCIÓN DEL ACUIFERO	ÁREA - Ha
1	Cp	Centro poblado	No Aplica	No Aplica	No Aplica	610.705
2	Ps-r	Permico superior riolita	Riolita	Formaciones con acuíferos locales por fisuras, sin agua subterránea	Formaciones sin acuíferos	200.461
3	PsTi-m	Gpo. Mitu	Conglomerados, Areniscas, Lutitas, Andesitas	Formaciones volcano-detriticas consolidadas y fisuradas	Acuíferos locales o discontinuos o acuíferos productivos moderados	357.735
4	Q-co	Depósito coluvial	Fragmentos angulosos, arenas y arcillas	Formaciones detriticas permeables en general no consolidadas	Acuíferos no confinados con permeabilidad elevada	71.601
5	Q-f	Depósito fluvial	Boloneria, gravas gruesas, finas y arenas	Formaciones detriticas permeables en general no consolidadas	Acuíferos no confinados con permeabilidad elevada	2.626
6	Q-gf	Depósito glaciofluvial	Fragmentos, gravas, arenas, limos y arcillas	Formaciones detriticas permeables en general no consolidadas	Acuíferos no confinados con permeabilidad elevada	25.269

7	Qr-al	Depósito aluvial reciente	Bolones, gravas, arenas y limos	Formaciones detriticas permeables en general no consolidadas	Acuíferos no confinados con permeabilidad elevada	269.657
8	Qsr-al	Depósito aluvial subreciente	Arenas, gravas, arcillas y limos	Formaciones detriticas permeables en general no consolidadas	Acuíferos no confinados con permeabilidad elevada	164.636
9	Rio	Rio	No Aplica	No Aplica	No Aplica	49.774
10	SD-e	Gpo. Excelsior	Pizarras, Esquisto, Cuarzita	Formaciones con acuíferos locales por fisuras o detriticos, sin agua subterránea	Formaciones sin acuíferos	848.303
11	TrsJi-pu	Gpo. Pucara	Calizas, Chert	Formaciones carbonatadas consolidadas fisuradas y karsticas	Acuíferos generalment e extensos con productividad elevada	133.664
total						2734.429

**Fuente:** *Elaboración Propia y ZEE-Junín- 2015.*

### 3.1.6 Rasgos Técnicos

#### 3.1.6.1 Vida útil del Proyecto en Función del Área del Terreno

El área que se necesita para la construcción de un relleno sanitario después de su selección se adjunta en el anexo 05, al ser este un parámetro de diseño no se ha considerado dentro del modelo pero si es un parámetro para identificar qué áreas cuentan con la extensión adecuada para la instalación de una infraestructura.

#### 3.1.6.2 Pendiente Promedio del Terreno

La configuración general del área de estudio es la siguiente: (ver Anexo 06 – mapa 14). En la tabla N°20 se muestra el área que ocupa cada pendiente, las áreas con pendiente empinado tienen una ocupación mayor de un 896.456 Ha del Distrito, siendo estas restrictivas para la ubicación de un relleno sanitario, ya que en la “Guía de



Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual” nos indica que para la instalación de un relleno sanitario es preferible que la pendiente sea menor a 12%. (MINAM, 2013).

*Tabla N° 20: Pendiente Promedio del Terreno*

ITM	%	DESCRIBCIÓN	ÁREA- Ha
1	0 - 2 %	Plano	673.876
2	2 - 4 %	Ligeramente inclinado	187.583
3	4 - 8 %	Moderadamente inclinado	179.078
4	8 - 15 %	Fuertemente inclinado	147.662
5	15 - 25 %	Moderadamente empinado	434.602
6	25 - 50 %	Empinado	896.456
7	50 - 75 %	Muy empinado	199.139
8	> 75 %	Extremadamente empinado	16.033
TOTAL			2734.429

**Fuente:** *Elaboración Propia mediante uso de Imagen Satelital y un modelo de Pendiente (Ver Anexo 07- Modelo de Pendiente).*

### **3.1.6.3 Barrera Sanitaria Natural**

En la tabla N°21 se muestra la conformación forestal del distrito de Chilca; las zonas que se pueden utilizar como barrera sanitaria natural son: las zonas que son herbazal erguido y matorral andino húmedo de colinas y montañas son las zonas que tienen una mayor ocupación en el distrito ocupando en un 652.797 Ha. del territorio, además en el territorio de Chilca se cuenta con zonas que tienen plantaciones forestales (plantas de eucalipto) ocupando en 217.770 Ha., las zonas de Matorral Montano Sub Húmedo de Montañas y Colinas tienen una ocupación territorial de 88.798 Ha, las zonas de herbazal rastrero andino húmedo de colinas y montañas tienen una ocupación territorial de 572.764 Ha. (ver Anexo 06 – mapa 15).

**Tabla N° 21: Barrera Sanitaria Natural**

ITM	DESCRIPCIÓN	PLANTACIONES FORESTALES	PLANTACIONES FORESTALES MADURAS	ÁREA - Ha
1	Centros Poblados	No Aplica	NO APLICA	5.154
2	Cultivos	No Aplica	MUY BAJO	285.030
3	Herbazal Rastrero Andino Húmedo de Colinas y Montañas	Pobre	BAJO	572.764
4	Matorral Montano Sub Húmedo de Montañas y Colinas	Pobre	BAJO	88.798
5	Río	No Aplica	NO APLICA	49.403
6	Plantaciones Forestales	Excelente	MUY ALTO	217.770
7	Herbazal Erguido y Matorral Andino Húmedo de Colinas, Montañas y Pla	Pobre	BAJO	652.797
13	Bofedales			40.885
20	Cultivos			49.962
21	Zona Urbana			649.422
23	Cultivos			122.444
TOTAL				2734.429

**Fuente:** Elaboración Propia y ZEE-Junín-2015

### 3.1.6.4 Material de cobertura (Profundidad del suelos)- Fisiografía

En la tabla N°22 se muestra la conformación fisiográfica del territorio de Chilca; La zona con una fisiografía más resaltante y que tienen un mayor ocupación en el territorio de Chilca son los de montaña con un sub paisaje de ladera de montaña teniendo una ladera de montaña empinada y una pendiente de 25-50 %, el área que ocupa es de 943.673 Ha. (Ver Anexo 06 – mapa 16).

**Tabla N° 22: Fisiografía del Distrito de Chilca**

itm	PAISAJE	SUB PAISAJE	ELEMENTO DEL PAISAJE	RANGO DE PENDIENTE	SIMBOLOGÍA DE PENDIENTE	ÁREA-Ha
1	Área Urbana	Área Urbana	Área Urbana	0-4	A	610.705
2	Colinas	Colinas Altas	Laderas de Colinas Altas Moderadamente Empinadas	15-25	D	25.269
3	Colinas	Colinas Bajas	Colinas Bajas Moderadamente Empinadas	15-25	D	461.035

4	Montañas	Laderas de Montañas	Laderas de Montañas Empinadas	25-50	E	943.673
5	Montañas	Laderas de Montañas	Laderas de Montañas Extremadamente Empinadas	> 75	G	1.789
6	Montañas	Laderas de Montañas	Laderas de Montañas Moderadamente Empinadas	15-25	D	33.281
7	Montañas	Laderas de Montañas	Laderas de Montañas Muy Empinadas	50-75	F	166.610
8	Planicies	Planicie Aluvional	Terrazas Altas	0-4	A	25.834
9	Planicies	Planicie Aluvional	Terrazas Bajas Inundables	0-4	A	2.626
10	Planicies	Planicie Aluvional	Terrazas Bajas No Inundables	0-4	A	269.657
11	Planicies	Planicie Coluvio Aluvial	Abanico Aluvial	4-8	B	5.376
12	Planicies	Planicie Coluvio Aluvial	Piedemonte Moderadamente Inclinados	4-8	B	138.802
13	Ríos	Ríos	Ríos	0-4	A	49.774
TOTAL						2734.429

**Fuente:** *Elaboración Propia y ZEE Junín 2017*

### 3.1.6.5 Permeabilidad de suelo

La clasificación de la permeabilidad que tiene el distrito de Chilca se muestra en la tabla N° 23; en el territorio de Chilca se tiene que 466.411 Ha. tienen una permeabilidad moderadamente lento y también se cuenta con 1607.540 Ha. que tienen una permeabilidad moderada. (Ver Anexo 06 – mapa 17).

**Tabla N° 23: Permeabilidad del Suelo**

ITM	PERMEABILIDAD	ÁREA - Ha
1	Moderada	1607.540
2	No utilizado	660.478
3	Moderadamente lento	466.411
TOTAL		2734.429

**Fuente:** *Elaboración Propia y ZEE-Junín*

### 3.1.6.6 Vulnerabilidad por peligro geológico

La vulnerabilidad por peligro geológico del territorio de Chilca se ha analizado con respecto a la geología, fisiografía y la pendiente del territorio; el distrito de Chilca cuenta con 847.742 Ha. que tienen una vulnerabilidad media; 492.458 Ha. el cual tiene una vulnerabilidad baja y 199.401 Ha. que tiene una vulnerabilidad muy bajo. (Ver Anexo 06 – mapa 18).

*Tabla N° 24: Vulnerabilidad por Peligro Geológico*

ITM	VULNERABILIDAD	ÁREA - Ha
1	No Aplica	660.478
2	Muy Bajo	199.401
3	Bajo	492.458
4	Medio	847.742
5	Alto	534.349
TOTAL		2734.429

*Fuente: Elaboración Propia y ZEE-Junín*

### 3.1.6.7 Dirección Predominante del Viento

Es un parámetro de diseño por lo que no se consideró en el modelo; esta información es necesaria para la ubicación del área administrativa del proyecto, definir el uso de cortinas de viento para el control de dispersión de olores y/o materiales o residuos volátiles; en los estudios básicos para el diseño de un relleno sanitario se requiere la información meteorológica in situ (MINAM, 2013).

### 3.1.7 Rasgos Sociales

Es un parámetro el cual se evalúa después de haber encontrado la zona adecuada para la disposición final de residuos sólidos. El área que la municipalidad seleccione es en donde se debe de trabajar en la parte social para que las personas involucradas que estén

cercanas a la zona seleccionada puedan dar su opinión de estar en favor o en contra de la construcción de un relleno sanitario.

El grado de aceptación de las poblaciones aledañas a las áreas pre seleccionadas es el resultado de una evaluación, que incluye como mínimo los siguientes pasos: identificar la población más cercana al sitio seleccionado, determinar las características demográficas de la población y se requiere conocer tanto las opiniones, creencias y actitudes así como su interés y posibilidades de participación, (MINAM, 2013); este parámetro no se ha considerado dentro del modelo al ser un parámetro de adquisición del terreno.

## **3.2 Materiales**

### **3.2.1 Materiales de gabinete**

- Materiales de escritorio (CDs, USB (16 GB), Hojas, lapiceros, etc).
- Monitor a color de alta resolución.
- Laptop Compac.
- Internet.

### **3.2.2 Software**

- Google Earth.
- ENVI 5.0.
- ArcGis10.2.2.
- Microsoft Office 2010(Word,Excel,Access, power point.
- Adobe reader 11.
- Spss.
- Global Mapper 16.
- MapSource versión 6.16.3.

### **3.2.3 Material cartográfico**

- Imagen satelital lansat 8 del distrito de Chilca.
- Imagen satelital descargada del Geoservidor Sasplanet.
- Imagen DEM del área de interés.
- Mapa de desarrollo urbano del distrito de Chilca.
- Shapefile de límite del distrito de Chilca.
- Mapa base del distrito de Chilca (ver Anexo 06 – mapa 03).
- Mapa de sectorización del distrito de Chilca.
- Mapa Satelital del distrito de Chilca (ver Anexo 06–mapa 04).
- Mapas temáticos del distrito de Chilca.

### **3.2.4 Material de campo**

- Cámara fotográfica (CANON , Power Shot ELPH 170IS , LENS 12X15).
- GPS GARMIN 12 Satélites (GARMIN GPS ETREX).
- Pilas AA de repuesto para el GPS.
- Imagen impresa de mapa base del distrito de Chilca.
- Imagen impresa de Google earth del distrito de Chilca.
- Lista de zonas adecuadas con sus respectivas coordenadas.
- Mapa de áreas de las zonas adecuadas para disposición final de residuos sólidos.
- Fichas de campo.

### 3.3 Metodología

La metodología que se utilizó para la determinación de las zonas adecuadas de disposición final de los residuos sólidos en el distrito de Chilca mediante el modelamiento espacial, se basó en la superposición de escenarios; para la cual se tuvo que recabar información referente a cada parámetro de calidad de sitio que se indica en la Guía del Ministerio del Ambiente – MINAM y las normativas técnicas y legales.

Una vez obtenida la información de los parámetros se realizó un análisis de los parámetros que influyen o son determinantes para la selección de zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos, ya que en la guía se ha encontrado parámetros que influyen después de que se cuenta con la zona determinada para un relleno sanitario, como es el parámetro social, parámetros de adquisición y los parámetros de diseño.

Toda información obtenida de los parámetros que influyen en la determinación de zonas adecuadas para disposición final de residuos sólidos se transformó en el formato Shapfile para poder trabajar y analizar en el ArcGis, además se utilizó una imagen satelital descargada del Geoservidor SasPlanet en alta resolución para la edición y la obtención del mapa de uso actual de suelo.

Se obtuvo información de planos referentes a planos de desarrollo urbano, vial, zonificación, sectorización, peligro y vulnerabilidad del distrito de Chilca mediante solicitud anticipada a la Municipalidad de Chilca, para los mapas fisiográficos, geológicos, CUM y otros se obtuvo de la Zonificación Ecológica y Económica de Junín.

Una vez obtenida la base de datos de cada parámetro de calidad de sitio se procedió a elaborar los mapas temáticos de cada parámetro que influye en la determinación de zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos en el software ArcGis, toda la base de datos están georeferenciados en la proyección UTM y WGS1984-18 s.

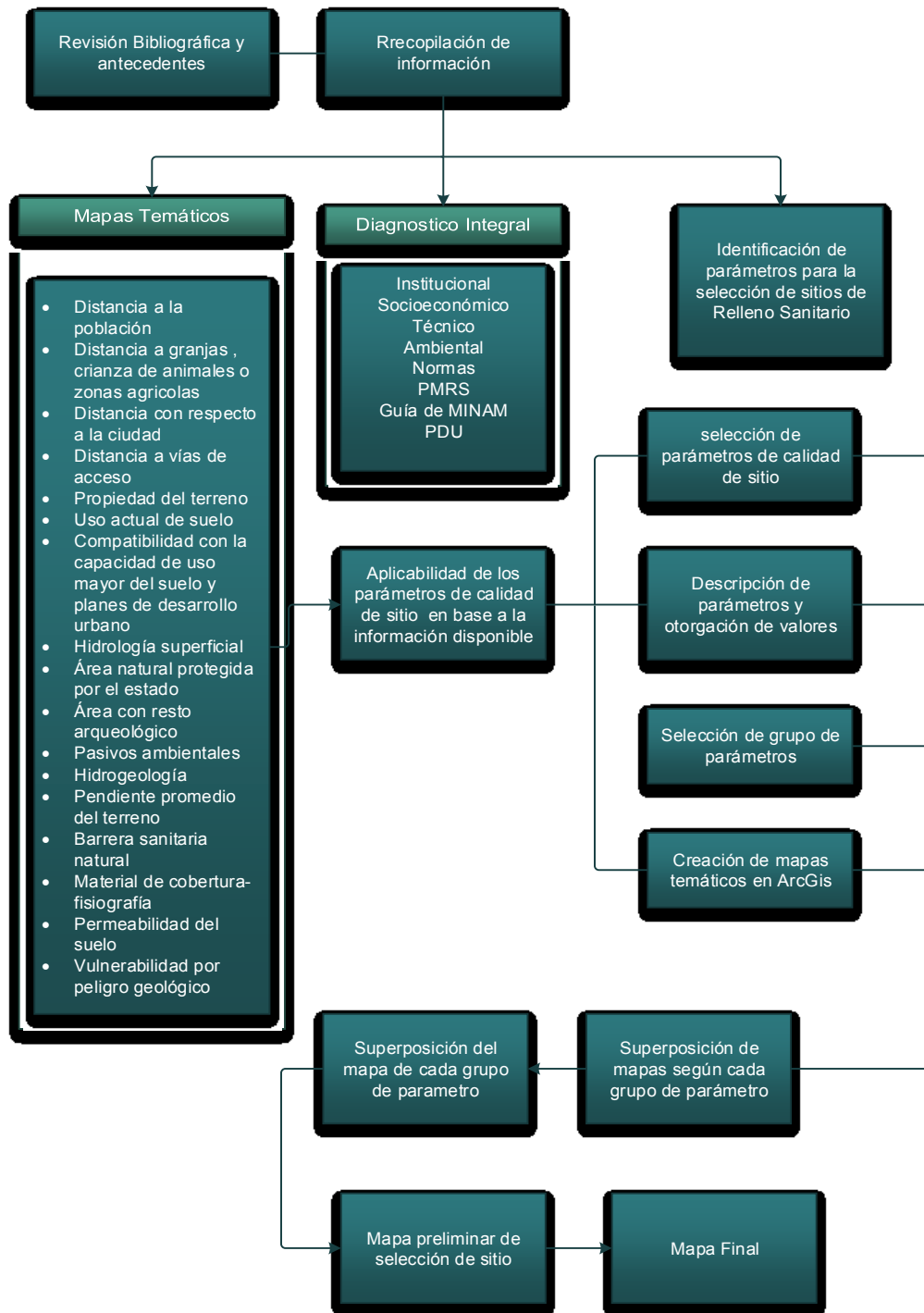
Al utilizar modelamiento espacial GIS se tendrá el potencial de reducir los costos y el tiempo que participan en la selección de un área destinada para la instalación de un relleno sanitario; ya que en el GIS, recupera, analiza y muestra la información de acuerdo con las especificaciones definidas por el usuario (Montes, 2014); Por lo cual en el modelo espacial GIS se creó capas para producir un único mapa de salida, a cada capa o mapa temático se le añadió un valor de selección cuantitativo que es de 0 ó 1 .

