

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

1. Datos del autor:

Apellidos y Nombres: _____

Código de alumno: _____ Teléfono: _____

E-mail: _____ D.N.I. n°: _____

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

- Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional
- Trabajo Académico Trabajo de Investigación
- Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

3. Título Profesional o Grado obtenido:

4. Título del trabajo de investigación:

5. Facultad de: _____

6. Escuela, Carrera o Programa: _____

7. Asesor:

Apellidos y nombres _____ D.N.I n°: _____

E-mail: _____ ID ORCID: _____

8. Estilo de Citas: _____

9. Tipo de acceso al Documento:

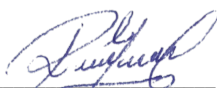
- Acceso público* al contenido completo. Acceso restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

10. Originalidad del archivo digital

Por el presente deixo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

12. Para ser llenado por la Dirección del Repositorio Institucional

Consignar la fecha que se indica en la misma fuente impresa o digital

Huaraz,

Firma: 
Varillas William Eduardo
Asistente en Informática y Sistemas
- UNASAM -



***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE OPCIONES
TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS
CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE
PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA –
HUARAZ- ANCASH**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
GUZMAN ROSALES ROCIO DEL PILAR**

**ASESOR:
ING. DANILO ENRIQUE MONTORO VERGARA**

HUARAZ – ANCASH – PERU

2021

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme encontrar el sendero correcto y protegerme siempre; a mis padres Berta y Juan, por su amor y apoyo incondicional. En memoria de mi mamá Julia que me cuidó y guió siempre, a mis hermanas Julia y Lucía que son y serán siempre mi mayor inspiración para ser mejor persona y profesional cada día.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por haberme conducido por el sendero del bien y que por la fe en él jamás me aparte del camino correcto.

A mi madre, por ser la precursora de cada logro y que con sus regaños me ayudo a culminar la tesis demostrándome que el amor más sincero es el suyo, a mi padre, por su paciencia y el lazo de amor inquebrantable que nos unirá siempre. A mis hermanitas July y Luchi que con sus sonrisas e inocencia que las caracteriza siempre creen en mí.

A mis compañeros, amigos del código y a todos aquellos que Dios me permitió conocer a lo largo de la vida universitaria, con los cuales compartí aulas y no solo adquirí conocimientos sino también vivencias inolvidables que las llevaré por siempre en mi mente y corazón.

A mi alma máter, a la Facultad de Ingeniería Civil, docentes, personal administrativo; por haber contribuido a mi formación profesional y personal, al Ing. Danilo Montoro Vergara por motivarme y guiarme, además de su apoyo para la conclusión de la tesis.

Índice

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	2
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	3
1.5.1. Hipótesis.....	3
1.5.2. Variables	3
1.5.3. Matriz de consistencia	3
1.5.4. Operacionalización de variables	3
1.6. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	3
1.7. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
CAPÍTULO II.....	12
MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL	12
2.1. BASE TEÓRICA.....	12
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	12
2.2.1. Criterios para la elección de la opción tecnológica en saneamiento rural	12
2.2.2. Opciones tecnológicas de saneamiento rural	23

2.2.4. Algoritmo de selección de sistemas de disposición sanitaria de excretas para el ámbito rural	49
CAPÍTULO III.....	57
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO	57
3.1.1. Tipo de investigación	57
3.1.2. Diseño de investigación.....	57
3.2. LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.2.1. Limitación geográfica.....	57
3.2.2. Limitación temporal	58
3.2.3. Limitación temática.....	58
3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	58
3.3.1. Población y muestra	58
3.4. MÉTODOS Y RECURSOS EMPLEADOS.....	58
3.4.1. Métodos.....	58
3.4.2. Recursos empleados	59
3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	60
3.5.1. Recolección de datos	60
3.5.2. Procesamiento de datos	61
3.5.3. Análisis de datos.....	61
CAPÍTULO IV	62
APLICACIÓN METODOLÓGICA.....	62
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	62
4.1.3. Vías de acceso	63
4.1.4. Geología local	63
4.1.5. Capacidad de uso mayor de suelos	65

4.1.6.	Pendiente de suelos	68
4.1.7.	Población.....	69
4.1.8.	Vivienda	69
4.1.10.	Diagnóstico del sistema de disposición de excretas	76
4.2.	CRITERIO TÉCNICO EN LA ZONA DE ESTUDIO	78
4.3.	CRITERIO SOCIAL EN LA ZONA DE ESTUDIO	85
4.4.	CRITERIO ECONÓMICO EN LA ZONA DE ESTUDIO	87
CAPÍTULO V.....		91
RESULTADOS		91
5.1.	RESULTADOS DE APLICACIÓN DEL ALGORITMO EN EL CENTRO POBLADO DE HUELLAP	91
5.2.	RESULTADOS DE APLICACIÓN DEL ALGORITMO EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA ROSA DE PACUASH.....	95
5.3.	RESULTADOS DE APLICACIÓN DEL ALGORITMO EN EL CENTRO POBLADO DE UCURU 104	
CONCLUSIONES		113
RECOMENDACIONES		114
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA		115
ANEXOS		117

Índice de Tablas

Tabla 1. Matriz de consistencia.....	4
Tabla 2. Operacionalización de variables	5
Tabla 3. Dotación de agua según forma de disposición de excretas	13
Tabla 4. Clasificación de suelos expansivos.....	16
Tabla 5. Relación del potencial expansivo con el índice plástico	17
Tabla 6. Clase de terreno por tiempo de infiltración.....	19
Tabla 7. Sistemas de disposición sanitaria de excretas para el ámbito rural	52
Tabla 8. Ubicación geográfica de los C.P. Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru	62
Tabla 9. Vías de acceso a los C.P de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru	63
Tabla 10. Descripción de los códigos geológicos de la zona de estudio	66
Tabla 11. Descripción de los códigos de CUM de suelos en la zona de estudio	67
Tabla 12. Clasificación de pendientes	68
Tabla 13. Población de los C.P. Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru	69
Tabla 14. Material de construcción predominante en las paredes C.P de Huellap.....	69
Tabla 15. Material de construcción predominante en los pisos C.P de Huellap.....	70
Tabla 16. Material de construcción predominante en los techos C.P de Huellap.....	70
Tabla 17. Alumbrado eléctrico en las viviendas C.P de Huellap	70
Tabla 18. Material de construcción predominante en las paredes C.P de S.R.P	71
Tabla 19. Material de construcción predominante en los pisos C.P de S.R.P	71
Tabla 20. Material de construcción predominante en los techos C.P de S.R.P	72
Tabla 21. Alumbrado eléctrico en las viviendas C.P de S.R.P.....	72
Tabla 22. Material de construcción predominante en las paredes C.P de Ucru	72
Tabla 23. Material de construcción predominante en los pisos C.P de Ucru	73
Tabla 24. Material de construcción predominante en los techos C.P de Ucru	73
Tabla 25. Alumbrado eléctrico en las viviendas C.P de Ucru.....	74
Tabla 26. Abastecimiento de agua en las viviendas C.P de Huellap.....	74

Tabla 27. Abastecimiento de agua en las viviendas C.P de Santa Rosa de Pacuash	75
Tabla 28. Abastecimiento de agua en las viviendas C.P de Ucru	75
Tabla 29. Disposición sanitaria de excretas en viviendas C.P de Huellap	76
Tabla 30. Disposición sanitaria de excretas en viviendas C.P de Santa Rosa de Pacuash	76
Tabla 31. Disposición sanitaria de excretas en viviendas C.P de Ucru.....	78
Tabla 32. Clasificación SUCS en la zona de estudio	81
Tabla 33. Nivel freático en la zona de estudio.....	82
Tabla 34. Test de Percolación en el C.P. de Huellap	83
Tabla 35. Test de Percolación en el C.P. de Santa Rosa de Pacuash	84
Tabla 36. Test de Percolación en el C.P. de Ucru.....	84
Tabla 37. Aceptabilidad de opción tecnológica en el C.P de Huellap.....	85
Tabla 38. Aceptabilidad de opción tecnológica en el C.P de Santa Rosa de Pacuash	86
Tabla 39. Aceptabilidad de opción tecnológica en el C.P de Ucru	86
Tabla 40. Definición de la opción tecnológica en el C.P de Huellap	88
Tabla 41. Definición de la opción tecnológica en el C.P de Santa Rosa de Pacuash	89
Tabla 42. Definición de la opción tecnológica en el C.P de Ucru.....	90

Índice de Figuras

Figura 1. Profundidad del nivel freático	14
Figura 2. Esquema de la UBS - HSV	24
Figura 3. Caseta de la UBS - HSV	28
Figura 4. Taza especial de la UBS - HSV	29
Figura 5. Esquema de la UBS - HSV	30
Figura 6. Taza especial en la UBS - COM	34
Figura 7. Perspectiva de cámaras composteras de UBS - COM.....	35
Figura 8. Esquema de la UBS - TSM.....	36
Figura 9. Vista de planta de la UBS - TSM.....	41
Figura 10. Pozo de absorción.....	43
Figura 11. Detalle de zanja de percolación.....	45
Figura 12. Detalle del humedal	46
Figura 13. Algoritmo de selección de sistemas sin arrastre hidráulico	50
Figura 14. Algoritmo de selección de sistemas con arrastre hidráulico	51
Figura 15. Mapa de geología local en la zona de estudio	65
Figura 16. Mapa de uso mayor de suelos en la zona de estudio	67
Figura 17. Mapa de pendientes en la zona de estudio.....	68
Figura 18. Pozo ciego en la vivienda N° 02 – Santa Rosa de Pacuash	77
Figura 19. Pozo ciego en la vivienda N° 03 – Santa Rosa de Pacuash	77
Figura 20. Pozo ciego en la vivienda N° 09 – Santa Rosa de Pacuash	77
Figura 21. Pozo ciego en la vivienda N° 09 – Ucru	78
Figura 22. Mapa de Ubicación de calicatas en la zona de estudio	79
Figura 23. Calicata den el C.P. de Huellap.....	79
Figura 24. Calicata N° 01 en el C.P. de Santa Rosa de Pacuash.....	80

Figura 25. Calicata N° 02 en el C.P. de Santa Rosa de Pacuash	80
Figura 26. Calicata N° 01 en el C.P. de Uuru	80
Figura 27. Recojo de muestras de las 04 calicatas.....	81
Figura 28. Nivel freático en la Mab-02 – Santa Rosa de Pacuash	82
Figura 29. Test de percolación – Santa Rosa de Pacuash	84
Figura 30. Test de percolación – Uuru	85
Figura 31. Vivienda N° 01 - Huellap	92
Figura 32. Vivienda N° 02 - Huellap	92
Figura 33. Vivienda N° 03- Huellap	93
Figura 34. Vivienda N° 04- Huellap	93
Figura 35. Vivienda N° 05- Huellap	94
Figura 36. Vivienda N° 06 - Huellap.....	94
Figura 37. Vivienda N° 07 - Huellap.....	95
Figura 38. Vivienda N° 08 - Huellap.....	95
Figura 39. Vivienda N° 01 - Santa Rosa de Pacuash.....	96
Figura 40. Vivienda N° 02 - Santa Rosa de Pacuash.....	97
Figura 41. Vivienda N° 03 - Santa Rosa de Pacuash.....	97
Figura 42. Vivienda N° 04 - Santa Rosa de Pacuash.....	98
Figura 43. Vivienda N° 05 - Santa Rosa de Pacuash.....	98
Figura 44. Vivienda N° 06 - Santa Rosa de Pacuash.....	99
Figura 45. Vivienda N° 07 - Santa Rosa de Pacuash.....	99
Figura 46. Vivienda N° 08 - Santa Rosa de Pacuash.....	100
Figura 47. Vivienda N° 09 - Santa Rosa de Pacuash.....	100
Figura 48. Vivienda N° 10 - Santa Rosa de Pacuash.....	101
Figura 49. Vivienda N° 11 - Santa Rosa de Pacuash.....	101
Figura 50. Vivienda N° 12 - Santa Rosa de Pacuash.....	102

Figura 51. Vivienda N° 13 - Santa Rosa de Pacuash.....	102
Figura 52. Vivienda N° 14 - Santa Rosa de Pacuash.....	103
Figura 53. Vivienda N° 15 - Santa Rosa de Pacuash.....	103
Figura 54. Vivienda N° 01 - Ucru.....	104
Figura 55. Vivienda N° 02 - Ucru.....	105
Figura 56. Vivienda N° 03 - Ucru.....	105
Figura 57. Vivienda N° 04 - Ucru.....	106
Figura 58. Vivienda N° 05 - Ucru.....	106
Figura 59. Vivienda N° 06 - Ucru.....	107
Figura 60. Vivienda N° 07 - Ucru.....	107
Figura 61. Vivienda N° 08 - Ucru.....	108
Figura 62. Vivienda N° 09 - Ucru.....	108
Figura 63. Vivienda N° 10 - Ucru.....	109
Figura 64. Vivienda N° 11 - Ucru.....	109
Figura 65. Vivienda N° 12 - Ucru.....	110
Figura 66. Vivienda N° 13 - Ucru.....	110
Figura 67. Vivienda N° 14 - Ucru.....	111
Figura 68. Vivienda N° 15 - Ucru.....	111

RESUMEN

En la presente investigación se determinó la opción tecnológica en saneamiento rural en base a los criterios técnico, social y económico; aplicando la Resolución Ministerial 192-2018-VIVIENDA, la cual aprueba la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.; de los criterios establecidos en la norma cabe incidir que el criterio preponderante es el técnico; pues delimita y define que opción se debe considerar; es decir allí se define si el sistema será con o sin arrastre hidráulico de tal modo que se garantice la sostenibilidad del servicio prestado y permita dotar del servicio de disposición sanitaria de excretas en las viviendas de los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru; en dichos centros poblados se consideran unidades básicas de saneamiento con sistemas sin arrastre hidráulico, mixtos y con arrastre hidráulico respectivamente.

Palabras clave: Opciones tecnológicas, unidades básicas de saneamiento y sistemas con/sin arrastre hidráulico.

ABSTRACT

In the present investigation, the technological option in rural sanitation was determined based on technical, social and economic criteria; applying Ministerial Resolution 192-2018-HOUSING, which approves the Technical Design Standard: Technological Options for Sanitation Systems in the Rural Area .; of the criteria established in the standard, it should be noted that the prevailing criterion is the technical one; it delimits and defines which option should be considered; that is to say, there it is defined whether the system will be with or without hydraulic trawling in such a way that the sustainability of the service provided is guaranteed and that the sanitary disposal of excreta in the homes of the populated centers of Huellap, Santa Rosa de Pacuash and Ucru; In these populated centers, basic sanitation units are considered with systems without hydraulic drag, mixed and with hydraulic drag respectively.

Key words: Technological options, basic sanitation units and systems with / without hydraulic drag.

INTRODUCCIÓN

La brecha del servicio de saneamiento rural en el país es amplia, por ello la inquietud de realizar la investigación con el fin de determinar la opción tecnológica adecuada de acuerdo a los criterios técnico, social y económico en los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucrú; considerando que éstos se encuentran cercanos al ámbito urbano de la provincia de Huaraz y no puede ser que a la fecha en pleno auge de proyectos en el rubro sigan careciendo de dicho servicio o si lo cuentan no se consideren los criterios técnicos como base sustancial para definir el sistema de saneamiento.

Para la definición de la opción tecnológica se considera los criterios técnico, económico y social; el técnico se relaciona con las características físico mecánicas de los suelos y la disponibilidad de agua, el económico con los costos de operación y mantenimiento del sistema y por último el social con la aceptabilidad de solución.

Conjugando los tres criterios mencionados en el párrafo anterior se define la opción tecnológica en saneamiento rural más el sistema complementario que se refiere al sistema de infiltración de aguas grises en las viviendas que comprende la investigación.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera:

En el Capítulo I Planteamiento de la Investigación, se plantea la situación problemática, formulación del problema, objetivos de la investigación, hipótesis y variables, definición de términos, y antecedentes de la investigación.

El Capítulo II. Marco Teórico y Conceptual, donde se presenta todo el marco conceptual aplicado para la siguiente investigación.

El Capítulo III. Metodología de la Investigación, contiene perspectiva metodológica

y tipo de investigación, límites de la investigación, contexto y unidad de análisis, métodos y recursos empleados, y el procedimiento de recolección y análisis de datos.

El Capítulo IV. Aplicación metodológica, en este capítulo se muestra los pasos a seguir para la obtención y definición de los criterios técnico, económico y social en la zona de estudio.

El Capítulo V. Resultados, en este capítulo se muestra los resultados a las cuales se llegaron con esta investigación.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Descripción de la realidad problemática

En la actualidad el estado ha incrementado la cobertura y el acceso a los servicios de agua y saneamiento, la Política Nacional de Saneamiento tiene como lineamiento estratégico el acceso de la población a los servicios de saneamiento, al 100% en el ámbito urbano en el año 2021 y al 100% en la zona rural en el año 2030; así también se plantea el cierre de brechas consistente en dotar de servicios de agua y saneamiento, eficientes, sostenibles y de calidad, en las zonas donde no ha existido intervención alguna por parte del estado.

Para el caso específico del saneamiento en el ámbito rural, donde los centros poblados no se encuentren conglomerados como para poder plantear un sistema de alcantarillado mediante redes de desagüe, se plantean soluciones individuales (unidades básicas de saneamiento), sin embargo, éstos no cumplen con satisfacer la necesidad de los usuarios pues no se usan o solo sirven por lapsos cortos de tiempo, esto se debe en muchos de los casos a fallas técnicas y adoptar proyectos que son socio y

económicamente incompatibles a la realidad de los pobladores beneficiarios del servicio.

1.2. Formulación del problema

¿Qué criterios para la elección de la opción tecnológica en saneamiento rural permiten determinar la alternativa más factible en los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu, distrito de Independencia – Huaraz – Ancash?

1.3. Justificación

“En la actualidad la ejecución de proyectos de saneamiento rural en el país se ha incrementado, pues el estado tiene como política de gobierno incrementar el acceso a los servicios de agua y saneamiento, sin embargo, al momento de formularse dichos proyectos no se toman en consideración los factores técnico, social y económico para elegir la opción tecnológica”

Con el desarrollo de la investigación se busca definir opciones tecnológicas en saneamiento rural de acuerdo al factor técnico, social y económico lo cual permitirá la concepción de un proyecto que realmente acorte las brechas y brinde un servicio eficiente, de calidad y sostenible a través del tiempo, teniendo como únicos beneficiarios la población de los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar la opción tecnológica de saneamiento rural de acuerdo a los criterios de elección en los C.P. de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu, distrito de Independencia – Huaraz– Ancash.

1.4.2. Objetivos específicos

- Plantear la opción más factible de acuerdo al factor técnico en los C.P. de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru, distrito de Independencia – Huaraz– Ancash.
- Plantear la opción más factible de acuerdo al factor social en los C.P. de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru, distrito de Independencia – Huaraz– Ancash.
- Plantear la opción más factible de acuerdo al factor económico en los C.P. de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru, distrito de Independencia – Huaraz– Ancash.

1.5.Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis

En este caso por el tipo de investigación, no se planteará una hipótesis pues éstas solo se plantean si se intenta predecir un dato o valor en una o más variables que se van a medir u observar.

1.5.2. Variables

La variable que se investiga es “opciones tecnológicas en saneamiento rural”.

1.5.3. Matriz de consistencia

La matriz de consistencia presenta un panorama general sobre el porqué de la investigación, para mayor detalle se presenta la Tabla 1.

1.5.4. Operacionalización de variables

En la Tabla 2 se presenta la operacionalización de variables; donde se indica las dimensiones, indicadores, ítem e índice de la variable “opciones tecnológicas en saneamiento rural”.

1.6.Definición de términos

- **Ámbito rural del Perú:** Son el conjunto de centros poblados que no sobrepasan los dos mil (2 000) habitantes independientemente.

Tabla 1
Matriz de consistencia

Problema	Hipótesis	Objetivos
¿En qué grado influyen el factor técnico, social y económico para elegir la opción tecnológica idónea en saneamiento rural de los C.P. de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y U cru, distrito de Independencia – Huaraz - Ancash?	En este caso por el tipo de investigación no se planteará una hipótesis pues éstas solo se plantean si se intenta predecir un dato o valor en una o más variables que se van a medir u observar.	<p>General: Definir la opción tecnológica de saneamiento rural más idónea de acuerdo al factor técnico, social y económico, en los C.P. de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y U cru, distrito de Independencia – Huaraz– Ancash.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plantear la opción más factible de acuerdo al factor técnico en los C.P. de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y U cru, distrito de Independencia – Huaraz– Ancash. - Plantear la opción más factible de acuerdo al factor social en los C.P. de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y U cru, distrito de Independencia – Huaraz– Ancash. - Plantear la opción más factible de acuerdo al factor económico en los C.P. de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y U cru, distrito de Independencia – Huaraz– Ancash.

- Caseta: Espacio destinado a albergar los apartaos sanitarios necesarios para las necesidades fisiológicas de las personas, como mínimo la deposición de excretas.
- Disposición sanitaria de excretas: infraestructura cuyas instalaciones permiten el tratamiento de las excretas, ya sea en un medio seco o con agua, de modo que no presente riesgo para la salud y el medio ambiente.
- Opciones tecnológicas: soluciones de saneamiento que se rigen bajo condiciones técnicas, económicas y sociales para su selección.
- Percolación: El flujo o goteo del líquido que desciende a través del medio filtrante. El líquido puede o no llenar los poros del medio filtrante.

Tabla 2
Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Índice	
Opciones tecnológicas en saneamiento rural	Factor técnico	Clase de suelo	Contenido de humedad	GW, GP, GM, GC.	
			Granulometría	SW, SP, SM, SC.	
			Plasticidad	OL, CL, ML /OH, CH, MH.	
		Nivel freático		Alto	< 4m
				Bajo	> 4m
		Permeabilidad del suelo		Percolación rápida	0 – 4 min.
				Percolación media	4 – 8 min.
				Percolación lenta	8– 12 min.
		Factor social	Aceptación de la opción tecnológica		
		Factor económico	Capacidad de asumir costos de operación y mantenimiento del sistema.		
Alternativas de solución	UBS – Hoyo seco ventilado	Parámetros de diseño/ Criterios de diseño	Pozo de absorción		
			Zanja de percolación		
	UBS – Compostera doble cámara	Parámetros de diseño/ Criterios de diseño	Pozo de absorción		
			Zanja de percolación		
	UBS – Tanque séptico mejorado	Parámetros de diseño/ Criterios de diseño	Pozo de absorción		
			Zanja de percolación		

- Permeabilidad: la capacidad que tiene el suelo para permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna.
- Pozo de absorción: Permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de un dren vertical instalado en un medio filtrante dentro de pozo.
- Suelo: es una delgada capa sobre la corteza terrestre que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan.

- Tanque séptico: Estructura diseñada bajo la Norma I.S 020 de tanques sépticos y que para su construcción se utiliza agregados de construcción, permite la separación de los sólidos de la parte líquida, para poder eliminar esta segunda por infiltración.
- UBS – Unidad Básica de Saneamiento: Conjunto de componentes que permiten brindar el acceso al agua potable y la disposición sanitaria de excretas a una familia, el diseño final dependerá de la opción tecnológica no convencional seleccionada.
- Zanja de percolación: Permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de drenes horizontales instalados en un medio filtrante dentro de zanjas.

1.7. Antecedentes de la investigación

Coral (1994), indica que el país vive una de las peores crisis de su historia, que tiene raíces muy antiguas, acumuladas por décadas, no ha existido preocupación alguna por los sectores que han dominado nuestra economía y han gobernado el Perú, en construir la nación peruana, manteniendo el centralismo y postergando las aspiraciones de las diferentes regiones del país.

El agua y el saneamiento han sido considerados como inversión no productiva, de poca importancia, por ello se asignaba entre 0.4 al 0.8% del Presupuesto de Salud. En los últimos 30 años se invirtieron 63 millones de dólares en Redes de Agua, Alcantarillado y Letrinas en las zonas urbano marginal y rural del País, mientras el cólera en 7 meses (Febrero – agosto 1991) significó un gasto de 60 millones de dólares al Ministerio de Salud, en medicamentos y medidas preventivas de emergencia, sin considerar las pérdidas económicas y sociales que causó al país.

Por ello, para salir del profundo deterioro social y sanitario actual, se hacen necesarios profundos cambios, entre ellos la Visión y Operatividad del Saneamiento, visto como

componente de la salud integra, como instrumento para el desarrollo, dejando atrás su entendimiento como obras o servicios de Redes, articulándolo conscientemente con todos los sectores sociales que movilicen todos los recursos disponibles para la solución de todos los problemas de agua y saneamiento.

El presente estudio ha sido realizado con la finalidad de difundir algunos conocimientos de aplicación práctica para la construcción de sistemas de agua potable de rápida ejecución con un costo mínimo. Desplazando de esta manera a los convencionales como solución, las cuales deben cumplir elevadas y costosas exigencias técnicas además teniendo en cuenta que en la actualidad se han impulsado planes de construcción masiva de sistemas de agua potable y saneamiento.

En general el presente estudio está basado en las investigaciones realizadas en el País y en los Pueblos de América Latina, principalmente de las investigaciones realizadas a través del CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria), además de las experiencias obtenidas en la ejecución de sistemas de agua potable y disposición final de aguas servidas, por ello se estudia y analiza el sistema adecuado para la disposición de EXCRETAS teniendo en cuenta la siguiente clasificación:

- a) Sistemas in situ que emplean agua
- b) Sistemas a distancia que emplean agua
- c) Sistemas in situ en seco

Mostrándose los diseños de cada uno de los casos estudiados.

Mostrándose los diseños de cada uno en planos de planta, corte y elevación.

Chuquiano (2001), manifiesta que en los últimos años la ciudad de Iquitos ha experimentado un alto crecimiento poblacional, generando problemas de tipo social, económico y de salud. Formando grandes asentamientos humanos alrededor de la

ciudad, que tiene carencia de viviendas salubres, insuficiencia de servicios de agua, desagüe, recojo de basura, entre otros.

Uno de los mayores problemas que aqueja a la ciudad es la contaminación de quebradas, lagos y ríos, por la descarga directa de las aguas servidas.

En el presente trabajo se propone un procedimiento para la evaluación geotécnica de la zona donde se encontrará ubicada la laguna de estabilización, así como su respectivo diseño; esto refleja la importancia de considerar el factor técnico, es decir conocer las características físicas del suelo.

El análisis geotécnico comprendió la evaluación de los suelos de cimentación, la determinación del material de préstamo para la conformación de los diques de la laguna, el análisis de estabilidad de los taludes de los diques debido al efecto de inundación del río Amazonas y el diseño del sistema de protección de los diques.

Cruz (2010) dice que en base a la visita técnica realizada a la población de las comunidades rurales de Acochaca se pudo observar que los ambientes que circundan a las viviendas presentan disposiciones inadecuadas de excretas, como también la inexistencia de un sistema de evacuación y tratamiento de aguas residuales domésticas las cuales vienen generando enfermedades de origen hídrico, paralelamente a ésta situación, esto se genera pues no se han tenido en consideración el aspecto técnico y económico. La Municipalidad Distrital de Acochaca no cuenta con los recursos económicos suficientes para instalar un sistema de alcantarillado sanitario convencional debido a que las viviendas se encuentran muy dispersas y muy distantes entre sí, es así que se optó por la instalación de unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (Biodigestores Prefabricados) a fin de poder contrarrestar esta situación negativa, que viene afectando la salud pública de localidad del Distrito de Acochaca.

La justificación del proyecto radica fundamentalmente en dos aspectos:

Aspecto económico: Como se mencionó líneas arriba la población afectada está conformada por viviendas que se encuentran muy dispersas y muy distantes entre sí, el cual eleva los costos de inversión para la instalación de un sistema de alcantarillado sanitario convencional, el cual no justifica su inversión; pero al haberse innovado una nueva tecnología para el tratamiento de aguas residuales domésticas (Biodigestores prefabricados), es posible hoy en día instalar unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico para cada una de las viviendas, generando los mismos beneficios que un sistema de alcantarillado sanitario convencional pero a menor costo. Permitiendo así a las municipalidades romper con el viejo paradigma de que en las zonas rurales alejadas sólo se podía instalar letrinas sin arrastre hidráulico, argumentando que eran más baratas y justificaban su inversión, pero hoy en día con esta nueva tecnología de los biodigestores prefabricados se justifica económicamente su instalación masiva en todas las localidades rurales.

Aspecto Técnico: la justificación técnica, radica en que la instalación de las unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico es más sencilla y en menor tiempo; en comparación a un sistema de alcantarillado convencional. Adicionalmente la operación y mantenimiento de las unidades básicas de saneamiento lo realiza cada familia y no la población en su conjunto; justificando así su instalación.

El objetivo del proyecto se definió en tres partes:

- Instalar casetas sanitarias para la adecuada disposición de excretas y aguas residuales en la localidad rural de Contuyoc en el Distrito de Acochaca.
- Instalar sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas para cada vivienda mediante la utilización de biodigestores prefabricados en la localidad rural de Contuyoc en el Distrito de Acochaca.

- Mejorar los niveles de educación sanitaria en la localidad rural de Contutyoc en el Distrito de Acochaca.

Finalmente, el proyecto considera la instalación de 58 servicios higiénicos (baño completo) y 58 biodigestores como unidades de evacuación y tratamiento de aguas residuales para la localidad de Contuyoc.

Ccoyllo (2015) menciona que llevar agua y desagüe a quienes no lo tienen no es solamente cuestión de inversión e infraestructura, sino también un compromiso social y de vital importancia para la población. Poder contar con los servicios básicos de agua potable y alcantarillado, es una necesidad muy importante a cubrir en nuestro país, es por eso que se busca llevar a cabo proyectos que me permitan contar con estos servicios primordiales, en sectores que todavía no cuentan con redes de agua potable y alcantarillado, o que necesiten realizar mejoramientos o ampliaciones de las redes existentes.

Los estudios geotécnicos para este tipo de obras son de gran importancia para la identificación de las características geológicas – geotécnicas del lugar, establecer los parámetros adecuados de los suelos y rocas para el diseño de las estructuras de concreto, así también las características del terreno para la construcción de las estructuras no lineales.

