



4 sept 2025 4:03:57 p. m.

19L 189394 8499892

34° NE

195 Prolongación de la Cultura

C.p Janan Qosqo

Cusco

Cuzco

Altitud: 3248.3 msnm

Velocidad: 0.0 km/h

Número de índice: 803



## PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) SAN JERONIMO CUSCO



CONNFISA EIRL.



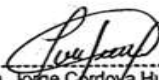
EPS SEDACUSCO S.A.

### INFORME DE:

**ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGO POR SISMO DE LA  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN  
JERONIMO PTAR-SJ, DISTRITO DE SAN JERONIMO,  
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

**SAN JERONIMO – CUSCO- 2025**

  
Ing. Valentin W. Hualpinimachi Ccapcha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-CENEPRED/IFAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Cordova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/J  
REG. CIP 120059

  
Ing. Saghis Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/J  
REG. CIP 97203



**Presidente de la Junta General de Accionistas**

Gral. (r) Luis Beltrán Pantoja Calvo.

**Presidente del Directorio**

Mag. Lic. Gustavo Gabriel Vargas Castillo

**Gerente General**

Mag. Ing. José Luis Becerra Silva

**Gerente de Ingeniería y Proyectos**

Ing. Lionel Villafuerte Aramburú

**Jefe de Departamento de Aguas Residuales**

Ing. César Paniagua Chacón



## EVAR

# " ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGO POR SISMO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERONIMO PTAR-SJ, DISTRITO DE SAN JERONIMO – PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO"

## EQUIPO TECNICO



### EVALUADOR DE RIESGO:

#### **Ing. Jorge Córdova Huamani**

Evaluador de Riesgo por Fenómenos Naturales, R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/J.

#### **Ing. Valentín Wilbert Hualparimachi Ccapcha.**

Evaluador de Riesgo por Fenómenos Naturales, R.D. N° 00018-2023-CENEPRED/DIFAT.

#### **Ing. Santos Quispe Ccarita**

Evaluador de Riesgo por Fenómenos Naturales, R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/J.

ESPECIALISTA SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y

TELEDETECCION:

#### **Ing. Geólogo Frank F. Limachi Aymituma.**

  
 Ing. Valentín W. Hualparimachi Ccapcha  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2023-CENEPRED/DIFAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/J.  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Quispe Ccarita  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/J.  
 REG. CIP 97209

## INDICE

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| PRESENTACION.....                                                                                                                                          | 22 |
| INTRODUCCIÓN.....                                                                                                                                          | 23 |
| CAPITULO I.....                                                                                                                                            | 26 |
| ASPECTOS GENERALES.....                                                                                                                                    | 26 |
| 1.1. OBJETIVOS.....                                                                                                                                        | 26 |
| 1.1.1. General.....                                                                                                                                        | 26 |
| 1.1.2. Específicos.....                                                                                                                                    | 26 |
| 1.2. FINALIDAD.....                                                                                                                                        | 27 |
| 1.3. JUSTIFICACION.....                                                                                                                                    | 27 |
| 1.3.1. __Plan de Desarrollo Regional Concertado Cusco al 2033. Gobierno Regional Cusco.....                                                                | 27 |
| 1.3.2. Mapa de Peligros de la Ciudad del Cusco – PNUD-INDECI. 2024.....                                                                                    | 28 |
| 1.3.3. Geología del Cuadrángulo de Cusco, Hoja 28-s, Boletín N° 138, Serie A, Carta Geológica Nacional, INGEMMET, Ministerio de Energía y Minas, 2011..... | 29 |
| 1.3.4. Estudio Geodinámico del distrito de San Jerónimo, Cusco Mapa de Peligros por Movimiento de Remisión en Masa. ....                                   | 29 |
| 1.3.5. Plan Operativo Institucional de la empresa SPS SEDACUSCO S.A. 2024 (modificado).....                                                                | 30 |
| 1.3.6. Plan de Emergencia EPS SEDACUSCO S.A. 2025-2029.....                                                                                                | 31 |
| 1.4. ANTECEDENTES.....                                                                                                                                     | 31 |
| 1.4.1. Internacionales.....                                                                                                                                | 31 |