Después de que los mapas temáticos fueron elaborados por cada parámetro de calidad de sitio y dado a cada mapa temático realizado, un valor de selección; se procedió a agrupar los parámetros de calidad de sitio en parámetros socio-económico, parámetro ambiental y parámetro técnico para una primera superposición de escenarios en el software ArcGis, una vez obtenida el mapa temática por cada grupo de parámetro se realizó una segunda superposición de escenario obteniéndose la zona adecuada de disposición final de residuos sólidos. Después de concluido este proceso se procedió a la verificación de la información obtenida del programa en campo.

El proceso metodológico a seguir incluyo 07 fases que se describen a continuación. El resumen de la metodología seguida se muestra en la imagen N° 16.



Imagen N° 16: Esquema Operacional de la Investigación



Fuente: Elaboración Propia

La metodología a emplear en el presente trabajo de investigación tuvo las siguientes fases el cual se describirá en el procedimiento:

- a. Fase 01 revisión bibliográfica y antecedente
- b. Fase 02 recopilación de información
- c. Fase 03 selecciones de parámetros que influyen en la determinación de zonas adecuadas para disposición final de residuos sólidos
- d. Fase 04 preparaciones de insumos: se determinara las zonas de exclusión y buffer, y otorgación de valores a cada mapa temático.
- e. Fase 05 selección de grupo de parámetros.
- f. Fase 06 Procesamiento de insumos
- g. Fase 07 verificación y validación de mapa de salida.

### **3.3.1 Método.**

En la presente investigación, se utilizara el Método Cuantitativo. Donde el investigador cuantitativo está preocupado por los resultados, mientras el cualitativo se interesa en los resultados pero lo considera base para un segundo estudio. Lo cuantitativo es concluyente y extraño a los sujetos y está fundamentado en el Positivismo y el Empirismo Lógico (Hernández, 2006).

Por otro lado, también se utilizara del método científico. El método científico comprende un conjunto de normas que regulan el proceso de cualquier investigación que merezca ser calificada como científica (Oceda, 2008).

### **3.3.2 Tipo de Investigación**

El tipo de investigación que tendrá esta tesis es de tipo descriptivo, este consiste en el análisis e interpretación de los datos que han sido reunidos con un propósito definido, esta investigación descriptiva se subdivide en un estudio correlacional donde se

realizan comparaciones de dos o más unidades en un momento dado (Oceda Gago, Cori Orihuela, Romaní Hervas, Uribe Zevallos, & Osorio Palomino, 2015).

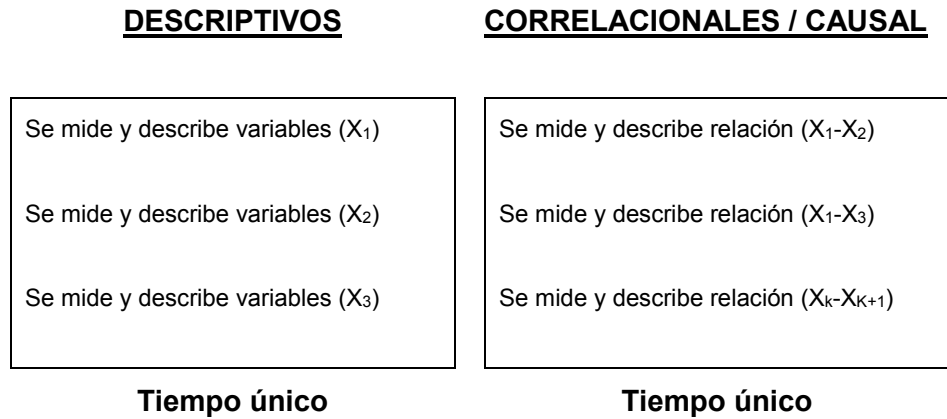
### **3.3.3 Nivel de Investigación**

El nivel de investigación Descriptiva es conocido como la investigación estadística, se describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio tal y como son. Tiene como objetivo central la descripción de los fenómenos, se sitúa en el primer nivel de conocimiento científico. y el nivel de investigación Correlacional tiene como finalidad establecer el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Se caracterizan por que primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación (Oceda Gago, Cori Orihuela, Romaní Hervas, Uribe Zevallos, & Osorio Palomino, 2015).

## **3.4 Diseño de la Investigación**

Se considera que el trabajo de investigación será el no experimental, diseño transeccional causal, es aquel diseño que nos permite predecir el comportamiento de la variable a partir de otras sub variables predictorias (permiten predecir el comportamiento de una o más variables). (Montes, 2014) Este diseño tiene como objetivo describir las relaciones entre dos o más variables individuales en un momento determinado, (HERNÁNDEZ, 2006) y se pueden expresar de la siguiente manera:

Imagen N° 17 : Diseño Transeccional Causal.



El interés es cada variable tomada individualmente

El interés es la relación entre variables, sea correlación causal:



**Fuente:** Diseños No Experimentales de Investigación (ESTUDIO, 2017).

### 3.5 Procedimientos

La metodología a emplear en el presente trabajo de investigación se realizó en 07 fases que se han tratado en el estudio, dentro de estas fases se describen los parámetros seleccionados para la aplicación del modelo y la metodología de cada grupo de parámetro elegidos, adicionalmente se presenta un diagrama de flujo de secuencias de superposición de escenarios definidas para obtener las zonas adecuadas para la disposición final de los residuos sólidos:

### **3.5.1 Fase 01: Revisión Bibliográfica y Antecedente**

En esta fase se da por iniciado el proceso de elaboración de la tesis, por la cual se hace una búsqueda de diferentes trabajos o artículos relacionados al tema central de estudio que es modelamiento espacial de los parámetros de calidad de sitio para determinación de zonas adecuadas de disposición final de los residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales; esta búsqueda se realizó a nivel de Internet, por este medio se buscó artículos que estuvieran escritos en el idioma inglés y español, debido al uso de este medio se encontró una gran cantidad de información publicada, también se buscó información en las bibliotecas universitarias.

### **3.5.2 Fase 02: Recopilación de Información**

Para conocer sobre lo referente al distrito de Chilca se presentó solicitudes a la municipalidad de Chilca; Gobierno Regional de Junín y otras Instituciones Públicas, en la cual se solicitó información referente al Plan de manejo de residuos sólidos 2015, Caracterización de Residuos Sólidos del distrito de Chilca 2015, Plan de Desarrollo Urbano 2015-2020, entre otros. Las solicitudes realizadas se adjuntan en el Anexo 03.

La información temática obtenida de la Municipalidad de Chilca estuvo en formato dwg. Como son: Plano de Desarrollo Urbano, Plano de sectorización, Plano vial , Plano de zonificación, Plano de peligro y vulnerabilidad; toda esta información se convirtieron a formato Shp (Arc Gis).

También se sacó información de la ZEE-Junín 2015 referente a la fisiografía, geología y CUM y otros, esta información fue obtenida en formato Shp, la limitante que se ha tenido con respecto a esta

información es que la base de datos de la ZEE- Junín que está en una escala de 1: 100 000.

### 3.5.3 Fase 03: Selecciones de Parámetros

Selección de parámetros que influyen en la determinación de zonas adecuadas para disposición final de residuos sólidos.

De los 25 parámetros de calidad de sitio que hace mención el MINAM en la Guía de Diseño y Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual, se puede identificar que hay parámetros que se aplican después de la determinación de una zona adecuada de disposición final de residuos sólidos. En la tabla N° 27 se ha identificado parámetros que tienen influencia después de la selección y en el diseño de un relleno sanitario, para la digitalización de los mapas temáticos se ha obviado los parámetros sociales y parámetros de diseño.

*Tabla N° 25: Parámetros que Influyen en la Determinación de Zonas Adecuadas para Disposición Final de Residuos Sólidos*

PARÁMETRO	INDICADOR	ESCALA	color	Descripción
Distancia a la población	Hectáreas adecuadas respecto > 1 000 (m) de la población	Más de 1 000 m.		Parámetro restrictivo
Distancia a granjas crianza de animales o zonas agrícolas.	Hectáreas adecuadas respecto > 1 000 (m) de estancias	Más de 1 000 m.		Parámetro restrictivo
Distancia con respecto a la ciudad (m)	Hectáreas adecuadas respecto de 1 000 a 16 000 (m) de la ciudad	Más de 5 000 m.		Parámetro restrictivo
Distancia con respecto a aeropuertos	Hectáreas adecuadas respecto > 3 000 (m) de aeropuertos	Más de 3 000 m.		No se cuenta con aeropuertos en el distrito de Chilca , por lo que no se consideró este parámetro

Distancia a vía de acceso (m)	Hectáreas adecuadas respecto < 1 000 (m) a las vías nacional	Menor a 1000 metros		La cercanía a vías de acceso representa una ventaja en cuanto a la disposición final de los residuos sólidos , la ausencia de un camino de acceso a una zona para relleno sanitario , implicaría la apertura de caminos nuevos ; por lo cual esto es un parámetro manejable
	Hectáreas adecuadas respecto < 1 000 (m) a las vías departamental			
	Hectáreas adecuadas respecto < 1 000 (m) a la vía férrea			
	Hectáreas adecuadas respecto < 1 000 (m) a las vías del distrito; carreteras			
Propiedad del terreno	Hectáreas adecuadas de Terrenos saneados	Saneado		Una vez obtenida la zona adecuada para la disposición final , la municipalidad debe de evaluar si el terreno es saneado o no , y proceder a obtener el documento legal que la autorice a construir sobre el terreno el relleno sanitario con todas las obras complementarias, estipulando también el periodo y la utilización futura u opciones, como identidad responsable del relleno. Parámetro manejable
Uso actual del suelo	Hectáreas adecuadas de Terrenos sin vegetación respecto al uso actual de suelo	Pastos naturales, forestal de sierra y suelos sin cobertura.		Describe la importancia económica del sitio, entre menor sea la importancia económica, mayor será la conveniencia de sitiar un relleno sanitario en ese sector.
Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo Urbano	Hectáreas adecuadas compatibles con la capacidad de uso mayor de suelo y planes de desarrollo urbano	Compatible		Una infraestructura de disposición final debe estar acorde a la proyección de expansión de la población, así como también debe compatibilizar con el uso de suelos,
Hidrología superficiales (m)	Hectáreas adecuadas > 3 000 m de una quebrada	Más de 3 000 m. Igual a 3 000 m.		Los cuerpos de agua son los mayores recursos naturales de gran valor económico y ecológico, por lo tanto es de gran importancia su protección. Los lixiviados de la basura son un gran peligro porque pueden contaminar física, química y
	Hectáreas adecuadas > 3 000 m de un río			

	Hectáreas adecuadas > 3 000 m de un canal de riego			biológicamente. Parámetro restrictivo
Área natural protegida por el estado	Hectáreas adecuadas > 3 000 de distancia respecto a las áreas naturales protegidas por el estado	Fuera de área natural , inexistencia de ANP		Parámetro restrictivo
Área con restos arqueológicos	Hectáreas adecuadas > 3 000 m de distancia respecto a las áreas con restos arqueológicos	Más de 3 000 m. Inexistencia de restos		Parámetro restrictivo
Pasivos ambientales	Hectáreas adecuadas > 3 000 m de distancia respecto a los pasivos ambientales	Más de 3 000 m. , No existe pasivo ambiental		Parámetro restrictivo
Hidrogeología	Hectáreas adecuadas > 10 m de profundidad de la napa freática respecto a la hidrogeología	profundidad >10 m		Los cuerpos de agua son los mayores recursos naturales de gran valor económico y ecológico, por lo tanto es de gran importancia su protección. Los lixiviados de la basura son un gran peligro porque pueden contaminar física, química y biológicamente. Parámetro restrictivo
Vida útil del proyecto en función del área del terreno	Hectáreas adecuadas que tienen una vida útil > a 5 años o igual a 5 años	No es restrictivo para el modelo.		Es el área que tendrá el relleno sanitario o el espacio que ocupara el relleno sanitario en la zona seleccionada
Pendiente promedio del terreno	Hectáreas adecuadas respecto a la topografía, Pendiente en %.	Terrenos con pendientes de 0 a 12%		Es preferible una topografía que sea plano inclinado para que se logre un mayor volumen aprovechable por hectárea, parámetro manejable
Barrera sanitaria natural	Hectáreas adecuadas con barrera sanitaria natural	Cercos vivos, bosques, cortinas rompevientos naturales.		Reducir los impactos negativos y proteger a la población de posibles riesgos sanitarios y ambientales
Material de cobertura (Profundidad del suelos)-Fisiografía	Hectáreas adecuadas con un suelo moderadamente profundos respecto a la fisiografía	Moderadamente profundo		Deberán investigarse bancos de material para cobertura en lugar próximos y accesibles tomando en cuenta el costo de transporte



Permeabilidad de suelo	Hectáreas adecuadas respecto a suelos arenos-arcilloso que tienen una permeabilidad de $1 \times 10^{-6}$ (arcilla)	Impermeabilidad $< 1 \times 10^{-6}$		La permeabilidad es una función del tamaño de los poros en el sedimento, mientras más pequeño es el tamaño de los sedimentos, más grande es el área superficial en contacto con el agua. El coeficiente de permeabilidad define las necesidades de impermeabilización artificial de la base y taludes del relleno sanitario
Vulnerabilidad por peligro geológico	Hectáreas adecuadas sin presencia de Fallas Geológicas	Sin presencia de Fallas		Se deben evitar aquellas zonas con alto riesgo sísmico, peligrosas por la presencia de fallas tectónicas o por su susceptibilidad a deslizamientos. Parámetro restrictivo
	Hectáreas adecuadas sin riesgo de deslizamiento.	Sin riesgo de deslizamiento.		
	Hectáreas adecuadas que no estén propensas a generar riesgos ante una actividad sísmica	Sin agrietamientos, desprendimientos, desplazamientos u otros movimientos de masas.		
Dirección predominante del viento	Contrario a la población más cercana	No es restrictivo para el modelo.		Parámetro de diseño
Opinión	Grado de aceptación	Desfavorable, poco favorable, regular, altamente favorable (Consulta Pública).		Después de obtener las zonas para la disposición final de residuos sólidos, se tiene que trabajar con la población involucrada o que está en el rango de influencia en la instalación de un relleno sanitario. Parámetro de adquisición
Interés en el proyecto		Sin interés ,bajo interés, mediano interés, alto interés (consulta pública)		
Creencias		Negativa ,positiva (consulta pública)		
Actitud		Favorable, desfavorable, incierta (consulta pública)		
Participación		Participación de rechazo, no haría nada , participación favorable (consulta pública)		

**Fuente:** Elaboración Propia y Adaptado de la Tabla de Parámetros de Calidad de Sitio del MINAM.

*Tabla N° 26: Leyenda de la Tabla N° 27 - Parámetros que Influyen*

itm	Etapa para la Ubicación de un Relleno Sanitario	Influencia	Color
1	Etapa de selección de sitio	Influye en la selección	Verde
2	Etapa de Adquisición	Después de la selección	Amarillo
3	Etapa de desarrollo o Diseño	Influye en el Diseño	Rojo
4	Etapa de Operación	Influye en la Operación	

***Fuente: Elaboración Propia***

Para el modelo espacial GIS se ha seleccionado 16 parámetros, los cuales están considerados dentro de la etapa de selección de sitio que son: Distancia a la población, Distancia a granjas crianza de animales o zonas agrícolas, Distancia con respecto a la ciudad, Distancia vías de acceso, Áreas naturales protegidas por el estado, Áreas con restos arqueológicos, Pasivos ambientales, Hidrogeología, Vida útil del proyecto en función del área del terreno, Pendiente promedio del terreno, Barrera sanitaria natural, Material de cobertura (profundidad del suelo – fisiografía), Permeabilidad del suelo y Vulnerabilidad por peligro geológico.