Para tratar las aguas residuales del poblado de Pocrac, distrito de Ticapampa – Recuay – Ancash, Rondon (2017) plantea el uso de biodigestor por cada vivienda y luego de ser tratadas en éste, dichas aguas pasen a una red de tuberías (zanjas de infiltración).

Para lograr cada uno de los objetivos trazados en la presente tesis Rondon (2017), se realiza el reconocimiento de la zona de investigación, recolección de datos, toma de muestras, ensayos de campo, etc. Con dicha información recolectada se procedió a determinar los caudales de diseño con el cual se calculó el volumen del biodigestor y

el lecho de secados, posteriormente se diseñó la red de recolección de aguas residuales tratadas mediante un sistema de tuberías.

Para la determinación del campo de percolación en cada sector se realizaron los ensayos correspondientes para los cuerpos receptores de aguas residuales tratadas. Se determinó la profundidad del nivel freático, el tipo de suelo mediante ensayos de laboratorio y se realizó el test de percolación en los cuales se logró diseñar las zanjas de infiltración.

La contribución central de esta investigación es la de proponer un sistema de saneamiento integral en el poblado de Pocrac, Distrito de Ticapampa - Recuay – Ancash; en conformidad con los parámetros establecidos en Reglamento Nacional de Edificaciones, las Normas Técnicas Peruanas y acorde con los avances tecnológicos actuales de preservación del medio ambiente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

2.1.Base teórica

2.2.Marco conceptual

2.2.1. Criterios para la elección de la opción tecnológica en saneamiento rural

2.2.1.1.Criterio técnico

La OPS (2006), recalca que:

La zona sierra representa el 26% del territorio nacional, comprendida por zonas de topografía agreste; esta región es favorable para la implementación de sistemas de agua, debido a la existencia de manantiales y, fuentes superficiales; sin embargo, la topografía accidentada puede plantear problemas técnicos muy complejos para la solución de los requerimientos de los sistemas de agua y saneamiento previstos.

(p.3)

a. Disponibilidad de agua para consumo humano

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala lo siguiente:

Este criterio se refiere a la dotación de agua que debe considerarse según la forma seleccionada para la disposición sanitaria de excretas, siendo esta de 30 l/hab.d

(agua de lluvia), entre 50 y 70 l/hab.d (opción tecnológica con disposición sanitaria de excretas sin arrastre hidráulico), entre 80 y 100 l/hab.d (opción tecnológica con disposición sanitaria de excretas con arrastre hidráulico), asimismo incluye la posibilidad de que la familia posea un pozo de agua dentro de su propiedad adicional a la forma de abastecimiento determinada por el proyecto de saneamiento rural. Las dotaciones a evaluar se clasifican en dos (02) grupos. (p.16)

- 1er Grupo: familias que se abastecen de agua, en la que la dotación se encuentra dentro de los 50 a los 70 l/hab.d ya que la opción tecnológica de disposición sanitaria de excretas no contempla el arrastre hidráulico.
- 2do Grupo: familias que se abastecen de agua, en la que la dotación es mayor de 80 l/hab. d, pero no sobrepasa los 100 l/hab. d ya que la opción tecnológica de disposición sanitaria de excretas contempla el arrastre hidráulico.

Tabla 3

Dotación de agua según forma de disposición de excretas

Región geográfica	Dotación – UBS sin arrastre hidráulico (l/hab.día)	Dotación – UBS con arrastre hidráulico (l/hab.día)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (RM 192-2018-VIVIENDA, p16)

b. Nivel freático

Crespo (2004), manifiesta que:

El suelo es un material con arreglo variable de sus partículas que dejan entre ellas una serie de poros conectados unos con otros para formar una compleja red de canales de diferentes magnitudes que se comunican tanto con la superficie del terreno como con las fisuras y grietas de la masa del mismo; de aquí que el agua que cae sobre el suelo parte escurre y parte se infiltra por acción de la gravedad

hasta estratos impermeables más profundos, formando la llamada capa freática. El límite superior de este manto acuoso se llama nivel freático. (p.143)

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala lo siguiente:

El tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas depende de la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua subterránea con respecto al nivel del suelo, para aquellas zonas donde esta distancia sea mayor a cuatro (04) metros, puede considerarse soluciones de arrastre hidráulico, caso contrario si la distancia es menor a cuatro (04) metros, la opción tecnológica de disposición sanitaria de excretas será del tipo seca. (p.16)

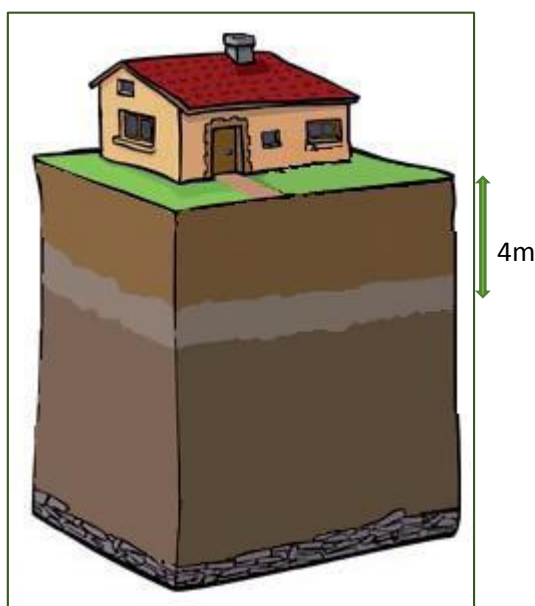


Figura 1. Profundidad del nivel freático
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento
(RM 192-2018-VIVIENDA, p.16)

c. Pozo de agua para consumo humano

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala lo siguiente:

La zona seleccionada para la infiltración de la parte líquida de las aguas residuales tratadas o de las aguas grises, debe ubicarse a una distancia igual o mayor de 25 metros de un pozo utilizado para el abastecimiento de agua, además de ello, el pozo siempre debe ubicarse por encima de la zona de infiltración; de seleccionarse una

zona a menos de 25 metros de un pozo de agua, la opción tecnológica de disposición sanitaria de excretas debe ser del tipo seca. (p.17)

d. Zona inundable

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala lo siguiente:

Se presenta cuando ocurre un desborde de un cuerpo receptor o cuando la intensidad de lluvia inunda la zona de intervención por un tiempo prolongado menor a un año, o de manera permanente, en dicho caso la opción tecnológica de agua y disposición sanitaria de excretas que se seleccione debe ser posible de operar y mantener en dicho escenario. (p.17)

e. Disponibilidad del terreno

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala lo siguiente:

Esta condición determina si la opción tecnológica de disposición de excretas a seleccionar será del tipo familiar o multifamiliar o en todo caso, considere que varios sistemas familiares compartan un sistema complementario de infiltración; en ningún caso se permite que un conjunto de sistemas familiares descargue en una planta de tratamiento de algún tipo, dichos sistemas familiares ya deben incluir el tratamiento de las aguas residuales de forma individual. (p.17)

f. Suelo expansivo

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala lo siguiente:

Se entiende como el tipo de suelo con bajo grado de saturación que en presencia de humedad aumenta considerablemente su volumen y lo recupera en ausencia de ésta, lo que puede ocasionar serios daños a estructuras enterradas en este tipo de suelo, es por ello que es necesaria la evaluación general de cada una de los terrenos circundantes a las viviendas seleccionadas, porque puede darse que un solo

proyecto incluya varias opciones tecnológicas de disposición sanitaria de excretas diferentes. La evaluación de este tipo de suelo, será en base a la Norma E.050, inclusive de ser poco profundo se puede reemplazar. (p.17)

En la norma técnica E.050 Suelos y cimentaciones (2018) se señala lo siguiente:

Se denomina suelos cohesivos a aquellos que tienen bajo grado de saturación que aumentan el volumen al humedecerse o saturarse; en las zonas en las que se encuentren suelos cohesivos con bajo grado de saturación y plasticidad alta ($LL \geq 50$), se debe incluir un estudio de mecánica de suelos en un análisis basado en la determinación de la plasticidad del suelo NTP 339.129 y ensayos de granulometría por sedimentación NTP 339.128 con la finalidad de evaluar el potencial de expansión del suelo cohesivo en función del porcentaje de partículas menores a $2\mu m$, del índice de plasticidad (IP) y de la actividad (A) de la arcilla. (p.45)

Tabla 4
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión Ep	Expansión en consolidómetro, bajo presión vertical de 7 kpa (0.07 kgf/cm ²)	Índice de plasticidad IP	Porcentaje de partículas menores que dos micras
%	%	%	%
Muy alto	> 30	> 32	> 37
Alto	20 - 30	23 - 45	18 - 37
Medio	10 - 20	12 - 34	12 - 27
Bajo	< 10	< 20	< 17

Fuente: Earth Manual, U.S. Bureau of Reclamation (1998)

Investigadores como Seed, Woodward y Lundgren demostraron que las características plásticas de los suelos pueden ser usados como un indicador primario de las características expansivas de las arcillas.

Es natural pensar en una relación como la antes mencionada ya que ambas dependen en la cantidad de agua que una arcilla absorbe.

La relación entre las características plásticas y el hinchamiento de los suelos puede establecerse como:

Tabla 5
Relación del potencial expansivo con el índice plástico

Grado de potencial expansivo	Índice plástico
%	%
Muy alto	> 35
Alto	20 – 55
Medio	10 - 35
Bajo	0 - 15

g. Facilidad de excavación

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala lo siguiente:

Se entiende como que el tipo de suelo de la zona seleccionada para la instalación de la opción tecnológica de disposición de excretas es rocoso, semirocoso o natural, clasificándolo en un suelo difícil o fácil de excavar. Si un tipo de suelo necesita varios tipos de herramienta o incluso procedimientos alternativos para romper roca, debe seleccionarse una opción tecnológica de disposición de excretas del tipo seca. (p.17)

h. Suelo fisurado

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala lo siguiente:

Se entiende como el tipo de suelo que contiene grietas profundas, las cuales permiten una rápida infiltración del efluente tratado o aún sin tratamiento de la opción tecnológica de disposición sanitaria de excretas con arrastre hidráulico en

el subsuelo, lo que pondría en riesgo la calidad de las aguas subterráneas que vayan a ser consumidas directamente. (p.17)

i. Permeabilidad del suelo (Tasa de percolación)

González de Vallejo, Ferrer, Ortuño y Oteo (2002), manifiestan que:

El suelo es un conjunto de partículas entre las que existen huecos o poros interconectados, de manera que el agua puede fluir a través de él. Como es fácil imaginar el camino de filtración resulta bastante tortuoso ya que el agua ha de sortear la gran cantidad de obstáculos que suponen las partículas del suelo. En consecuencia, en el proceso se producirán pérdidas de carga hidráulica.

La mayor o menor facilidad para que se produzca cada flujo será función de la granulometría del suelo. Así un suelo granular como una arena posee partículas de tamaño considerable, de forma que las dimensiones de los poros entre partículas también lo serán, el agua fluirá con facilidad a su través y las pérdidas de carga serán discretas, sin embargo, en un suelo fino como una arcilla, el tamaño de las partículas es muy pequeño, del orden de micras, y sus poros resultan también extremadamente pequeños. En estas condiciones, el agua encontrará muchas más dificultades para circular y las pérdidas de cargas serán muy considerables. (p.29)

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala que:

El suelo permeable se entiende como aquél que permite la infiltración de líquidos, en este caso, el efluente de las opciones tecnológicas de disposición sanitaria de excretas con o sin tratamiento, dicha permeabilidad será medida por el tiempo en que se demora bajar 1 centímetro (cm) según el test de percolación que se implemente, si el tiempo de percolación es superior a 12 minutos por centímetro, se debe elegir una opción tecnológica de disposición sanitaria de excretas del tipo seco, el procedimiento a seguir para el test de percolación se encuentra definido en

la Norma IS.020 Tanques Sépticos, en la Tabla 1, se muestra las clase de terreno por tiempo de infiltración. (p.17)

Tabla 6
Clase de terreno por tiempo de infiltración

Clase de terreno	Tiempo de infiltración para el descenso de 1cm
Rápidos	De 0 a 4 minutos
Medios	De 4 a 8 minutos
Lentos	De 8 a 12 minutos

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento (RM 192-2018-VIVIENDA, p17)

j. Vaciado del depósito de excretas

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala lo siguiente:

Se refiere a que el usuario del servicio (adulto), puede vaciar el depósito de almacenamiento de excretas, para posteriormente aprovechar o eliminar las excretas extraídas sin poner en riesgo su salud o el medio ambiente de la comunidad o zonas aledañas. La evaluación de vaciado se realiza a los dos (02) tipos de opciones tecnológicas de disposición sanitaria de excretas, del tipo seco y de arrastre hidráulico. (p.18)

k. Aprovechamiento de residuos fecales

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala lo siguiente:

Se refiere a que la familia se encuentra dispuesta a aprovechar directa o indirectamente los residuos fecales que se generarán en la opción tecnológica de disposición sanitaria de excretas que ha sido seleccionada. En caso no acepte

aprovechar los residuos sólidos generados se seleccionará una opción tecnológica del tipo seca que no permita aprovechar los residuos fecales. (p.18)

l. Papel blando para limpieza anal

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala lo siguiente:

Se refiere al tipo de papel para la limpieza anal que la familia optará por utilizar y si este es suave o degradable o duro y difícil de eliminar. (p.18)

m. Clase de suelo

Crespo (2004) dice:

Dada la gran variedad de los suelos que se presentan en la naturaleza, la Mecánica de Suelos ha desarrollado algunos métodos de clasificación de los suelos. Cada uno de estos métodos tiene, prácticamente, su campo de aplicación según la necesidad y uso que los haya fundamentado. Y así se tiene la clasificación de los suelos según el tamaño de sus partículas, la clasificación de la Asociación Americana de Funcionarios de Caminos Públicos (American Association State High – way Officials), la clasificación de la Administración de Aeronáutica Civil (C.A.A), el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S), etc. (p.87)

- Sistema Unificado de Clasificación de suelos (S.U.C.S)

Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos.

- Suelos gruesos

En los suelos gruesos se tienen las gravas (G) y las arenas (S) de tal modo que un suelo pertenece al grupo de las gravas (G) si más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N° 4, y pertenece al grupo de las arenas (S) en caso contrario.

Tanto las gravas como las arenas se dividen en cuatro grupos (GW, GP, GM, GC) y (SW, SP, SM, SC).

En el símbolo GW, el prefijo G (gravel) se refiere a las gravas y W (well graded) quiere decir bien graduado. De igual modo el símbolo GP indica gravas pobremente o mal graduadas (poorly graded gravel), el símbolo GM indica gravas limosas, en las que el sufijo M provienen del sueco mo, y el símbolo GC indica gravas arcillosas. El sufijo C indica arcilla (clay).

Asimismo, los símbolos SW, SP, SM y SC, indican arenas (sands) bien graduadas, arenas mal graduadas, arenas limosas y arenas arcillosas respectivamente.

El criterio de clasificación de estos suelos en el laboratorio viene indicado en el lado superior derecho de la tabla.

- Suelos finos

También en los suelos finos el Sistema Unificado los considera agrupados en tres grupos para los limos y arcillas con límite líquido menor al 50%, en tres grupos para los limos y arcillas con límite mayor de 50% y en un grupo para los suelos finos altamente orgánicos. Si el límite líquido del suelo es menor de 50%, es decir, si el suelo es de compresibilidad baja o media, se añade el sufijo L (low compresibility) a los prefijos M, C y O, obteniéndose de este modo los símbolo ML(limos inorgánicos de baja compresibilidad) y CL (arcillas inorgánicas de baja compresibilidad) y OL (limos orgánicos de baja compresibilidad).

Si el límite líquido es mayor de 50%, es decir, si el suelo es de compresibilidad alta, se añade el sufijo H (high compresibility) a los prefijos M, C, O, obteniéndose así los símbolos MH (limos inorgánicos de alta compresibilidad), CH (arcillas inorgánicas de alta compresibilidad) y OH (limos orgánicos de alta compresibilidad).

2.2.1.2.Criterio económico

La OPS (2006), menciona que:

La condición económica de la población define la opción técnica y el nivel de servicio. De acuerdo a los niveles de ingreso económico de la población, se evalúa la voluntad y capacidad de pago que incidirán en la sostenibilidad de los servicios. (p.4)

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala que:

En el aspecto económico se considera los costos de mantenimiento, pues se analiza si la familia es capaz de realizar un adecuado mantenimiento de la opción tecnológica de disposición sanitaria de excretas seleccionada. En el caso de una opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas con arrastre hidráulico, no existe mayor análisis puesto el costo de operación es cero (0) para la única propuesta considerada, sin embargo, en el caso de una opción tecnológica del tipo seco, si corresponde un análisis, puesto existen dos (02) opciones. (p.18)

2.2.1.3.Criterio social

En el manual de la Organización Panamericana de la Salud [OPS] (2006) se detalla que:

El orden de estructura social, se evalúa a los distintos actores locales, formas de liderazgo o autoridad aceptada por la población, y al igual que a nivel de familias debe considerarse roles y pautas de comportamiento a fin de determinar quiénes son responsables de aspectos de abastecimiento de agua, higiene ambiental, salud de la familia, hábitos de defecación de los niños y otros. (p.3)

Para la OPS (2006) se debe considerar también que las creencias y prácticas culturales de la población, son de suma importancia pues el hecho que ambas se consideren

garantizará que la opción tecnológica cumpla con satisfacer las necesidades además de garantizar la sostenibilidad de los servicios.

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala que:

La sostenibilidad de la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas, depende en mayor grado cuando la familia opera y mantiene la opción tecnológica implementada, es decir, además de los criterios técnicos y económicos a evaluar y que son utilizados para seleccionar la mejor opción tecnológica de disposición de excretas, debe considerarse un criterio basado en las costumbres y hábitos de las familias, es por ello, que en Asamblea la Comunidad debe aprobar la opción tecnológica que considere solucione la disposición sanitaria de excretas. (p.18)

2.2.2. Opciones tecnológicas de saneamiento rural

2.2.2.1. Sistemas sin arrastre hidráulico

a. Unidad básica de saneamiento de hoyo seco ventilado (UBS – HSV)

Aspectos generales

Según lo detallado en la norma técnica del Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento [MVCS] (2018):

Es el sistema para la disposición sanitaria de excretas sin arrastre hidráulico, que permite el confinamiento de excretas, orina y papel de limpieza anal en un hoyo ubicado bajo una losa y caseta. Una vez lleno el hoyo, la caseta sobre ella, debe trasladarse a otra ubicación. (p.143)

Aplicabilidad

En la norma técnica del MVCS (2018) se especifica que en aquellas situaciones en donde los criterios técnicos, económicos y sociales de las comunidades a atender permitan la sostenibilidad de los servicios se deben cumplir los siguientes criterios:

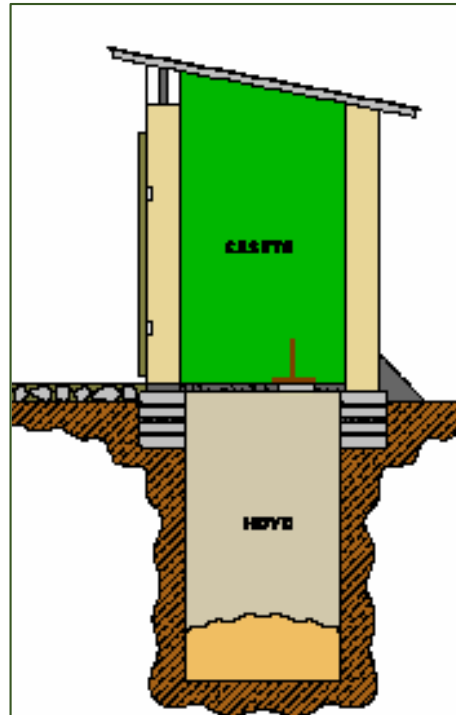


Figura 2. Esquema de la UBS - HSV
Fuente: Organización Panamericana de la Salud, p.46.

- Disponibilidad de agua; la dotación de agua para el diseño depende de la región geográfica donde se ubica el proyecto, según lo detallado en la Tabla 3.
- Nivel Freático; cuando el nivel del acuífero se encuentra a una profundidad igual o mayor a cuatro (04) metros medidos desde la superficie del suelo.
- Pozo de agua para consumo humano, el sistema de disposición de excretas debe ubicarse a una cota por debajo y a una distancia mayor de veinticinco (25) metros del pozo de agua.
- Zona Inundable, la zona del proyecto no debe ser inundable en ninguna época del año.
- Disponibilidad de terreno, de existir suficiente espacio para soluciones individuales, se debe implementar cada caseta con ducha y lavadero con su propia zona de infiltración, caso contrario, se debe proyectar una zona de infiltración común para varias casetas.

- Suelo expansivo, el suelo no debe tener esta característica, ya que es probable que impida la infiltración de líquidos.
- Facilidad de excavación, la permeabilidad del suelo se encuentra asociada a su consistencia y dureza, un suelo rocoso o semi rocoso es difícil de excavar por lo que su permeabilidad es reducida, es por ello, que si el suelo es fácil de excavar se debe optar por esta solución.
- Suelo fisurado, debe analizarse adecuadamente el suelo de la zona de estudio, un suelo fisurado debe acondicionarse, ya que los líquidos infiltrados pueden llegar rápidamente a un acuífero.
- Suelo permeable, el suelo debe permitir la filtración de las aguas grises, de su análisis, se determina el uso de un Pozo de Absorción (PA) o una Zanja de Percolación (ZP), el consultor debe determinar las dimensiones de acuerdo con las condiciones técnicas del lugar.
- Posibilidad de vaciar el depósito de excretas, para esta solución, no se contempla el vaciado del hoyo donde se almacenan las excretas, ya que al llenarse el hoyo debe clausurarse, posteriormente debe excavar un nuevo hoyo en el lugar donde se va a reubicar la caseta.
- Aprovechamiento de excretas, esta solución de saneamiento no contempla el aprovechamiento de las excretas.
- Papel blando para limpieza anal, el uso de papel higiénico es recomendado para este tipo de solución de saneamiento.
- Gastos de mantenimiento, Este tipo de solución de saneamiento es la que menos costos de operación tiene, de optarse por esta alternativa, debe comunicarse adecuadamente a las familias beneficiarias.

- Aceptabilidad de la solución, es cuando la familia acepta la solución de saneamiento seleccionada por el proyecto.

Disposición final de excretas y aguas grises

En la norma técnica del MVCS (2018), se detalla que:

Las aguas grises provenientes de la ducha y lavadero multiusos son captadas y conducidas hacia la zona de infiltración, el mismo que puede ser un Pozo de Absorción (PA) o una Zanja de Percolación (ZP), su selección depende del resultado del test de Percolación y la disponibilidad de espacio en la zona de implementación. (p.144)

En el caso de las excretas y la orina, estas se acumulan en un hoyo habilitado bajo la losa o plataforma que soporta la caseta principal del presente sistema. Al alcanzar la capacidad máxima del hoyo debe clausurarse. Como parte del proceso de clausura del hoyo, debe habilitarse un nuevo hoyo en una ubicación cercana para reubicar la caseta principal, y previo a su uso debe clausurarse el hoyo lleno, es por ello, que el material de fabricación de la caseta principal debe ser liviano, pero a la vez resistente, para aprovecharse al 100% durante el proceso de reubicación.

Criterios de diseño

En la norma técnica del MVCS (2018) se tiene en consideración ciertas características para el diseño y elección de la opción tecnológica en saneamiento rural.

- La fuente de agua debe otorgar una dotación de acuerdo a las características de la región donde se ubica, como se detalla en la Tabla 3.
- La profundidad del nivel freático debe ser igual o mayor a cuatro (04) metros de la superficie del suelo.

- El hoyo que almacena las excretas debe ubicarse como mínimo a seis (06) metros de distancia de la vivienda.
- De existir un pozo de agua, el hoyo para las excretas y la zona de infiltración para las aguas grises, deben ubicarse como mínimo a veinticinco (25) metros del pozo de agua y a un nivel por debajo de éste.
- La caseta para el aseo personal puede ser anexa a la vivienda, siempre y cuando su zona de infiltración se ubique a seis (06) metros como mínimo de la vivienda.
- El hoyo y la zona de infiltración deben ubicarse en una zona alta que no sea vulnerable de quedar inundada por agua de lluvia.
- El test de percolación de la zona de infiltración debe registrar tiempos menores de 12 minutos.
- Al excavar el hoyo, debe identificarse el tipo de suelo para determinar si es necesario una protección interna por un posible desmoronamiento. En caso se requiera de una protección interna por desmoronamiento, debe mantenerse el área útil según cálculo y al mismo tiempo la pared debe permitir filtración lateral hacia afuera de hoyo.
- La caseta para aseo personal debe ser definitiva, ya que no requiere reubicarse, y debe incluir la ducha en la parte interna y un lavadero multiusos en la parte externa.
- La caseta principal para la taza especial debe ser definitiva, pero de ubicación temporal, el material de construcción debe ser resistente y liviano, de tal forma que permita su reubicación en el futuro, éste solo debe incluir la taza especial para la disposición de excretas.

Elementos

La UBS-HSV contempla 2 casetas separadas, una de ellas, la principal, contiene la taza especial y una segunda para el aseo personal, ésta última debe contener un

sistema complementario para la disposición de las aguas grises, los componentes son los siguientes:

- Caseta principal para la taza especial.

De construcción definitiva, resistente y liviana, su instalación es temporal ya que debe reubicarse cuando el hoyo alcanza su altura máxima, se instala sobre una losa o estructura que sirva de piso y ésta a su vez sobre el hoyo, contiene únicamente la taza especial para la disposición adecuada de excretas y orina. Debe incluirse un sistema que permita separar la losa sin el uso de herramientas o en su defecto poder trasladarse caseta y losa unidos.

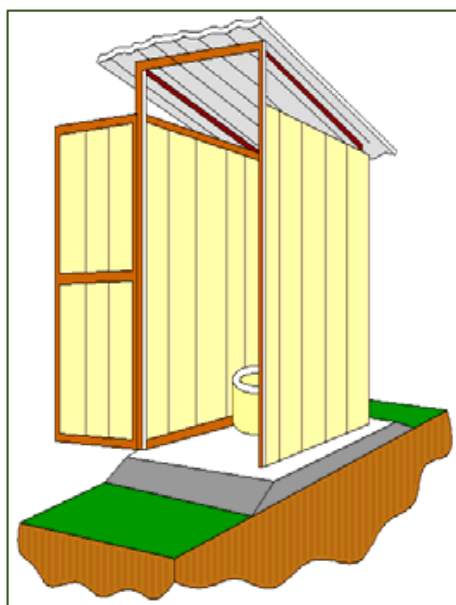


Figura 3. Caseta de la UBS - HSV
Fuente: Organización Panamericana de la Salud, p.48.

La taza especial es fabricada en losa vitrificada o plástico reforzado, en forma similar a la taza de inodoro, la misma que permite que las excretas y la orina caigan directamente al hoyo debajo de la losa, este aparato incluye un asiento para un cómodo uso y debe ser de un material que no lastime al usuario.



Figura 4. Taza especial de la UBS - HSV
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
(R.M. N°192-2018-VIVIENDA, p.148)

- Caseta para el aseo personal.

De construcción definitiva ya que no se reubica, contiene la ducha y externamente un lavadero multiusos, su ubicación debe ser de preferencia anexa a ella.

- Sistemas complementarios para la disposición final de efluentes.

Compuesto por un sistema de infiltración (Pozo de Absorción o Zanja de Percolación) o de requerirse aprovechar el efluente para regar, este puede tratarse (Humedal o Biojardinera). Para seleccionar uno de los dos (02) tipos de infiltración debe desarrollarse un test de percolación del suelo para determinar el nivel de permeabilidad, al mismo tiempo que se identifica la profundidad del nivel freático de como mínimo cuatro (04) metros de profundidad. El aprovechamiento del efluente se obtiene a partir del diseño de un Humedal, la cual trata las aguas grises, para que posteriormente sean utilizadas en el riego de áreas verdes o zonas agrícolas.

b. Unidad básica de saneamiento compostera de doble cámara (UBS- COM)

Aspectos generales

En la norma técnica del MVCS (2018), se detalla que:

Es un sistema de disposición sanitaria de excretas sin arrastre hidráulico, el cual permite el almacenamiento de las excretas generadas durante su uso, al mismo

tiempo que permite eliminar los organismos patógenos por ausencia de humedad, alta temperatura y ausencia de oxígeno, las excretas adecuadamente secas pueden utilizarse como mejorador de suelos. Por otro lado, la taza especial con separador de orina permite conducir la orina hacia un sistema de almacenamiento, infiltración o tratamiento posterior. (p.152)

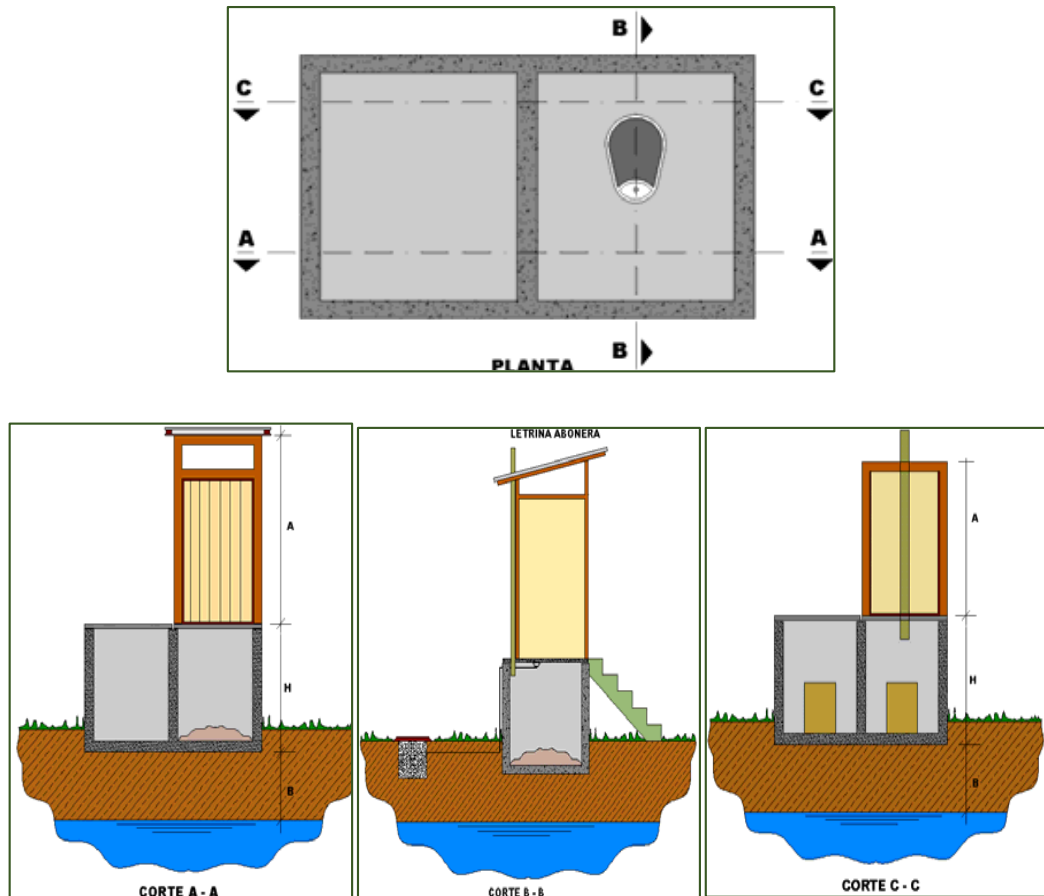


Figura 5. Esquema de la UBS - HSV
Fuente: Organización Panamericana de la Salud, p.52.