### **3.5.4 Fase 04: Preparación de Insumos**

#### **3.5.4.1 Estimación del área para la localización de la infraestructura:**

Para determinar qué área se necesita para la instalación de un relleno sanitario se utilizó la información que se presenta en la “Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual” publicada por el MINAM. Las fórmulas que se presentan a continuación fueron programadas en un cuadro de Excel, este cuadro se muestra en el Anexo 05.

#### **3.5.4.2 Elaboración de mapas referente a los parámetros de calidad de sitio**

Se elaboró un mapa temático de cada parámetro seleccionado, obteniéndose un total de 16 mapas

temáticos, conteniendo según el caso: Distancia a la población, distancia a granjas, crianza de animales o zonas agrícolas, distancia con respecto a la ciudad, distancia a vías de accesos, uso actual de suelo, compatibilidad con la capacidad de uso mayor de suelo y planes de desarrollo urbano, hidrología superficial, áreas naturales protegidas por el estado, áreas con restos arqueológicos, pasivos ambientales, hidrogeología, pendiente promedio del terreno, barrera sanitaria natural, material de cobertura (profundidad del suelo-fisiografía), permeabilidad del suelo, vulnerabilidad por peligro geológico; todos los mapas obtenidos están georeferenciados en el sistema coordinado Universal Transversal Mercator UTM – WGS 84 18 S, para la digitalización de los mapas se utilizó el programa Arc Map en su versión 10.2.2 .

Una vez obtenida los mapas temáticos según parámetros de calidad de sitio se procedió a la generación de mapas según sus indicadores de restricción, para lo cual en los mapas temáticos de: Distancia a la población, Distancia a granjas, crianza de animales o zonas agrícolas, Distancia con respecto a la ciudad, Distancia a vías de accesos, Hidrología superficial, Áreas con restos arqueológicos, Pasivos ambientales, se le realizó un pre tratamiento de información para lo cual se utilizó la herramienta “Buffer” (Rango de Influencia). En la tabla N° 28 se adjunta la base de datos de cada mapa temático elaborado.

#### **3.5.4.3 Dar Valor Cuantitativo**

Cada mapa generado según cada parámetro de calidad de sitio se le agregó un código para su identificación y se le asignó un valor cuantitativo según su indicador si cumple

(1) o no cumple (0), en la tabla N°28 se muestra la información que se utilizó para el modelamiento espacial.

**Tabla N° 27: Base de Datos para Modelamiento Espacial - Según Parámetros de Calidad de Sitio**

código	PARÁMETRO	INDICADOR	ESCALA	Valores Cuantitativos		VER MAPA
				Si Cumple	No cumple	
Se1	Distancia a la población	Hectáreas adecuadas respecto > 1 000 (m) de la población	Más de 1000 m.	1	0	Mapa 19
Se2	Distancia a granjas crianza de animales o zonas agrícolas.	Hectáreas adecuadas respecto > 1000 (m) de estancias	Más de 1 000 m.	1	0	Mapa 20
Se3	Distancia con respecto a la ciudad (m)	Hectáreas adecuadas respecto de 1 000 a 16 000 (m) de la ciudad	Más de 5000 m.	1	0	Mapa 21
Se4	Distancia a vía de acceso (m)	Hectáreas adecuadas respecto < 1 000 (m) a las vías nacional	Menor a 1000 metros	1	0	Mapa 22
		Hectáreas adecuadas respecto < 1 000 (m) a las vías departamental				
		Hectáreas adecuadas respecto < 1 000 (m) a la vía férrea				
		Hectáreas adecuadas respecto < 1 000 (m) a las vías del distrito; carreteras				
Se5	Propiedad del terreno	Hectáreas adecuadas de Terrenos saneados	Parámetro de la Municipalidad	No valorizado		
Am1	Uso actual del suelo	Hectáreas adecuadas de Terrenos sin vegetación respecto al uso actual de suelo	Pastos naturales, forestal de sierra y suelos sin cobertura.	1	0	Mapa 23
Am2	Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo urbano	Hectáreas adecuadas compatibles con la capacidad de uso mayor de suelo y planes de desarrollo urbano	Compatible	1	0	Mapa 24
Am3	Hidrología superficiales (m)	Hectáreas adecuadas > 3000 m de una quebrada	Más de 3000 m. Igual a 3000 m.	1	0	Mapa 25
		Hectáreas adecuadas > 3000 m de un río				
		Hectáreas adecuadas > 3000 m de un canal de riego				
Am4	Área natural protegida por el estado	Hectáreas adecuadas > 3 000 de distancia respecto a las áreas naturales protegidas	Fuera de área natural, inexistencia de restos	1	0	Mapa 26

Am5	Área con restos arqueológicos	Hectáreas adecuadas > 3000 m de distancia respecto a las áreas con restos arqueológicos	Más de 3000 m. Inexistencia de restos arqueológicos	1	0	Mapa 27
Am6	Pasivos ambientales	Hectáreas adecuadas > 3000 m de distancia respecto a los pasivos ambientales	Más de 3000 m. , No existe pasivo ambiental	1	0	Mapa 28
Am7	Hidrogeología	Hectáreas adecuadas > 10 m de profundidad de la napa freática respecto a la hidrogeología	Profundidad >10 m	1	0	Mapa 29
	Vida útil del proyecto en función del área del terreno	Hectáreas adecuadas que tienen una vida útil > a 5 años o igual a 5 años	No es restrictivo para el modelo.	No valorizado.		
T1	Pendiente promedio del terreno	Hectáreas adecuadas respecto a la topografía, Pendiente en %.	Terrenos con pendientes de 0 a 12%	1	0	Mapa 30
T2	Barrera sanitaria natural	Hectáreas adecuadas con barrera sanitaria natural	Cercos vivos, bosques, cortinas rompevientos naturales.	1	0	Mapa 31
T3	Material de cobertura (profundidad del suelos)-fisiografía	Hectáreas adecuadas con un suelo moderadamente profundos respecto a la fisiografía	Moderadamente profundo	1	0	Mapa 32
T4	Permeabilidad de suelo	Hectáreas adecuadas respecto a suelos arenarcilloso que tienen una permeabilidad de $1 \times 10^{-6}$ (arcilla)	Impermeabilidad $< 1 \times 10^{-6}$	1	0	Mapa 33
T5	Vulnerabilidad por peligro geológico	Hectáreas adecuadas sin presencia de Fallas Geológicas	Sin presencia de Fallas	1	0	Mapa 34
		Hectáreas adecuadas sin riesgo de deslizamiento.	Sin riesgo de deslizamiento.			
		Hectáreas adecuadas que no estén propensas a generar riesgos ante una actividad sísmica	Sin agrietamientos, desprendimientos, desplazamientos u otros movimientos de masas.			
	Dirección predominante del viento	Contrario a la población más cercana	No es restrictivo para el modelo.	No valorizado		

**Fuente:** Elaboración Propia Adaptado de la Tabla de Parámetros de Calidad de Sitio del MINAM

### **3.5.5 Fase 05: Selección de Grupo de Parámetros**

En esta fase se realizó una agrupación preliminar de los 16 parámetros seleccionados de la guía del MINAM, esta agrupación preliminar permite realizar posteriores cruces en el modelo espacial GIS, a fin de obtener mapas por grupo de parámetros que permitirán identificar los sitios para la Instalación de un relleno sanitario. Los parámetros fueron agrupados en parámetros socioeconómicos; parámetros ambientales y parámetros técnicos.

#### **3.5.5.1 Parámetros Socio-Económicas**

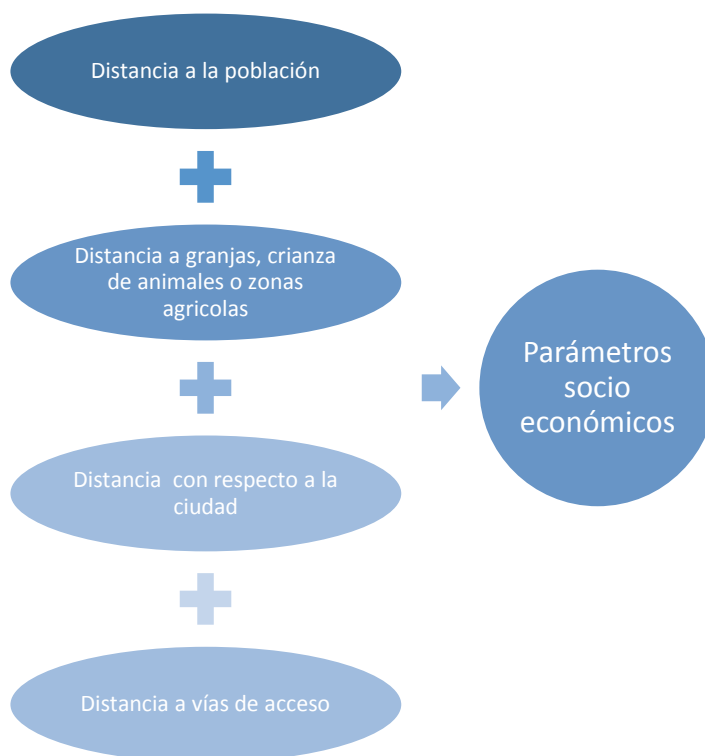
Este parámetro en marca la interrelación que se tiene de los factores sociales y económicos, ejemplo una instalación de una carretera uniendo dos pueblos alejados esta es una actividad socioeconómica, debido a que esta carretera va a permitir la intercomunicación de la población, y un intercambio cultural, también va a beneficiar respecto al traslado de sus productos permitiendo un ingreso en la población. Por lo que se incluyó dentro de este parámetro socioeconómico los siguientes parámetros de la guía del MINAM: que son Distancia a la población; Distancia a granjas, crianza de animales o zonas agrícolas; Distancia a vías de acceso, Distancia con respecto a la ciudad.

Con respecto a lo que es la Distancia a la población Distancia a granjas, crianza de animales o zonas agrícolas y Distancia a la ciudad cuanto más alejado este un relleno sanitario menor es el problema social.

La cercanía a las vías de acceso representa un ventaja, cuanto más cercano a una vía agilizaría la disposición de los residuos y reduciría costos de transporte; y si no se cuenta con un acceso implicaría la apertura de un acceso.

La Imagen N° 18 representa el esquema del grupo de parámetros socio-económico.

*Imagen N° 18: Parámetros Socio-Económicos*



**Fuente:** *Elaboración Propia*

### **3.5.5.2 Parámetros Ambientales**

Este parámetro se ha determinado respecto a las condiciones ambientales que se encuentra en el lugar, y de cómo influenciaría negativamente la instalación de un relleno sanitario con respecto al agua; suelo y aire, como también en la flora o fauna de un determinado lugar. Por lo que se incluyó dentro de este parámetro ambiental los siguientes parámetros de la guía del MINAM: Uso actual de Suelo; Compatibilidad con la Capacidad de Uso Mayor de

Suelo y Planes de Desarrollo Urbano; Hidrología superficial; Áreas Naturales Protegidas por el Estado; Áreas con Restos Arqueológicos; Pasivos Ambientales; Hidrogeología.

El Uso Actual de Suelo describe la importancia de uso, entre menor sea la importancia, se podrá instalar un relleno sanitario.

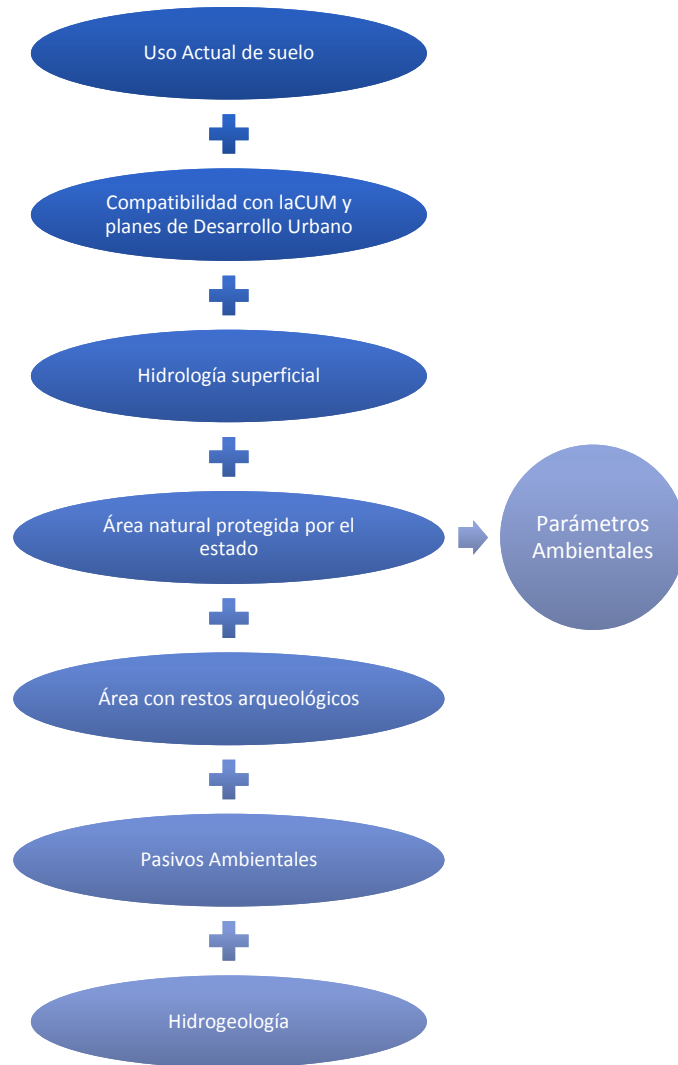
Los cuerpos de agua superficiales y subterráneas son de gran importancia ecológica y de un gran valor económico, por lo que la instalación de un relleno sanitario cercano a este podría estar expuesto a los lixiviados contaminándose física, química y biológicamente.

En las Áreas Naturales Protegidas por el Estado se protegen la biodiversidad y ecología endémica de un lugar de igual manera las zonas con restos arqueológicos se conserva en este la cultura e historia de un lugar.

La Imagen N°19 representa el esquema del grupo de parámetros Ambientales.



*Imagen N° 19: Parámetros Ambientales*



***Fuente: elaboración propia***

### **3.5.5.3 Parámetro Técnico**

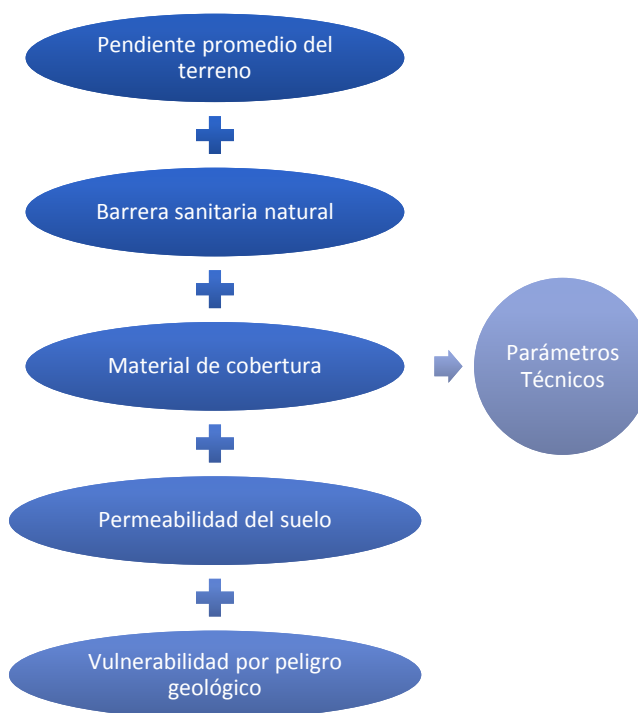
Este parámetro permite evaluar el área de estudio para la construcción de un relleno sanitario. Los parámetros técnicos permiten una adecuada preparación del sitio, construcción de trincheras, la construcción de drenes de lixiviado; construcción de celdas; construcción de chimeneas, entre otros procedimientos. Por lo que se

incluyó dentro de este parámetro técnico los siguientes parámetros de la guía del MINAM:

Pendiente promedio del terreno; Barrera sanitaria natural; Material de cobertura (profundidad del suelo–fisiografía). Permeabilidad del suelo; Vulnerabilidad por peligro geológico.

En la Imagen N° 20 se representa el esquema del grupo de parámetros técnicos.

*Imagen N° 20: Parámetros Técnicos*



**Fuente:** *Elaboración Propia*

### 3.5.6 Fase 06 Procesamiento de Insumos

#### 3.5.6.1 Modelo Espacial GIS

El estudio realizado desarrolló un modelo lineal sistematizado en un GIS, que al ser de tipo abierto, permite el ingreso de nueva información desarrollado para obtener el mapa final de sitios aptos para la disposición final de los residuos solidos

**La metodología utilizada es la superposición de escenarios mediante Sistemas de Información Geográfica (GIS)**, este modelamiento brinda mayor soporte técnico, para la toma de decisiones. Esto se debe a que un análisis soportado en información digital y georreferenciada sobre variables o parámetros de diferente tipo, resulta más confiable, que la metodologías de análisis sujetas al criterio del evaluador (Becerra, 2014).

Un inconveniente para el óptimo desarrollo de esta metodología, es la disponibilidad de información cartográfica sobre cada uno de los criterios seleccionados, (Becerra, 2014).

La función asociada en el modelo GIS es definida como:

$$\mu_{Superposición} = \bigcup_{i=1}^n \mu_1$$

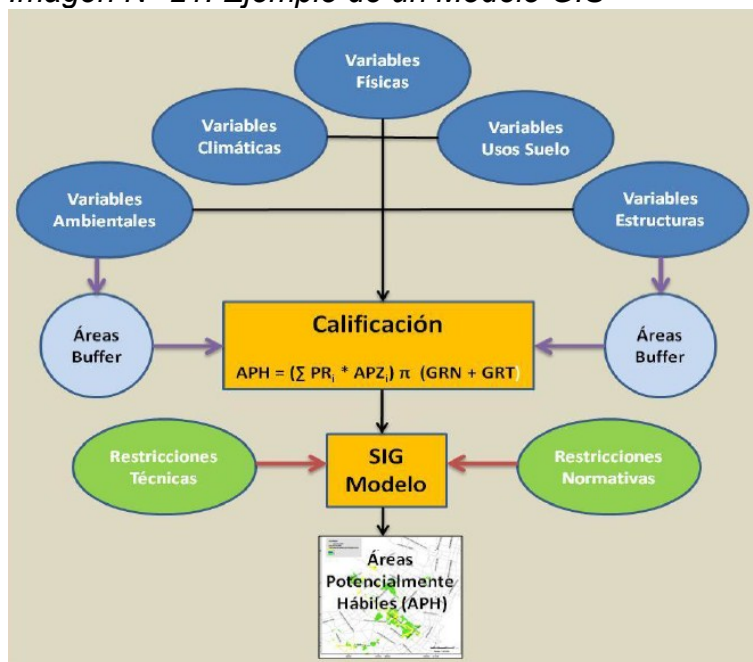
*Ecuación N°1: Función asociada en el modelo GIS*

Donde:

- $\mu_1$  = es la función de asociación para el mapa i-ésimo
- $i=1,2,\dots,n$  mapas a ser superpuestos

En la Imagen N° 31 se muestra un Modelo GIS que va de la mano con un modelo matemático, en este modelo GIS se superpone los distintos grupos de variables dándoles un área de influencia más conocido como Buffer.

Imagen N° 21: Ejemplo de un Modelo GIS



Fuente: (PIRS, 2009)

### 3.5.6.2 Superposición de Escenarios

Para la elaboración del Modelo GIS con la Metodología de superposición de escenarios se realizó una revisión y análisis de la base de datos, la topología, atributos e información del distrito de Chilca.

**Primera superposición de escenarios:** Para la obtención de los grupos de parámetros se utilizó la herramienta unión en el software ArcGis 10.2.2. con respecto a los parámetros ya elaborados según sus indicadores de restricción que son: Distancia a la población más cercana, distancia a granjas, crianza de animales o zonas agrícolas, distancia con respecto a la ciudad, distancia a vías de

acceso se utilizó la herramienta unión y sumatoria para la obtención del mapa temático de parámetro socio-económico; con respecto a los parámetros ya elaborados según sus indicadores de restricción que son: uso actual de suelo, compatibilidad con la capacidad de uso mayor de suelo, hidrología superficial, área natural protegida por el estado, área agrícola, pasivos ambientales, hidrogeología se utilizó la herramienta unión y sumatoria para la obtención del mapa temático de parámetro ambiental; con respecto a los parámetros ya elaborados según sus indicadores de restricción que son : pendiente promedio del terreno, barrera sanitaria natural, material de cobertura, permeabilidad del suelo, vulnerabilidad por peligro geológico se utilizó la herramienta unión y sumatoria para la obtención del mapa temático de parámetro técnico.

**Segunda superposición de escenarios:** Una vez obtenidas los 03 mapas temáticos por grupo de parámetros se realizó una segunda superposición de escenarios el cual consistió en la utilización de la herramienta unión y sumatoria de los parámetros socio económicos, parámetros ambientales y parámetros técnicos, obteniéndose de este proceso un mapa de zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos, Finalmente se procede en “Layout view” (Visualización de Hoja), se realizó los últimos detalles de presentación final del mapa.

### **3.5.7 Fase 07 Validación de Modelo Espacial Gis**

#### **Se realizó en dos etapas:**

Primero etapa verificación en campo: Se realizó un recorrido por las diferentes zonas determinadas por el modelamiento espacial GIS, realizando la comprobación de la validez de los datos obtenidos en el mapa y con la realidad en campo.

Segunda etapa: de los datos obtenidos de la verificación en campo se procedió a realizar una exposición y una encuesta dirigida a los representantes del sector público de los datos obtenidos mediante el modelo espacial GIS utilizando la metodología de superposición de escenarios mediante Sistemas de Información Geográfica (GIS), los resultados de la encuesta realizada en la Municipalidad de Chilca, Muniiciáldad de Huancayo y el Gobierno Regional Junín se adjunta en el Anexo 02.

La Gerencia de Servicios Públicos Locales de la Municipalidad Distrital de Chilca después de la exposición de los resultados obtenidos con el modelo espacial emitió una Carta N° 06-2017/MMCA validando el modelo espacial; la Subgerencia de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Regional Junín emitió una constancia de exposición de los resultados obtenidos con el modelo espacial, estos documentos se adjunta en el Anexo 03.

## 3.6 Hipótesis de la Investigación

### 3.6.1 Hipótesis General

El modelamiento espacial GIS permite determinar de forma más eficiente el estudio de calidad de sitio para la disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo, departamento de Junín

### 3.6.2 Hipótesis Específico

- Los parámetros de calidad de sitio propuesto por normativa influyen para determinar las zonas más adecuadas para la disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales.
- Mediante sistemas de información geográfica se pueden determinar zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales con los parámetros de calidad de sitio.

## 3.7 Variables.

### 3.7.1 Variable Independiente

- parámetros de calidad de sitio

#### Indicador:

- Distancia a la población (m)
- Distancia a granjas crianza de animales (m)
- Hidrología superficiales (Ha)
- Distancia con respecto a la ciudad (m)
- Distancia a vía de acceso (m)
- Uso actual del suelo (Ha)
- Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo (Ha)

- Pendiente promedio del terreno (Ha)
- Barrera sanitaria natural (Ha)
- Posibilidad de Material de cobertura (profundidad del suelo) (Ha)
- Hidrogeología – Profundidad de la napa freática (Ha)
- Permeabilidad del suelo. (Ha)
- Pasivos ambientales.(Ha)
- Área natural protegida por el estado.(Ha)
- Área con restos arqueológicos (Ha)
- Vulnerabilidad por peligro geológico. (Ha)

### **3.7.2 Variable Dependiente.**

- Zonas adecuadas.

#### Indicador:

- Áreas (Ha)
- porcentajes (%)

## **3.8 Cobertura de Estudio**

### **3.8.1 Universo**

- El presente trabajo se realizó en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo, departamento de Junín. El cual cuenta con una superficie de 2734.429 Ha

### **3.8.2 Población**

- La población está conformada por los anexos del distrito de Chilca y su territorio (ver Anexo 06- Mapa 02)

### **3.8.3 Muestra**

- En el estudio no hizo falta determinar la muestra probabilística por ser posible trabajar con el 100% de las hectáreas que comprende el distrito de Chilca.



### **3.9 Técnicas e Instrumentos**

#### **3.9.1 Técnicas de la Investigación**

- Observación de campo
- Modelamiento Espacial GIS
- Geoprocesamiento
- Criterios de selección de sitio del MINAM

#### **3.9.2 Instrumentos de la Investigación**

- Tabla de puntaje según indicador de restricción por parámetro de evaluación este es una tabla adaptada de la tabla de calificación propuesto por el Ministerio del Ambiente, Procesamiento Estadístico de la información, Encuesta de validación de modelo espacial.

### **3.10 Procesamiento Estadístico de la información**

#### **3.10.1 Estadístico**

- .no aplica

#### **3.10.2 Representación.**

- La información que se generó fue representada en mapas y en cuadros estadísticos. La representación en mapas sirvió como una visualización de cada variable, como también la representación gráfica final de las áreas adecuadas para la disposición final de residuos sólidos y los cuadros estadísticos para identificar cual fueron los datos alimentados en el programa ArcMap.

### 3.10.3 Técnicas de Comprobación de la Hipótesis

Para la comprobación de hipótesis se realizó en dos etapas:

#### **Comprobación en campo:**

Se realizó un recorrido por las diferentes áreas determinadas por el modelamiento espacial GIS. Para selección de alternativas se tomaron en cuenta las zonas catalogadas como “Malo, “Regular”, “Bueno”, “muy bueno”, entonces la pregunta es:

¿La información obtenida en el mapa temático de zonas para la disposición final de los residuos sólidos mediante el modelamiento espacial GIS es igual a la información en campo?, para ello se tomó una muestra del mapa temático final, tomando una muestra que satisfaga un grado mínimo de precisión  $\delta$  a un nivel de confianza dado, para lo cual se utilizara la fórmula del tamaño de muestra-proporción de una población.

$$n = \pi(1 - \pi) \left( \frac{Z_{\alpha/2}}{\delta} \right)^2$$

$n$  = Tamaño de la muestra

$\pi$  = Proporción de la población

$\delta$  = error de estimación de  $\pi$ , y es igual entre la proporción muestral ( $p$ ) y la proporción de la población ( $\pi$ ), es decir  $\varepsilon = p - \pi$

En la segunda etapa de los datos obtenidos de la verificación de campo se procedió a realizar una exposición dirigida a los representantes del sector público de los datos obtenidos mediante el modelo espacial GIS utilizando la metodología de superposición de escenarios mediante Sistemas de Información Geográfica (GIS) en la Municipalidad Distrital de Chilca, Municipalidad Provincial de

Huancayo y Gobierno Regional de Junín dirigida a los representantes del sector público que son especialistas en sitios de disposición final de residuos sólidos, Sistemas de Información Geográfica y encargados del área de Desarrollo Urbano. Culminando la exposición se realizó una encuesta a cada participante con respecto al modelo espacial GIS. La encuesta se adjunta en el Anexo 02.

Para medir el grado de fiabilidad de las respuestas se utilizó el valor del Alfa de Cronbach.

En el Alfa de Cronbach tiene una escala de -1 a 1 en la cual mide su eficiencia, cuando esta técnica de comprobación de hipótesis se aproxima a su valor máximo que es 1, mayor es la fiabilidad de la escala es decir indica una están correctamente correlacionados, y si este valor alcanza los valores negativos significa que están negativamente correlacionados.

Las fórmulas que se utiliza para determinar el Alfa de Cronbach se presenta a continuación:

***A partir de las varianzas, el Alfa de Cronbach se calcula así:***

$$\alpha = \left[ \frac{k}{k - 1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right],$$

*Ecuación N° 2: Alfa de Cronbach*

Donde:

- $S_i^2$  es la varianza del ítem  $i$ ,
- $S_t^2$  es la varianza de los valores totales observados y
- $k$  es el número de preguntas o ítems

## CAPITULO IV:

# ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Resultados.

#### Parámetros de calidad de sitios

El primer parámetro evaluado fue la distancia a la población más cercana, el cual se presenta en la tabla N° 28, al mapa obtenido de población se le realizó un buffer (Radio de influencia de 1 000 m), la zona que se encuentra dentro del radio de influencia de los 1 000 m se tiene 7.662 Ha que no son aptas para la instalación de un relleno sanitario, la zona que se encuentra fuera de la zona de influencia de los 1 000 m es de 2 726.767 Ha, el cual indica que estas zonas son aptas para la instalación de un relleno sanitario.

*Tabla N° 28 : Distancia a la Población Más Cercana*

INDICADOR	SE1	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha.	PORCENTAJE %
Menos de 1 000 m.	0	Afecta Centro Poblado	7.662	0.280
Más de 1 000 m.	1	No Afecta Centro Poblado	2726.767	99.720
total			2734.429	100.000

**Fuente:** Anexo 06 - Mapa 19.

El Segundo parámetro evaluado fue, el cual se muestra en la tabla N°29, este parámetro fue obtenido del mapa de distancia a granjas, crianza de animales o zonas agrícolas al cual se le realizó un buffer a cada granjas, crianza de animales o zonas agrícolas encontrado en el distrito de Chilca, y el mapa que se obtuvo son que en el distrito se cuenta 2044.191 Ha que equivale a 74.758 % del distrito de Chilca, que son zonas aptas para la instalación de un relleno sanitario y el 25.242% que equivale a 690.238 Ha del Distrito son zonas no aptas.

**Tabla N° 29 : Distancia a Cobertizos**

INDICADOR	SE2	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha.	PORCENTAJE %
Menos de 1 000 m.	0	Con Afectación Actividades Agropecuarias	690.238	25.242
Más de 10 00 m.	1	Sin Afectación Actividades Agropecuarias	2044.191	74.758
total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 - Mapa 20.**

El tercer parámetro evaluado fue distancia con respecto a la ciudad el cual se muestra en la tabla N° 30, esta información fue obtenida del mapa de uso actual de suelo, mediante la aplicación de buffer radio de influencia de 5 000 m. se aplicó este radio de influencia ya que incluía a las viviendas dispersas dentro del territorio, en el distrito de Chilca se cuenta con 61.454 % del territorio del distrito de Chilca el cual equivale a 1 680.480 Ha. que son aptas para la instalación de un relleno sanitario.

**Tabla N°30: Distancia con Respecto a la Ciudad**

INDICADOR	SE3	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha.	PORCENTAJE %
Más de 5 000 m.	1	Zonas adecuadamente distantes a la Ciudad	1680.408	61.454
Menos de 5 000 m.	0	Zonas de Influencia de la ciudad	1054.020	38.546
total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 21**

El cuarto parámetro evaluado fue distancia con respecto a vía de acceso, los datos obtenidos se presentan en la tabla N° 31, el cual fu obtenida mediante la edición de la imagen satelital y los planos de desarrollo urbano, las zonas que son aptas para la instalación de un relleno sanitario se encuentra a una distancia menor a 1 000 m el cual equivale a 2 612.026 Ha. siendo el 95.524 % del territorio del distrito de Chilca apto, la zona que no son aptas corresponde a 122.403 Ha. el cual está a una distancia mayor de 1 000 m siendo el 4.476 % del territorio.

**Tabla N° 31: Distancia con Respecto a Vías de Acceso**

INDICADOR	SE4	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha	PORCENTAJE %
Mayor a 1000 metros	0	Sin Acceso Vial	122.403	4.476
Menor a 1000 metros	1	Con Acceso Vial	2612.026	95.524
Total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 22**

El Quinto parámetro evaluado fue uso actual de suelo, el cual se muestra en la tabla N°32, para la obtención de este dato se utilizó imágenes satelitales, en el distrito de Chilca las zonas que son aptas y que están dentro del indicador corresponde a 1 362.199 Ha. que es un 49.817% del territorio siendo los suelos áreas que conforman este indicador los más adecuados para la instalación de un relleno sanitario, además la zonas que no son aptas equivale 1 372.229 Ha. que es un 50.183% del territorio .

**Tabla N° 32: Uso Actual de Suelo**

INDICADOR	AM1	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha	PORCENTAJE-%
otro tipo de uso : se cuenta con 1372.229 que es un 50.183% del territorio	0	Terrenos con cultivos extensivos y bordes forestales con riego	154.885	5.664
	0	Terrenos con cultivos extensivos con riego	75.579	2.764
	0	Centros Poblados	644.311	23.563
	0	Masas de Agua	45.268	1.655
	0	Terrenos con cultivos extensivos en seco	207.330	7.582
	0	Plantaciones forestales	203.971	7.459
	0	Bofedales	40.885	1.495
pastos naturales, forestal de sierra y suelos sin cobertura: se cuenta con 1362.199 que es un 49.817% del territorio	1	Suelos Desnudos con Herbáceas	250.998	9.179
	1	Pastizales nativos	551.060	20.153
	1	Zonas de Protección con Arboles	9.185	0.336
	1	Afloramiento Rocoso	57.568	2.105
	1	Vegetación arbustiva natural	432.043	15.800
	1	Pastizales nativos con arbustos	61.345	2.243
TOTAL			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 23**

El sexto parámetro evaluado fue Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo urbano el cual se muestra en la tabla N°33, para la obtención d este dato se utilizó imágenes satelitales e Información brindada por la Municipalidad provincial de Chilca. En el distrito de Chilca se cuenta con uso compatible con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo urbano 1 631.655 Ha. que es un 59.671 % del territorio de Chilca siendo este lugar apto para instalación de un relleno sanitario y se cuenta con 1 102.773 Ha. que es un 40.329 % de uso de suelo que no es compatible siendo estas zonas no aptas para la instalación de un relleno sanitario

**Tabla N° 33: Capacidad de Uso Mayor del Suelo y PDU**

INDICADOR	AM2	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha.	PORCENTAJE %
Pastoril, forestal o protección con restricción: cuenta con 1631.655 Ha que es un 59.671 %	1	Tierras aptas Forestales calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima - Tierras de Protección, limitada en suelo y erosión	461.035	16.860
	1	Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima - Tierras de protección, limitada en suelo, erosión y clima	58.549	2.141
	1	Tierras de protección, limitada en suelo y erosión - Tierras de protección, limitada en suelo (Afloramiento lítico)	943.673	34.511
	1	Tierras de protección, limitada en suelo, erosión y clima	168.399	6.158
no está dentro de Pastoril, forestal o protección con restricción: cuenta con 1102.773 Ha que es un 40.329 %	0	Ríos	49.774	1.820
	0	Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, limitada por suelo e inundación	2.626	0.096
	0	Área urbana	610.705	22.334
	0	Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, limitada por suelo y clima	439.670	16.079
Total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 24**

El séptimo parámetro evaluado fue material de Hidrología superficial el cual se muestra en la tabla N°34, para la obtención de este dato se utilizó imágenes satelitales e información de la ZEE- Junín. El mapa obtenido de la hidrología se le realizó un buffer (radio de influencia de 3 000 m), la zona que se encuentra menos del radio de influencia de los 3 000 m se tiene 48.666 Ha que son aptas para la instalación de un relleno sanitario, la zona que se encuentra más de la zona de influencia de los 3 000 m es de 1 403.694 Ha, el cual indica que estas zonas no son aptas para la instalación de un relleno sanitario.