Aplicabilidad

En la norma técnica del MVCS (2018) se especifica que en aquellas situaciones en donde los criterios técnicos, económicos y sociales de las comunidades a atender permitan la sostenibilidad de los servicios se deben cumplir los siguientes criterios:

- Disponibilidad de agua, la dotación de agua depende de la región geográfica en donde se ubica el proyecto, para ello debe utilizarse las dotaciones para sistemas

de letrinas sin arrastre hidráulico, según los especificado en la Resolución Ministerio N° 192-2018-vivienda.

- El nivel freático se encuentra a una distancia menor a 4 metros del nivel del suelo.
- De existir un pozo de agua para consumo humano, el sistema de filtración debe ubicarse a una cota por debajo y a una distancia menor de 25 metros del pozo de agua.
- Zona Inundable, la zona del proyecto no debe ser inundable.
- Disponibilidad de terreno, de existir suficiente espacio para soluciones individuales, se debe implementar tantas zonas de filtración como soluciones de saneamiento se proyecten, caso contrario al no existir la suficiente disponibilidad de terreno, se debe optar por conectar más de una solución de saneamiento a una sola zona de infiltración.
- Suelo expansivo, el tipo de suelo si presenta esta característica.
- Facilidad de excavación, si el suelo es difícil de excavar, es recomendable esta opción.
- Suelo fisurado, debe analizarse adecuadamente el suelo de la zona de estudio, un suelo fisurado debe acondicionarse.
- Suelo permeable, si el suelo presenta tiempos de filtración sobre 12 minutos, es recomendable este tipo de solución.
- Posibilidad de vaciar el depósito de excretas, esta solución contempla el vaciado del hoyo, ya que las cámaras son reutilizables.
- Aprovechamiento de excretas, esta solución de saneamiento contempla el aprovechamiento de las excretas.
- Papel blando para limpieza anal, no es recomendable arrojar el papel higiénico dentro de la cámara, ya que ocupa volumen de excretas.

- Gastos de mantenimiento, este tipo de solución de saneamiento es la que presenta costos de operación mayores, por el uso de un producto deshidratador de excretas como es la cal viva, de optarse por esta alternativa, debe comunicarse adecuadamente a las familias beneficiarias.
- Aceptabilidad de la solución, tal vez el criterio más importante de todos es cuando la familia beneficiaria acepta la solución de saneamiento seleccionada por el proyecto.

Disposición final de aguas grises y excretas

En la norma técnica del MVCS (2018), se precisa que:

Dependiendo de la permeabilidad del suelo, las aguas grises provenientes de la ducha y lavadero multiusos se pueden infiltrar en el suelo directamente o con un tratamiento previo, la permeabilidad del terreno es calculada mediante un test de percolación y los sistemas de infiltración a utilizar, pueden ser entre un pozo de absorción (PA) o una zanja de percolación (ZP) y la orina es separada de las excretas y puede aprovecharse por separado para mejorador de suelos, caso contrario se mezcla con las aguas grises para infiltrarse o tratarse en conjunto con fines de riego. (p.152)

Criterios de diseño

En la norma técnica del MVCS (2018) se tiene en consideración ciertas características para el diseño y elección de la opción tecnológica en saneamiento rural.

- La fuente de agua debe otorgar una dotación mínima según la región donde se desarrolle el proyecto.
- La profundidad del nivel freático debe ser menor a cuatro (04) metros de la superficie del suelo.

- De existir un pozo de agua, la zona de infiltración para las aguas grises debe ubicarse como mínimo a veinticinco (25) metros del pozo de agua y a un nivel por debajo de éste.
- La zona de infiltración debe ubicarse en una zona alta que no sea vulnerable de quedar inundada por agua de lluvia.
- El test de percolación de la zona de infiltración debe registrar tiempos mayores de 12 minutos.
- La UBS-COM puede instalarse anexa a la vivienda, con las compuertas de las cámaras hacia el exterior para facilitar su operación, o en todo caso en una zona alta cercana a la vivienda, de tal forma que no se acumula agua cerca de las cámaras.
- Las cámaras pueden ser construidas con ladrillo, concreto, bloques de hormigón o ser prefabricadas, en cualquier caso, debe asegurar el almacenamiento seguro de las excretas, permitir su secado, evitando la filtración de humedad hacia el interior de la cámara, asimismo debe soportar el peso de la persona que lo use.
- La UBS-COM se encuentra conformado en su parte inferior por dos cámaras independientes que almacenan las excretas y el material secante, cada cámara posee tres aberturas: i) para el ingreso de las excretas a través de la taza especial, ii) para la ventilación con una tubería de 4" y iii) para la extracción de las excretas según lo siguiente:
 - En el caso que la UBS-COM se ubique sobre el nivel del terreno, la abertura es de 0,50 x 0,50 m y es por donde se extraen las excretas secas al cabo de 2 años en promedio, incluye una tapa removible que evita la salida de olores o ingreso de animales o insectos.

- En el caso que la UBS-COM se ubique de forma semienterrada, la abertura debe permitir extraer las excretas secas al cabo de 2 años en promedio, debe incluir una tapa removible que evite olores o ingreso de animales e insectos.
- Las cámaras deben ser accesibles para facilitar su mantenimiento, limpieza y extracción de excretas secas (compost), las excretas almacenadas en las cámaras que han sido adecuadamente tratadas evitando la humedad con el material secante recomendado, pueden ser empleados por la familia para fines agrícolas, siempre y cuando así lo hayan aceptado caso contrario deberán ser eliminadas adecuadamente.

Elementos

El diseño de la UBS-COM debe contemplar los siguientes elementos:

- Caseta para la taza especial.

Ambiente que alberga la taza con separador de orina, el urinario, la ducha, lavadero multiusos y el lavatorio, permitiendo el uso de los servicios al mismo tiempo que otorga seguridad, privacidad y comodidad a los usuarios.

La taza especial con separador de orina es fabricada en losa vitrificada o plástico reforzado, es un aparato sanitario prefabricado que permite separar la orina y las excretas para tratarlos independientemente antes de su aprovechamiento o disposición final.



Figura 6. Taza especial en la UBS - COM

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento (RM 192-2018-VIVIENDA, p.154)

Los aparatos sanitarios que se incluyen dentro de la caseta son: una ducha, un lavatorio, un lavadero multiusos y un urinario, para el adecuado uso del servicio higiénico.

- Sistema de tratamiento

Compuesto por 2 cámaras contiguas e independientes que se utilizan de forma alternada y es en donde se almacenan las excretas sin orina que, gracias al uso de material secante, permite deshidratarlas; cada cámara tiene una abertura para la ventilación, otra abertura para el ingreso de las excretas y una última de mayor tamaño para la extracción de las excretas secas procesadas.

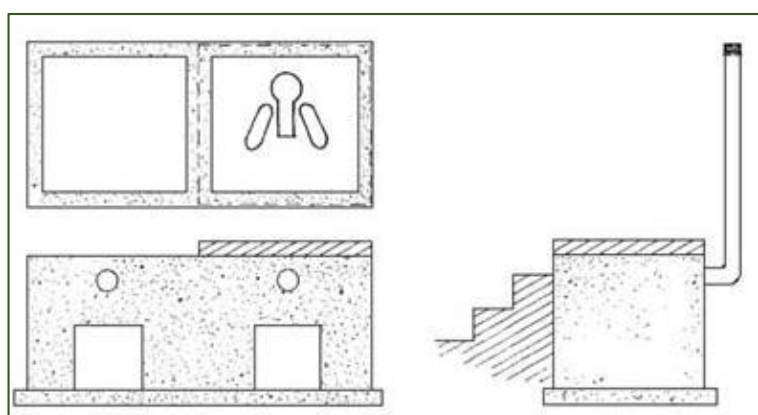


Figura 7. Perspectiva de cámaras composteras de UBS - COM

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento
(RM 192-2018-VIVIENDA, p.156)

- Sistemas complementarios para la disposición final de líquidos.

Compuesto por 2 formas de infiltración de los líquidos, estos pueden ser Pozo de Absorción o Zanja de Percolación, en ambos casos es obligatorio el desarrollo de un test de percolación del suelo para determinar la permeabilidad de este. En todos los casos el nivel freático debe encontrarse a 4 metros de profundidad.

2.2.2.2.Sistemas con arrastre hidráulico

a. Unidad básica de saneamiento de tanque séptico mejorado (UBS – TSM)

Aspectos generales

Según la norma técnica del MVCS (2018), se detalla que:

Un sistema para la disposición adecuada de excretas con arrastre hidráulico, incluye un dispositivo prefabricado para el tratamiento primario, diseñado bajo la norma IS.020 Tanque Séptico, el cual consiste en la separación de los sólidos y líquidos presentes en el agua residual que ingresa a dicha unidad. El agua residual ingresa a través de una tubería de PVC de 4", los sólidos decantan en el interior almacenándose en el fondo de la unidad, la parte líquida sale nuevamente a través de una tubería de 2" por el lado opuesto de la entrada al dispositivo; los sólidos retenidos en el fondo se degradan hasta convertirse en líquido al cabo de 18 meses, éstos son extraídos mediante la apertura de una válvula de PVC de 2". La textura del lodo digerido es fluida, tanto que puede filtrarse dentro de una caja habilitada para tal efecto. Los líquidos antes de salir hacia la zona de filtración pasan por un filtro, que permite mejorar aún más su calidad antes de ser filtradas en el suelo. (p.166)

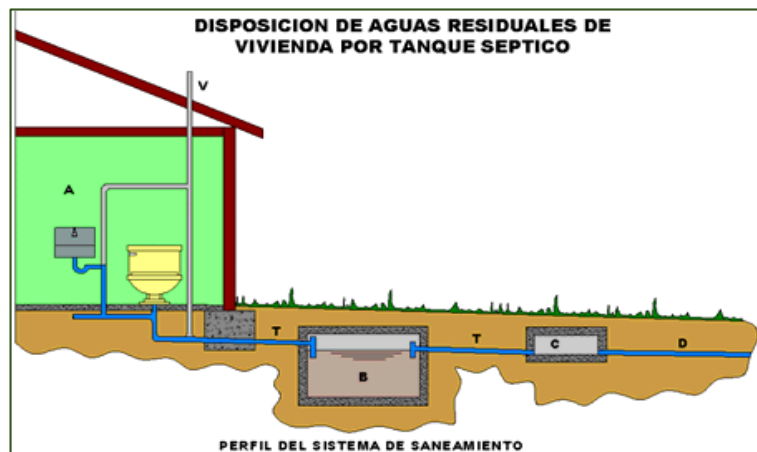


Figura 8. Esquema de la UBS - TSM
Fuente: Organización Panamericana de la Salud, p.52.

Aplicabilidad

En la norma técnica del MVCS (2018) se especifica que en aquellas situaciones en donde los criterios técnicos, económicos y sociales de las comunidades a atender nos

permitan la sostenibilidad de los servicios se deben cumplir los siguientes criterios:

- Disponibilidad de agua, la dotación de agua depende de la región geográfica en donde se ubica el proyecto, para ello debe utilizarse las dotaciones para sistemas de letrinas con arrastre hidráulico, según lo especificado en la Tabla 3.
- Nivel freático, cuando el nivel superior del acuífero se encuentra a una profundidad igual o mayor a 4 metros medidos desde la superficie del suelo.
- Pozo de agua para consumo humano, el sistema de saneamiento debe ubicarse a una cota por debajo y a una distancia mayor de 25 metros del pozo de agua.
- Zona Inundable, la zona del proyecto no debe ser inundable.
- Disponibilidad de terreno, de existir suficiente espacio, se considera desarrollar soluciones individuales con sus propias zonas de filtración, caso contrario, se debe optar por conectar más de una solución de saneamiento a una zona de infiltración.
- Suelo expansivo, el tipo de suelo no debe ser expansivo.
- Facilidad de excavación, la permeabilidad del suelo se encuentra asociada a su consistencia y dureza, un suelo rocoso o semirocoso es difícil de excavar por lo que su permeabilidad es reducida, es por esto que si el suelo es fácil de excavar se debe optar por esta solución.
- Suelo fisurado, debe analizarse adecuadamente el suelo de la zona de estudio, un suelo fisurado debe acondicionarse para optar por soluciones con sistemas de infiltración moderada, caso contrario debe optarse por soluciones secas.
- Suelo permeable, el suelo debe permitir la filtración del efluente producido, pero debe de cumplirse que el tiempo estimado de percolación según el test, no debe de exceder de 12 minutos, de dicho análisis se determina el uso de un Pozo de Absorción (PA) o una Zanja de Percolación (ZP).

- Posibilidad de vaciar el depósito de excretas, los sólidos digeridos y transformados en lodo, son purgados mediante la apertura de una válvula cada 18 meses.
- Papel blando para limpieza anal, el uso de papel higiénico es recomendado para este tipo de solución de saneamiento, pero no deben ser eliminados por el inodoro.
- Gastos de mantenimiento, este tipo de solución de saneamiento utiliza agua para su funcionamiento, pero a su vez, el mantenimiento del tanque séptico mejorado no tiene costo, ya que solamente depende de la apertura de una válvula.
- Aceptabilidad de la solución, el criterio más importante de todos es cuando la familia beneficiaria acepta la solución de saneamiento seleccionada por el proyecto.

Disposición final de las aguas grises, el efluente tratado y del lodo tratado

De acuerdo a lo especificado en la norma técnica del (MVCS, 2018, p.167), el tanque séptico mejorado, puede instalarse de 2 formas, en una de ellas solamente produce agua residual y en la segunda, produce tanto agua residual como aguas grises, siendo ellas las siguientes:

- Forma de instalación completa, cuando todos los aparatos sanitarios se conectan a un colector principal de 4", el cual permite tratar el 100% del agua residual producida a través del tanque séptico mejorado y su posterior eliminación por infiltración. Bajo esta forma de instalación el tanque séptico mejorado, sólo puede atender a la cantidad de personas demostradas en los cálculos con el uso de la norma IS.020 tanque séptico, para el volumen del dispositivo utilizado.
- Forma de instalación parcial, cuando el tanque séptico mejorado recibe sólo el agua residual del inodoro y las aguas grises de los demás aparatos sanitarios, son conducidos directamente a la zona de filtración. Bajo esta forma de instalación el tanque séptico mejorado, sólo puede atender a la cantidad de personas demostradas

en los cálculos con el uso de la norma IS.020 tanque séptico, para el volumen del dispositivo utilizado.

Por otro lado, el lodo tratado es eliminado a través de la caja de lodos, y solamente durante la purga del dispositivo de tratamiento, cada 18 meses de uso de este y mediante la apertura de una válvula.

La zona de infiltración es seleccionada según la permeabilidad del suelo, previa realización de un test de percolación, dicha zona, debe recibir ya sea sólo el agua residual tratada o su mezcla con las aguas grises, dicha zona de infiltración puede ser un PA o ZP.

Criterios de diseño

En la norma técnica del MVCS (2018) se tiene en consideración ciertas características para el diseño y elección de la opción tecnológica en saneamiento rural.

- Previo a la selección de una tecnología de arrastre hidráulico, debe confirmarse que la fuente de agua otorga una dotación según la región donde se realice el proyecto.
- El nivel freático debe encontrarse a una profundidad igual o mayor a 4 metros de la superficie del suelo.
- La estructura del tanque séptico mejorado puede instalarse anexa a los servicios higiénicos o a la vivienda.
- El tanque séptico mejorado debe instalarse con la parte superior del techo a 0,05 metros sobre el nivel del terreno.
- La caseta de la UBS-TSM puede ubicarse anexa a la vivienda.
- La zona de infiltración debe ubicarse como mínimo a 6 metros de la vivienda.

- De existir un pozo de agua, la zona de infiltración debe ubicarse como mínimo a 25 metros del pozo y a un nivel por debajo de éste, al mismo tiempo, mantener la distancia definida hacia la vivienda.
- La zona de infiltración debe ubicarse en una zona alta que no sea susceptible de quedar inundada por agua de lluvia.
- El tipo de infiltración debe seleccionarse por la permeabilidad del suelo determinada por un test de percolación y por su desnivel al encontrarse por debajo de la ubicación de la caseta.
- El test de percolación de la zona de infiltración debe registrar tiempos menores a 12 minutos.

Elementos

- Caseta.

Ambiente que alberga los aparatos sanitarios y permite el uso de los servicios de forma segura, privada y cómoda a los usuarios, puede ser construido en mampostería, madera, adobe o material prefabricado.

Los aparatos sanitarios instalados en su interior son: una ducha, urinario, inodoro y lavatorio dentro de la caseta y un lavadero multiusos fuera de la caseta para el adecuado uso del servicio higiénico.

- Tanque séptico mejorado.

Fabricado en material prefabricado y diseñado bajo la Norma IS.020 Tanque Séptico y cuya función es la de separar los líquidos y sólidos de las aguas residuales.

La caja de registro que se instale permite la inspección de la tubería de desagüe, su uso es obligatorio en el caso la distancia entre el tanque séptico y la zona de infiltración

sea mayor a los 15 metros o se tuviera que salvar algún cambio de pendiente brusco del terreno, puede ser construida en el lugar o ser prefabricada.

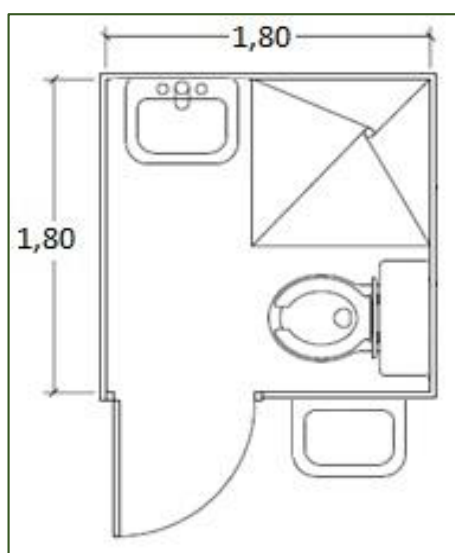


Figura 9. Vista de planta de la UBS - TSM
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento
(RM 192-2018-VIVIENDA, p.170)

La caja de lodos permite la filtración del lodo tratado del tanque séptico mejorado cuando se realiza el mantenimiento cada 12 a 18 meses, puede ser construido en mampostería o prefabricado.

- Sistemas complementarios para la disposición final de líquidos.

Compuesto por dos tipos de sistemas de infiltración de los efluentes, los tipos de infiltración son Pozo de Absorción (PA) y Zanja de Percolación (ZP), en ambos casos para su selección es obligatorio el desarrollo de un test de percolación del suelo para determinar su permeabilidad.

2.2.3. Sistemas complementarios de tratamiento y disposición de efluentes

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala que:

Los efluentes deben ser dispuestos adecuadamente en el suelo a través de un proceso de infiltración, para su diseño debe analizarse previamente la capacidad

del suelo para infiltrar líquidos, es por ello, que debe aplicarse el Test de Percolación de forma obligatoria para todo proyecto de saneamiento rural. En el caso de requerirse aprovechar el efluente para riego de zonas agrícolas o no pueda infiltrarse el agua residual tratada por existir un nivel freático cercano al suelo, debe realizarse un tratamiento adicional con un Humedal para mejorar la calidad del agua residual. (p.22)

2.2.3.1. Pozo de absorción

De seleccionarse un Pozo de Absorción, debe considerarse lo siguiente:

- Se selecciona cuando no se cuente con área suficiente para una Zanja de Percolación o cuando el suelo sea impermeable dentro del primer metro de profundidad, existiendo estratos favorables de infiltración.
- El área efectiva de filtración comprende el área lateral cilíndrica del hoyo (no se considera el fondo), la altura queda definida por la distancia entre el punto de ingreso de las aguas grises y el fondo del hoyo.
- El diámetro mínimo del pozo debe ser de 1,00 metro y una profundidad como mínimo de 2,00 metros.
- El Pozo de Absorción puede desarrollarse bajo 2 modelos: Modelo formado con paredes de mampostería con juntas laterales separadas, en donde el espacio entre muro y terreno natural se debe rellenar con grava de 2,5 cm y una losa de la tapa con concreto armado, pueden instalarse más de 2 pozos para lo cual debe existir una caja repartidora de caudales que separe el líquido en partes iguales, en todo caso la distancia máxima de distancia entre los ejes de dichos pozos es de 6,00 metros o modelo bajo los criterios de diseño de la Zanja de Percolación, en este caso no se incluye un muro de mampostería, ya que el hoyo se encuentra lleno de grava, en el eje del hoyo se prolonga de forma vertical el tubo de salida de líquidos

de la caseta de aseo personal, este tubo se encuentra perforado lo que facilita a que el fluido comience a filtrarse desde la parte superior del hoyo hasta el fondo. Los últimos 0,20 metros del hoyo son cubiertos con terreno natural de la zona.

- La zona de infiltración para la prueba del sistema de infiltración, debe ubicarse como mínimo a 25 metros de un pozo de agua y 6 metros de una vivienda.
- Si el tiempo que demora el agua de prueba en bajar un (01) centímetro, es de hasta 4 minutos, se debe diseñar un Pozo de Absorción.
- El Test de Percolación permite estimar el área de infiltración necesaria.
- Pueden instalarse 2 o más pozos de infiltración en paralelo, para ello, debe instalarse una caja de derivación de caudal de agua residual que separe en cantidades iguales el agua residual.
- El Pozo de Absorción al igual que la Zanja de Percolación debe rellenarse con piedra chancada de $\frac{1}{2}$ " o $\frac{3}{4}$ " para favorecer que el flujo sea radial de forma horizontal y hacia el fondo del pozo.
- Por el eje del Pozo de Absorción debe instalarse una extensión de la tubería de salida del efluente tratado, dicho tubo debe ser perforado, para permitir el flujo horizontal.

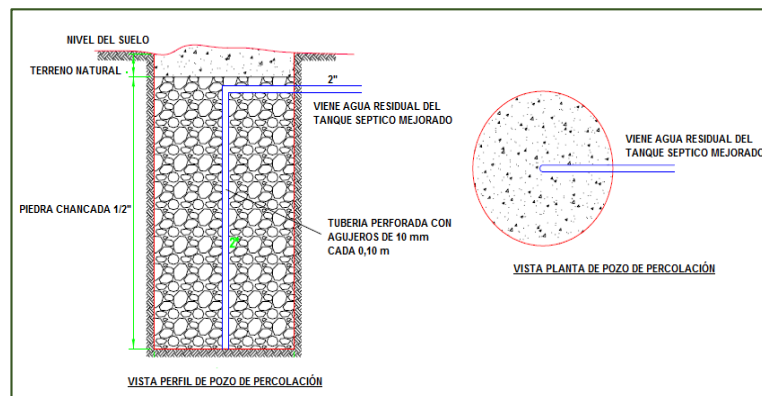


Figura 10. Pozo de absorción

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento
(RM 192-2018-VIVIENDA, p.176)

2.2.3.2.Zanja de percolación

De seleccionarse una Zanja de Percolación, debe considerarse lo siguiente:

- Si se determina que un suelo permite una filtración por encima de los 12 minutos, debe considerar otra solución para la disposición final de los efluentes líquidos.
- La profundidad mínima de las zanjas es de 0,60 metros y la separación mínima de fondo de zanja y nivel freático es de 2,00 metros.
- En ancho de las zanjas debe ser de 0,45 a 0,90 metros.
- La longitud máxima por dren es de 30,00 metros y se debe procurar que todos los drenes tengan la misma longitud.
- Como mínimo debe considerarse 2 drenes y el espaciamiento entre ejes es de 2,00 metros medidos desde el eje de cada dren.
- La pendiente mínima de los drenes es de 1,50 ‰ (1,5 por mil) y un valor máximo de 5,00 ‰ (5 por mil).
- El material filtrante por utilizar dentro de la zanja es grava o piedra triturada con una granulometría de 1,5 a 5 cm y tubería de PVC de 110 mm de diámetros con juntas abiertas o perforaciones que permitan una distribución uniforme del líquido en el fondo de las zanjas.
- Caja dren o conjunto de drenes, debe llevar en su inicio una caja de inspección de 0,60 x 0,60 m² como mínimo, la función de esta caja es la de permitir regular o inspeccionar el funcionamiento de cada uno de los drenes.
- Debe procurarse que el flujo se reparta uniformemente, esto se obtiene, por medias cañas en el fondo o pantallas distribuidoras de flujo u otros sistemas debidamente justificado.
- Las salidas hacia los drenes en las cajas distribuidoras deben estar al mismo nivel salvo que se utilicen vertederos para el reparto de caudales.

- No se permite que ninguna salida de una caja de distribución se ubique directamente frente a la tubería de ingreso.
- La zona de infiltración para la prueba del sistema de infiltración, debe ubicarse como mínimo a 25 metros de un pozo de agua y 6 metros de una vivienda.
- Si el tiempo que demora el agua de prueba en bajar un (01) centímetro, es más de 4 minutos y hasta 12 minutos, se debe diseñar una Zanja de Percolación.
- El Test de Percolación permite estimar el área de infiltración necesaria.
- La máxima longitud de drenes será de 30 metros, siendo la separación de los ejes de los drenes de 2 metros.
- Las pendientes de los drenes serán de 1.5‰ a 5‰.
- La Zanja de Percolación al igual que el Pozo de Absorción debe rellenarse con piedra chancada de 1/2" o 3/4" para favorecer que el flujo sea radial de forma horizontal y hacia el fondo del pozo.
- Al inicio de cada dren, debe instalarse una caja de inspección para verificar el flujo horizontal.
- Para la separación equitativa del agua residual por los drenes, debe instalarse una caja repartidora de caudal, cuyo diseño dependerá de la cantidad de drenes a instalar

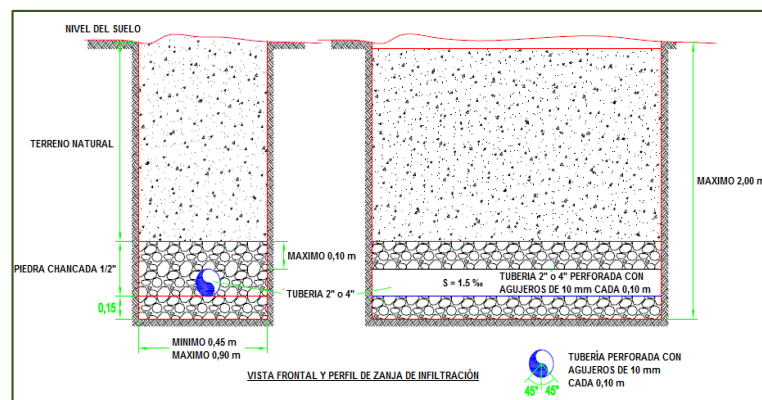


Figura 11. Detalle de zanja de percolación
 Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento
 (RM 192-2018-VIVIENDA, p.176)

2.2.3.3. Humedal

a. Aspectos Generales

En la norma técnica del MVCS (2018) se señala que:

Sistema de tratamiento complementario de las aguas residuales tratadas por un tanque séptico mejorado o de las aguas grises provenientes de las instalaciones sanitarias de los sistemas secos de hoyo seco ventilado o compostera. El efluente puede ser utilizado dependiendo de la calidad alcanzada para riego de zonas agrícolas o el vertido directo en un cuerpo receptor. (p.17)

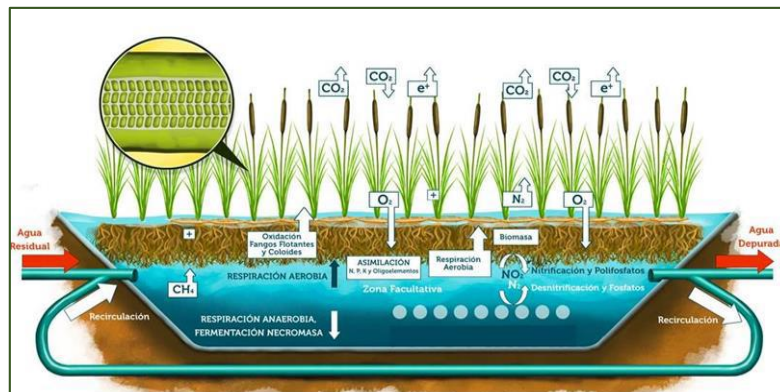


Figura 12. Detalle del humedal

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento (RM 192-2018-VIVIENDA, p.178)

b. Aplicabilidad

Como un tratamiento complementario de los efluentes tratados del TSM o de las aguas grises provenientes de los sistemas sin arrastre hidráulico, como son: UBS-HSV o UBS-COM cuando se desea aprovechar el efluente en riego.

c. Criterios de Diseño

Para un Humedal, se debe considerar lo siguiente:

- El flujo del agua gris va a ser en un medio sub superficial, a través de un lecho de filtrado y no un flujo libre.