**Tabla N° 34: Hidrología Superficial**

INDICADOR	AM3	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha	PORCENTAJE %
Más de 300 m.	1	No Afecta la Hidrología Superficial	1330.735	48.666
Menos de 300 m.	0	Afecta la Hidrología Superficial	1403.694	51.334
Total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06– Mapa 25**

El octavo parámetro evaluado fue Áreas naturales protegidas por el estado el cual se muestra en la tabla N°35, para la obtención de este dato se utilizó imágenes satelitales e información de la ZEE -Junín. En el distrito de Chilca se cuenta con 2 734.429 Ha. que equivale a 100 % del territorio de Chilca que se encuentra fuera de áreas naturales, siendo este lugar apto para instalación de un relleno sanitario.

**Tabla N° 35: Áreas Naturales Protegidas por el Estado**

INDICADOR	AM4	DESCRIPCIÓN	AREA	PORCENTAJE
Fuera de área natural , inexistencia de restos	1	No presenta zonas de Áreas de Conservación	2734.429	100.000
Total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 26**

El noveno parámetro evaluado fue Área con restos arqueológicos el cual se muestra en la tabla N°36, para la obtención de este dato se utilizó imágenes satelitales e información del ministerio de cultura. En el distrito de Chilca se cuenta con 2 706.167 Ha que equivale a 98.966% del territorio de Chilca que no se tiene áreas con restos arqueológicos, siendo este lugar apto para instalación de un relleno sanitario y se cuenta con 28.262 Ha. que equivale a 1.034% del territorio que existen restos arqueológicos Siendo estas zonas no aptas para la instalación de un relleno sanitario.

**Tabla N°36: Área con restos arqueológicos**

INDICADOR	AM5	DESCRIPCIÓN	AREA- Ha	PORCENTAJE %
Más de 300 m. Inexistencia de restos	1	No Afecta Restos Arqueológicos	2706.167	98.966
Menos de 300 m.	0	Afecta Restos Arqueológicos - Coto coto	28.262	1.034
Total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 27**

El décimo parámetro evaluado fue Pasivos ambientales el cual se muestra en la tabla N°37, para la obtención de este dato se utilizó imágenes satelitales e información de la ZEE-Junín. En el distrito de Chilca se cuenta con 2 734.429 Ha que equivale a 100% del territorio de Chilca que no existe pasivos ambientales, siendo este lugar apto para instalación de un relleno sanitario.



**Tabla N°37: Pasivos ambientales**

INDICADOR	AM6	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha	PORCENTAJE %
Más de 300 m. , No existe pasivo ambiental	1	No presenta Pasivos Ambientales	2734.429	100.000
Total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 28**

El décimo primero parámetro evaluado fue Hidrogeología el cual se muestra en la tabla N°38, para la obtención de este dato se utilizó información de la ZEE-Junín. En el distrito de Chilca se cuenta con una hidrogeología >10 m de profundidad en un 2 066.98 Ha que equivale a 75.59 % del territorio de Chilca que es apto para la instalación de un relleno sanitario.

**Tabla N°38: Hidrogeología**

INDICADOR	AM7	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha	PORCENTAJE %
profundidad >10 m : cuenta con 2066.98 Ha que es un 75.59 %	1	No Aplica	660.478	24.154
	1	Formaciones sin acuíferos	1048.764	38.354
	1	Acuíferos locales o discontinuos o acuíferos productivos moderados	357.735	13.083
profundidad < 10 m: cuenta con 667.45 Ha que es un 24.41 %	0	Acuíferos generalmente extensos con productividad elevada	133.664	4.888
	0	Acuíferos no confinados con permeabilidad elevada	533.789	19.521
Total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06– Mapa 29**

El décimo segundo parámetro evaluado fue Pendiente promedio del terreno el cual se muestra en la tabla N°39, para la obtención de este dato se utilizó imágenes satelitales y la generación de un modelo de pendiente el cual se encuentra en el Anexo 07-Modelo de Pendiente. En el distrito de Chilca se cuenta con 1 188.199 Ha. que equivale a 43.453% del territorio de Chilca que son aptos para instalación de un relleno sanitario y se cuenta con 1 546.230 Ha. que equivale a 56.547% del territorio que no son aptas.

**Tabla N°39: Pendiente promedio del terreno**

INDICADOR	ESCALA	T1	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha	PORCENTAJE %
1188.199 Ha. que es un 43.453% que son zonas aptas	0 - 2 %	1	Pendiente Plano	673.876	24.644
	2 - 4 %	1	Pendiente Ligeramente inclinado	187.583	6.860
	4 - 8 %	1	Pendiente Moderadamente inclinado	179.078	6.549
	8 - 15 %	1	Pendiente Fuertemente inclinado	147.662	5.400
1546.230 Ha. que es un 56.547% que son zonas no aptas	15 - 25 %	0	Pendiente Moderadamente empinado	434.602	15.894
	25 - 50 %	0	Pendiente Empinado	896.456	32.784
	50 - 75 %	0	Pendiente Muy empinado	199.139	7.283
	> 75 %	0	Pendiente Extremadamente empinado	16.033	0.586
Total				2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 30**

El décimo tercer parámetro evaluado fue barrera sanitaria natural el cual se muestra en la tabla N°40, para la obtención de este dato se utilizó una imagen satelital del Distrito e información de la ZEE-Junín. En el distrito de Chilca se cuenta con 1 532.129 Ha que equivale a 56.031% del territorio de Chilca que cuenta con la presencia de barrera sanitaria natural, siendo este lugar apto para instalación de un relleno sanitario y se cuenta con 1 202.300 Ha que equivale a 43.969 % del territorio que no presenta barrera sanitaria natural siendo estas zonas no aptas

**Tabla N° 40: barrera sanitaria natural**

INDICADOR	T2	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha.	PORCENTAJE %
Cercos vivos, bosques, cortinas rompevientos naturales: cuenta con 1532.129 Ha que es un 56.031 %	1	Herbazal Rastrero Andino Húmedo de Colinas y Montañas	572.764	20.946
	1	Matorral Montano Sub Húmedo de Montañas y Colinas	88.798	3.247
	1	Herbazal Erguido y Matorral Andino Húmedo de Colinas, Montañas y Pla	652.797	23.873
	1	Plantaciones Forestales	217.770	7.964
no se cuenta con Cercos vivos, bosques, cortinas rompevientos naturales: cuenta con 1202.300 Ha que es un 43.969 %	0	Cultivos	457.436	16.729
	0	Zona Urbana	649.422	23.750
	0	Centros Poblados	5.154	0.188
	0	Rio	49.403	1.807
	0	Bofedales	40.885	1.495
Total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 31**

El décimo cuarto parámetro evaluado fue material de cobertura el cual se muestra en la tabla N°41, para la obtención de este dato se utilizó imágenes satelitales y mapa temático de fisiografía. En el distrito de Chilca no se cuenta con material de cobertura en 660.478 Ha. que equivale a 24.154 % del territorio de Chilca, siendo estos lugares no aptos, se cuenta con suelos moderadamente profundos, profundos y muy profundos en 2 073.951 Ha. que es un 75.846% del territorio siendo aptos para extraer material de cobertura para el relleno sanitario

*Tabla N°41: Material de Cobertura*

INDICADOR	T3	DESCRIPCIÓN	AREA-Ha	PORCENTAJE %
No se cuenta con material de cobertura: cuenta con 660.478 Ha que es un 24.154 %	0	No utilizado	660.478	24.154
Moderadamente profundo; Profundo y muy profundo (2) : cuenta con 2073.951 Ha que es un 75.846 %	1	Profundo	172.638	6.313
	1	Profundo - Superficial	461.035	16.860
	1	Moderadamente profundo - Superficial	1170.621	42.810
	1	Moderadamente profundo - Profundo	269.657	9.862
Total			2734.429	100.000

**Fuente:** Anexo 06– Mapa 32

El décimo quinto parámetro evaluado fue permeabilidad del suelo el cual se muestra en la tabla N°43, para la obtención de este dato se utilizó imágenes satelitales e información de la base de datos de la ZEE Junín y el mapa temático de fisiografía del Distrito. En el distrito de Chilca se cuenta con 466.411Ha que equivale a 17.057 % del territorio de Chilca que tiene un drenaje imperfecto y pobre, siendo este lugar apto para la instalación de un relleno sanitario y se cuenta con 2 268.018 Ha que equivale a 82.943% del territorio que tiene un drenaje del suelo excesivo aplica a (cuerpos de agua, nevados, etc.) Siendo estas zonas no aptas.

Tabla N°42: Permeabilidad del Suelo

INDICADOR	T4	DESCRIPCIÓN	PERMEABILIDAD	FISIOGRAFÍA	AREA-Ha	PORCENTAJE %
Presencia de suelos Arcillosos: cuenta con 466.411 Ha que es un 17.057 %	1	Franco Arcillo arenoso	Moderadamente lenta	Profundo - Superficial	461.035	16.860
	1	Franco Arcillo arenoso	Moderadamente lenta	Profundo	5.376	0.197
No presencia de suelos Arcillosos: cuenta con 2268.018 Ha que es un 82.943 %	0	Franco	Moderada	Profundo	25.834	0.945
	0	No utilizado	No utilizado	No utilizado	610.705	22.334
	0	No utilizado	No utilizado	No utilizado	49.774	1.820
	0	Franco arenosos	Moderada	Moderadamente profundo - Profundo	269.657	9.862
	0	Franco arenosos	Moderada	Profundo	2.626	0.096
	0	Franco arenosos	Moderada	Moderadamente profundo - Superficial	943.673	34.511
	0	Franco arenosos - Arenosa	Moderada	Moderadamente profundo - Superficial	226.948	8.300
	0	Franco	Moderada	Profundo	138.802	5.076
Total					2734.429	100.000

**Fuente:** Anexo 06 – Mapa 33

El décimo sexto parámetro evaluado fue Vulnerabilidad por peligro geológico el cual se muestra en la tabla N°43, para la obtención de este dato se utilizó imágenes satelitales, la base de datos de la ZEE Junín, mapa temático geológico, mapa temático de vegetación y mapa temático de pendiente. En el distrito de Chilca se cuenta con 2 200.079 Ha. que equivale a 80.458 % del territorio de Chilca que tiene una vulnerabilidad por peligro geológico baja o nula siendo estas zonas apto para instalación de un relleno sanitario y se cuenta con 534.349 Ha. que equivale a 19.542 % del territorio que tiene una vulnerabilidad por peligro geológico alta Siendo estas zonas no aptas para la instalación de un relleno sanitario.

**Tabla N° 43: Vulnerabilidad por Peligro Geológico**

INDICADOR	T5	DESCRIPCIÓN	AREA -Ha	PORCENTAJE %
Zonas adecuadas sin presencia de Fallas, Zonas adecuadas sin riesgo de deslizamiento, Zonas adecuadas sin: agrietamientos, desprendimientos, desplazamientos u otros movimientos de masas. cuenta con 2200.079 Ha que es un 80.458 %	1	Zonas con Peligro Geológico Bajo	492.458	18.010
	1	Zonas con Peligro Geológico Medio	847.742	31.003
	1	Zonas con Peligro Geológico Muy Bajo	199.401	7.292
	1	Zonas con Peligro Geológico No Aplica	660.478	24.154
Zonas adecuadas con presencia de Fallas, Zonas adecuadas con riesgo de deslizamiento, Zonas adecuadas con: agrietamientos, desprendimientos, desplazamientos u otros movimientos de masas. Cuenta con 534.349 Ha que es un 19.542 %	0	Zonas con Peligro Geológico Alto	534.349	19.542
Total			2 734.429	100.000

**Fuente:** Anexo 06 – Mapa 34

### **Grupo de parámetros de calidad de sitio**

#### **Mapa Temático de Grupo de Parámetro Socio Económico:**

Como primer insumo de la aplicación del modelo se obtuvo un mapa temático de las áreas que cumple y que presentan restricciones para la instalación de un relleno sanitario.

El resultado de la primera superposición de escenario para los parámetros socio económico fue una serie de polígonos, que inicialmente serían aptos para instalar un relleno sanitario a lo largo del estudio, considerando solamente los parámetros: distancia a la población, distancia a granjas, crianza de animales o zonas agrícolas, distancia con respecto a la ciudad, distancia a vías de acceso.

Las zonas aptas para la instalación de un relleno sanitario según el grupo de parámetros socioeconómicos se presentan en la tabla N° 44, en el cual en el distrito de Chilca solo se cuenta con 02 zonas para relleno sanitario, haciendo un total de 1 331.553 Ha. siendo 48.696 % del territorio del distrito de Chilca.

*Tabla N°44: Zonas Aptas Según Grupo de Parámetros Socioeconómico*

N° de Sitios	SE	PORCENTAJE - PSE	AREA -Ha	PORCENTAJE %
2	1	25	1.090	0.040
10	2	50	469.267	17.161
10	3	75	932.519	34.103
2	4	100	1331.553	48.696
Total			2734.429	100.000

**Fuente:** Anexo 06 – Mapa 35

### **Mapa Temático de Grupo de Parámetro Ambientales**

Como segundo insumo de la aplicación del modelo se obtuvo un mapa temático de las áreas que cumple y que presentan restricciones para la instalación de un relleno sanitario.

El resultado de la primera superposición de escenario para los parámetros ambientales fue una serie de polígonos, que inicialmente serían aptos para instalar un relleno sanitario a lo largo del estudio, considerando solamente los parámetros de: uso actual de suelo, CUM, áreas naturales protegidas por el estado, áreas con restos arqueológicos, pasivos ambientales e hidrogeología

Las zonas aptas para la instalación de un relleno sanitario según el grupo de parámetros ambientales se presenta en la tabla N° 45, en el cual en el distrito de Chilca se cuenta con 22 zonas aptas para relleno sanitario, haciendo un total de 544.408 Ha. siendo 19.909 % del territorio del distrito de Chilca.

**Tabla N°.45: Zonas Aptas Según Grupo de Parámetros Ambientales**

N° de Sitios	AM	PORCENTAJE -PAM	AREA-Ha	PORCENTAJE %
12	3	43	199.493	7.296
26	4	57	568.390	20.786
41	5	71	649.130	23.739
48	6	86	773.008	28.269
22	7	100	544.408	19.909
Total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 36**

### **Mapa Temático de Grupo de Parámetro Técnicos**

Como segundo tercer insumo de la aplicación del modelo se obtuvo un mapa temático de las áreas que cumple y que presentan restricciones para la instalación de un relleno sanitario.

El resultado de la primera superposición de escenario para los parámetros técnicos fue una serie de polígonos, que inicialmente serían aptos para instalar un relleno sanitario a lo largo del estudio, considerando solamente los parámetros de: pendiente promedio del terreno, Barrera sanitaria natural, Material de cobertura (profundidad de suelo- fisiografía), permeabilidad del suelo, vulnerabilidad por peligro geológico.

Las zonas aptas para la instalación de un relleno sanitario según el grupo de parámetros técnicos se presenta en la tabla N° 46, en el cual en el distrito de Chilca se cuenta con 1638 zonas aptas para relleno sanitario, haciendo un total de 32.346 Ha. siendo 1.183 % del territorio del distrito de Chilca.