- Solo debe considerarse las aguas grises provenientes de la ducha y lavadero multiusos, en ningún caso se permite el ingreso de aguas negras o provenientes de un inodoro.
- Si el usuario produce gran cantidad de grasas, en la preparación de alimentos (comedor o restaurante) debe considerarse la instalación de una trampa de grasas a la salida del lavadero multiusos y previo al ingreso al Humedal.
- Es necesario incluir dentro del componente de intervención social una capacitación orientada a las buenas prácticas de higiene y limpieza, donde se priorice el adecuado lavado de utensilios con la eliminación previa de residuos de comida, los cuales tienen que ser eliminados antes del lavado de utensilios, para evitar que ellos puedan llegar al Humedal.
- La zona por seleccionar para la ubicación del Humedal debe ser la que permita que las aguas grises ingresen por gravedad y sea bajo esta misma condición que el efluente tratado siga su curso para su aprovechamiento posterior, evitando en todo momento la necesidad de uso de energía eléctrica para su aprovechamiento.
- La zona circundante al Humedal debe ser protegida para evitar que otros líquidos ingresen al medio filtrante de tal forma que saturen el medio o afecten el proceso de tratamiento que se lleva a cabo.

d. Beneficios

- No hay generación de olores, los gases que se producen en la parte anaerobia (CH_4 metano, H_2S ácido sulfhídrico) se oxidan y son emitidos a la atmósfera en formas químicas inodoras.
- No hay producción de lodos. El efecto de tamizado que dan las raíces, espesando el fango procedente de los sólidos en suspensión. Por las condiciones óxicas del filtro, el fango retenido en las raíces se va oxidando poco a poco (no se volatiliza),

y la parte decantada alcanza condiciones de ausencia de oxígeno, condiciones en las que fermenta por acción de bacterias anaerobias, las moléculas complejas se degradan en otras más sencillas que ascienden junto con los gases que se forman llegando a la zona óxica de las raíces, donde se tamiza y oxida.

- Eliminación de nutrientes vegetales, bien por la absorción de las plantas, bien por el ciclo anaerobio-aerobio de las bacterias en el interior de las balsas flotantes.
- Acumulación de metales pesados. En la parte aérea de las plantas, eliminándolos de la línea de agua.
- Eliminación de microorganismos patógenos: a razón de 4 unidades logarítmicas gracias a la presencia de ácidos que favorecen la presencia de bacteriófagos.
- Eliminación de partículas coloidales: que son atraídas por cargas electrostáticas que las fijan al sistema radicular.
- La interacción de los sustratos se da de manera natural debido a la convección que se produce entre los tres sustratos. La recirculación potencia esa convección, facilitando el proceso de nitrificación-desnitrificación necesario para eliminar nutrientes y eliminar así el fenómeno de la eutrofización.
- Es un tratamiento en base a la depuración del agua residual a través de plantas o Fitotratamiento.
- Es un depósito impermeable, donde se permite el flujo de agua pretratada a través de un sustrato previamente acondicionado.
- El flujo de agua puede ser horizontal o vertical.
- El material filtrante es arena o grava.
- El diseño no permite el afloramiento de agua, lo que evita la presencia de mosquitos o malos olores.

- El efluente puede ser destinado al riego de áreas verdes o disponerse en el suelo por infiltración.
- Reduce considerablemente la carga bacteriana que aún queda después del tratamiento primario.

2.2.4. Algoritmo de selección de sistemas de disposición sanitaria de excretas para el ámbito rural

En los ítems 2.2.2 y 2.2.3 se muestran las opciones tecnológicas en saneamiento rural y los sistemas complementarios de tratamiento de efluentes respectivamente, lo cual permite conjugar y obtener los siguientes sistemas, de acuerdo al cumplimiento estricto de los criterios, técnico, social y económico; los sistemas que se pueden plantear son los que se muestran en la Tabla 7, dichos sistemas se obtienen luego de la aplicación de los algoritmos de la *Figura 13 y 14*.

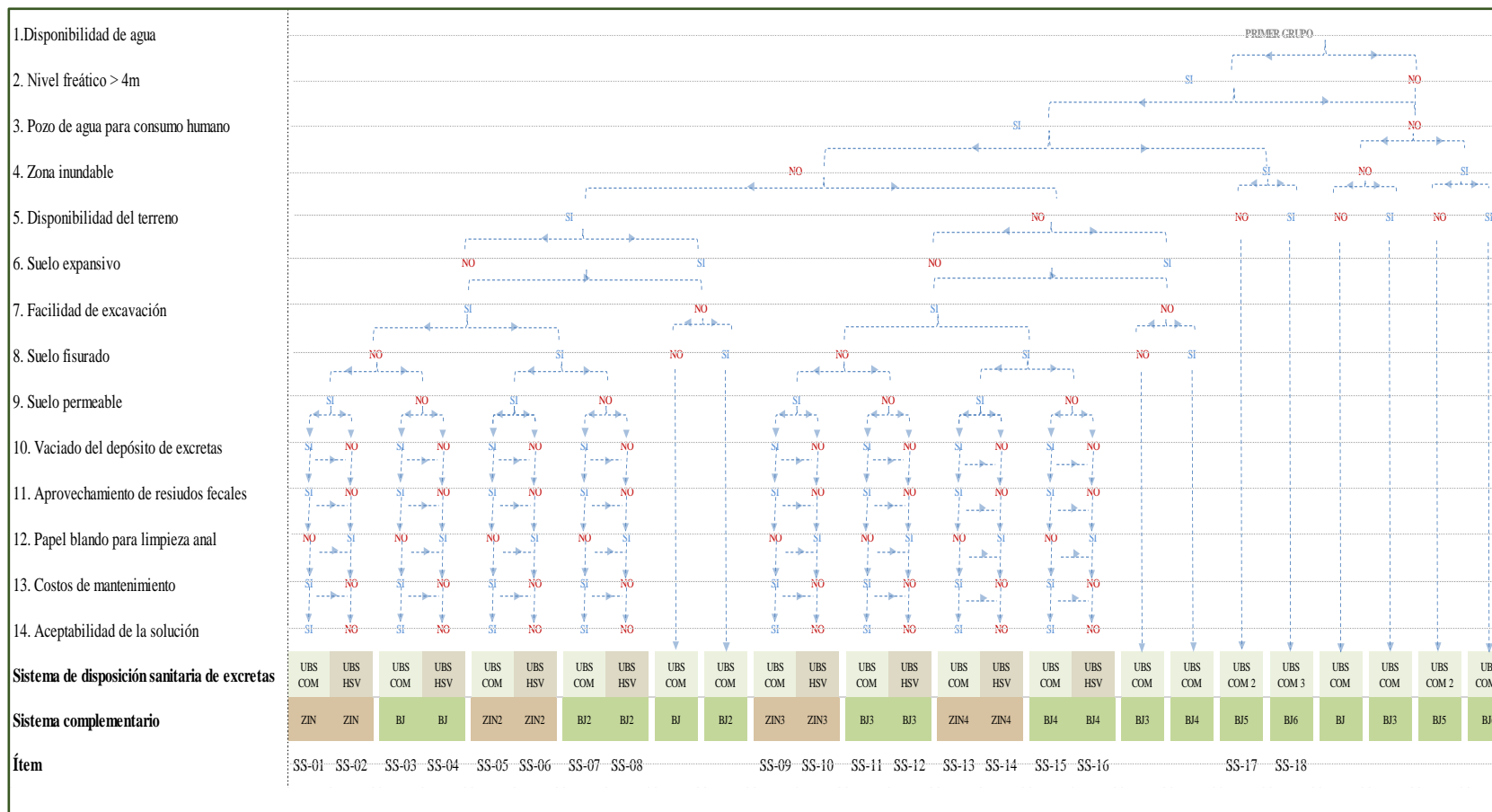


Figura 13. Algoritmo de selección de sistemas sin arrastre hidráulico
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento
(RM 192-2018-VIVIENDA, p.28)

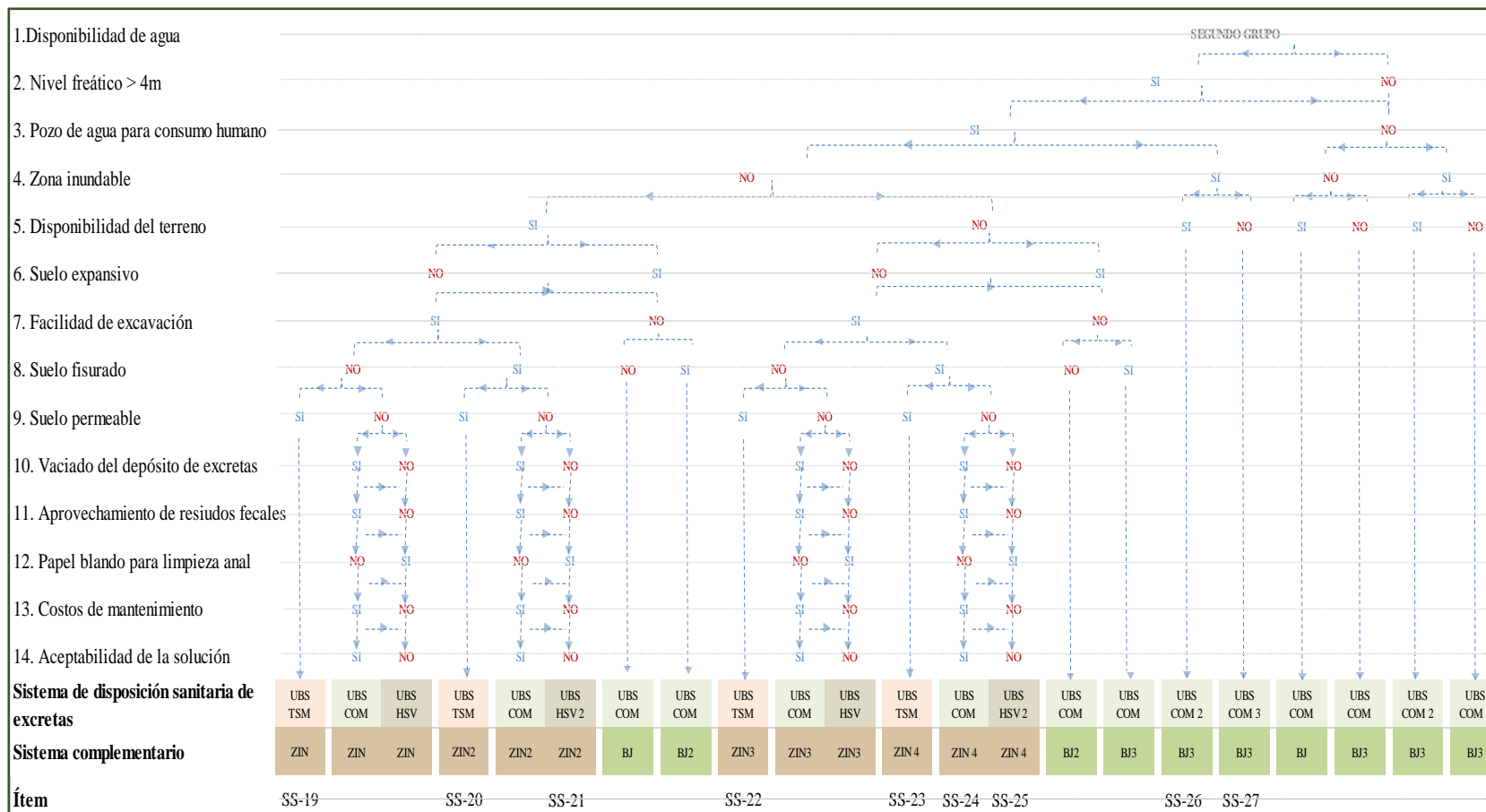


Figura 14. Algoritmo de selección de sistemas con arrastre hidráulico

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento

(RM 192-2018-VIVIENDA, p.29)

Tabla 7*Sistemas de disposición sanitaria de excretas para el ámbito rural*

Ítem	Código	Solución de saneamiento	Sistema complementario	Descripción
SS-01	UBS COM ¹ – ZIN ²	Del tipo Compostera de doble cámara	Zona de Infiltración	UBS Compostera (UBS COM) con disposición de aguas grises en Pozo de Absorción (PA) o Zanja de Percolación (ZP).
SS-02	UBS HSV ³ - ZIN	Del tipo Hoyo Seco Ventilado	Zona de Infiltración	UBS de Hoyo Seco Ventilado (UBS HSV) con disposición de aguas grises en PA o ZP.
SS-03	UBS COM - BJ	Del tipo Compostera de doble cámara	Humedal	UBS COM con disposición de aguas grises en el Humedal (BJ).
SS-04	UBS HSV – BJ	Del tipo Hoyo Seco Ventilado	Humedal	UBS HSV con disposición de aguas grises en BJ.
SS-05	UBS COM - ZIN ⁴	Del tipo Compostera de doble cámara	Zona de Infiltración	UBS COM con disposición de aguas grises en PA o ZP, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado.
SS-06	UBS HSV - ZIN ²	Del tipo Hoyo Seco Ventilado	Zona de Infiltración	UBS HSV con disposición de aguas grises en PA o ZP, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado.
SS-07	UBS COM - BJ ⁵	Del tipo Compostera de doble cámara	Humedal	UBS COM con disposición de aguas grises en BJ, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado.
SS-08	UBS HSV - BJ ²	Del tipo Hoyo Seco Ventilado	Humedal	UBS HSV con disposición de aguas grises en BJ, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado.
SS-09	UBS COM - ZIN ³ ⁶	Del tipo Compostera de doble cámara	Zona de Infiltración	UBS COM con disposición de aguas grises en PA o ZP, incluyendo una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.

Ítem	Código	Solución de saneamiento	Sistema complementario	Descripción
SS-10	UBS HSV - ZIN3	Del tipo Hoyo Seco Ventilado	Zona de Infiltración	UBS HSV con disposición de aguas grises en PA o ZP, incluyendo una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.
SS-11	UBS COM - BJ3 ⁷	Del tipo Compostera de doble cámara	Humedal	UBS COM con disposición de aguas grises en BJ, incluyendo una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.
SS-12	UBS HSV - BJ3	Del tipo Hoyo Seco Ventilado	Humedal	UBS de HSV con disposición de aguas grises en BJ, incluyendo una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.
SS-13	UBS COM - ZIN4 ⁸	Del tipo Compostera de doble cámara	Zona de Infiltración	UBS COM con disposición de aguas grises en PA o ZP, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado y una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.
SS-14	UBS HSV - ZIN4	Del tipo Hoyo Seco Ventilado	Zona de Infiltración	UBS HSV con disposición de aguas grises en PA o ZP, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado y una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.
SS-15	UBS COM - BJ4 ⁹	Del tipo Compostera	Humedal	UBS COM con disposición de aguas grises en BJ, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado y una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.

Ítem	Código	Solución de saneamiento	Sistema complementario	Descripción
SS-16	UBS HSV - BJ4	Del tipo Hoyo Seco Ventilado	Humedal	UBS HSV con disposición de aguas grises en BJ, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado y una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.
SS-17	UBS COM2 ¹⁰ - BJ5 ¹¹	Del tipo Compostera de doble cámara	Humedal	UBS COM familiar flotante con disposición de aguas grises en BJ del tipo familiar y flotante.
SS-18	UBS COM3 ¹² - BJ6 ¹³	Del tipo Compostera de doble cámara	Humedal	UBS COM multifamiliar flotante con disposición de aguas grises en BJ del tipo multifamiliar y flotante.
SS-19	UBS TSM ¹⁴ - ZIN	Del tipo Tanque Séptico Mejorado	Zona de infiltración	UBS con Tanque Séptico Mejorado (UBS TSM) con disposición de aguas grises en PA o ZP.
SS-20	UBS TSM - ZIN2	Del tipo Tanque Séptico Mejorado	Zona de infiltración	UBS TSM con disposición de aguas grises en PA o ZP, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado.
SS-21	UBS HSV2 ¹⁵ – ZIN2	Del tipo Hoyo Seco Ventilado	Zona de infiltración	UBS HSV con disposición de aguas grises en PA o ZP, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado y una zona de filtración
SS-22	UBS TSM - ZIN3	Del tipo Tanque Séptico Mejorado	Zona de infiltración	UBS TSM con disposición de aguas grises en PA o ZP, incluyendo una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.
SS-23	UBS TSM - ZIN4	Del tipo Tanque Séptico Mejorado	Zona de infiltración	UBS TSM con disposición de aguas grises en PA o ZP, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado y una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.

Ítem	Código	Solución de saneamiento	Sistema complementario	Descripción
SS-24	UBS COM – ZIN4	Del tipo Compostera	Zona de infiltración	USB COM con disposición de aguas grises en PA o ZP, incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado y una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.
SS-25	UBS HSV2 – ZIN4	Del tipo Hoyo Seco Ventilado	Zona de infiltración	USB HSV con tratamiento del suelo por suelo fisurado, con disposición de aguas grises en PA o ZIN incluyendo un tratamiento del suelo por suelo fisurado y una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.
SS-26	UBS COM2 ¹⁶ – BJ3	Del tipo Compostera	Humedal	UBS COM del tipo flotante familiar, con disposición de aguas grises en BJ, incluyendo una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.
SS-27	UBS COM3 ¹⁷ – BJ3	Del tipo Compostera	Humedal	UBS COM del tipo flotante familiar, con disposición de aguas grises en BJ, incluyendo una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento (RM 192-2018-VIVIENDA, p.25-27)

1 USB COM – Tecnología de saneamiento del tipo compostera de doble cámara

2 ZIN – Zona de infiltración, dependiendo del test de percolación puede ser un Pozo de Absorción (PA) o una Zanja de Percolación (ZI)

3 USB HSV – Tecnología del tipo de Hoyo Seco Ventilado

4 ZIN2 – Zona de infiltración habilitada en un suelo fisurado previamente acondicionado

5 BJ2 - Humedal habilitada en un suelo fisurado previamente acondicionado

6 ZIN3 – Zona de infiltración habilitada para recibir el efluente de varias unidades de soluciones de saneamiento del tipo compostera o de hoyo seco ventilado

7 BJ3 – Humedal habilitada para recibir el efluente de varias unidades de soluciones de saneamiento del tipo compostera o de hoyo seco ventilado

8 ZIN4 - Zona de infiltración habilitada en un suelo fisurado previamente acondicionado y para recibir el efluente de varias unidades de soluciones de saneamiento del tipo compostera o de hoyo seco ventilado

9 BJ4 - Humedal habilitada en un suelo fisurado previamente acondicionado y para recibir el efluente de varias unidades de soluciones de saneamiento del tipo compostera o de hoyo seco ventilado

10 UBS COM2 - UBS COM del modelo flotante para zonas inundables para la atención de una sola familia

- 11 BJ5 - Humedal del modelo flotante para atención de sólo una unidad de UBS COM
- 12 UBS COM3 – UBS COM del modelo flotante para zonas inundables para la atención de varias familias
- 13 BJ6 - Humedal del modelo flotante para atención de varias unidades de UBS COM
- 14 UBS TSM en base al uso de un producto prefabricado en polietileno y diseñado en base a la Norma IS.020 Tanques Sépticos.
- 15 UBS HSV2 – Tecnología del tipo de hoyo seco ventilado, pero con tratamiento del suelo por fisuras.
- 16 UBS COM2 – Tecnología del tipo compostera adaptada para una zona inundable para atención de una familia
- 17 UBS COM3 - Tecnología del tipo compostera adaptada para una zona inundable para atención de varias familias

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación será descriptiva –aplicada, pues los conocimientos adquiridos en la elaboración de la presente investigación serán aplicados en contextos similares donde se requiera elegir opciones tecnológicas de saneamiento en el ámbito rural.

3.1.2. Diseño de investigación

La presente investigación tiene un diseño no experimental – transeccional; la primera se debe a que no se manipula la variable y la segunda se refiere al desarrollo de la investigación, la cual se lleva a cabo en un solo momento y tiempo único.

3.2. Límites de la investigación

3.2.1. Limitación geográfica

La ejecución de la presente investigación se limita a recabar información de los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru, pertenecientes al distrito de

independencia; ello implica la variabilidad de los factores técnico, social y económico en determinadas viviendas de dichos centros poblados.

3.2.2. Limitación temporal

La recolección de datos se limita a un solo tiempo, la cual se desarrolló en el mes de febrero del 2020.

3.2.3. Limitación temática

Las opciones tecnológicas en saneamiento rural, son diversas, pero de acuerdo a la realidad actual y el contexto se opta por elegir las que estén acordes a la realidad rural además de ceñirse a la Norma Técnica de Diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural, aprobado con Resolución Ministerial N° 192-2018-VIVIENDA.

3.3. Unidad de análisis

3.3.1. Población y muestra

El método de elección a considerar es no probabilístico, teniendo en consideración el tipo de investigación; motivo por el cual, a criterio del investigador se considera como muestra a 03 centros poblados, las viviendas que comprenden son aquellas donde no ha habido intervención respecto al sistema de disposición de excretas.

- Centro poblado de Santa Rosa de Pacuash. (15 viviendas)
- Centro Poblado de Ucu (15 viviendas)
- Centro poblado de Huellap. (08 viviendas)

3.4. Métodos y recursos empleados

3.4.1. Métodos

La metodología aplicada para determinar las opciones tecnológicas en saneamiento rural de los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu, están establecidas en la Resolución Ministerial N° 192-2018-VIVIENDA, Norma técnica de

Diseño: Opciones tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, en ésta se cuenta con algoritmos de selección de sistemas de disposición sanitaria de excretas de acuerdo al factor técnico, social y económico.

3.4.2. Recursos empleados

Para llevar a cabo la investigación y concretar los objetivos planteados se emplean diversos recursos, los cuales son:

- Para la recolección de información en campo se utilizaron equipos y herramientas, los cuales son, GPS Navegador Garmin Montana 680, herramientas manuales y celular con cámara fotográfica.
- El estudio de mecánica de suelos en las calicatas provenientes de cada centro poblado se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales “GEOSTRUCT”.
- A nivel bibliográfico, los elementos de consulta fueron diversos; libros, tesis de grado, normativa actual vigente en materia de saneamiento en al ámbito rural e información geográfica.
- Entre los instrumentos usados para procesar datos y luego analizarlos, se considera el uso del software Arc Map versión 10.3, en el cual se puede definir el número de calicatas a excavar y de éste modo tener toda la información técnica. Así mismo se emplean los programas Excel y Word de Microsoft Office para la redacción de la investigación; todos estos softwares instalados en una computadora portátil.
- En cuanto al recurso humano, se contó con el apoyo del Ing. Danilo Enrique Montoro Vergara en su calidad de asesor de la presente investigación.
- En lo concerniente al recurso financiero, todos los costos son asumidos por la tesista.

3.5.Procedimiento de recolección, procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Recolección de datos

Para la recolección de los datos de la investigación, se realizan las siguientes actividades:

- Toma de datos en campo
 - Visita preliminar a los 03 centros poblados (Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru), donde no se cuenta con sistemas de disposición sanitaria de excretas.
 - Se realiza un levantamiento con GPS, de todas las viviendas que componen la muestra a intervenir con la investigación, todo esto de acuerdo a la visita preliminar.
 - Se realizan calicatas para conocer la clase de suelo, nivel freático y permeabilidad del suelo.
 - Se entrevista a cada uno de los pobladores sobre las condiciones socioeconómicas actuales de cada uno de ellos; dicha información se valida con información estadística proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas)
- Ensayos de laboratorio
 - Las muestras recogidas en campo fueron llevadas al laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUCT, luego de los ensayos se obtienen las siguientes características:
 - ✓ Presión admisible del suelo
 - ✓ Clasificación del suelo
 - ✓ Límites de consistencia (líquido y plástico)
 - ✓ Contenido de humedad

3.5.2. Procesamiento de datos

Luego de recolección de la información en campo, se procede al procesamiento de la misma:

- Primero se realiza la intersección de información geográfica (uso mayor de suelos, geología y pendiente), de tal modo que, se obtiene los puntos en los cuales se debe extraer las muestras de suelo y éstas sean las más representativas.
- Se procesa los resultados obtenidos en los ensayos de mecánica de suelos, elaborándose un cuadro con los valores de cada propiedad físico- mecánico de los suelos de las 04 calicatas realizadas.
- Se procesa los datos de los test percolación realizados, de tal modo que se pueda determinar la tasa de percolación.
- Por ultimo todos los resultados obtenidos son colocados en el algoritmo de selección de sistemas de disposición sanitaria de excretas, para de este modo elegir la opción tecnológica correcta.

3.5.3. Análisis de datos

- Para definir la opción tecnológica a elegir, ésta se somete a los criterios establecidos en el algoritmo de selección de sistemas de disposición sanitaria de excretas, el cual se ajusta a la realidad del ámbito rural en la zona centro, todo esto, de acuerdo a la Resolución Ministerial 192-2018-VIVIENDA, en dicho algoritmo se tiene en cuenta el factor técnico (características físico – mecánicas del suelo y disponibilidad del servicio de agua), factor social (aceptabilidad de la solución) y factor económico (capacidad de asumir costos de operación y mantenimiento del sistema).

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN METODOLÓGICA

4.1. Descripción de la zona de estudio

4.1.1. Ubicación política

Departamento	:	Ancash
Provincia	:	Huaraz
Distrito	:	Independencia
Centro poblado	:	Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu

4.1.2. Ubicación geográfica

Los centros poblados que componen la población y la muestra de la presente investigación se ubican geográficamente en coordenadas UTM, sistema de referencia WGS 84, de acuerdo a la Tabla 8.

Tabla 8

Ubicación geográfica de los C.P. Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu

<i>Descripción</i>	<i>Este (m)</i>	<i>Norte (m)</i>	<i>Elevación (m.s.n.m)</i>
Huellap	219965.619	8948988.045	3231.80
Santa Rosa de Pacuash	218768.389	8948455.631	3514.80
Ucu	219798.862	8948230.674	3322.00

4.1.3. Vías de acceso

El acceso desde el centro del distrito de Independencia, se da a través de la vía vecinal Emp. PE-3N (Palmira) - Ucu - Pongor - Ancomarca - Quispachilpa - Emp. PE-14, con la vía tomada se llega al centro poblado de Pongor en 20 minutos haciendo un kilometraje de 8 km aproximadamente, desde aquí se llega a cada uno de los tres centros poblados, teniendo el siguiente recorrido.

Tabla 9

Vías de acceso a los C.P de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu

Desde	Hasta	Tipo de Vía	Distancia (km)
Pongor	Huellap	Camino de Herradura	1.578
Pongor	Santa Rosa de Pacuash	Camino de Herradura	0.823
Pongor	Ucu	Trocha carrozable	0.472

4.1.4. Geología local

La zona de estudio se ubica al lado oriental de la cordillera negra, donde afloran rocas pertenecientes al grupo volcánico Calipuy (son lavas. Tufos, piro clastos, las cuales son conformadas por andesitas, dacitas y riódacitas) depositados entre el mioceno al oligoceno.

Según el informe técnico del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico [INGEMMET] (1996):

El grupo Calipuy se encuentra distribuido a lo largo de la cordillera negra conformando la parte más elevada. Se dispone como una franja de rumbo NO – SE que tiene una anchura variable entre 25 a 40 km. Muestra discontinuidad de afloramiento a lo largo del rumbo andino, debido a la profundidad de los valles transversales correspondiente a los principales ríos como el Pativilca, Fortaleza, Aija, Pira. Su límite oriental en gran parte, lo constituye el río Santa; sin embargo,

existen afloramiento en el extremo sur de la cordillera blanca (nevados Cajat, Lariarsju, Jeulla Rajo, etc) y en la cordillera de Huayhuash (nevado Auxilio, Huacshas, Jirishanca chico, etc).

El grupo Calipuy consiste de por lo menos 2000 m y en algunos lugares más de 3000 m de estratos volcánicos variados. Estos son principalmente de rocas piroelásticas gruesas de composición andesítica, pero también son abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas. La secuencia es extremadamente variable, de manera que una sección medida en cualquier localidad tiene poca semejanza a otra medida en cualquier otro lugar. La presencia de discordancias dentro del Grupo Calipuy, se considera que puede representar episodios iguales de deformación y por ello, se ha subdividido al Calipuy según el cartografiado de estas discordancias.

El Grupo Calipuy descansa con gran discordancia sobre todas las formaciones mesozoicas, siendo la unidad más joven la Formación Casapalca y la Formación Chicama la más antigua. También sobreyace a los plutones más orientales del Batolito de la Costa en el sector occidental de los Cuadrángulos de Huaraz y Chiquián. Fue depositado después del período de plegamiento, erosión y levantamiento que afectaron a las unidades anteriores y que culminaron con una amplia superficie de erosión. El Grupo Calipuy fue emplazado sobre esta superficie y aflora en la zona del miogeosinclinal. La principal área de emplazamiento de este grupo se encuentra a lo largo de la unión entre el eugeosinclinal y el miogeosinclinal, pero ello se dispersó sustancialmente a ambos lados de esta línea tanto al Este como al Oeste. (p.113)

En la *Figura 13*. Se muestra los códigos en la zona de estudio de acuerdo a la carta geológica, para mayor explicación se detalla la Tabla 10.

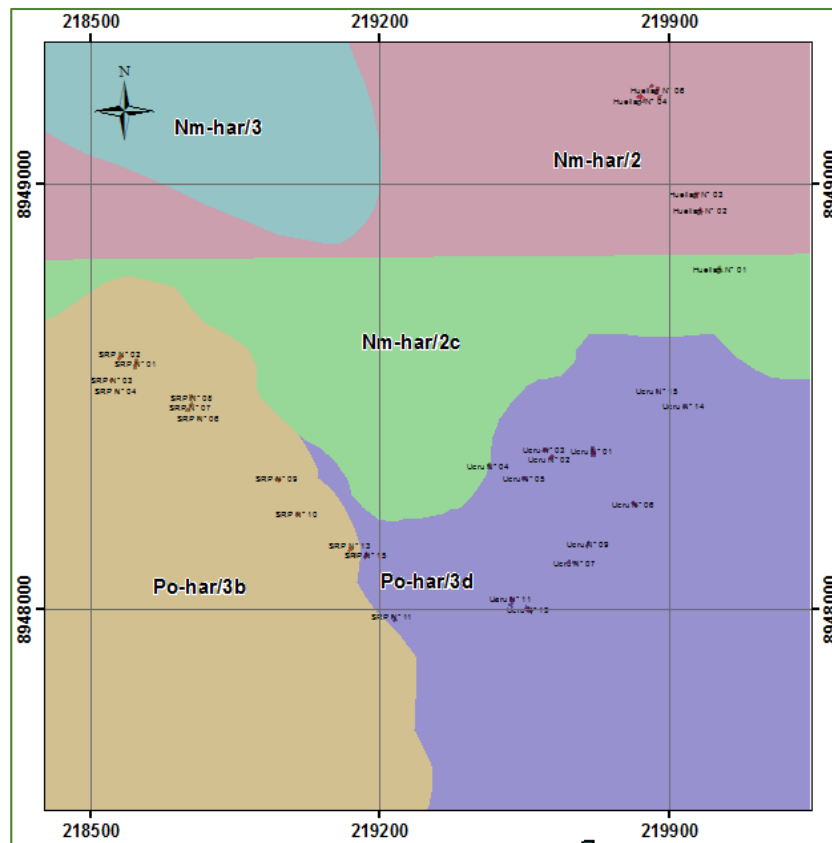


Figura 15. Mapa de geología local en la zona de estudio
Fuente: INGEMMET, Carta geológica 1996

4.1.5. Capacidad de uso mayor de suelos

Según lo detallado en el decreto supremo del Ministerio de agricultura [MINAGRI] (2009):

La capacidad de uso mayor (CUM) correspondiente a cada unidad de tierra, es determinada mediante la interpretación cuantitativa de las características edáficas, climáticas (zonas de vida) y de relieve, los que intervienen en forma conjugada. (p.2).

Las características edáficas consideradas en el presente reglamento de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor son las siguientes: pendiente, profundidad efectiva, textura, fragmentos gruesos, pedregosidad superficial, drenaje interno, pH, erosión, salinidad, peligro de anegamiento y fertilidad natural superficial.

Tabla 10*Descripción de los códigos geológicos de la zona de estudio*

Código	Eratema	Sistema	Serie	Unidades litoestratigráficas	Descripción
Nm-har/2	Cenozoico	Neógeno	Mioceno - Grupo Calipuy	Rocas de centro volcánico Huinoc - Alto Ruri	Depósitos de flujos piroclásticos de cenizas con cristales, color gris verdoso, presentan abundantes fragmentos líticos textura afaanítica.
Nm-har/2c	Cenozoico	Neógeno	Mioceno - Grupo Calipuy	Rocas de centro volcánico Huinoc - Alto Ruri	Depósitos de flujos piroclásticos de cenizas rico en cristales, color gris claro, textura porfirítica, presentan vetillas de cuarzo con diseminado de pirita, composición riolítica.
Nm-har/3	Cenozoico	Neógeno	Mioceno - Grupo Calipuy	Rocas de centro volcánico Huinoc - Alto Ruri	Depósitos de flujos piroclásticos de pomez y cenizas con fragmentos líticos, de color gris claro.
Po-har/3b	Cenozoico	Paleógeno	Oligoceno - Grupo Calipuy	Rocas de centro volcánico Huinoc - Alto Ruri	Depósitos de flujos piroclásticos de cenizas con cristales, color gris claro violáceo, textura porfirítica, presentan pocos fragmentos líticos.

Las características climáticas consideradas en la Clasificación de Tierras según su capacidad de uso mayor son las siguientes: precipitación, temperatura, evapotranspiración, todas influenciadas por la altitud y latitud. Todas ellas son consideradas en las zonas de vida (Holdridge).

El Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor está conformado por tres (03) categorías de uso: Grupo de Capacidad de Uso Mayor, Clase de Capacidad de Uso Mayor, Subclase de Capacidad de Uso Mayor.

Según lo mencionado en el párrafo anterior, con la capa de uso mayor de suelos se obtiene la *Figura 14*, la descripción de la clasificación se presenta en la Tabla 11.

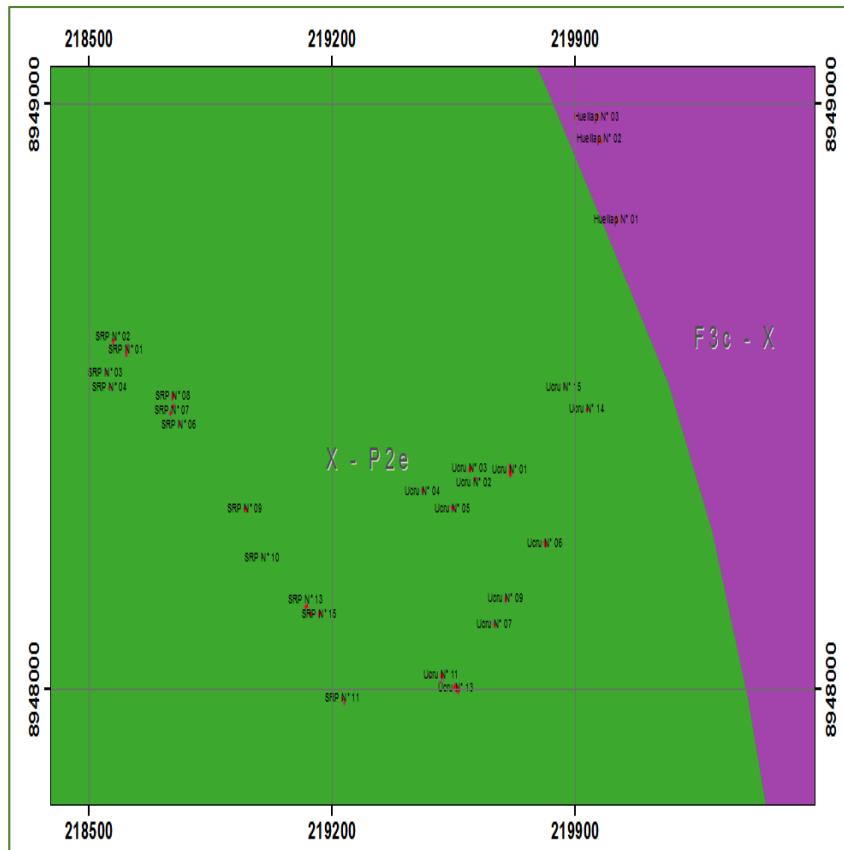


Figura 16. Mapa de uso mayor de suelos en la zona de estudio
Fuente: MINAGRI

Tabla 11

Descripción de los códigos de la capa de uso mayor de suelos en la zona de estudio

Código	Grupo	Clase	Sub clase	Descripción
X - P2e	Tierras de protección - pastos	Calidad agrológica media	Limitación por topografía – riesgo de erosión	La longitud, forma y sobre todo el grado de pendiente de la superficie del suelo influye regulando la distribución de las aguas de escorrentía, es decir determina el drenaje externo de los suelos.
F3c - X	Tierra apta para producción forestal - protección	Calidad agrológica baja	Limitación por clima	Se refiere a las características particulares de cada zona de vida o bioclima tales como la ocurrencia de heladas o bajas temperatura, sequías prolongadas, deficiencias o exceso de lluvias.

4.1.6. Pendiente de suelos

La zonificación de pendientes dentro del ámbito de los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu, se basa en los criterios considerados en el Reglamento de clasificación de tierras DS N° 062/75-AG, enfocado en la clasificación larga de pendientes, por ello la zonificación de las pendientes se muestra en la *Figura 15*, la descripción de la clasificación se presenta en la Tabla 12.

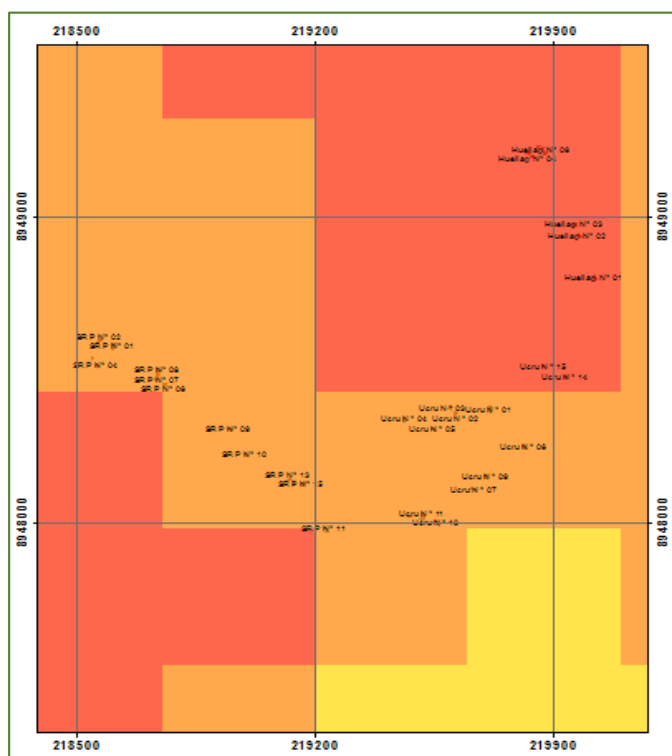


Figura 17. Mapa de pendientes en la zona de estudio
Fuente: MINAGRI

Tabla 12
Clasificación de pendientes

Término Descriptivo	Rango (%)
Plana o casi a nivel	0-2
Ligeramente inclinado	2-4
Moderadamente inclinada	4-8
Fuertemente inclinada	8-15
Moderadamente empinada	15-25
Empinada	25-50
Muy empinada	50-75
Extremadamente empinada	75

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (DS N° 062/75-AG)

4.1.7. Población

La población en los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu, según rango de edades se distribuye de acuerdo a lo especificado en las Tabla 13.

Tabla 13

Población de los C.P. Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu

Centro poblado	De 0 a 17 años	De 18 a 59 años	De 60 a más años	Total
Huellap	5	5	9	19
Santa Rosa de Pacuash	50	83	30	163
Ucu	32	43	31	106

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

4.1.8. Vivienda

Las condiciones actuales de las 08 viviendas en las cuales habitan en el centro poblado de Huellap son precarias, puesto que el material de construcción en paredes, techos y pisos es rústico; además de que a la fecha no cuentan con el servicio de energía eléctrica; para mayor detalle sobre el estado actual se presentan las Tablas 14, 15, 16 y 17.

Tabla 14

Material de construcción predominante en las paredes C.P de Huellap

Material de construcción predominante en las paredes	N° de viviendas
Ladrillo o bloque de cemento	0
Adobe	8
Madera - pared	0
Quincha	0
Triplay/calamina/estera	0
Piedra con barro	0
Piedra o sillar con cal o cemento	0
Tapia	0
Otro material	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 15*Material de construcción predominante en los pisos C.P de Huellap*

Material de construcción predominante en los pisos	N° de viviendas
Tierra	7
Cemento	1
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	0
Parquet o madera pulida	0
Madera - pisos	0
Laminas asfálticas, vinílicos o similares	0
Otro material predominante	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 16*Material de construcción predominante en los techos C.P de Huellap*

Material de construcción predominante en los techos	N° de viviendas
Concreto armado	0
Tejas	6
Madera - techo	0
Planchas de calamina	2
Caña o estera	0
Triplay/estera/carrizo	0
Paja	0
Otro material	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 17*Alumbrado eléctrico en las viviendas C.P de Huellap*

Alumbrado eléctrico en las viviendas	N° de viviendas
Si dispone de alumbrado eléctrico	0
No dispone de alumbrado eléctrico	8

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Las condiciones actuales de las 43 viviendas en las cuales habitan en el centro poblado de Santa Rosa de Pacuash son precarias, puesto que el material de construcción en paredes, techos y pisos es rústico en la mayoría de viviendas; además a la fecha aún hay 07 viviendas que no cuentan con el servicio de energía eléctrica; para mayor detalle sobre el estado actual se presentan las Tablas 18, 19, 20 y 21.

Tabla 18

Material de construcción predominante en las paredes C.P de Santa Rosa de Pacuash

Material de construcción predominante en las paredes	Nº de viviendas
Ladrillo o bloque de cemento	1
Adobe	38
Madera - pared	1
Quincha	0
Triplay/calamina/estera	0
Piedra con barro	0
Piedra o sillar con cal o cemento	0
Tapia	3
Otro material	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 19

Material de construcción predominante en los pisos C.P de Santa Rosa de Pacuash

Material de construcción predominante en los pisos	Nº de viviendas
Tierra	41
Cemento	2
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	0
Parquet o madera pulida	0
Madera - pisos	0
Laminas asfálticas, vinílicos o similares	0
Otro material predominante	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 20*Material de construcción predominante en los techos C.P de Santa Rosa de Pacuash*

Material de construcción predominante en los techos	N° de viviendas
Concreto armado	1
Tejas	20
Madera - techo	0
Planchas de calamina	22
Caña o estera	0
Triplay/estera/carrizo	0
Paja	0
Otro material	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 21*Alumbrado eléctrico en las viviendas C.P de Santa Rosa de Pacuash*

Alumbrado eléctrico en las viviendas	N° de viviendas
Si dispone de alumbrado eléctrico	36
No dispone de alumbrado eléctrico	7

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 22*Material de construcción predominante en las paredes C.P de Ucu*

Material de construcción predominante en las paredes	N° de viviendas
Ladrillo o bloque de cemento	1
Adobe	34
Madera - pared	0
Quincha	0
Triplay/calamina/estera	0
Piedra con barro	0
Piedra o sillar con cal o cemento	0
Tapia	0
Otro material	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Las condiciones actuales de las 35 viviendas en las cuales habitan en el centro poblado de Ucu son precarias, puesto que el material de construcción en paredes, techos y pisos es rústico en la mayoría de viviendas; además a la fecha aún hay 09 viviendas que no cuentan con el servicio de energía eléctrica; para mayor detalle sobre el estado actual se presentan las Tablas 22, 23, 24 y 25.

Tabla 23

Material de construcción predominante en los pisos C.P de Ucu

Material de construcción predominante en los pisos	Nº de viviendas
Tierra	34
Cemento	1
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	0
Parquet o madera pulida	0
Madera - pisos	0
Laminas asfálticas, vinílicos o similares	0
Otro material predominante	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 24

Material de construcción predominante en los techos C.P de Ucu

Material de construcción predominante en los techos	Nº de viviendas
Concreto armado	0
Tejas	25
Madera - techo	0
Planchas de calamina	10
Caña o estera	0
Triplay/estera/carrizo	0
Paja	0
Otro material	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 25*Alumbrado eléctrico en las viviendas C.P de Ucru*

Alumbrado eléctrico en las viviendas	Nº de viviendas
Si dispone de alumbrado eléctrico	26
No dispone de alumbrado eléctrico	9

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

4.1.9. Diagnóstico del sistema de agua potable

El abastecimiento del servicio de agua potable en los centros poblados que comprende

la investigación se detallan de acuerdo a las Tablas 26, 27 y 28.

Tabla 26*Abastecimiento de agua en las viviendas C.P de Huellap*

Abastecimiento de agua en la vivienda	Nº de conexiones domiciliarias
Red pública dentro de la vivienda	0
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	3
Pilón de uso público	0
Camión - cisterna u otro similar	0
Pozo (agua subterránea)	4
Manantial o puquio	1
Río, acequia, lago, laguna	0
Otro tipo de abastecimiento	0
Vecino	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 27*Abastecimiento de agua en las viviendas C.P de Santa Rosa de Pacuash*

Abastecimiento de agua en la vivienda	N° de conexiones domiciliarias
Red pública dentro de la vivienda	37
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0
Pilón de uso público	0
Camión - cisterna u otro similar	0
Pozo (agua subterránea)	2
Manantial o puquio	2
Río, acequia, lago, laguna	0
Otro tipo de abastecimiento	0
Vecino	2

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 28*Abastecimiento de agua en las viviendas C.P de Ucru*

Abastecimiento de agua en la vivienda	N° de conexiones domiciliarias
Red pública dentro de la vivienda	29
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0
Pilón de uso público	1
Camión - cisterna u otro similar	0
Pozo (agua subterránea)	3
Manantial o puquio	2
Río, acequia, lago, laguna	0
Otro tipo de abastecimiento	0
Vecino	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

4.1.10. Diagnóstico del sistema de disposición de excretas

La disposición sanitaria de excretas en las viviendas de los centros poblados que comprende la investigación se detallan de acuerdo a las Tablas 29, 30 y 31.

Tabla 29

Disposición sanitaria de excretas en viviendas C.P de Huellap

Servicio higiénico que tiene la vivienda	N° de conexiones domiciliarias
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0
Pozo séptico	1
Letrina	0
Pozo ciego o negro	0
Río, acequia, canal o similar	0
Campo abierto o al aire libre	7
Otro	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Tabla 30

Disposición sanitaria de excretas en viviendas C.P de Santa Rosa de Pacuash

Servicio higiénico que tiene la vivienda	N° de conexiones domiciliarias
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0
Pozo séptico	1
Letrina	30
Pozo ciego o negro	9
Río, acequia, canal o similar	0
Campo abierto o al aire libre	4
Otro	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas



Figura 18. Pozo ciego en la vivienda N° 02 – Santa Rosa de Pacuash



Figura 19. Pozo ciego en la vivienda N° 03 – Santa Rosa de Pacuash



Figura 20. Pozo ciego en la vivienda N° 09 – Santa Rosa de Pacuash



Figura 21. Pozo ciego en la vivienda N° 09 – Ucu

Tabla 31

Disposición sanitaria de excretas en viviendas C.P de Ucu

Servicio higiénico que tiene la vivienda	N° de conexiones domiciliarias
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0
Pozo séptico	3
Letrina	8
Pozo ciego o negro	5
Río, acequia, canal o similar	0
Campo abierto o al aire libre	19
Otro	0

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

4.2. Criterio técnico en la zona de estudio

4.2.1. Investigaciones efectuadas

- Trabajos de campo

a) Calicatas (Exploración a cielo abierto)

En la ejecución de la investigación se ejecutaron 04 calicatas, las cuales se ubican luego de intersectar las capas temáticas (capacidad de uso mayor de suelo, geología y pendiente); tal como se muestra en la *Figura 20*.

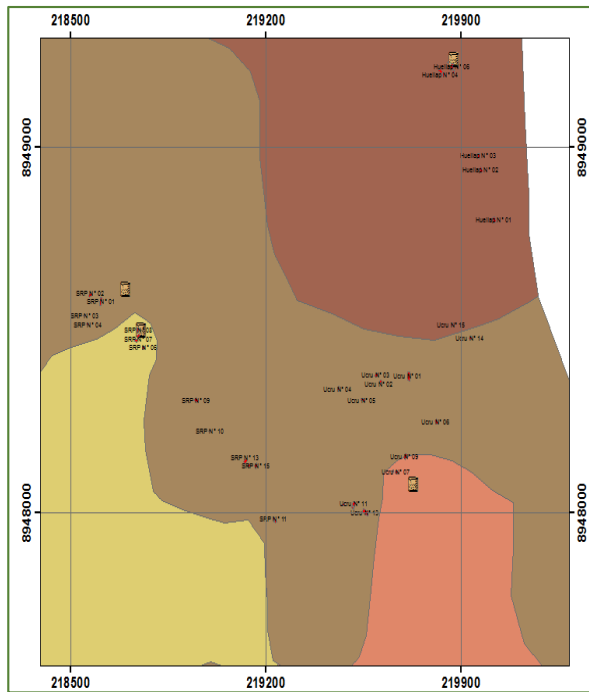


Figura 22. Mapa de Ubicación de calicatas en la zona de estudio



Figura 23. Calicata den el C.P. de Huellap



Figura 24. Calicata N° 01 en el C.P. de Santa Rosa de Pacuash



Figura 25. Calicata N° 02 en el C.P. de Santa Rosa de Pacuash



Figura 26. Calicata N° 01 en el C.P. de Ucu

b) Ensayos de laboratorio

Con las muestras alteradas extraídas se determinan las características físico – mecánicas del suelo; los ensayos se realizaron en el Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales, bajos las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y de la American Society for Testing and Materials (ASTM), que se describen a continuación:

- Contenido de humedad, NTP 339.127 - ASTM D 2216
- Análisis granulométrico por tamizado, NTP 339.128 - ASTM D 422
- Límites de consistencia, NTP 339-129 - ASTM D 4318
- Clasificación SUCS, NTP 339.134

Tabla 32

Clasificación SUCS en la zona de estudio

Lugar	Calicata	Granulometría			Límites de consistencia		Humedad (%)	Clasificación SUCS
		Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	LL (%)	IP(%)		
Huellap	mab-01	26.65	24.74	48.62	28.61	16.10	4.41	GC
Pacuash	mab-01	17.24	23.24	59.52	33.85	19.65	7.94	CL
Pacuash	mab-02	32.50	25.79	41.71	27.29	14.60	5.83	GC
Ucru	mab-01	13.34	31.68	54.98	33.92	19.83	10.58	CL



Figura 27. Recojo de muestras de las 04 calicatas

c) Nivel freático

Luego de la exploración a cielo abierto (se obtienen 04 calicatas), en las cuales se verifica la altura aproximada del nivel freático, tal como se muestra en la Tabla 33.

Tabla 33

Nivel freático en la zona de estudio

Lugar	Calicata	Nivel freático
Huellap	mab-01	>4m
Pacuash	mab-01	<4m
Pacuash	mab-02	> 4m
Ucru	mab-01	> 4m



Figura 28. Nivel freático en la Mab-02 – Santa Rosa de Pacuash

d) Tasa de percolación de los suelos

Los test de percolación se realizaron en las 03 calicatas excavadas; para lo cual se tuvo en cuenta lo especificado en el Reglamento Nacional de Edificaciones IS.020 Tanques sépticos:

- Si el agua permanece en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se ajusta la profundidad aproximadamente a 25 cm sobre la grava. Luego utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua durante un periodo de 30 min. Este descenso se usa para calcular la tasa de percolación.
- Si no permanece agua en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se añade agua hasta lograr una lámina de 15 cm por encima de la capa de grava.

Luego, utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua a intervalos de 30 minutos aproximadamente, durante un periodo de 4 horas. Cuando se estime necesario se podrá añadir agua hasta obtener un nuevo nivel de 15 cm por encima de la capa de grava. El descenso que ocurre durante el periodo final de 30 minutos se usa para calcular la tasa de absorción o infiltración. Los datos obtenidos en las primeras horas proporcionan información para posibles modificaciones del procedimiento, de acuerdo con las condiciones locales.

- En suelos arenosos o en algunos otros donde los primeros 15 cm de agua se filtran en menos de 30 minutos después del periodo nocturno de expansión, el intervalo de tiempo entre mediciones debe ser de 10 minutos y la duración de la prueba una hora. El descenso que ocurra en los últimos 10 minutos se usa para calcular la tasa de infiltración.

Cuando el terreno presenta resultados de la prueba de percolación con tiempos mayores de 12 minutos no se considerarán aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos debiéndose proyectar otro sistema de tratamiento y disposición final.

En las Tablas 34, 35 y 36 se presenta el tiempo de infiltración para el descenso de 01 minuto en los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru respectivamente.

Tabla 34
Test de Percolación en el C.P. de Huellap

Medición N°	T. parcial (min)	H (cm)	T. acumulado (min)
01	30'	8.00	30'
02	30'	7.00	60'
03	30'	5.50	90'
04	30'	4.50	120'
Tiempo de infiltración para el descenso de 1cm (min)			6.67

Tabla 35*Test de Percolación en el C.P. de Santa Rosa de Pacuash*

Medición N°	T. parcial (min)	H (cm)	T. acumulado (min)
01	30'	9.00	30'
02	30'	7.00	60'
03	30'	5.00	90'
04	30'	4.00	120'
Tiempo de infiltración para el descenso de 1cm (min)			7.50

Tabla 36*Test de Percolación en el C.P. de U cru*

Medición N°	T. parcial (min)	H (cm)	T. acumulado (min)
01	30'	7.00	30'
02	30'	6.00	60'
03	30'	5.00	90'
04	30'	4.00	120'
05	30'	3.00	150'
Tiempo de infiltración para el descenso de 1cm (min)			10.00

**Figura 29.** Test de percolación – Santa Rosa de Pacuash



Figura 30. Test de percolación – Ucu

4.3.Criterio social en la zona de estudio

En base a lo citado por la OPS (2006), se sustenta que para la definir la opción tecnológica en saneamiento rural se debe tener en consideración las creencias y prácticas culturales de la población por ello se define el siguiente cuadro de aceptabilidad en base a las características sociales en base a lo detallado en los ítems **4.1.7, 4.1.8, 4.1.9 y 4.1.10**; para mayor detalle se muestran las Tablas 37, 38 y 39.

Tabla 37

Aceptabilidad de opción tecnológica en el C.P de Huellap

Denominación	Acceso a servicios básicos			Condiciones de habitabilidad precaria/material noble	Aceptabilidad de contar con una UBS
	Agua potable si/no	Saneamiento rural si/no	Energía eléctrica si/no		
Vivienda N° 01	Si	No	No	Precaria	Si
Vivienda N° 02	Si	No	No	Precaria	Si
Vivienda N° 03	Si	No	No	Precaria	Si
Vivienda N° 04	Si	No	No	Precaria	Si
Vivienda N° 05	Si	No	No	Precaria	Si
Vivienda N° 06	Si	No	No	Precaria	Si
Vivienda N° 07	Si	No	No	Precaria	Si
Vivienda N° 08	Si	No	No	Precaria	Si

Tabla 38*Aceptabilidad de opción tecnológica en el C.P de Santa Rosa de Pacuash*

Denominación	Acceso a servicios básicos			Condiciones de habitabilidad precaria/material noble	Aceptabilidad de contar con una UBS
	Agua potable si/no	Saneamiento rural si/no	Energía eléctrica si/no		
Vivienda N° 01	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 02	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 03	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 04	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 05	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 06	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 07	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 08	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 09	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 10	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 11	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 12	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 13	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 14	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 15	Si	No	Si	Precaria	Si

Tabla 39*Aceptabilidad de opción tecnológica en el C.P de U cru*

Denominación	Acceso a servicios básicos			Condiciones de habitabilidad precaria/material noble	Aceptabilidad de contar con una UBS
	Agua potable si/no	Saneamiento rural si/no	Energía eléctrica si/no		
Vivienda N° 01	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 02	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 03	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 04	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 05	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 06	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 07	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 08	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 09	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 10	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 11	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 12	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 13	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 14	Si	No	Si	Precaria	Si
Vivienda N° 15	Si	No	Si	Precaria	Si

4.4.Criterio económico en la zona de estudio

En base a lo citado por la OPS (2006), se sustenta que para la definir la opción tecnológica en saneamiento rural, es importante considerar la condición económica de la población pues permite evaluar la capacidad de pago y sostenibilidad del servicio; es decir, la operación y mantenimiento del sistema, por lo citado anteriormente en las 38 viviendas consideradas las personas habitan en viviendas precarias y las condiciones económicas son mínimas pues solo subsisten con los ingresos que perciben de la agricultura; por ello al momento de someter al algoritmo de elección se considera que no están en la capacidad de garantizar el mantenimiento de los sistemas.

4.5.Aplicación de algoritmo para la elección de la opción tecnológica de saneamiento rural

Se procede a aplicar el algoritmo de la *Figura 13 y 14*, para sistemas sin arrastre hidráulico (sistemas secos) y con arrastre hidráulico respectivamente; los criterios a usar son el técnico, social y económicos, dichos criterios se obtienen luego de la toma de datos en cada una de las viviendas.

Tabla 40*Definición de la opción tecnológica en el C.P de Huellap*

Ítem a considerar	Vivienda N° 01	Vivienda N° 02	Vivienda N° 03	Vivienda N° 04	Vivienda N° 05	Vivienda N° 06	Vivienda N° 07	Vivienda N° 08
1. Disponibilidad de agua	SI-G1	SI-G1	SI-G1	SI-G1	SI-G1	SI-G1	SI-G1	SI-G1
2. Nivel freático > 4m	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3. Pozo de agua para consumo humano	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4. Zona inundable	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5. Disponibilidad del terreno	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO
6. Suelo expansivo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
7. Facilidad de excavación	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8. Suelo fisurado	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
9. Suelo permeable	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10. Vaciado del depósito de excretas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
11. Aprovechamiento de residuos fecales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
12. Papel blando para limpieza anal	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13. Costos de mantenimiento	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
14. Aceptabilidad de la solución	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Opción tecnológica	UBS HSV	UBS HSV	UBS HSV	UBS HSV	UBS HSV	UBS HSV	UBS HSV	UBS HSV
Sistema complementario	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN3	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN3
Ítem	SS-02	SS-02	SS-02	SS-10	SS-02	SS-02	SS-02	SS-10

Tabla 41*Definición de la opción tecnológica en el C.P de Santa Rosa de Pacuash*

Ítem a considerar	Vivien da N° 01	Vivien da N° 02	Vivien da N° 03	Vivien da N° 04	Vivien da N° 05	Vivien da N° 06	Vivien da N° 07	Vivien da N° 08	Vivien da N° 09	Vivien da N° 10	Vivien da N° 11	Vivien da N° 12	Vivien da N° 13	Vivien da N° 14	Vivien da N° 15
1. Disponibilidad de agua	SI-G1	SI-G1	SI-G1	SI-G1	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2
2. Nivel freático > 4m	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3. Pozo de agua para consumo humano	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4. Zona inundable	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5. Disponibilidad del terreno	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6. Suelo expansivo					NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
7. Facilidad de excavación					SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8. Suelo fisurado					NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
9. Suelo permeable					SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10. Vaciado del depósito de excretas															
11. Aprovechamiento de residuos fecales															
12. Papel blando para limpieza anal															
13. Costos de mantenimiento															
14. Aceptabilidad de la solución															
Opción tecnológica	UBS COM	UBS COM	UBS COM	UBS COM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM
Sistema complementario	BJ3	BJ3	BJ3	BJ3	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN
Ítem	SS-18	SS-18	SS-18	SS-18	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19

Tabla 42*Definición de la opción tecnológica en el C.P de Ucru*

Ítem a considerar	Vivien da N° 01	Vivien da N° 02	Vivien da N° 03	Vivien da N° 04	Vivien da N° 05	Vivien da N° 06	Vivien da N° 07	Vivien da N° 08	Vivien da N° 09	Vivien da N° 10	Vivien da N° 11	Vivien da N° 12	Vivien da N° 13	Vivien da N° 14	Vivien da N° 15
1. Disponibilidad de agua	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2	SI-G2
2. Nivel freático > 4m	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3. Pozo de agua para consumo humano	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI
4. Zona inundable	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5. Disponibilidad del terreno	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO
6. Suelo expansivo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
7. Facilidad de excavación	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8. Suelo fisurado	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
9. Suelo permeable	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10. Vaciado del depósito de excretas															
11. Aprovechamiento de residuos fecales															
12. Papel blando para limpieza anal															
13. Costos de mantenimiento															
14. Aceptabilidad de la solución															
Opción tecnológica	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM	UBS TSM
Sistema complementario	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN	ZIN
Ítem	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19	SS-19

CAPÍTULO V

RESULTADOS

Este capítulo tiene como objetivo resumir los resultados obtenidos en el ítem 4.2 Criterio técnico, 4.3 Criterio social y 4.4 Criterio económico en la zona de estudio, cada uno de los datos obtenidos en los ítems mencionados nos permiten la aplicación del algoritmo para la elección de la opción tecnológica en saneamiento rural, de tal manera, que podamos definir la opción tecnológica más factible en cada una de las viviendas de los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu.