**Tabla N°46: Zonas Aptas Según Grupo de Parámetros Técnicos**

N° de Sitios	T	PORCENTAJE-PT	AREA Ha	PORCENTAJE %
310	1	20	91.087	3.331
3077	2	40	1074.924	39.311
2770	3	60	1086.183	39.722
6051	4	80	449.888	16.453
1638	5	100	32.346	1.183
Total			2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 37**

### **Zonas Adecuadas para la Disposición Final de los Residuos Sólidos.**

El resultado de la segunda superposición de escenario de los mapas temáticos generados por grupo de parámetros socioeconómico, ambiental y técnico fue una serie de polígonos, que inicialmente serían aptos para instalar un relleno sanitario a lo largo del estudio.

Las zonas aptas para la instalación de un rellenos sanitarios según grupo de parámetros se presenta en la tabla N°47; en el distrito de Chilca solo se cuenta con 35 sitios para relleno sanitario, haciendo un total de 1.169 Ha. siendo 0.043% del territorio del distrito de Chilca que cumplen con los 16 parámetros propuestos pero tan solo en un 94% de cumplimiento es decir para estas áreas determinadas hay restricciones, también se ha identificado 2 738 sitios para relleno sanitarios que tienen un total de 115.102 Ha. siendo tan solo 4.209 % del territorio de Chilca estas áreas cumplen con 15 parámetros propuestos pero en un cumplimiento de un 88% es decir para estas áreas hay restricciones.

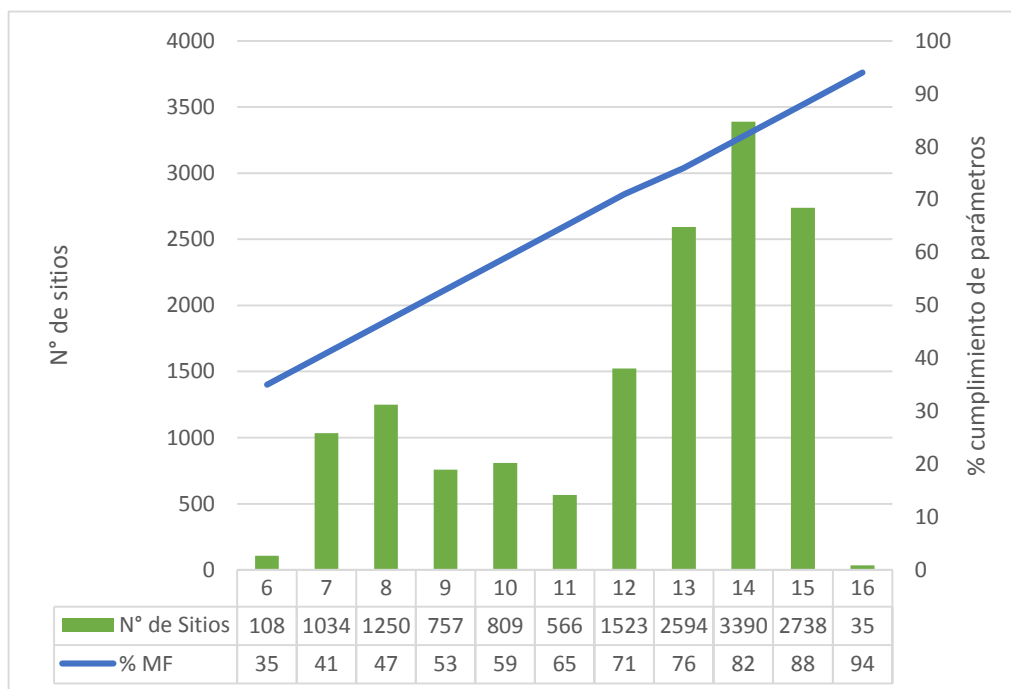
*Tabla N°47: Zonas Adecuadas para Disposición Final de Residuos Sólidos Según Grupo de Parámetros*

N° de Sitios	MF	PORCENTAJE - MF	AREA-Ha	PORCENTAJE %
108	6	35	20.746	0.759
1034	7	41	152.448	5.575
1250	8	47	270.712	9.900
757	9	53	368.772	13.486
809	10	59	316.702	11.582
566	11	65	73.400	2.684
1523	12	71	296.439	10.841
2594	13	76	527.572	19.294
3390	14	82	591.366	21.627
2738	15	88	115.102	4.209
35	16	94	1.169	0.043
14804	Total		2734.429	100.000

**Fuente: Anexo 06 – Mapa 38**

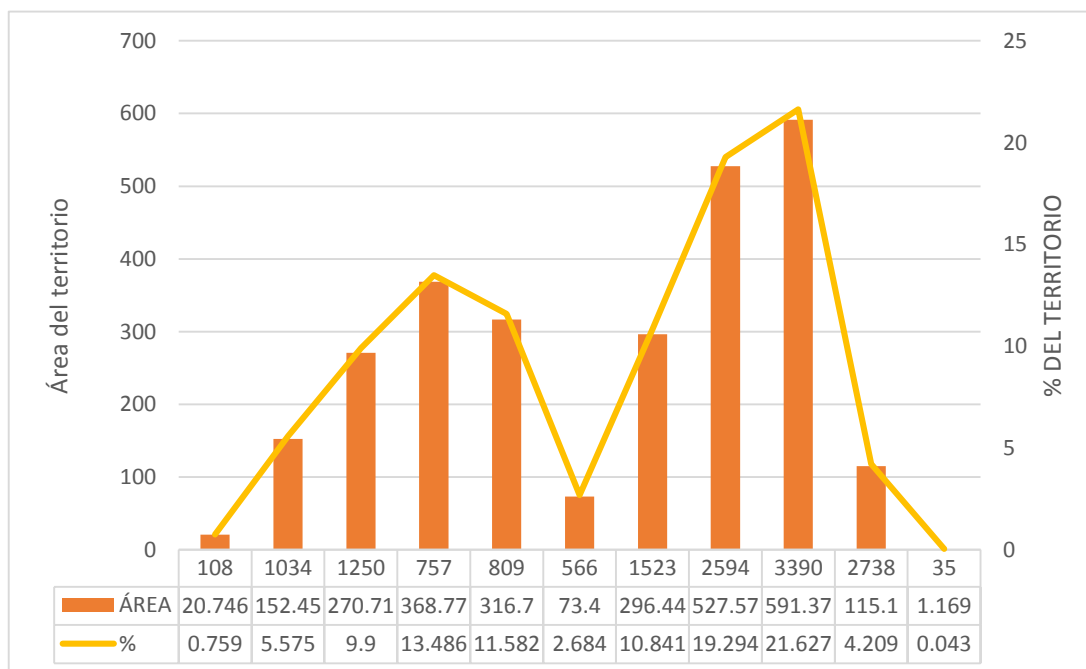


**Gráfico N° 1: N° de Sitios Vs Porcentaje de Cumplimiento de Parámetros**



**Fuente: Tabla 47**

**Gráfico N° 2: Área del Territorio de Chilca Vs % del Territorio de Chilca de las Zonas Adecuadas para la Disposición Final de los Residuos Sólidos**



**Fuente: Tabla 47**

En la tabla N° 48 se presenta el cuadro de sitios adecuados para relleno sanitario en el cual de los datos obtenidos en la tabla N° 47 y el mapa 38 se agrupo las zonas adecuadas según su puntaje ponderado en: cumple de 06- 08 parámetros son considerados sitios muy malos contando con 1142 sitios que hacen en un total de 173.19 Ha. del territorio, cumple de 08 -10 parámetros son considerados sitios malos contando con 2007 sitios que hacen en un total de 639.484 Ha del territorio, cumple de 10-12 parámetros son considerados sitios regulares contando con 1 375 sitios que hacen un total de 390.103 Ha. del territorio, cumple de 12-14 parámetros son considerados sitios buenos contando con 4 117 sitios que hacen un total de 824.011 Ha del territorio, cumple de 14 – 16 parámetros son considerados sitios muy buenos contando con 6 163 sitios que hacen un total de 707.637 Ha del territorio.

*Tabla N°48: Sitios para Rellenos Sanitarios*

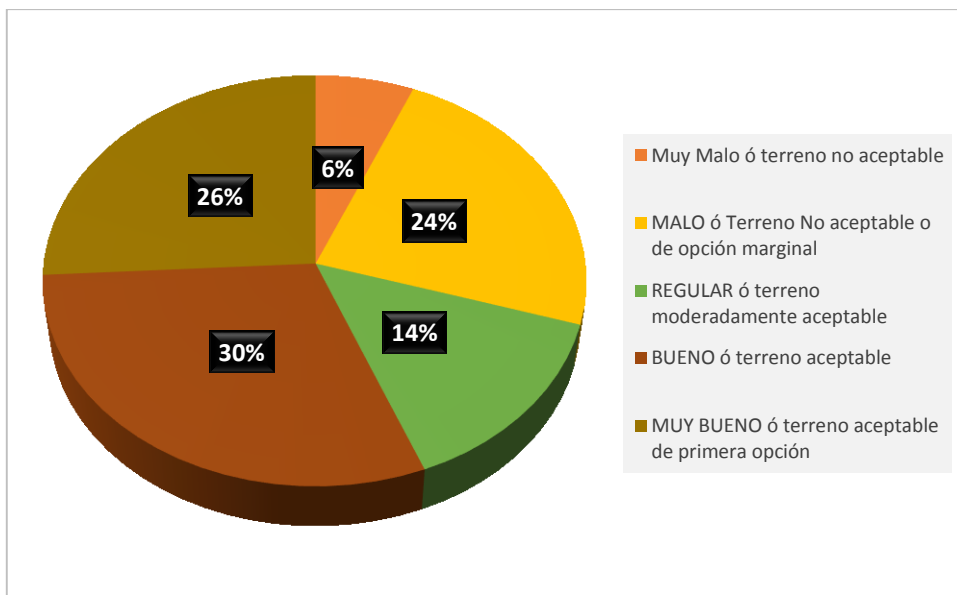
Puntaje ponderado	N° de sitios	AREA-Ha	PORCENTAJE %	CALIFICACIÓN
06 -08.	1142	173.1932501	6.333799896	Muy Malo ó terreno no aceptable
08-10.	2007	639.484	23.386	MALO ó Terreno No aceptable o de opción marginal
10-12.	1375	390.103	14.266	REGULAR ó terreno moderadamente aceptable
12-14.	4117	824.011	30.135	BUENO ó terreno aceptable
14-16.	6163	707.637	25.879	MUY BUENO ó terreno aceptable de primera opción
Total		2734.429	100.000	

**Fuente:** Anexo 06 – Mapa 39

En el grafico N°03 se presenta el porcentaje de áreas aptas y no aptas en el territorio del distrito de Chilca, al aplicar el modelo espacial GIS y el uso de los 16 parámetros las cuales se pondero según su importancia y restricción, se obtuvo que el 26 % del territorio cumplen con 14, 15 y 16 parámetros establecidos ubicándose en sitios idóneos, siendo terrenos muy buenos o aceptables de primera opción para la instalación de un relleno sanitario, también se tiene 30 % del territorio que son buenos o terrenos aceptables, para la instalación de un relleno sanitario, el 14 % del territorio son regulares o terrenos

moderadamente aceptables pero en el cual se presenta el incumplimiento de los parámetros, el 24 % del territorio son malo o terrenos no aceptables o de opción marginal, el 6 % del territorio son muy malo o terrenos no aceptables es decir son lugares que afectan al ambiente, hay problemas socioeconómico y técnico, no cumplen con las condiciones técnicas para la instalación de un relleno sanitario.

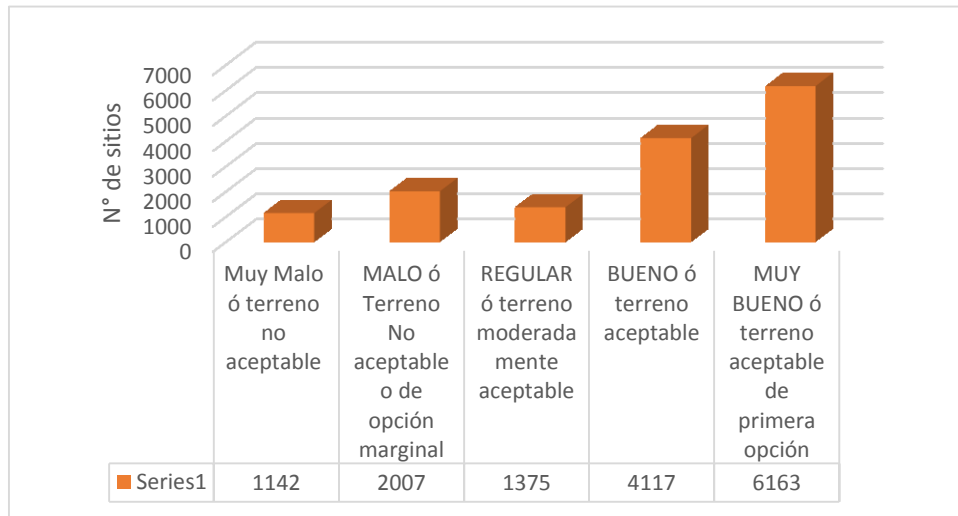
*Gráfico N° 3: Porcentaje de Área de los Sitios para Rellenos Sanitarios con Respecto al Área total de Estudio*



**Fuente: Tabla 48**

En el Gráfico N° 04 se presenta el número de sitios obtenidos con el modelo GIS, los lugares o sitios que cumplen con 14, 15 y 16 parámetros y son muy buenos, siendo aceptables de primera opción son 6 163 lugares identificados con el modelo en el cual es apto para la instalación de un relleno sanitario.

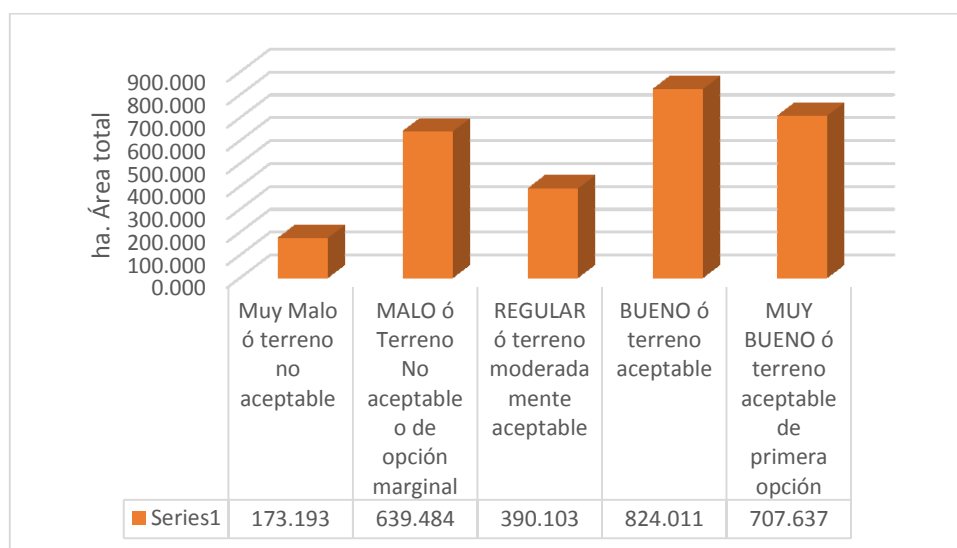
**Gráfico N° 4: Número de Sitios para Rellenos Sanitarios**



**Fuente: Tabla 48**

En el Gráfico N° 05 se presenta las áreas totales obtenidas con el modelo GIS. Los lugares o sitios que cumplen con los parámetros 14, 15 y 16 y son muy buenos, siendo aceptables de primera opción tiene un área total de 707.637 Ha. identificados con el modelo en el cual es apto para la instalación de un relleno sanitario

**Gráfico N° 5: Área Total con respecto al puntaje ponderado**



**Fuente: Tabla 48**

### **Modelo de pendiente**

Se generó un modelo de pendiente, para obtener los resultados de pendiente del distrito de Chilca, para esto se utilizó el programa de Google Earth, el Global Mapper 16 y Arc Map 10.2.2., el modelo se adjunta en el Anexo 07.

### **Modelo Espacial Gis**

Para determinar las zonas adecuadas de disposición final de los residuos sólidos se generó el modelo espacial GIS con la aplicación ModelBuilder en el programa ArcMap 10.2.2, el modelo se adjunta en el Anexo 07.

## 4.2 Discusión de Resultados

### 4.2.1 Parámetros de Calidad de Sitio

- En las tablas del 28 al 43 y mapas del 19 al 34 se muestra los 16 parámetros seleccionados, que influyen para determinar las zonas más adecuadas para la disposición final de residuos sólidos en el distrito de Chilca, estos parámetros fueron evaluados por separado mediante el modelo espacial GIS.
- Para poder localizar las zonas adecuadas para la disposición final de los residuos sólidos se agrupó los parámetros de calidad de sitio en parámetros socio económico, parámetros ambientales y parámetros técnicos. Asimismo (Becerra, 2014) menciona en sus resultados que “la cantidad y calidad de variables empleadas en el modelo, es directamente proporcional a la confiabilidad que las mismas representan. Es decir, que para obtener áreas potencialmente aptas para la localización de este tipo de infraestructura, se hace necesario considerar el mayor número de criterios o factores (agrupados como variables) que aporten desde diferentes puntos de vista, a la calificación de la potencialidad de las zonas.