5.1.Resultados de aplicación del algoritmo en el centro poblado de Huellap

- En las 08 viviendas el algoritmo a aplicarse es del Primer grupo, pues, la dotación de agua es menor a 80 l.hab/día, significando esto que se debe considerar sistemas sin arrastre hidráulico.
- En las viviendas N° 01, 02, 03, 05, 06 y 07, la opción tecnológica elegida es hoyo seco ventilado, con sistema de tratamiento de aguas grises (zanja de percolación), esto se debe a que la tasa de percolación es 6.67 min/cm mayor a 4 min/cm. El ítem escogido es el SS-02 según Tabla 7.
- En las viviendas N° 04 y 08, la opción tecnológica elegida es hoyo seco ventilado, con sistema de tratamiento de aguas grises (zanja de percolación compartida), sería

zanja ya que la tasa de percolación es 6.67 min/cm mayor a 4 min/cm; es compartida por no tener disponibilidad de espacio; cabe mencionar que los residentes de ambas viviendas son hermanos. El ítem escogido es el SS-10 según Tabla 7.



Figura 31. Vivienda N° 01 - Huellap



Figura 32. Vivienda N° 02 - Huellap



Figura 33. Vivienda N° 03- Huellap



Figura 34. Vivienda N° 04- Huellap



Figura 35. Vivienda N° 05- Huellap



Figura 36. Vivienda N° 06 - Huellap



Figura 37. Vivienda N° 07 - Huellap



Figura 38. Vivienda N° 08 - Huellap

5.2.Resultados de aplicación del algoritmo en el centro poblado de Santa Rosa de

Pacuash

- En las viviendas 01, 02, 03 y 04 el algoritmo a aplicarse es del Primer Grupo, pues, la dotación de agua es menor a 80 l.hab/día, significando esto que se debe considerar sistemas sin arrastre hidráulico.

- En las 11 viviendas restantes el algoritmo a aplicarse es del Segundo Grupo, pues, la dotación de agua es mayor a 80 l.hab/día, significando esto que se debe considerar sistemas con arrastre hidráulico.
- En las viviendas N° 01, 02, 03 y 04, la opción tecnológica elegida es compostera, con sistema de tratamiento de aguas grises ((biojardinera), debido al nivel freático menor a 4m, la biojardinera por tratar solo aguas grises se debe compartir por lo menos en dos viviendas. El ítem escogido es el SS-18, según Tabla 7.
- En las 11 viviendas restantes, la opción tecnológica elegida es tanque séptico mejorado, con sistema de tratamiento de aguas grises (zanja de percolación), en las viviendas N° 13,14 y 15 el sistema de infiltración es multifamiliar, mientras que en las viviendas restantes es individual, aplica zanja ya que la tasa de percolación es 7.50 min/cm mayor a 4 min/cm. Los ítems escogidos son SS-19 y SS-22, según Tabla 7.



Figura 39. Vivienda N° 01 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 40. Vivienda N° 02 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 41. Vivienda N° 03 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 42. Vivienda N° 04 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 43. Vivienda N° 05 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 44. Vivienda N° 06 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 45. Vivienda N° 07 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 46. Vivienda N° 08 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 47. Vivienda N° 09 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 48. Vivienda N° 10 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 49. Vivienda N° 11 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 50. Vivienda N° 12 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 51. Vivienda N° 13 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 52. Vivienda N° 14 - Santa Rosa de Pacuash



Figura 53. Vivienda N° 15 - Santa Rosa de Pacuash

5.3.Resultados de aplicación del algoritmo en el centro poblado de Ucu

- En las 15 viviendas el algoritmo a aplicarse es del Segundo Grupo, pues, la dotación de agua es mayor a 80 l.hab/día, significando esto que se debe considerar sistemas con arrastre hidráulico.
- En las 15 viviendas, la opción tecnológica elegida es tanque séptico mejorado, con sistema de tratamiento de aguas grises (zanja de percolación), sería zanja ya que la tasa de percolación es 10 min/cm mayor a 4 min/cm. El ítem escogido es el SS-19 según Tabla 7.



Figura 54. Vivienda N° 01 - Ucu



Figura 55. Vivienda N° 02 - Ucu



Figura 56. Vivienda N° 03 - Ucu



Figura 57. Vivienda N° 04 - Ucu



Figura 58. Vivienda N° 05 - Ucu



Figura 59. Vivienda N° 06 - Ucu



Figura 60. Vivienda N° 07 - Ucu



Figura 61. Vivienda N° 08 - Ucu



Figura 62. Vivienda N° 09 - Ucu



Figura 63. Vivienda N° 10 - Ucu



Figura 64. Vivienda N° 11 - Ucu



Figura 65. Vivienda N° 12 - Ucu



Figura 66. Vivienda N° 13 - Ucu



Figura 67. Vivienda N° 14 - Ucu



Figura 68. Vivienda N° 15 - Ucu

Según Cruz (2010), el aspecto técnico y económico son básicos para definir el sistema de disposición sanitaria de excretas, permitiendo así solucionar el problema del saneamiento rural; pero según los resultados obtenidos el criterio preponderante para elegir el sistema de saneamiento es el técnico, ya que éste define la funcionalidad

correcta de los sistemas, concordando así con lo mencionado por Coral (1994), quien enfatiza que para salir del profundo deterioro social y sanitario actual, se hacen necesarios profundos cambios, entre ellos la visión y operatividad del saneamiento, visto como componente de la salud integral, como instrumento para el desarrollo.

CONCLUSIONES

- a. En las 08 viviendas del centro poblado de Huellap, la elección de la opción tecnológica en saneamiento rural, no solo depende del criterio técnico ya que el tipo de suelo y la permeabilidad de éste permiten definir dos tipos de sistema como son UBS compostera u hoyo seco ventilado; pero el criterio económico hace declinar por sistemas de saneamiento hoyo seco ventilado con zanja de percolación, por representar costo cero en operación y mantenimiento y en el caso de no existir disponibilidad de terreno el sistema de infiltración es compartido.
- b. En el centro poblado de Santa Rosa de Pacuash, la elección de la opción tecnológica en saneamiento rural, depende del factor técnico ya que la permeabilidad y la altura del nivel freático de este permiten definir el tipo de sistema de saneamiento; por ello se considera en las 04 primeras viviendas el tipo compostera con tratamiento de aguas grises (biojardinera); y en las viviendas restantes tanque séptico mejorado, con zanjas de percolación individuales y multifamiliares. En ambas opciones escogidas rige el criterio técnico pues no existe manera de dotar del servicio con otro tipo de opción.
- c. En el centro poblado de Ucru, la elección de la opción tecnológica en saneamiento rural, depende del criterio técnico, pues la opción elegida no se ajusta al factor social y económico; ya que dicha opción no genera costos de mantenimiento ni incomodidades al momento del uso del servicio, pues la funcionalidad es igual al del sistema de alcantarillado sanitario, por ello se eligen las UBS tanque séptico mejorado con zanjas de percolación en todas las viviendas.

RECOMENDACIONES

- a. Se debe aplicar los algoritmos de elección para definir la opción tecnológica en saneamiento rural, de acuerdo a la normativa vigente la Resolución Ministerial N° 192-2018-Vivienda, la cual considera criterios técnicos, sociales y económicos de las zonas rurales del país.
- b. Al momento de la concepción y elaboración de un proyecto de inversión pública se debe tener en consideración la aplicabilidad de los criterios técnicos, social y económico, de tal modo que se garantice el horizonte de funcionamiento de dichos proyectos.
- c. Al momento de la ejecución de proyectos de saneamiento en el ámbito rural, se debe poner énfasis en la educación sanitaria a los pobladores de tal manera que se garantice la sostenibilidad del servicio.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ccoyllo, Francisco. (2015). *Estudios geotécnicos para sistemas de agua potable y alcantarillado – aplicación esquema del distrito de San Antonio de Huarochiri – Sector 129*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Recuperada de repositorio digital de la Universidad Nacional de Ingeniería.
- Chuquiano, Hilario. (2001). *Evaluación geotécnica para el diseño de laguna de estabilización, dist. de Punchana, prov. de Maynas, dpto. de Loreto*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Recuperada de repositorio digital de la Universidad Nacional de Ingeniería.
- Cobbing E., Sánchez A., Martínez W., Zárate H. (1996). Geología de los Cuadrángulos de Huaráz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. Boletín N°76. Serie A. Carta Geológica Nacional (hoja 20 h, 20 i). INGEMMET. Lima p113.
- Coral, Julio (1994). *Tecnologías apropiadas para el agua y saneamiento*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Crespo, Carlos (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Editorial Limusa.
- Cruz, Milca. (2010). *Instalación de unidades básicas de saneamiento con*

arrastré hidráulico mediante biodigestores para la localidad de Contuyoc, distrito de Acochaca, provincia de Asunción, Región Ancash. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero sanitario. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Gonzales de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L. y Oteo, C. (2002). *Ingeniería geológica*. Madrid, España: Pearson Educación.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Juárez, Eulalio (2005). *Mecánica de suelos I: Fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Editorial Limusa.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*. Perú. Resolución Ministerial N° 192-2018-Vivienda.

Ministerio de Agricultura y Riego (2009). *Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor*. Perú. Decreto Supremo N° 017-2009-AG.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). *Alternativas tecnológicas en agua y saneamiento utilizadas en el ámbito rural del Perú*. Lima. 2006

Rondón, Néstor. (2017). *Análisis y propuesta de uso de biodigestor en el tratamiento de aguas residuales del sistema de desagüe del poblado de Pocrac del distrito de Ticapampa, Recuay - Ancash*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

ANEXOS

- A. Resultados de ensayos de mecánica de suelos
- B. Mapa de ubicación de la zona de estudio
- C. Mapa de geología local
- D. Mapa de capacidad de uso mayor de suelos
- E. Mapa de clasificación de pendientes
- F. Mapa de ubicación de calicatas
- G. Mapa de criterios de elección – 01
- H. Mapa de criterios de elección – 02
- I. Mapa de Opciones tecnológicas – Huellap
- J. Mapa de Opciones tecnológicas – Santa Rosa de Pacuash
- K. Mapa de Opciones tecnológicas – U cru

**ANEXO A: RESULTADOS DE ENSAYOS DE
MECÁNICA DE SUELOS**



DETERMINACION DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO
(TEORIA DE TERZAGHI)

PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES
LUGAR: HUELLAP-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH
CALICATA N°: C01
MUESTRA N° : MAB 01
PROFUND.(m): 2.00
FECHA: 17/09/2019

291950



CLASIFICACION SUCS DE LOS SUELOS
GC
Nivel de cimentación

OBSERVACIONES :
Según la característica obtenida de los ensayos estandar de laboratorio para la Clasificación Unificada de Suelos, se tienen los siguientes parámetros para el cálculo de la capacidad de carga

POR TEORIA DE TERZAGHI

Se conoce que para una cimentación corrida la capacidad de carga última es:

$$q_u = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.5\gamma.B.N_\gamma$$

Se ha asumido los siguientes parámetros para el cálculo:

c :	Cohesión del suelo	0.80	Ton/m2
γ :	Peso Unitario del suelo	1.85	Ton/m3
D _f :	Profundidad de la cimentación	2.00	m
B :	Ancho de cimentación	1.00	m
N _c , N _q , N _γ :	Factores de Capacidad de carga		
φ :	Angulo de fricción interna del suelo	23.00	°

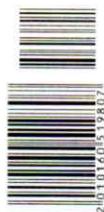
N _c =	18.05
N _q =	8.66
N _γ =	8.2

q _u =	54.07
F.S. =	3.00
q _a =	q _u / F.S.
q _a =	18.02 Ton/m2
q _a =	1.80 Kg/cm2

PRESION ADMISIBLE PARA EL PROYECTO

q_a = 1.80 Kg/cm2

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario





PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES
LUGAR: HUELLAP-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH
CALICATA N°: C01
MUESTRA N° : MAB 01
PROFUND.(m): 2.00
FECHA: 17/09/2019

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216 NTP 339.127

Recipiente N°	2	6
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	160.20	154.20
Peso Seco + Recipiente (gr)	155.20	149.30
Peso recipiente (gr)	39.20	40.40
Peso del agua (gr)	5.00	4.90
Peso Suelo Seco (gr)	116.00	108.90
Contenido de Humedad (%)	4.31	4.50
Humedad Promedio (%)	4.41	

291950





PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCURU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

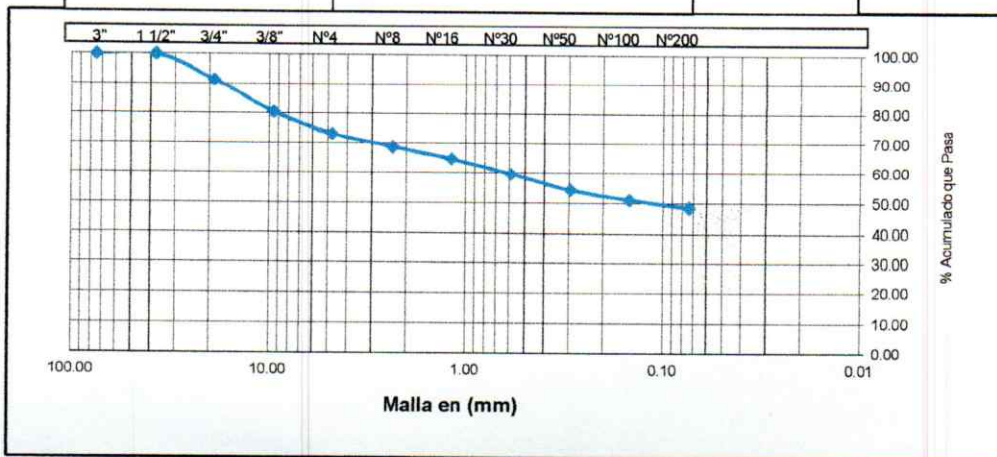
SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES
LUGAR: HUELLAP-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH
CALICATA N°: C01
MUESTRA N°: MAB 01
PROFUND.(m): 2.00
FECHA: 17/09/2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D422 NTP 339.128

PESO INICIAL SECO (gr): 3080.00 % Pasa N° 200: 48.62
PESO LAVADO SECO (gr): 1582.60 % Peso Retenido 3" (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	260.20	8.45	8.45	91.55
3/8"	9.500	340.10	11.04	19.49	80.51
N°4	4.750	220.40	7.16	26.65	73.35
N°8	2.360	140.20	4.55	31.20	68.80
N°16	1.180	120.30	3.91	35.10	64.90
N°30	0.590	160.20	5.20	40.31	59.69
N°50	0.295	160.20	5.20	45.51	54.49
N°100	0.148	100.80	3.27	48.78	51.22
N°200	0.074	80.20	2.60	51.38	48.62
<N°200	0.000	0.00	0.00	51.38	48.62
TOTAL		1582.60			--

GRAVA ARENA FINOS



Gravas (%):	26.65	Arena (%):	24.74	Finos (%):	48.62
-------------	-------	------------	-------	------------	-------

D10 (mm):	--	D30 (mm):	--	D60 (mm):	0.61
Coef. Unif. (Cu):	--			Coef. Conc. (Cc):	--



291950



DETERMINACION DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO
(TEORIA DE TERZAGHI)

PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCURU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES

LUGAR: SANTA ROSA DE PACUASH-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH

CALICATA N°: C02

MUESTRA N° : MAB 01

PROFUND.(m): 1.30

FECHA: 17/09/2019

291952



CLASIFICACION SUCS DE LOS SUELOS

GC

Nivel de cimentación

OBSERVACIONES :

Según la característica obtenida de los ensayos estandar de laboratorio para la Clasificación Unificada de Suelos, se tienen los siguientes parámetros para el cálculo de la capacidad de carga

POR TEORIA DE TERZAGHI

Se conoce que para una cimentación corrida la capacidad de carga última es:

$$q_u = c.Nc + \gamma.Df.Nq + 0.5\gamma.B.N\gamma$$

Se ha asumido los siguientes parámetros para el cálculo:

c :	Cohesión del suelo	0.80	Ton/m2
γ :	Peso Unitario del suelo	1.85	Ton/m3
Df :	Profundidad de la cimentación	1.30	m
B :	Ancho de cimentacion	1.00	m
Nc, Nq, Nγ :	Factores de Capacidad de carga		
φ :	Angulo de fricción interna del suelo	25.40	°

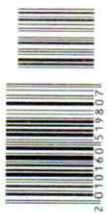
Nc =	21.31
Nq =	11.12
Nγ =	11.51

qu =	54.44
F.S. =	3.00
qa =	qu / F.S.
qa =	18.15 Ton/m2
qa =	1.81 Kg/cm2

PRESION ADMISIBLE PARA EL PROYECTO

qa =	1.81 Kg/cm2
------	-------------

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario



www.geostruct.com.pe



PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCURU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES
LUGAR: SANTA ROSA DE PACUASH-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH
FECHA: 17/09/2019

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°:	C02	
MUESTRA N° :	MAB 01	
PROFUND.(m):	1.30	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	100.00
	3/4"	91.63
	3/8"	81.01
	Nº4	67.50
	Nº8	61.06
	Nº16	56.54
	Nº30	51.07
	Nº50	47.18
	Nº100	43.97
Nº200	41.71	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	32.50%
	Arena	25.79%
	Finos	41.71%
Mitad de Fraccion Gruesa	29.15%	
Límites de Consistencia	L.L.	27.29%
	L.P.	12.69%
	I.P.	14.60%
Contenido de Humedad Natural (%)	5.83	
Clasificación SUCS	GC	
Descripción	Gravas arcillosas con arena.	



291952





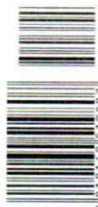
PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES
LUGAR: SANTA ROSA DE PACUASH-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH
CALICATA N°: C02
MUESTRA N° : MAB 01
PROFUND.(m): 1.30
FECHA: 17/09/2019

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216 NTP 339.127

Recipiente N°	1	5
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	160.20	155.20
Peso Seco + Recipiente (gr)	153.30	149.10
Peso recipiente (gr)	39.20	40.10
Peso del agua (gr)	6.90	6.10
Peso Suelo Seco (gr)	114.10	109.00
Contenido de Humedad (%)	6.05	5.60
Humedad Promedio (%)	5.83	

291952





PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

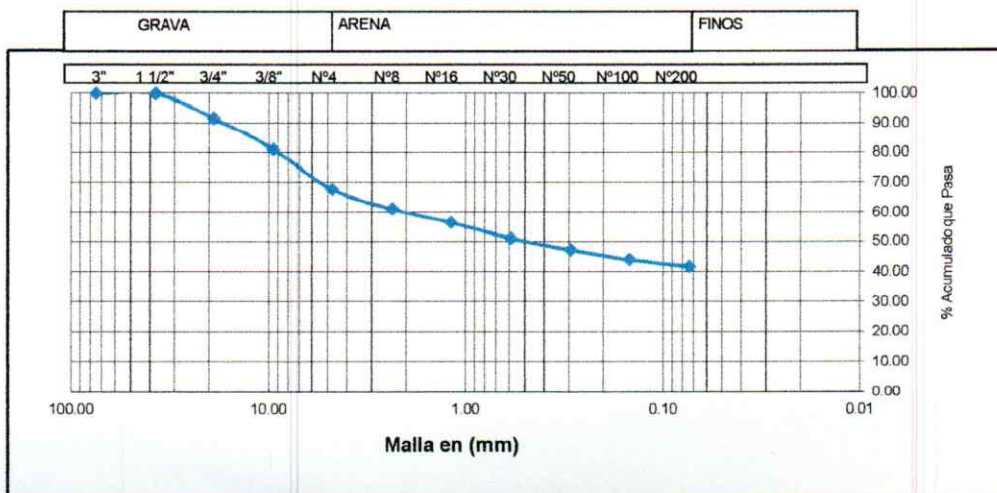
SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES
LUGAR: SANTA ROSA DE PACUASH-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH
CALICATA N°: C02
MUESTRA N° : MAB 01
PROFUND.(m): 1.30
FECHA: 17/09/2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 NTP 339.128

PESO INICIAL SECO (gr): 3110.00 % Pasa N° 200: 41.71
PESO LAVADO SECO (gr) : 1812.90 % Peso Retenido 3" (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	260.20	8.37	8.37	91.63
3/8"	9.500	330.40	10.62	18.99	81.01
N°4	4.750	420.10	13.51	32.50	67.50
N°8	2.360	200.20	6.44	38.94	61.06
N°16	1.180	140.80	4.53	43.46	56.54
N°30	0.590	170.10	5.47	48.93	51.07
N°50	0.295	120.80	3.88	52.82	47.18
N°100	0.148	100.00	3.22	56.03	43.97
N°200	0.074	70.30	2.26	58.29	41.71
<N°200	0.000	0.00	0.00	58.29	41.71
TOTAL		1812.90			-.-



Gravas (%) :	32.50	Arena (%) :	25.79	Finos (%) :	41.71
--------------	-------	-------------	-------	-------------	-------

D10 (mm) :	-.-	D30 (mm) :	-.-	D60 (mm) :	2.01
Coef. Unif. (Cu) :	-.-			Coef. Conc. (Cc) :	-.-



291952



PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCURU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES

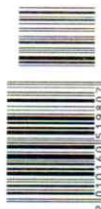
LUGAR: SANTA ROSA DE PACUASH-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH

FECHA: 17/09/2019

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°:	C01	
MUESTRA N° :	MAB 01	
PROFUND.(m):	2.00	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	100.00
	3/4"	95.06
	3/8"	87.68
	Nº4	82.76
	Nº8	78.17
	Nº16	74.65
	Nº30	69.38
	Nº50	64.81
	Nº100	61.63
Nº200	59.52	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	17.24%
	Arena	23.24%
	Finos	59.52%
Mitad de Fraccion Gruesa	20.24%	
Limites de Consistencia	L.L.	33.85%
	L.P.	14.20%
	I.P.	19.65%
Contenido de Humedad Natural (%)	7.94	
Clasificación SUCS	CL	
Descripción	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad	

291951



JOHN FRAYLINS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47285
Maestría en Ingeniería
Estructural y Geotécnica

PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

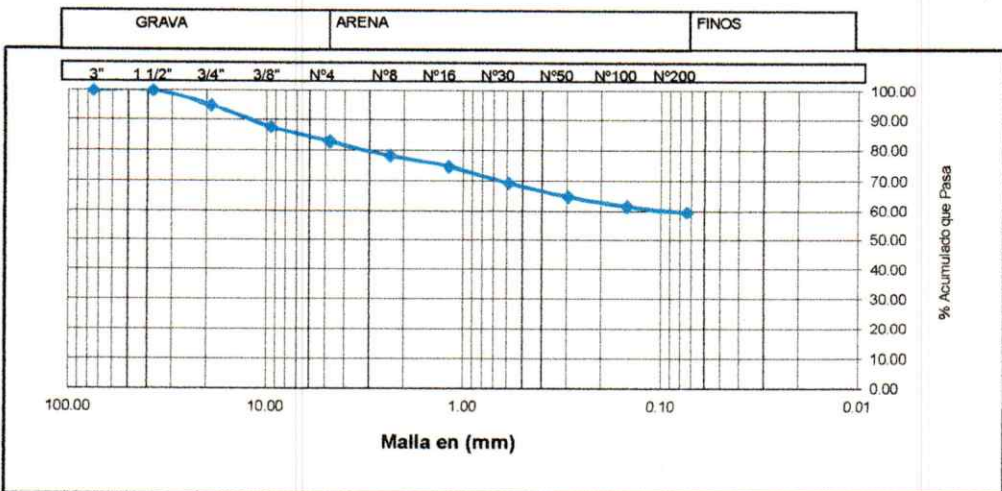
SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES
 LUGAR: SANTA ROSA DE PACUASH-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH
 CALICATA N°: C01
 MUESTRA N° : MAB 01
 PROFUND.(m): 2.00
 FECHA: 17/09/2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 NTP 339.128

PESO INICIAL SECO (gr): 2850.00 % Pasa N° 200: 59.52
 PESO LAVADO SECO (gr) : 1153.60 % Peso Retenido 3" (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	140.80	4.94	4.94	95.06
3/8"	9.500	210.20	7.38	12.32	87.68
N°4	4.750	140.30	4.92	17.24	82.76
N°8	2.360	130.80	4.59	21.83	78.17
N°16	1.180	100.40	3.52	25.35	74.65
N°30	0.590	150.20	5.27	30.62	69.38
N°50	0.295	130.20	4.57	35.19	64.81
N°100	0.148	90.60	3.18	38.37	61.63
N°200	0.074	60.10	2.11	40.48	59.52
<N°200	0.000	0.00	0.00	40.48	59.52
TOTAL		1153.60			--



Gravas (%) :	17.24	Arena (%) :	23.24	Finos (%) :	59.52
--------------	-------	-------------	-------	-------------	-------

D10 (mm) :	--	D30 (mm) :	--	D60(mm) :	--
Coef. Unif. (Cu):	--			Coef. Conc.(Cc) :	--

291951

IOAN PAPA
 LUIS BARRETO PALMA
 Maestro en Ingeniería
 Estructural y Geotécnica
 Rep. CIP N° 47285



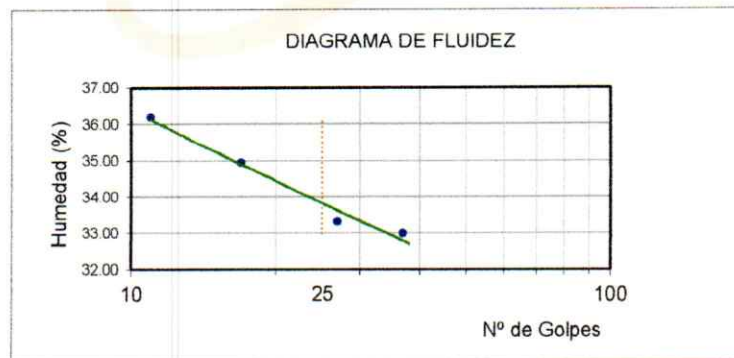
PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES
LUGAR: SANTA ROSA DE PACUASH-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH
CALICATA N°: C01
MUESTRA N° : MAB 01
PROFUND.(m): 2.00
FECHA: 17/09/2019

LIMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D 4318 NTP 339.129

291951

N° de golpes	11	17	27	37
Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	42.10	41.80	42.80	40.60
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	34.90	34.90	35.60	34.20
Peso frasco (gr)	15.00	15.15	14.00	14.80
Peso del agua (gr)	7.20	6.90	7.20	6.40
Peso Suelo Seco (gr)	19.90	19.75	21.60	19.40
Contenido de Humedad (%)	36.18	34.94	33.33	32.99

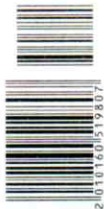


DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D 4318 NTP 339.129

Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	22.00	24.10	24.80
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	20.80	22.70	23.20
Peso frasco (gr)	12.00	12.40	12.80
Peso del agua (gr)	1.20	1.40	1.60
Peso Suelo Seco (gr)	8.80	10.30	10.40
Contenido de Humedad (%)	13.64	13.59	15.38

Límite Líquido (L.L.) :	33.85
Límite Plástico (L.P.):	14.20
Índice de Plasticidad (I.P.) :	19.65

JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47285
Maestría en Ingeniería
Estructural y Geotécnica





DETERMINACION DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO
(TEORIA DE TERZAGHI)

PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES

LUGAR: UCRO-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH

CALICATA N°: C01

MUESTRA N°: MAB 01

PROFUND.(m): 1.50

FECHA: 17/09/2019

291949



CLASIFICACION SUCS DE LOS SUELOS

CL

Nivel de cimentación

OBSERVACIONES :

Según la característica obtenida de los ensayos estandar de laboratorio para la Clasificación Unificada de Suelos, se tienen los siguientes parámetros para el cálculo de la capacidad de carga

POR TEORIA DE TERZAGHI

Se conoce que para una cimentación corrida la capacidad de carga última es:

$$q_u = c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Se ha asumido los siguientes parámetros para el cálculo:

c :	Cohesión del suelo	1.50	Ton/m2
γ :	Peso Unitario del suelo	1.70	Ton/m3
Df :	Profundidad de la cimentación	1.50	m
B :	Ancho de cimentacion	1.00	m
Nc,Nq,Nγ :	Factores de Capacidad de carga		
φ :	Angulo de fricción interna del suelo	16.00	°

$$N_c = 11.61$$

$$N_q = 4.33$$

$$N_\gamma = 3.06$$

$$q_u = 31.06$$

$$F.S. = 3.00$$

$$q_a = q_u / F.S.$$

$$q_a = 10.35 \text{ Ton/m2}$$

$$q_a = 1.04 \text{ Kg/cm2}$$

PRESION ADMISIBLE PARA EL PROYECTO

$$q_a = 1.04 \text{ Kg/cm2}$$

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario





PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES
LUGAR: UCRO-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH
FECHA: 17/09/2019

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°:	C01	
MUESTRA N° :	MAB 01	
PROFUND.(m):	1.50	
Porcentaje de material que pasa la malla de porcion de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	100.00
	3/4"	95.87
	3/8"	90.80
	Nº4	86.66
	Nº8	80.96
	Nº16	74.95
	Nº30	67.66
	Nº50	61.32
	Nº100	57.21
	Nº200	54.98
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Concavidad Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	13.34%
	Arena	31.68%
	Finos	54.98%
Mitad de Fraccion Gruesa	22.51%	
Limites de Consistencia	L.L.	33.92%
	L.P.	14.10%
	I.P.	19.83%
Contenido de Humedad Natural (%)	10.58	
Clasificación SUCS	CL	
Descripción	Arcillas inorgánicas de baja plasticidad	



291949





PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

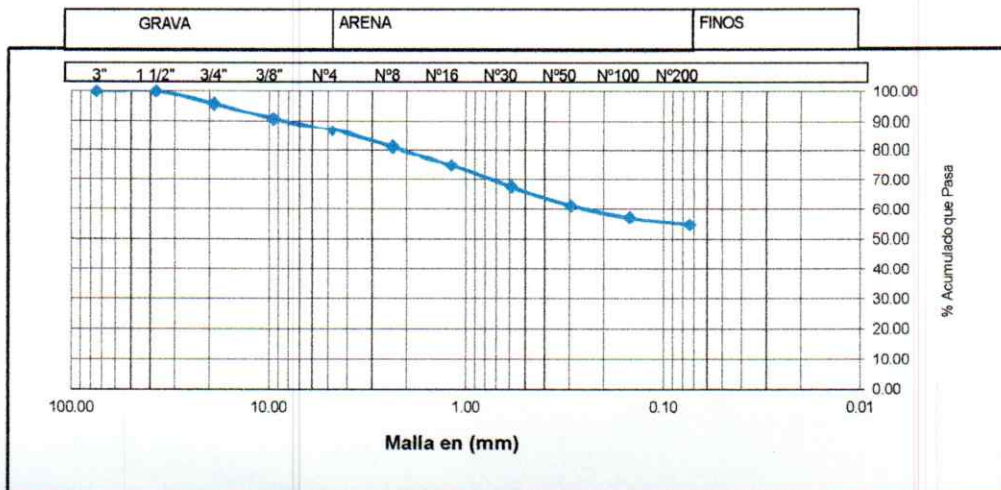
SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES
LUGAR: UCRO-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH
CALICATA N°: C01
MUESTRA N° : MAB 01
PROFUND.(m): 1.50
FECHA: 17/09/2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 NTP 339.128

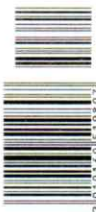
PESO INICIAL SECO (gr): 3160.00 % Pasa N° 200: 54.98
PESO LAVADO SECO (gr) : 1422.50 % Peso Retenido 3" (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	130.40	4.13	4.13	95.87
3/8"	9.500	160.20	5.07	9.20	90.80
N°4	4.750	130.80	4.14	13.34	86.66
N°8	2.360	180.20	5.70	19.04	80.96
N°16	1.180	190.10	6.02	25.05	74.95
N°30	0.590	230.40	7.29	32.34	67.66
N°50	0.295	200.10	6.33	38.68	61.32
N°100	0.148	130.10	4.12	42.79	57.21
N°200	0.074	70.20	2.22	45.02	54.98
< N°200	0.000	0.00	0.00	45.02	54.98
TOTAL		1422.50			--



Gravas (%) :	13.34	Arena (%) :	31.68	Finos (%) :	54.98
--------------	-------	-------------	-------	-------------	-------

D10 (mm) :	--	D30 (mm) :	--	D60 (mm) :	--
Coef. Unif. (Cu) :	--			Coef. Gono. (Cc) :	--



291949



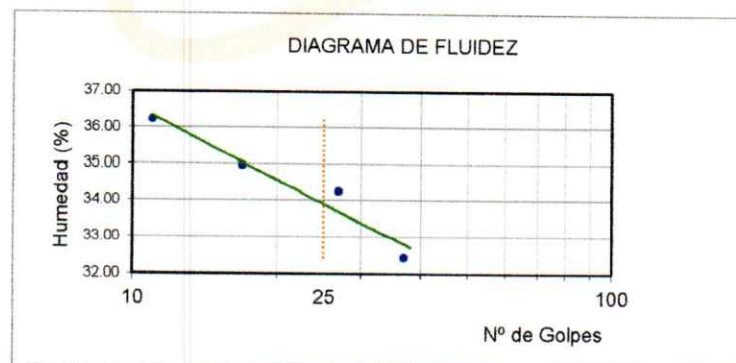
PROYECTO: CRITERIOS PARA ELECCION DE OPCIONES TECNOLOGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

SOLICITANTE: ROCIO GUZMAN ROSALES
LUGAR: UCRO-INDEPENDENCIA-HUARAZ-ANCASH
CALICATA N°: C01
MUESTRA N° : MAB 01
PROFUND.(m): 1.50
FECHA: 17/09/2019

LIMITES DE CONSISTENCIA
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D 4318 NTP 339.129

291949

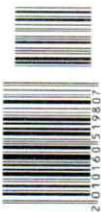
N° de golpes	11	17	27	37
Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	40.20	39.20	39.11	41.80
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	32.70	32.00	32.40	34.60
Peso frasco (gr)	12.00	11.40	12.80	12.40
Peso del agua (gr)	7.50	7.20	6.71	7.20
Peso Suelo Seco (gr)	20.70	20.60	19.60	22.20
Contenido de Humedad (%)	36.23	34.95	34.23	32.43



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D 4318 NTP 339.129

Peso frasco + Peso suelo Húmedo (gr)	22.00	24.10	25.30
Peso frasco + Peso suelo seco (gr)	21.20	23.00	23.90
Peso frasco (gr)	15.00	15.15	14.80
Peso del agua (gr)	0.80	1.10	1.40
Peso Suelo Seco (gr)	6.20	7.85	9.10
Contenido de Humedad (%)	12.90	14.01	15.38

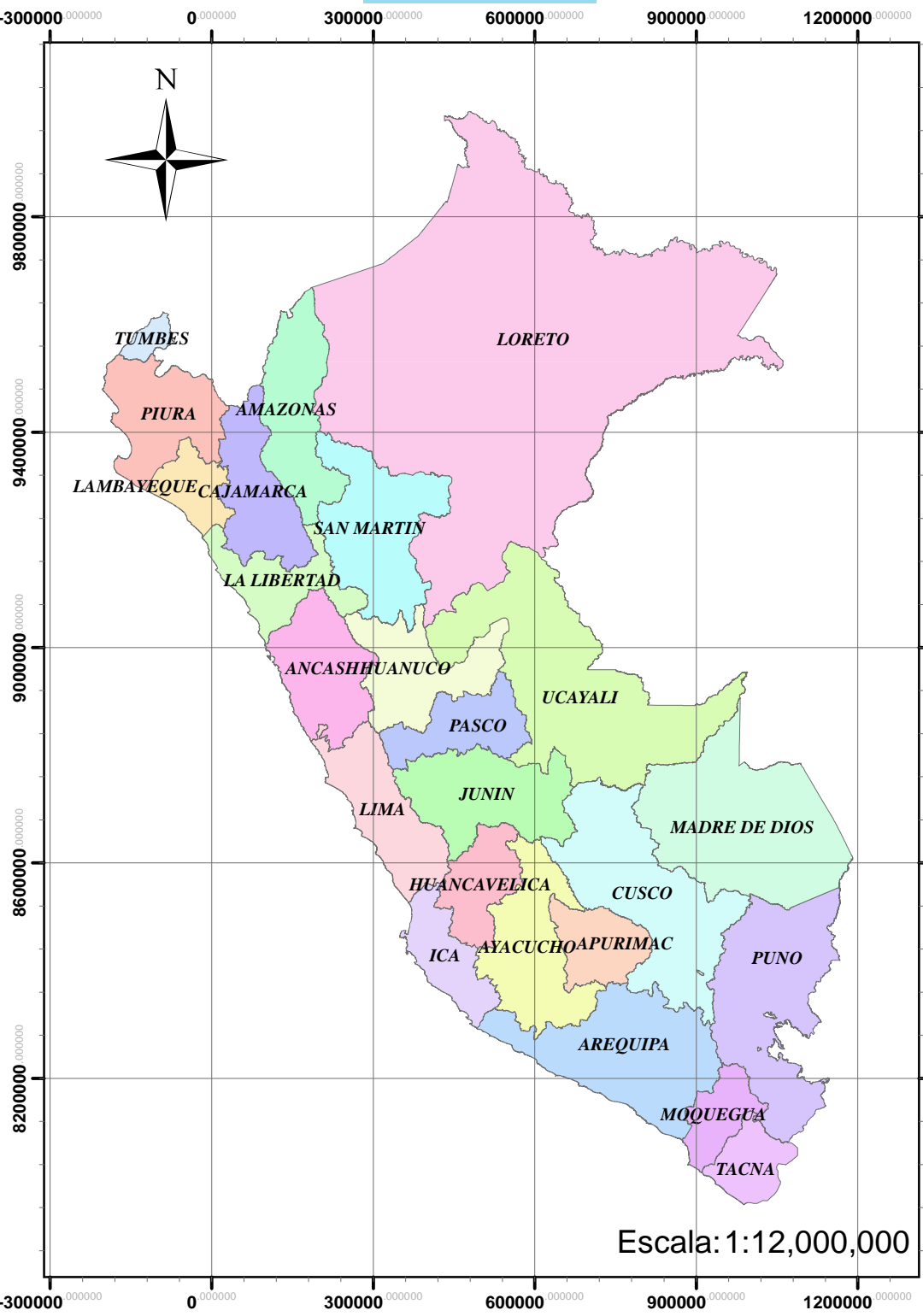
Límite Líquido (L.L.) :	33.92
Límite Plástico (L.P.):	14.10
Índice de Plasticidad (I.P.) :	19.83



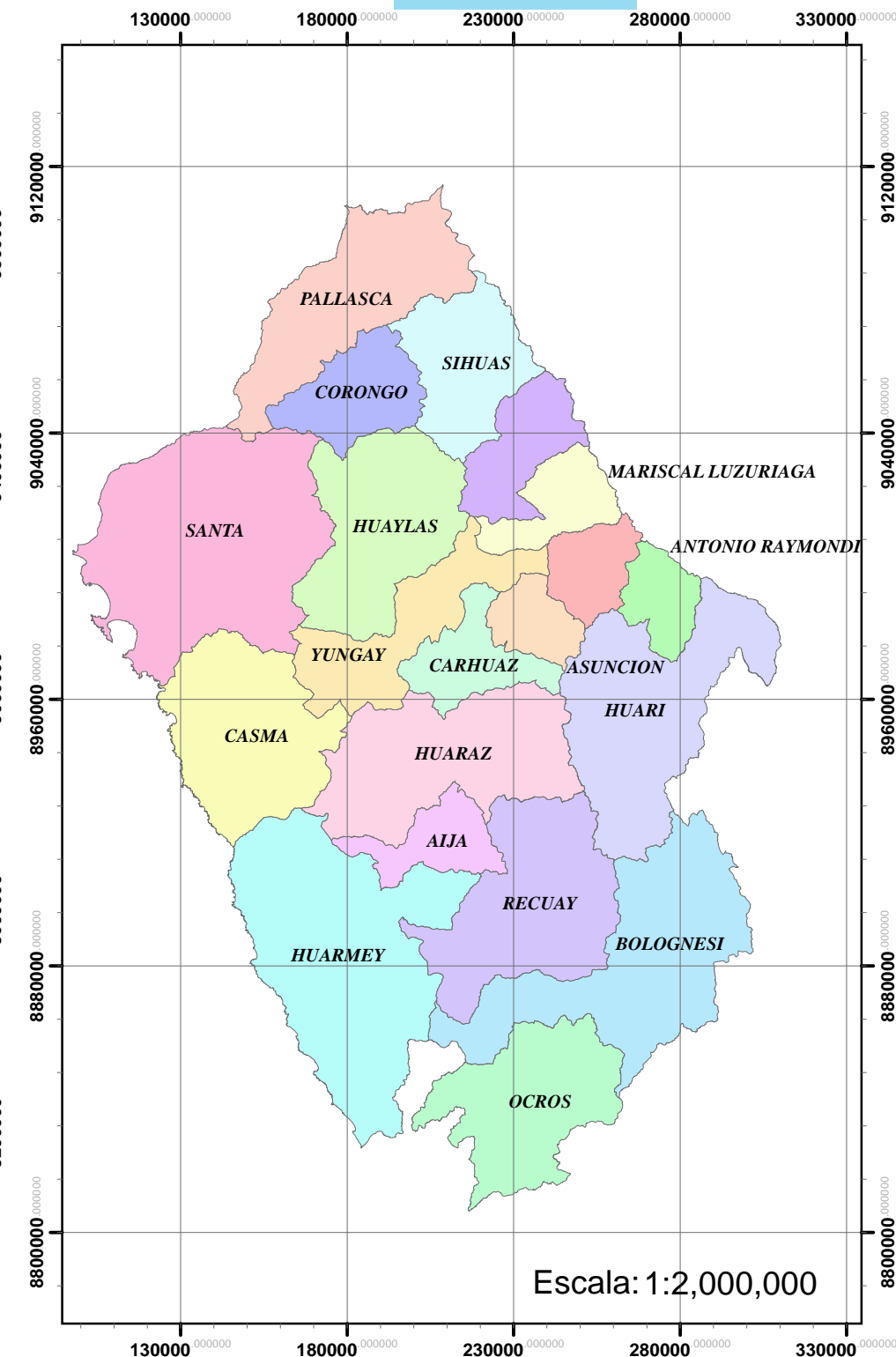
**ANEXO B: MAPA DE UBICACIÓN DE LA
ZONA DE ESTUDIO**

PLANO DE UBICACIÓN DE CENTROS POBLADOS

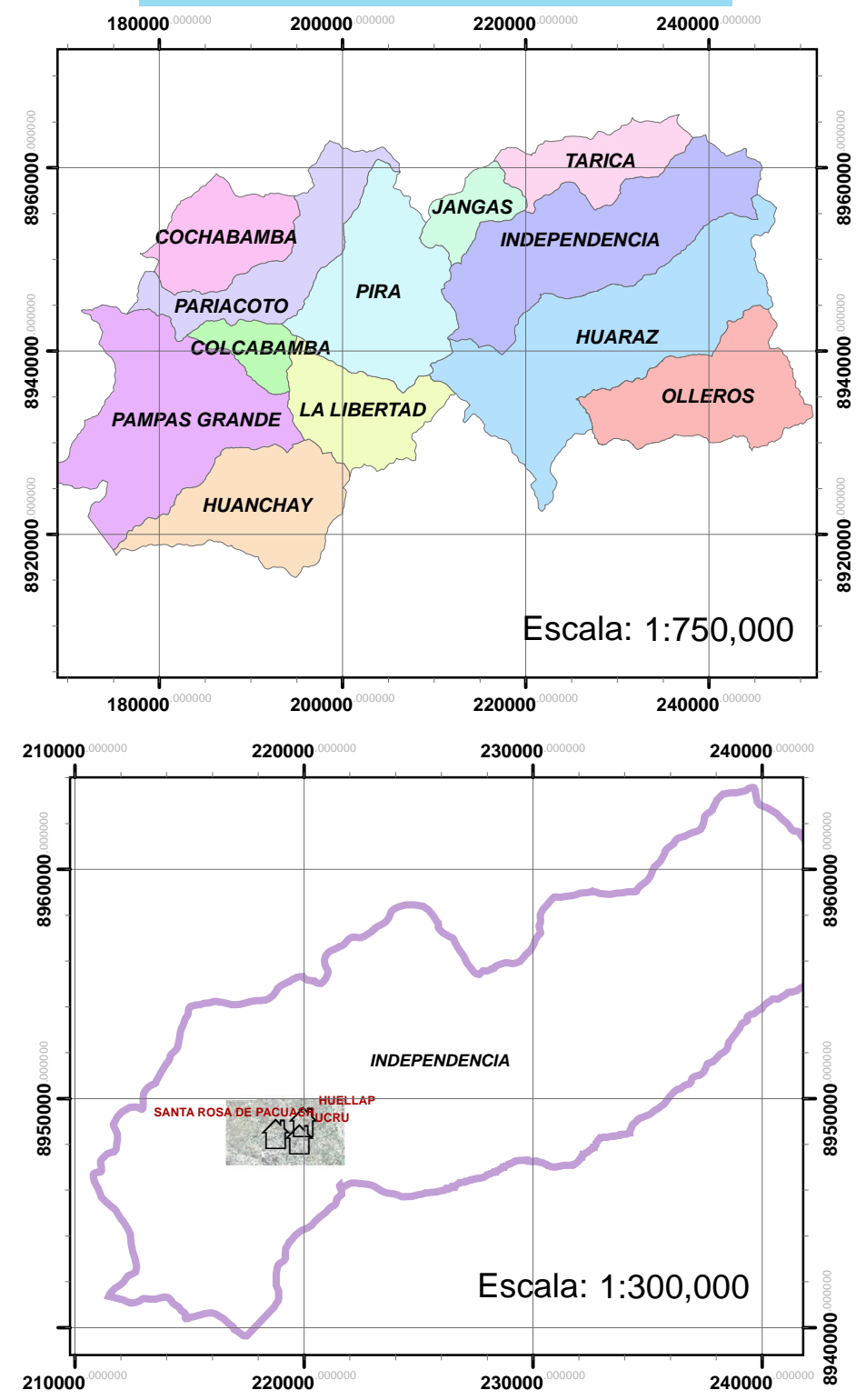
NACIONAL



REGIONAL



PROVINCIAL Y DISTRITAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO
ANTÚNEZ DE MAYOLO**

PROYECTO: CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCURU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

RESPONSABLE: BACH. ROCIO DEL PILAR GUZMAN ROSALES

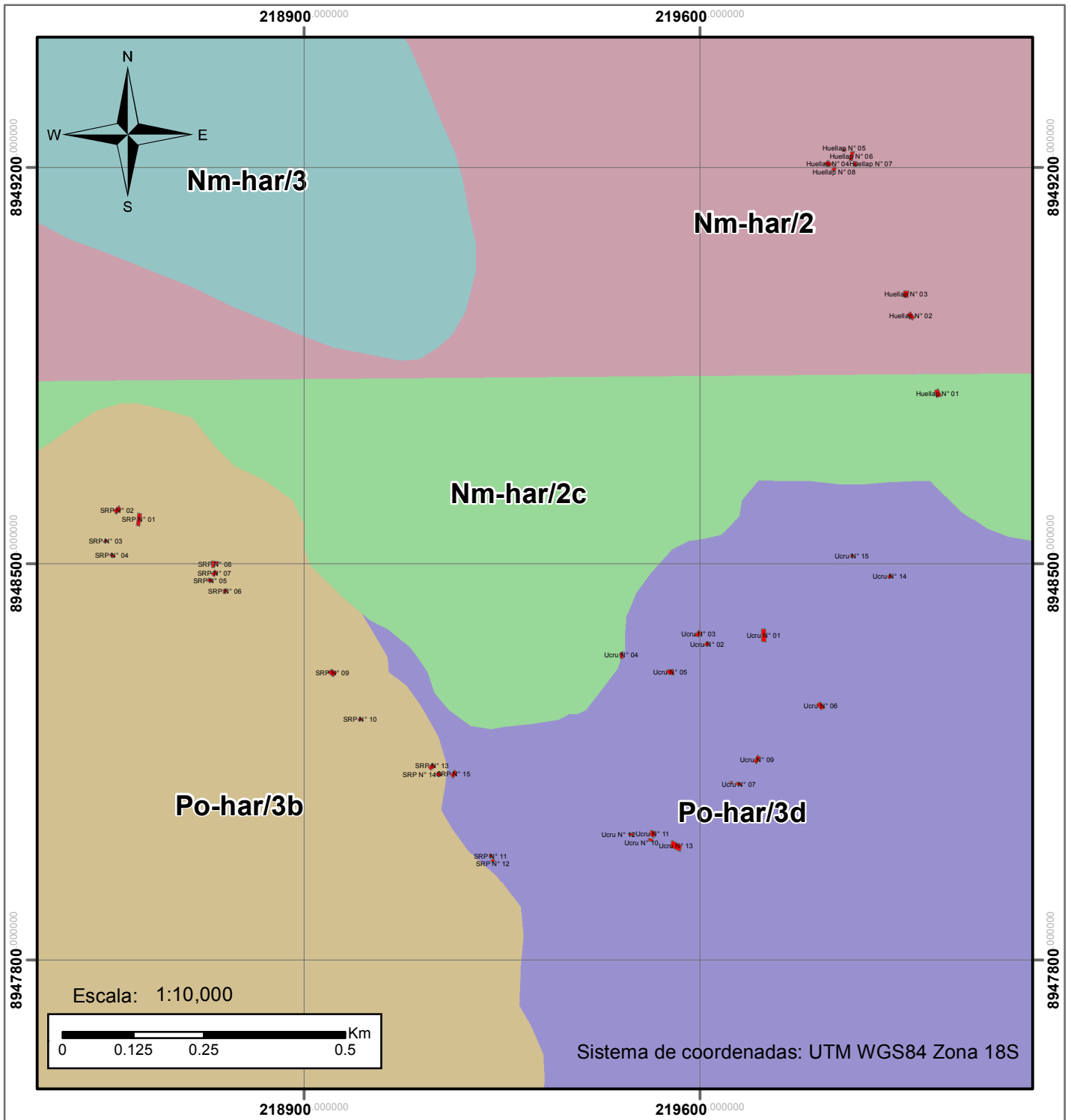
PLANO: UBICACIÓN ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2020

LÁMINA N°:
01

PU

ANEXO C: MAPA DE GEOLOGÍA LOCAL

MAPA DE GEOLOGÍA LOCAL



LEYENDA

Viviendas

Geología Local

Código

- Nm-har/2
- Nm-har/2c
- Nm-har/3
- Po-har/3b
- Po-har/3d

Código	Unidades litoestratigráficas	Descripción
Nm-har/2	Rocas de centro volcánico Huinoc - Alto Ruri	Depósitos de flujos piroclásticos de cenizas con cristales, color gris verdoso, presentan abundantes fragmentos líticos textura afaanítica.
Nm-har/2c	Rocas de centro volcánico Huinoc - Alto Ruri	Depósitos de flujos piroclásticos de cenizas rico en cristales, color gris claro, textura porfírica, presentan vetillas de cuarzo con diseminado de pirita, composición riolítica.
Nm-har/3	Rocas de centro volcánico Huinoc - Alto Ruri	Depósitos de flujos piroclásticos de pomez y cenizas con fragmentos líticos, de color gris claro.
Po-har/3b	Rocas de centro volcánico Huinoc - Alto Ruri	Depósitos de flujos piroclásticos de cenizas con cristales, color gris claro violáceo, textura porfírica, presentan pocos fragmentos líticos.
Po-har/3d	Rocas de centro volcánico Huinoc - Alto Ruri	Depósitos de flujos piroclásticos de cenizas con cristales, color gris blanquesino, textura porfírica, se presentan en forma de capas con alteración leve a moderada.



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

PROYECTO: CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCURU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

RESPONSABLE: BACH. ROCIO DEL PILAR GUZMAN ROSALES

MAPA: GEOLOGÍA LOCAL

ESCALA: INDICADA

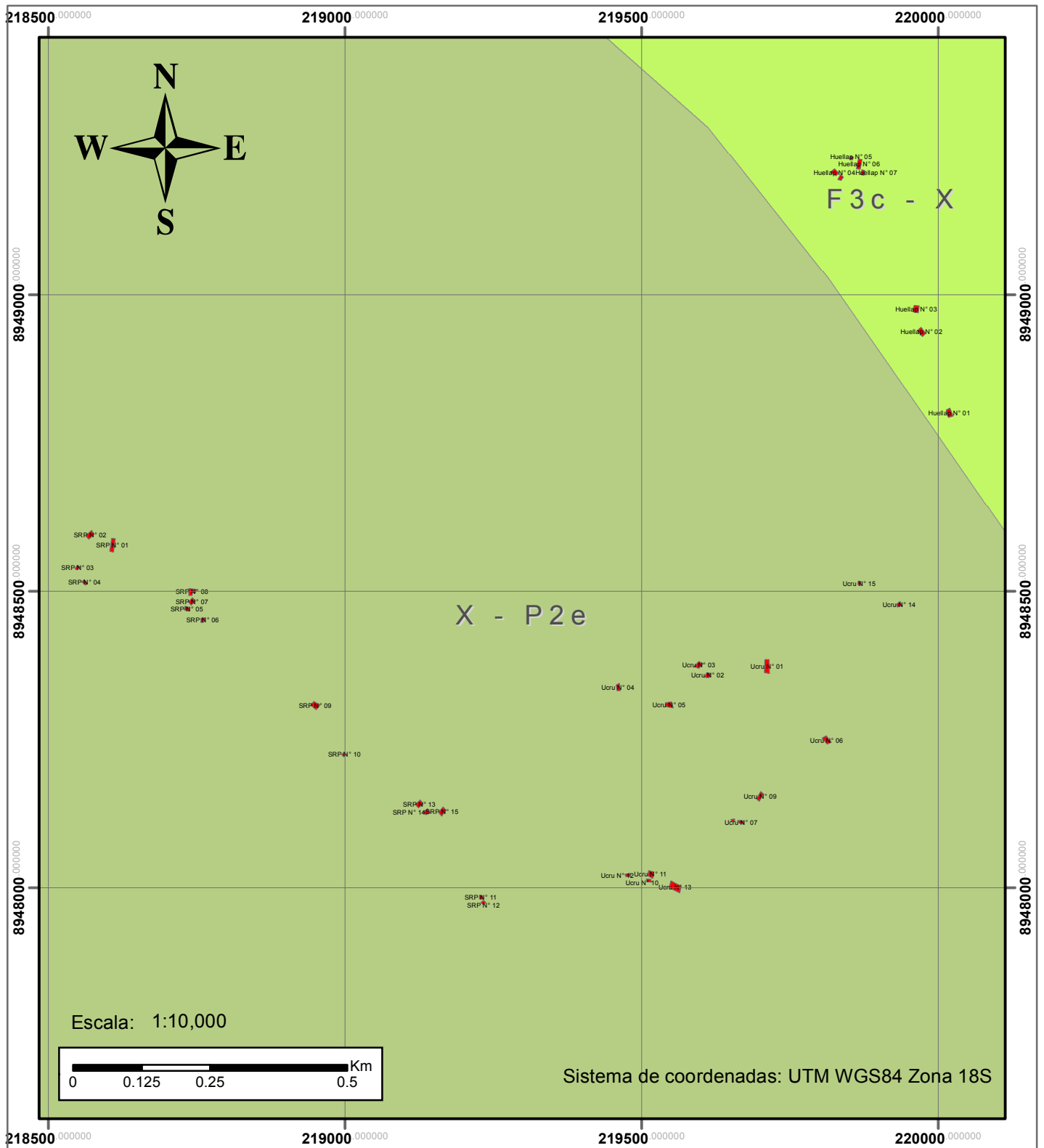
FECHA: JULIO 2020

LÁMINA N° 02

MG

**ANEXO D: MAPA DE CAPACIDAD DE USO
MAYOR DE SUELOS**

MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE SUELOS



LEYENDA

■ Viviendas

Capacidad de Uso Mayor de Suelos

Descripción

- Asociacion Prot.-Pastos, limit. erosion. Calidad agrologica media
- Tierra apta para produccion forestal, limit. clima. Calidad agrologica baja- Tierras de proteccion.