### 4.2.2 Zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales

- En las tablas 47 y mapa 38, y en los gráficos 01, 02 el área de estudio solo presenta un 0.043% que son zonas muy buenas y que cumplen en un 94 % de los 16 parámetros propuestos, en un 4.209% que cumplen en un 88 % de los 16 parámetros propuestos, en un 21.627% que cumplen en un 82 % de los 16 parámetros propuestos, y los sitios muy malos se tiene en un 0.759% que cumplen en un 35% de los 16 parámetros propuestos. Asimismo (Becerra, 2014) menciona en los resultados de su tesis que los polígonos obtenidos como áreas

potenciales aptas obtuvo la calificación máxima, esto se explica por la multiplicidad de variables y la heterogeneidad de las mismas que ocasionan que los rangos de calificación sean diferentes y al superponer en un SIG los pesos de las variables no sean los mismos para todas las áreas.

- En las tablas 48 y mapa 39, y los gráficos 03, 04 y 05 el área de estudio solo presenta un 25.879% incluye las zonas de “muy bueno”, un 30.135 % incluye las zonas “bueno”, un 14.266% incluye las zonas “regular”, un 23.386% incluye las zonas “malo” y en un 6.33% incluye las zonas de “muy malo”. Asimismo (Montes, 2014) menciona en los resultados de su tesis que de la superficie analizada solo un 0.56% incluye la zona de “muy buena”, un 14.58% representa la zona “buena”, un 40.73% representa la zona “regular” y un 44.13% la zona “mala”. Por lo cual las zonas muy buenas para la instalación de un relleno sanitario tienen un porcentaje reducido del territorio en estudio.
- Los sitios que cumplen con 94 % de los parámetros propuestos tienen un porcentaje del territorio muy reducido, por lo cual las zonas para la instalación de rellenos sanitarios tienen que estar dentro de las zonas seleccionadas que cumplen en un 88% y 82% de los parámetros propuesto.

#### **4.2.3 Modelo espacial GIS**

- En la Imagen N° 22 se propuso un modelo espacial GIS que tiene como objetivo determinar zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales a partir de 16 parámetros evaluados en el GIS, este modelo es una opción más sencilla y menos costosa que realizar un procedimiento de verificación punto por punto en el terreno. Asimismo (Paz, 2011) menciona en sus resultados que “a través de la implementación de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) y sus diferentes herramientas,

se pueden determinar sitios o zonas en donde es posible ubicar actividades antropogénicas que vayan de acorde a las condiciones naturales de las mismas, lo que ocasiona por ende un mejor aprovechamiento de los recursos y un menor impacto ambiental en las mismas, siendo un claro ejemplo de lo que postula el ordenamiento territorial”, en la tesis de (Montes, 2014) indica en su discusión de resultados que “el modelo de localización asignación propuesto, implementando en un GIS es una herramienta muy útil para el planificador territorial, ya que permite obtener resultados considerando diversas variables que van desde la economía a lo social, además de establecer diversos escenarios que permiten un modelamiento”.

#### 4.3 **Contrastación de Hipótesis**

Para la comprobación de la eficiencia del modelo espacial GIS en determinar zonas adecuadas de disposición final de los residuos sólidos en el distrito de Chilca se desarrolló en dos etapas:

##### **Primera etapa:**

Se realizó un recorrido por las diferentes áreas determinadas por el modelamiento espacial GIS.

El criterio que se usó para determinar si un punto es correcto, es si el mapa obtenido con el modelamiento GIS sea igual a la calificación del campo

Para selección de alternativas se tomaron en cuenta las zonas catalogadas como “Muy Malo” “Malo”, “Regular”, “Bueno”, “muy bueno” .

En el cuadro se muestra calificación que se considerar en la verificación de campo y mapa.



**Tabla N° 49: Calificación de mapa- campo**

Calificación	Simbología	Campo -Mapa	Verificación	
Muy Bueno	MB	MB-B	Punto correcto	Apto para la instalación de un relleno sanitario
Bueno	B	B-MB	Punto correcto	
Regular	R	R-M, RMM	Punto correcto	No apto para la instalación de un relleno sanitario
Malo	M	M-R, M-MM	Punto correcto	
Muy Malo	MM	MM-R, MM-M	Punto correcto	

**Fuente:** elaboración propia

En el siguiente cuadro se muestra los resultados de la verificación preliminar:

**Tabla N° 50 : Verificación Preliminar en Campo**

ITM	Punto	X	Y	Valor Campo	Valor Mapa	Estatus
1	157	474772	8663578	M	MM	correcto
2	156	475361	8662932	M	M	correcto
3	158	475964	8662163	MM	MM	correcto
4	007	477401	8663936	MM	M	correcto
5	009	480050	8661770	R	B	incorrecto
6	013	480438	8662036	B	MB	correcto
7	025	480693	8662529	B	B	correcto
8	055	480128	8663355	B	MB	correcto
9	078	480395	8665824	M	R	incorrecto
10	079	480461	8665772	MM	R	incorrecto

**Fuente:** Elaboración Propia

En la tabla N° 50 se puede verificar que la proporción de puntos correctos es 0.7, y reemplazando en la ecuación siguiente:

$$n = \pi(1 - \pi) \left( \frac{Z_{\alpha/2}}{\delta} \right)^2$$

$n$  = Tamaño de la muestra

$\pi$  = Proporción de la población

$\delta$  = error de estimación de  $\pi$ , y  $\delta$  es igual entre la proporción muestral ( $p$ ) y la proporción de la población ( $\pi$ ), es decir  $\varepsilon = p - \pi$

Se va a trabajar con un nivel de confianza del 95%, por lo tanto el valor estándar para este nivel de confianza ( $Z_{\alpha/2}$ ) es de 1.96 y  $\pi = 0.5$  debido a que puede ser que el mapa este bien como que este mal, la proporción muestral del mapa que esta correcta es 0.7, obteniéndose que el tamaño de muestra es de 24.01 por lo que se agregaron 14 puntos más para la verificación, los resultados se muestran a en la Tabla N° 51 y en el Anexo 08 se adjunta las fichas de evaluación en campo y las evidencias fotográficas :

**Tabla N°51: Puntos de Verificación para Validación de Mapa de Salida**

ITM	Punto	X	Y	Valor Campo	Valor Mapa	Estatus
1	157	474772	8663578	M	MM	correcto
2	156	475361	8662932	M	M	correcto
3	158	475964	8662163	MM	MM	correcto
4	007	477401	8663936	MM	M	correcto
5	009	480050	8661770	R	B	incorrecto
6	013	480438	8662036	B	MB	correcto
7	025	480693	8662529	B	B	correcto
8	055	480128	8663355	B	MB	correcto
9	078	480395	8665824	M	R	incorrecto
10	079	480461	8665772	MM	R	incorrecto
11	087	480411	8665523	R	R	correcto
12	094	480558	8665102	M	M	correcto
13	096	480594	8664986	M	M	correcto
14	116	480492	8664848	M	R	correcto
15	117	480394	8664900	m	M	correcto
16	122	479884	8665028	R	B	correcto
17	123	479880	8665106	B	MB	correcto
18	131	479760	8664948	R	R	correcto
19	133	479790	8664655	R	B	correcto
20	153	479053	8664449	MM	MM	correcto
21	155	478791	8664256	MM	M	correcto
22	066	479431	8663561	M	MM	correcto
23	068	479267	8663450	MM	MM	correcto
24	057	479884	8663421	B	MB	correcto

**Fuente: Elaboración Propia**

En la tabla N° 51 se puede determinar que el 87.5 % del mapa temático de zonas adecuadas de disposición final de los residuos sólidos es correcto y un 12.5% es incorrecto.

Los puntos de verificación se detectaron durante el recorrido en campo y todas ellas cayeron dentro de los puntos catalogados como correcto.

## Segunda etapa:

La validación del modelo espacial GIS se realizó con una exposición y una encuesta dirigida a los representantes del sector público, esta exposición se realizó en la Municipalidad Distrital de Chilca, Municipalidad Provincial de Huancayo y Gobierno Regional de Junín, las evidencias fotográficas de la exposición se adjuntan en el Anexo 09 .

Para medir el grado de fiabilidad de la encuesta planteada se utilizó el valor del Alfa de Cronbach.

La encuesta presentada en las instituciones consta de 6 preguntas, en donde se tiene los criterios de excelente (3), Bueno (2), Regular (1) y Deficiente (0); las respuestas fueron procesadas en el programa IBM SSPS statistics 23, se procedió a calcular la sumatorio de todas as respuestas obtenidas, para luego proceder a realizar un análisis descriptivo calculando la varianza de cada parámetro y la varianza de la sumatoria de ítems de las preguntas.

En la tabla N°52 se muestra los resultados obtenidos en la encuesta, en el que dieron su opinión sobre la presentación dictada en referencia al modelo espacial GIS.

*Tabla N°52 : Resultado de Encuesta en las Instituciones Públicas*

N°	NOMBRE Y APELLIDO	PROFESIÓN	CARGO	LUGAR DE TRABAJO	Área	ITM 01	ITM 02	ITM 03	ITM 04	ITM 05	ITM 06
1	MEDINA TORPOLO MAGALI MARITZA	Ing. Forestal y Ambiental	Especialista Ambiental en Disposición Final	Municipalidad Distrital de Chilca	Gerencia de Servicios Públicos Locales y Medio Ambiente	3	3	3	3	3	3
2	YARANGA ORE , KENNI JOEL	Ing. Ambiental	Asistente	Municipalidad Distrital de Chilca	Gerencia de Servicios Públicos Locales y Medio Ambiente	2	3	2	3	2	3

3	Homar Huanca Libeth	Bach. Ing Ambiental	Asistente	Municipalidad Distrital de Chilca	Gerencia de Servicios Públicos Locales y Medio Ambiente	2	2	2	3	2	2
4	Juan Manuel Romero Seminario	Ing. Ambiental	responsable de Segregación ambiental y residuos sólidos	Municipalidad Distrital de Chilca	Gerencia de Servicios Públicos Locales y Medio Ambiente	3	2	2	3	2	2
5	Cesar R. Guillermo Mendoza	Tec. Administrativo	Tec. Inspector	Municipalidad Distrital de Chilca	Sub Gerencia de planeamiento urbano	3	3	3	3	3	3
6	Lopez Huaman Marco Antonio	Arquitecto	Especialista ODU	Municipalidad Distrital de Chilca	Gerencia de Desarrollo Urbano	3	3	3	3	3	2
7	Manuel Angel Mucha Montes	Arquitecto	Tec. Inspector	Municipalidad Distrital de Chilca	Gerencia de Desarrollo Urbano	2	2	2	2	2	2
8	Kevin Espiritu Saens	Bach. Ing. Civil	Tec. Especialista	Municipalidad Distrital de Chilca	Gerencia de Desarrollo Urbano	2	2	2	2	2	2
9	Jose Francisco Yachi Cantonin	Arquitecto	Gerente de Desarrollo Urbano	Municipalidad Distrital de Chilca	Gerencia de Desarrollo Urbano	2	3	3	2	2	2
10	Luis Eduardo Vilcahuaman Cideron	Ing. Ambiental	Regidor	Municipalidad Distrital de Chilca	Gerencia de Desarrollo Urbano	2	2	2	2	2	2
11	Ruben Lui Salazar Arturo		Especialista Unidad de Relleno Sanitario	Municipalidad Provincial de Huancayo	Gerencia de Servicios Públicos Locales y Medio Ambiente	2	2	2	2	2	2
12	Ames Avellaneda Vamsa	Ing. Ambiental	Coordinadora del GCRH	GRJ	Sub Gerencia de RRNGMA	3	3	1	1	2	2
13	Lus Aurora Torres Amancay	Ing. Forestal y Ambiental	Sub Gerente de RRNN -GRJ	GRJ	Sub Gerencia de RRNGMA	2	1	2	1	1	1

14	Risa Abadosuaiz	Lic. CC.CC	SPD	GRJ	Sub Gerencia de RRNGMA	2	2	1	2	3	3
15	Alex Sandro Medina Guerra	comunicador	Coordinador de comunicación ambiental	GRJ	Sub Gerencia de RRNGMA	2	1	2	2	3	1
16	Cristian Guillermo Arancibia	Ing. Ambiental	Practicante	GRJ	Sub Gerencia de RRNGMA	2	1	3	2	2	2
17	Jason Benji Garay Paucar	Ing. Ambiental	Asistente	GRJ	Sub Gerencia de RRNGMA	2	2	2	2	2	2

**Fuente: Elaboración Propia**

En la tabla N°53 se presenta los porcentajes relativo a la frecuencia de las respuestas de cada uno de las preguntas, de acuerdo a la tabla N° 54, el 30.39% ha dado respuesta de excelente en las 6 preguntas planteadas, el 59.80% ha dado respuesta de bueno en las 6 preguntas planteadas y el 9.80% considera como regular

**Tabla N°53: Porcentaje Relativo a la Frecuencia de las Respuestas**

Calificación	Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	suma	%	
3	excelente	5	6	5	6	5	4	31	30.39
2	bueno	12	8	10	9	11	11	61	59.80
1	regular	0	3	2	2	1	2	10	9.80
0	deficiente	0	0	0	0	0	0	0	-
N° encuestados		17	17	17	17	17	17	102	100

**Fuente: Elaboración Propia**

Sin embargo como se puede apreciar en la tabla N° 54 con respecto a las respuestas de aceptación por cada pregunta, el 29% considera que la Presentación de la propuesta del modelo espacial GIS para determinar zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos es excelente y el 71% que es bueno, el 35% considera que es excelente la selección confiable de los parámetros que influyen para determinar las zonas más

adecuadas para la disposición final de residuos sólidos que cumplen con los requisitos técnicos y legales, el 47% considera que es buena y el 18% que es regular; el 29% considera que es excelente la selección de las zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos que fueron determinadas con el modelamiento espacial GIS cumplen con los requisitos técnicos y legales, el 59% que es bueno y el 12 % que es regular; el 35% considera que es excelente el modelamiento espacial GIS y permite determinar de forma más eficiente el estudio de calidad de sitio para la disposición final de residuos sólidos que cumplan con los requisitos técnicos y legales, el 53% que es bueno y el 12% que es regular; el 29% considera que excelente la Relevancia del contenido, el 65% que es bueno y el 6% que es regular; el 24% considera que es excelente la Factibilidad de aplicación del modelo, 65% bueno y 12% que es regular

*Tabla N° 54: % de Aceptación por Pregunta*

calificación	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	porcentaje
item 01	29%	71%	0%	0%	100%
item 02	35%	47%	18%	0%	100%
item 03	29%	59%	12%	0%	100%
item 04	35%	53%	12%	0%	100%
item 05	29%	65%	6%	0%	100%
item 06	24%	65%	12%	0%	100%

**Fuente:** *Elaboración Propia*

En la tabla N° 55 se muestra el coeficiente Alfa de Cronbach total de la encuesta que fue 0.778 mayor al mínimo aceptable de 0.7 para una investigación , al acercarse este valor obtenido a 01 su fiabilidad es mayor, el cual me indica e resultado obtenido en la encuesta es aceptada .

*Tabla N°55: Estadística de Fiabilidad*

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.776	.867	7

**Fuente:** *Elaboración Propia*

## CONCLUSIONES.

El modelo espacial GIS con la metodología de superposición de escenario propuesto, permite identificar en forma más eficiente el estudio de calidad de sitio para determinar las zonas adecuadas de disposición final de residuos sólidos, este modelo fue validado mediante una exposición y una encuesta en la Municipalidad Distrital de Chilca, Municipalidad Provincial de Huancayo y Gobierno Regional de Junín teniendo una aprobación de 77.6% de fiabilidad de los resultados en la encuesta.

Se evaluaron los parámetros de calidad de sitio que influyen para determinar zonas más adecuadas para la disposición final de los residuos sólidos que cumplen con los requisitos técnico y legales y se seleccionó los siguientes parámetros: Distancia a la población, Distancia a granjas crianza de animales, Hidrología superficiales, Distancia con respecto a la ciudad, Distancia a vía de acceso, Uso actual del suelo, Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo, Pendiente promedio del terreno, Barrera sanitaria natural, Posibilidad de Material de cobertura (profundidad del suelo), Hidrogeología – Profundidad de la napa freática, Permeabilidad del suelo, Pasivos ambientales, Área natural protegida por el estado, Área con restos arqueológicos y Vulnerabilidad por peligro geológico; todos estos parámetros para el ingreso en el modelo espacial GIS se agrupó en: parámetros socioeconómico, parámetros ambientales y parámetros técnico, las cuales aportan desde diferentes puntos de vista la calificación de potencialidad de las zonas.

En el distrito de Chilca, provincia de Huancayo se ha identificado que las zonas malas representan 23.386%, y muy malas representa 6.33%, regular 14.266%, buen 30.135 %, muy bueno 25.879% mediante el modelamiento espacial GIS

## **RECOMENDACIONES.**

Se recomienda que el modelo espacial GIS propuesto en el proyecto de tesis, deba ser implementado como una herramienta técnica de toma de decisiones en la Municipalidad Distrital de Chilca y otras instituciones públicas, con respecto a la selección de zonas adecuadas para la disposición final de los residuos sólidos.

Se recomienda hacer un análisis de suelo en las zonas que cumplen con los 14 a 16 parámetros de calidad de sitio para asegurar la idoneidad de las zonas aptas

Se recomienda integrar parámetros sociales como grado de aceptación respecto a una futura construcción del relleno sanitario para obtener mejores resultados en la localización de sitios para rellenos sanitarios mediante GIS.

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Chilca implementar un relleno sanitario o una planta de tratamiento en las zonas que son muy buenas ya que cumplen de 14 a 16 parámetros,

Con el modelo espacial GIS se ha identificado zonas que son muy buena para la instalación de un relleno sanitario, por lo que se recomienda a la Municipalidad Distrital de Chilca implementar la instalación de un relleno sanitario en la zona que se ubicada entre las coordenadas E: 480128 N: 8663355, está zona es conocido como cerro San Cristóbal y se ubica a espaldas del cementerio de chilca ; con el modelo GIS se ha identificado que el área indicada en las coordenadas cuenta con una mayor de 23 Ha y cumple con los 15 parámetros propuesto por normativa. (Ver Anexo 06- mapa 39 y 40) y (Anexo 08 – punto de verificación 055)



## BIBLIOGRAFÍA

- Amakihe, E. (4 de Mayo de 2011). *Sistema de Información Geográfica (SIG) como Herramienta de Soporte de Decisiones para la Selección de Sitios de Rellenos Sanitarios Potenciales*. Nigeria: Universidad de Ciencias Aplicadas.
- ArcGIS. (7 de noviembre de 2011). *DESKTOP 10*. Obtenido de ArcGIS Resource:  
<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/002w00000026000000/>
- Arquiñigo, C. M. (2006). *Tesis: Modelamiento SIG para Identificar los Cambios del Río Ucayali y su Influencia Ambiental (Sector Pucallpa)*. Lima-Peru: Universidad Mayor de San Marcos.
- BADU, S., & SIVASANKAR. (2014). GIS and Remote Sensing Technology for Urban Solid Waste Management: A case study of Sivakasi municipality in India. *International Journal of Interdisciplinary Research*, 1-8.
- Becerra, N. M. (2014). *Tesis: Identificación de Áreas Potenciales para el Manejo de Residuos o Desechos Peligrosos en el Departamento de Cundamarca*. Bogotá-D.C. Colombia: Universidad Nacional de Colombia-Departamento de Ingeniería Química y Ambiental.
- Bestancourt, P. C. (1992). Determinación de Alternativas para el Nuevo Relleno Sanitario.
- BRITO, E. (1999). Balneabilidade. Praias Próprias Ou Impróprias...Acredita -Se Ou Nao? *Bio-Revista Brasileira De Saneamento E Meio Ambiente*, Ano X N° 10.
- BROLLO MJ, V. R. (1998). O Estudo De Áreas Degradadas Em Cartografia Geotécnica Voltada Ao Planejamento Territorial. *Anais Do 3º Simpósio*

*Brasileiro De Cartografia Geotécnica* (Págs. 7-9). Florianópolis (Sc): Florianópolis Abge.

BROLLO, M. J. (2001). *METODOLOGIA AUTOMATIZADA PARA SELEÇÃO DE ÁREAS PARA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Aplicação na Região Metropolitana de Campinas (SP)*. São Paulo: Tese de Doutorado – Departamento de Saúde Ambiental-faculdade de saúde pública da Universidade de São Paulo.

CHILE, G. D. (Diciembre , 2011). Identificación de Areas paraLocalización de Instalaciones de Manejo de RSD . *Comisión Nacional del Medio Ambiente*, 1-14.

COMERCIO. (16 de SEPTIEMBRE de 2016). *Faltan 132 Rellenos Sanitarios para Cubrir Demandaen el País*. Obtenido de COMERCIO: <http://elcomercio.pe/sociedad/peru/faltan-132-rellenos-sanitarios-cubrir-demanda-pais-noticia-1932108>

Comercio, E. (08 de Abril de 2015). Minam: Municipios no priorizan gestión de residuos sólidos. *El Comercio*.

Correo. (21 de noviembre de 2014). *CORREO*. Obtenido de correo: <http://diariocorreo.pe/ciudad/huancayo-entre-las-10-ciudades-con-mas-basura-546352/>

D.S. N° 057. (22 de Julio de 2004). D.S. N° 057-2004-PCM. *Apruevan el Reglamento de la Ley N°27314, Ley General de Residuos Sólidos*. Lima, Lima, Perú: Casa de Gobierno en Lima.

Ebistu, T. A., & Sewnet Minale, A. (2013). Solid Waste Dumping Site Suitability Analisis Using Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing for Bahir Dar Town, North Western Ethiopia. *African Journal of Enviromental Science and Tecnology*, 976-989.

- ECOGIS. (2014). *Manual Teorico- Practico de: " Siatemas de Información Geográfica "-nivel básico*. Huancayo: Consultora ECOGIS Ingenieros E.I.R.L.
- ESRI. (2010). *ArcGis Spatial Analyst - Anexo de producto*. España: Esri España.
- ESRI. (2013). *GIS*. Obtenido de ESRI: <http://www.esri.com/>
- ESRI, GIS Development, & NOAA. (1995). *ESRI*. Obtenido de ESRI: <http://www.esri.com/>
- ESTUDIO, T. D. (2017). *Tècnicas De Estudio*. Recuperado El 21 De Mayo De 2017, De Metodologia De La Investigaciòn: <http://www.tecnicas-de-estudio.org/investigacion/investigacion39.htm>
- FORNASARI Fº N & BRAGA TO. (1996). *Auditoria e contribuições do meio físico ao sistema de gerenciamento ambiental*. São Paulo (SP): Apostila do curso "O meio físico em instrumentos de gerenciamento ambiental sob a ótica da ISO 14.000", Instituto de Pesquisas Tecnológicas.
- Garcia, R. A., Hita, J. M., & Conde, M. S. (2009). *Sistemas de Información Geográfica (SIG), para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) del Municipio del Prat de Llobregat*. Barceona : Universitat Politecnica de Catalunya.
- HERNÁNDEZ, R. Y. (2006). *Metodología De La Investigaciòn Científica*. Colombia: Ed. Mc Graw Hill.
- Hernández, R. y. (2006). *Metodología de la Investigación Científica* . Colombia: Mc Graw Hill.
- HIRATA. (1994). RCA . Fundamentos e estratégias de proteção e controle da qualidade das águas subterrâneas. Estudo de casos no Estado de São Paulo. *Tese de Doutorado - Instituto de Geociências da USP*].

- Hornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. EE.UU.: Banco Mundial.
- IGAC. (2013). *Descripción y Corrección de productos Landsat 8*. Bogotá. Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- IIAP, Universidad de Tuku, Biota BD Oy, & UNAP. (2004). *manual para la elaboración de mosaicos de imágenes de satélite Landsat TM para la selva baja Peruana*. Peru.
- INEI. (Enero de 2015). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de Anuario de Estadísticas Ambientales 2014: [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)
- ISM. (2015). *Instituto Superior del Medio Ambiente*. Obtenido de [info@ismedioambiente.com](mailto:info@ismedioambiente.com): <http://www.ismedioambiente.com/escuela-ism>
- Jorge, J. (2002). *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Municipales*. Los Pinos 259, Lima, Peru: El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS) s e reserva.
- Ley N° 27314, L. g. (20 de Julio de 2000). *Congreso de la República*. Obtenido de SINIA: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos>
- Martín, S. N., & Rodríguez Conde, J. (2010). *Investigación Y Evaluación Educativa En La Sociedad Del Conocimiento*. Salamanca -España: Ediciones Universidad de Salamanca.
- MDCH. (2015). *Plan de Desarrollo Urbano*. Distrito de Chilca: Municipalidad Provincial de Chilca.
- MDCH. (2016). *Caracterización de Residuos Sólidos*. Chilca: Municipalidad Distrital de Chilca.

- MDCH-PMRS. (2016). *Plan de Manejo de Residuos Sólidos*. Chilca: Municipalidad Distrital de Chilca.
- MINAM. (3 de Julio de 2013). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Guia de diseño, construcción , operación, mantenimineto y cierre de relleno sanitario anual: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/residuos>
- MINAM. (2015). *Guía Metodológica para el Desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos*. Obtenido de MINAM: <http://www.redrrss.pe/material/20150302183324.pdf>
- MINAM, M. N. (2010). *Guía de Capcitación aRecicladores para su Inserción en los programas de Formalización Municipal*. San Isidro, Lima,perú: Editorial Super Gráfica E.I.R.L.
- Montes, J. G. (2014). *Tesis: "Localización de sitios para relleno sanitarios mediante sistemas de información geográfica para la ciudad de huancavelica"*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- NOAA. (30 de setiembre de 2009). *NOAA Fisheries*. Obtenido de Sistema de Información Geografica: <http://www.nmfs.noaa.gov/gis/index.htm>
- OCEANO GRUPO EDITORIAL & OTROS. (1997). Matemáticas. En O. G. Otros, *Autodidactica Oceano Color* (Págs. 562-573). España: Oceano Grupo Editorial .
- Oceda Gago, D., Cori Orihuela, S. L., Romaní Hervas, M. E., Uribe Zevallos, A. J., & Osorio Palomino, G. K. (2015). *Teoría y Práctica de la Investigación científica*. Lima: Soluciones Graficas S.A.C.
- Oceda, D. y. (2008). *Metodología de la Investigación* . Huancayo: Pirámide.
- Ochoa Tejeda, V., & Francois Parrot, J. (2007). *Extracción Automática de Trazas de Deslizamientos Utilizando un Modelo Digital de Terreno e Imágenes de*

*Satélite de Alta Resolución IKONOS. Ejemplo en la Sierra Norte de Puebla, México.* México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas.

OEFA. (2013-2014). *Organismo de Evaluación y Fiscalización*. Obtenido de Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de Gestión Municipal Provincial. informe del 2013-2014: <https://www.oefa.gob.pe/>

OEFA. (2014). Obtenido de residuos Sólidos: <https://www.oefa.gob.pe/>

Olaya, V. (2012). *Sistemas de Información Geográfica*. [http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro\\_SIG](http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG).

Ortega, L. R. (2010). *SElección De Sitio Apto Para Establecer Un Relleno Sanitario A Través De Análisis Espacial Para El Municipio "El Torno"*. Bolivia: Universidad Mayor De San Simón-Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales.

Oyinloye, D. M. (2013). Using GIS and Remote Sensing in Urban Waste Disposal and Management: A Focus on Owo L.G.A, Ondo State, Nigeria. *European International Journal of Science and Technology*, 106-118.

Oyinloye, M. A. (2009). El Uso de SIG y Teledetección en Eliminación de Residuos Urbanos y Gestión un Enfoque en Owo LGA , Estado de Ondo Nigeria. *European international Journal of Science and Technology*.

Paz, S. A. (2011). *Localización de Sitios Adecuados para Establecer un Vertedero de Residuos Sólidos Urbanos en el Municipio del Distrito Central de Honduras* . Honduras: Universidad Nacional Autónoma de honduras- Facultad de Ciencias Especiales.

Perú21. (24 de septiembre de 2014). OEFA: Cinco regiones del Perú tienen botaderos en estado crítico. *Perú21*, <http://peru21.pe/actualidad/oefa->

libertad-arequipa-lambayeque-cusco-y-tacna-tienen-botaderos-estado-critico-2199432.

PIRS. (2009). *Programa de Investigación Sobre Residuos -"Estudio para identificar y localizar áreas potenciales para la ubicación de infraestructura para el manejo de residuos o desechos peligrosos acorde al plan de ordenamiento territorial de Bogotá D.C. . Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia Bogota , D.C. : Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos -Universidad Nacional de Colombia.*

Puertas Tuestas, R., Rengifo Trigozo, J., & Bravo Morales, N. (2011). *ArcGIS Básico 10*. Tingo María-Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Ramos, A. M. (11 de marzo de 2015). Solo hay diez rellenos sanitarios para 30 millones de habitantes. *La Republica* , págs. <http://larepublica.pe/11-03-2015/solo-hay-diez-rellenos-sanitarios-para-30-millones-de-habitantes>.

Rebolledo, A. B. (2009). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales*. Minatitlán, Veracruz, MÉXICO: Universidad Politécnica de Madrid.

Rey, F. J. (2013). *Departamento de Geología; Geografía y Medio Ambiente*. Obtenido de [www.geogra.uah.es](http://www.geogra.uah.es):

[http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/AnalisisRaster/RSA  
Module/RSASelect.htm](http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/AnalisisRaster/RSAModule/RSASelect.htm)

Robinson, S., & Cross Switzerland, G. (2013). *La organización ecologista independiente Green Cross Suiza and Instituto Blacksmith de EE.UU.* Obtenido de Green Cross: <http://www.gcint.org/los-diez-lugares-mas-contaminados-del-ano-2013/>

RPP. (16 de 06 de 2012). *RPP Noticias*. Obtenido de Huancayo en problemas para ubicar lugar de disposición final de basura:

<http://rpp.pe/peru/actualidad/huancayo-en-problemas-para-ubicar-lugar-de-disposicion-final-de-basura-noticia-492783>

RPP. (05 de 02 de 2013). *RPP Noticias*. Obtenido de Botaderos de Huancayo, Tambo y Chilca no cumplen con normas técnicas: <http://rpp.pe/peru/actualidad/botaderos-de-huancayo-tambo-y-chilca-no-cumplen-con-normas-tecnicas-noticia-564503>

RPP. (25 de setiembre de 2014). Junín dentro de las 20 ciudades con observación por botaderos críticos. *RPP Noticias*, págs. <http://rpp.pe/peru/actualidad/junin-dentro-de-las-20-ciudades-con-observacion-por-botaderos-criticos-noticia-728636>.

Salazar, D. B. (2003). *Guía para la Gestión del Manejo de Residuos Sólidos Municipales*. Obtenido de RedRRSS:

<http://www.redrrss.pe/material/20090129005237.pdf>

Sánchez-Núñez, J. M., Velázquez Serna, J., Serrano Flores, E., Ramírez Treviño, A., Balcazar Vázquez, A., & Quintero Rodríguez, R. (2008). Criterios ambientales y geológicos básicos para la propuesta de un relleno sanitario en Zinapécuaro, Michoacán, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 305-324.

SEMARNAT, S. d. (13 de Noviembre de 2015). *SEMARNAT*. Obtenido de SEMARNAT.gob: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/residuos-solidos-urbanos>

Sener, B. (2004). *Selección de Sitios para Vertedero Utilizando Sistemas de Información Geográfica*. Ankara: Universidad Tecnica del Medio Este.

SILVA, L. A. (2015). *Sistemas De Información Geográfica Y La Localización Óptima De Instalaciones Para Residuos Sólidos: Propuesta Para La Provincia De Huánuco*. Lima: UNMSAM - Facultad De Ciencias Sociales.



- SMA. (1998B). Proposta De Política De Residuos Sólidos. En S. D. Ambiente. Sao Paulo (SP): Série Documentos Ambientales.
- SPDA, S. P. (2009). *Manual de Residuos Sólidos*. Lima-Perú: Lerma Gómez,EIRL.
- Tapia, M. M., & Cerda Troncoso, J. (2008). Modelos de Localización Óptima de Actividades no Deseadas Aplicado a los Residuos Sólidos en la Región Metropolitana. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 211-219.
- UOC. (s.f.). *WWW.UOC.edu*. Obtenido de Modelo De Regresión Lineal Múltiple: [http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/T01\\_Reg\\_Lineal\\_Multiple.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/T01_Reg_Lineal_Multiple.pdf)
- Veraa, M. G., & Cardozo Carrerab, C. R. (2012). Localización Óptima de Rellenos Sanitarios Aplicando Técnicas Multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el AltoParaná . *VII Congreso de Medio Ambiente/AUDM*.
- Villeneuve, J. A. (2003). *Determinación y Evaluación Final de Residuos Sólidos Municipales en la Reserva de la Biosfera el Vizcaíno B.C.S.* La Paz -Baja California Sur : Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.
- Zafra Mejía, C. A., Mendoza Castañeda , F. A., & Montoya Varela, P. A. (2012). Metodología para la Localización de Rellenos Sanitarios Mediante Sistemas de Información Geográfica un Caso Regional Colombiano. *Ingeniería* .
- ZEE. (2015). *Zonificación Ecológica y Económica Junín*. O.R. N° 218 -GRJ/CR y aprobación favorable Oficio N° 286-2015-MINAM /VMDERN/DGOT: Gobierno Regional Junín.

## **ANEXO**