**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO
ANTÚNEZ DE MAYOLO**

PROYECTO: CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCURU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

RESPONSABLE: BACH. ROCIO DEL PILAR GUZMAN ROSALES

MAPA: CAPACIDAD DE USO MAYOR DE SUELOS

ESCALA: INDICADA

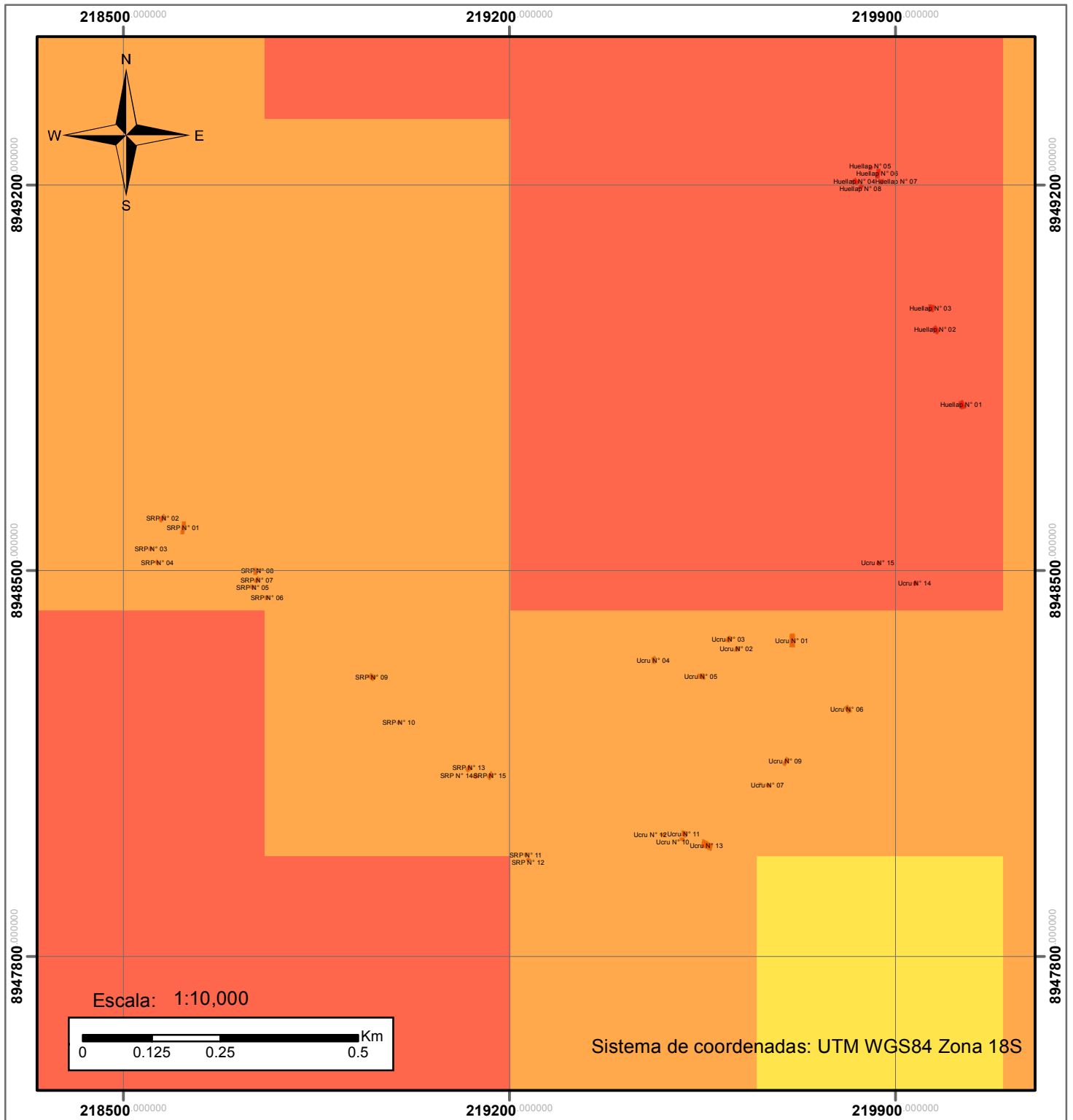
FECHA: JULIO 2020

LÁMINA N°: 03

MCum

**ANEXO E: MAPA DE CLASIFICACIÓN DE
PENDIENTES**

MAPA DE CLASIFICACIÓN DE PENDIENTES



LEYENDA

Viviendas

Porcentaje de pendientes

<VALUE>

- 0 - 2
- 2 - 4
- 4 - 8
- 8 - 15
- 15 - 25
- 25 - 50



**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO
ANTÚNEZ DE MAYOLO**

PROYECTO: CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

RESPONSABLE: BACH. ROCIO DEL PILAR GUZMAN ROSALES

MAPA: CLASIFICACIÓN DE PENDIENTES

ESCALA: INDICADA

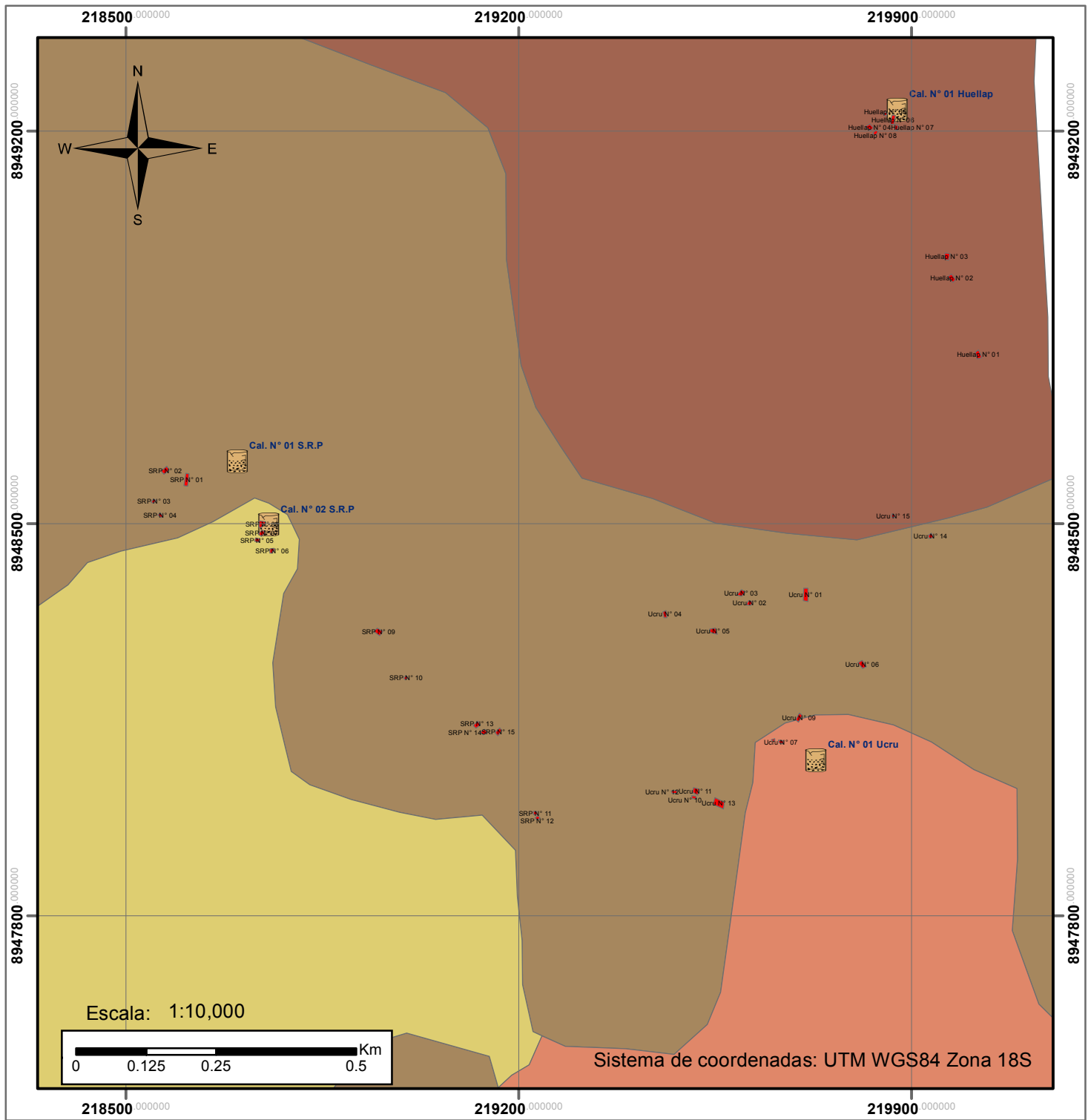
FECHA: JULIO 2020

LÁMINA N° 04

MP

**ANEXO F: MAPA DE UBICACIÓN DE
CALICATAS**

MAPA DE UBICACIÓN DE CALICATAS



LEYENDA

- Viviendas
- Calicatas

Zonas de intersección

- 1
- 2
- 3
- 4



**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO
ANTÚNEZ DE MAYOLO**

PROYECTO: CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCURU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

RESPONSABLE: BACH. ROCIO DEL PILAR GUZMAN ROSALES

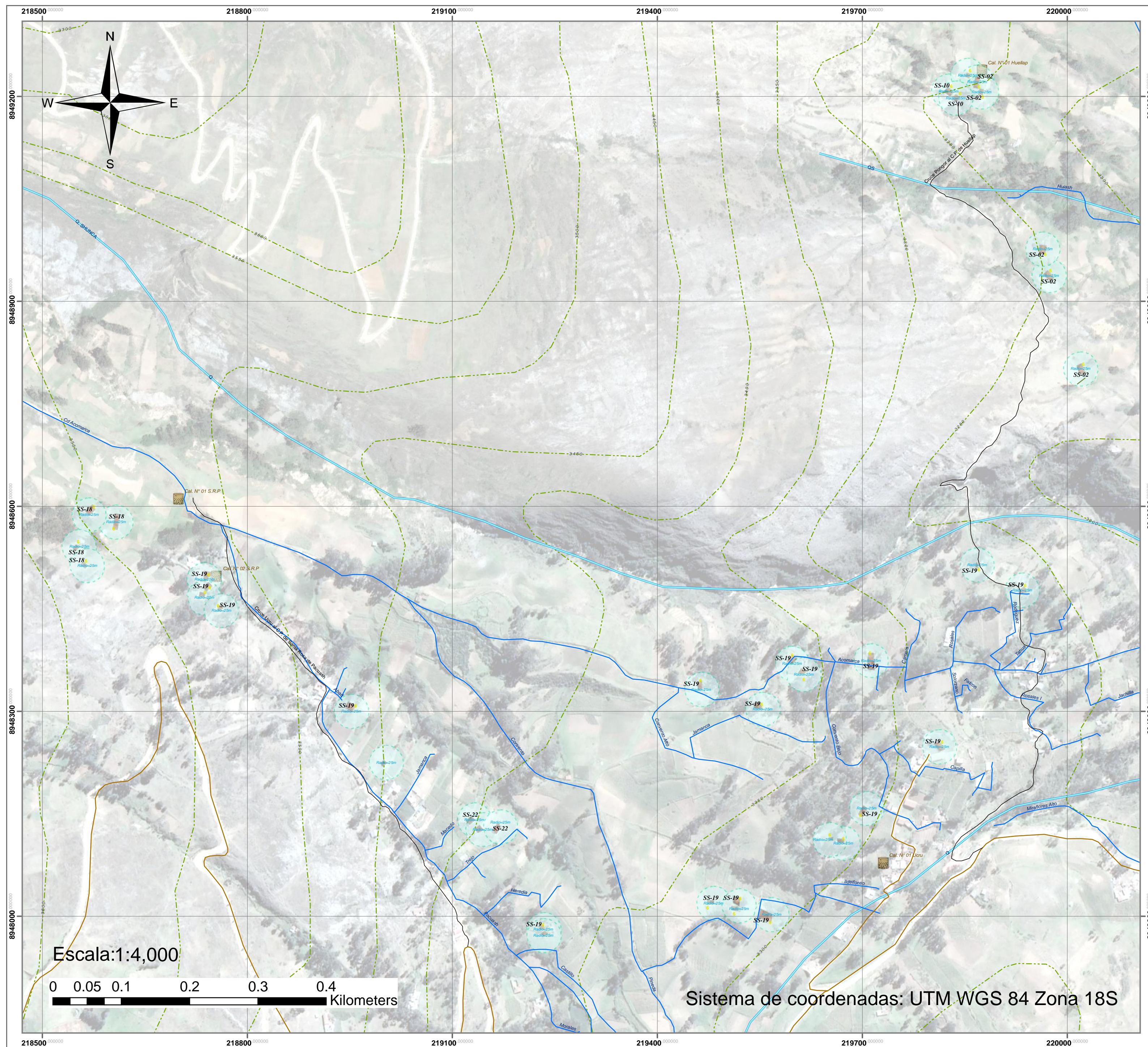
MAPA: UBICACIÓN DE CALICATAS ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2020

LÁMINA N° 06




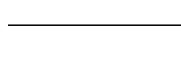




MUC

**ANEXO G: MAPA DE CRITERIOS DE
ELECCIÓN - 01**

MAPA DE APLICACIÓN DE CRITERIOS DE ELECCIÓN - 01



LEYENDA

-  Viviendas
-  Fuentes de agua
-  Cuencas hidrográficas
-  Camino de herradura
-  Red vial vecinal
-  Curvas de Nivel a 50m
-  Pozo de agua a 25m
-  Zanja de Infiltración a 6m

Escala: 1:4,000

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4 Kilometers

Sistema de coordenadas: UTM WGS 84 Zona 18S



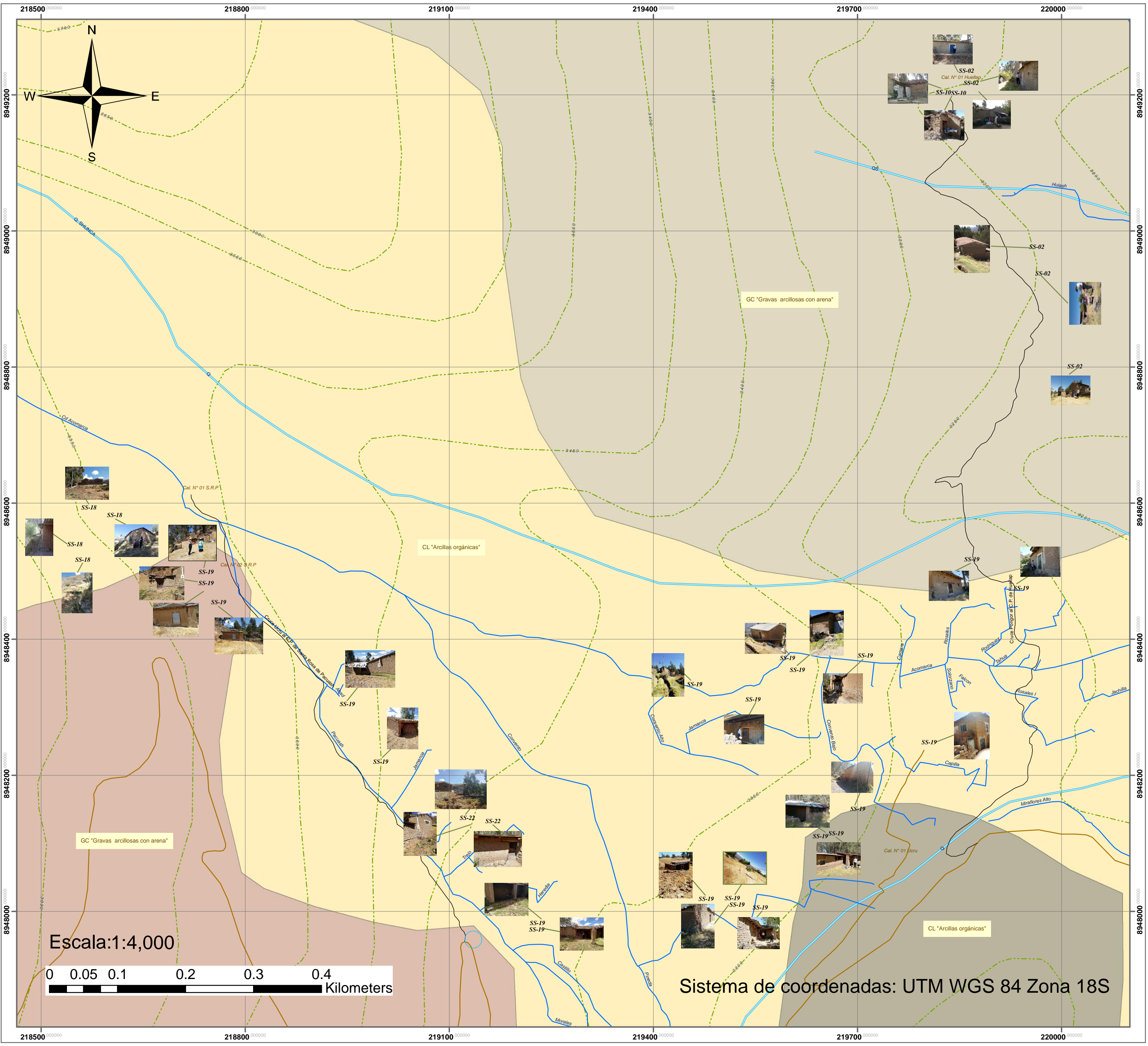
UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

PROYECTO: CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUALLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH






RESPONSABLE: BACH. ROCIO DEL PILAR GUZMAN ROSALES			LÁMINA N°: 06	MCE-01
MAPA: CRITERIOS DE ELECCIÓN - 01	ESCALA: INDICADA	FECHA: JULIO 2020		

**ANEXO H: MAPA DE CRITERIOS DE
ELECCIÓN - 02**

MAPA DE APLICACIÓN DE CRITERIOS DE ELECCIÓN - 02



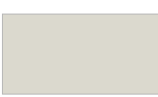



LEYENDA

-  Fuentes de agua
-  Cuencas hidrográficas
-  Camino de herradura
-  Red vial vecinal
-  Curvas de Nivel a 50m

Zonas comunes

Tipo de suelo

-  CL Arcillas orgánicas
-  GC Gravas arcillosas con arena
-  CL Arcillas orgánicas
-  GC Gravas arcillosas con arena



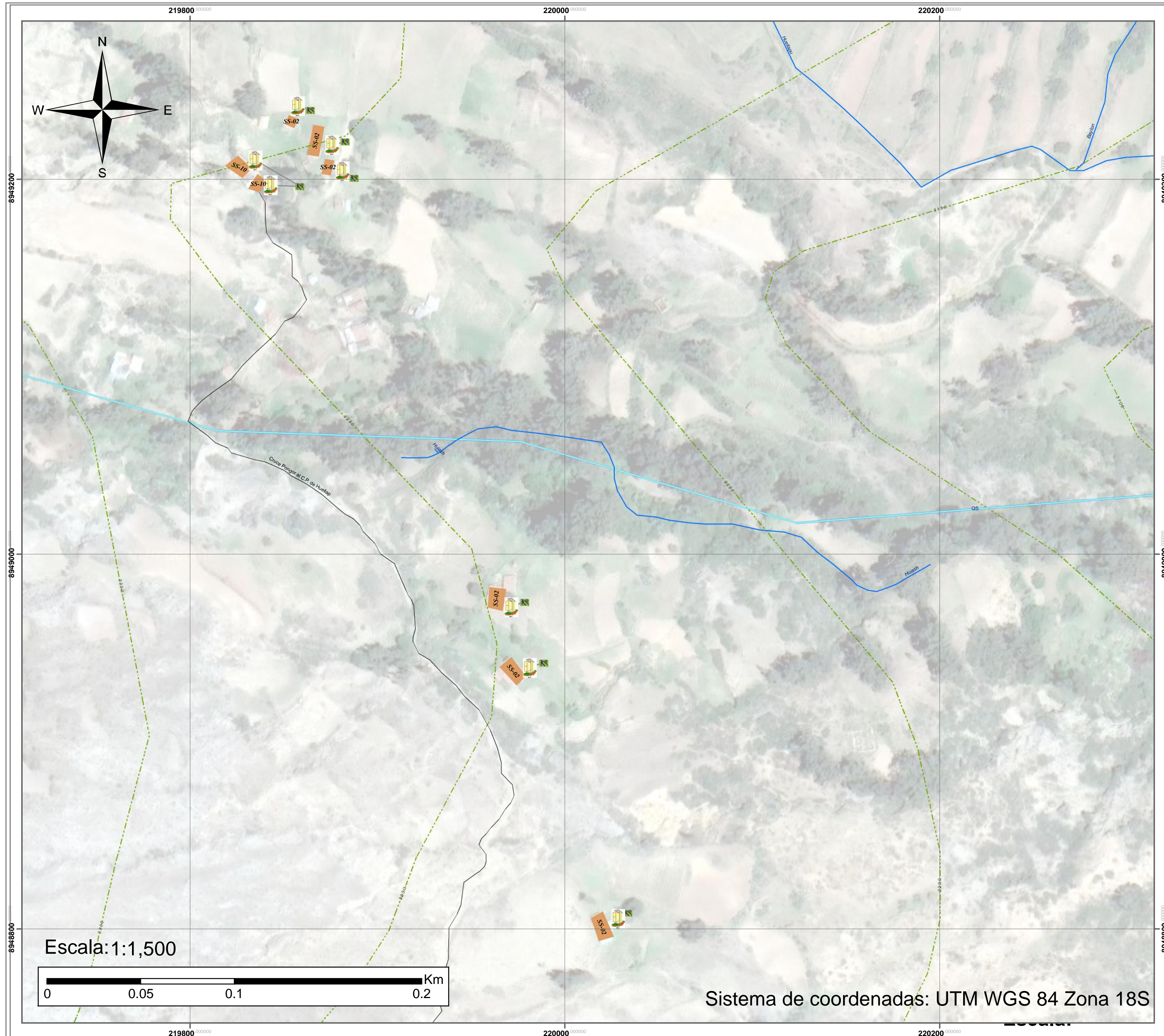
**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO
ANTÚNEZ DE MAYOLO**

PROYECTO: CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH









RESPONSABLE: BACH. ROCIO DEL PILAR GUZMAN ROSALES	LÁMINA N°: 07	MCE-02
MAPA: CRITERIOS DE ELECCIÓN - 02		

**ANEXO I: MAPA DE OPCIONES
TECNOLÓGICAS - HUELLAP**

MAPA DE ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS - HUELLAP



LEYENDA

-  Viviendas
-  UBS HSV
-  Tubería
-  Zanja de percolación_HSV/TSM
-  Camino de herradura
-  Fuentes de agua
-  Cuencas hidrográficas
-  Curvas de Nivel a 50m

Ítem	Descripción
SS-02	UBS de Hoyo Seco Ventilado (UBS HSV) con disposición de aguas grises en ZP.
SS-10	UBS HSV con disposición de aguas grises en ZP, incluyendo una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.



**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO
ANTÚNEZ DE MAYOLO**

PROYECTO: CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

RESPONSABLE: BACH. ROCIO DEL PILAR GUZMAN ROSALES

MAPA: Opciones tecnológicas en el C.P. de Huellap

ESCALA: INDICADA

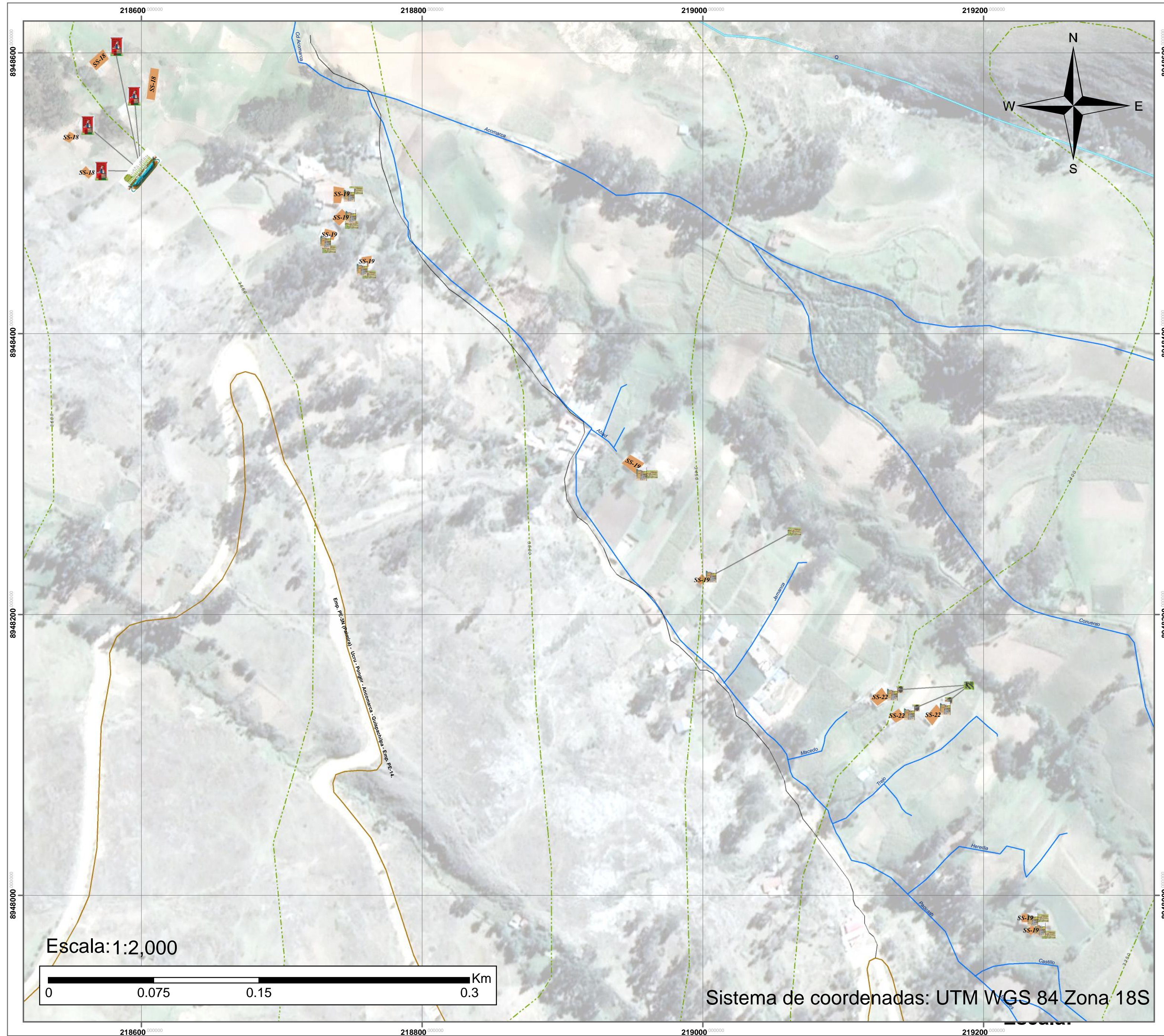
FECHA: JULIO 2020

LÁMINA N°:
08

MOt-01

**ANEXO J: MAPA DE OPCIONES
TECNOLÓGICAS – SANTA ROSA DE
PACUASH**

MAPA DE ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS - SANTA ROSA DE PACUASH



LEYENDA

- Viviendas
- UBS TSM
- UBS COM
- Tubería
- Zanja de percolación_TSM
- Biojardinera
- Camino de herradura
- Red vial vecinal
- Fuentes de agua
- Cuencas hidrográficas
- Curvas de Nivel a 50m

Ítem	Descripción
SS-18	UBS COM multifamiliar con disposición de aguas grises en BJ del tipo multifamiliar.
SS-19	UBS con Tanque Séptico Mejorado (UBS TSM) con disposición de aguas grises en ZP.
SS-22	UBS TSM con disposición de aguas grises en ZP, incluyendo una zona de filtración compartida para varias unidades de opciones tecnológicas.

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

PROYECTO: CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

RESPONSABLE: BACH. ROCIO DEL PILAR GUZMAN ROSALES

MAPA: Opciones tecnológicas en el C.P de Santa Rosa de Pacuash

ESCALA: INDICADA

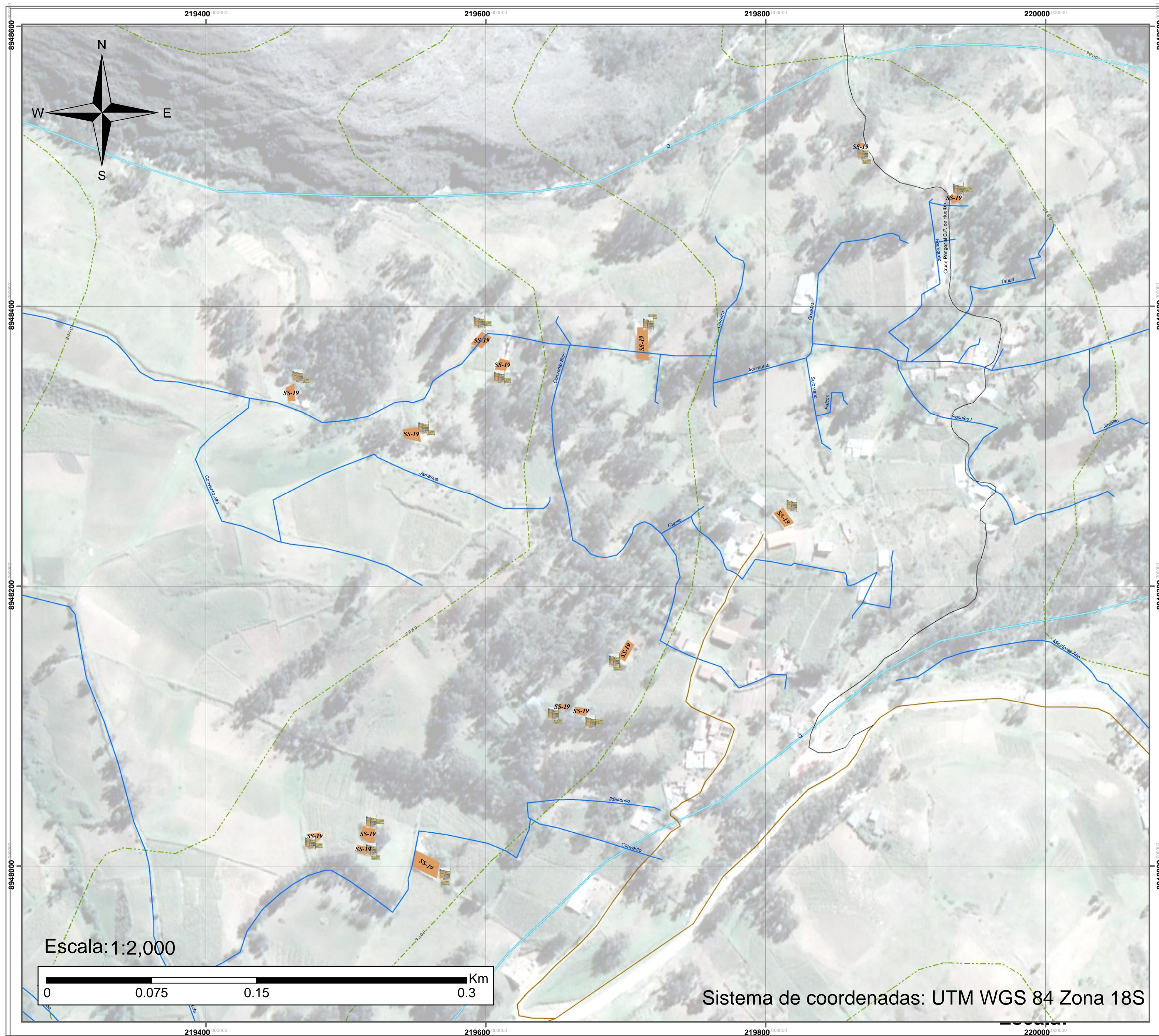
FECHA: JULIO 2020

LÁMINA N°: 09










MOt-02

**ANEXO K: MAPA DE OPCIONES
TECNOLÓGICAS - UCRU**

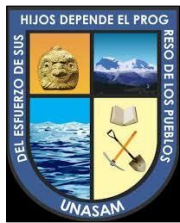
MAPA DE ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS - UCRU



LEYENDA

-  Viviendas
-  UBS TSM
-  Tubería
-  Zanja de percolación_TSM
-  Camino de herradura
-  Red vial vecinal
-  Fuentes de agua
-  Cuencas hidrográficas
-  Curvas de Nivel a 50m

Ítem	Descripción
SS-19	UBS con Tanque Séptico Mejorado (UBS TSM) con disposición de aguas grises en ZP.



**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO
ANTÚNEZ DE MAYOLO**

PROYECTO: CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS EN SANEAMIENTO RURAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUELLAP, SANTA ROSA DE PACUASH Y UCRU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH

RESPONSABLE: BACH. ROCIO DEL PILAR GUZMAN ROSALES

MAPA: Opciones tecnológicas en el C.P de Ucrú

ESCALA: INDICADA

FECHA: JULIO 2020

LÁMINA N°: 10

MOt-03