|                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Reducción de Riesgos de Desastres de la Organización Mundial de la Salud (OMS), 2025.....                                                                                                    | 31 |
| 1.4.2. Antecedentes Nacionales.....                                                                                                                                                          | 32 |
| B. G. Fernández B, C. et al. Estudio de Fallas Geológicas Activas a partir del Registro de Gas Radón en la Provincia del Cusco. INGEMMET. 2025 .....                                         | 32 |
| S. Yauri. & B. Zúñiga. Escenario de Riesgo Sísmico y Movimientos en Masa Producido por la Posible Reactivación de la Falla Tambomachay (Cusco). Sociedad Geológica del Perú (SGP). 2016..... | 34 |
| J. E. Alva H. Sismicidad y Registros Sísmico en Cusco. Universidad Nacional de Ingeniería UNI. 2014.....                                                                                     | 34 |
| 1.5. __Marco normativo.....                                                                                                                                                                  | 36 |
| CAPITULO II.....                                                                                                                                                                             | 38 |
| 2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO.....                                                                                                                                        | 38 |
| 2.1. UBICACIÓN POLITICA.....                                                                                                                                                                 | 38 |
| 2.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA.....                                                                                                                                                               | 40 |
| 2.3 VIAS DE ACCESO.....                                                                                                                                                                      | 40 |
| 2.4. CARACTERÍSTICAS SOCIALES.....                                                                                                                                                           | 42 |
| 2.4.1. Población de la PTAR San Jerónimo.....                                                                                                                                                | 42 |
| 2.4.3. Unidades de tratamiento del PTAR San Jerónimo .....                                                                                                                                   | 43 |
| 2.4.3.1. Línea de líquidos.....                                                                                                                                                              | 43 |
| 2.4.3.2. Línea de lodos.....                                                                                                                                                                 | 49 |
| 2.4.3.4. Línea de gases.....                                                                                                                                                                 | 57 |

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.4. Instalaciones complementarias .....                                          | 58 |
| 2.5. ____ Características económicas .....                                          | 60 |
| 2.5.1. ____ Material predominante de la infraestructura del PTAR San Jerónimo ..... | 60 |
| 2.6. Características físicas generales del territorio .....                         | 61 |
| 2.6.1. Clima .....                                                                  | 61 |
| 2.6.2. Unidades Geológicas .....                                                    | 63 |
| 2.6.2.1. Formación Auzangate (KsP-a3) .....                                         | 63 |
| 2.6.2.2. Grupo San Jerónimo (Peo-k3) .....                                          | 63 |
| 2.6.2.3. Depósito aluvial (Qh-al) .....                                             | 63 |
| 2.6.2.4. Depósito fluvia (Qh-fl) .....                                              | 63 |
| 2.6.2.5. Formación San Sebastián (Qp-ss3) .....                                     | 64 |
| 2.6.3. Geología estructural .....                                                   | 66 |
| 2.6.3.1. Falla Tambomachay .....                                                    | 66 |
| 2.6.3.2. Falla Cusco .....                                                          | 66 |
| 2.6.3.3. Falla Alto Qosqo .....                                                     | 67 |
| 2.6.3.4. Sistema de fallas Pachatusan .....                                         | 67 |
| 2.6.4. Unidades Geomorfológicas .....                                               | 68 |
| 2.6.4.1. Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at) .....                      | 69 |
| 2.6.4.2. Colina en roca sedimentaria (RC-rs) .....                                  | 69 |
| 2.6.4.3. Montaña en roca sedimentaria (RM-rs) .....                                 | 69 |
| 2.6.4.4. Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs) .....                    | 69 |

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.6.4.5. Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd).....                                                           | 69 |
| 2.7. Pendiente del terreno.....                                                                                        | 72 |
| 2.7.1. Pendiente Muy Alta ( $> 11^\circ$ ):.....                                                                       | 72 |
| 2.7.2. Pendiente Alta ( $9^\circ$ a $11^\circ$ ):.....                                                                 | 72 |
| 2.7.3. Pendiente Media ( $7^\circ$ a $9^\circ$ ):.....                                                                 | 72 |
| 2.7.4. Pendiente Baja ( $5^\circ$ a $7^\circ$ ):.....                                                                  | 72 |
| 2.7.5. Pendiente Muy Baja ( $0^\circ$ a $5^\circ$ ):.....                                                              | 72 |
| 2.8. Características geotécnicas.....                                                                                  | 74 |
| 2.8.1. Características de suelos.....                                                                                  | 76 |
| 2.8.2. Amplificación sísmica.....                                                                                      | 79 |
| 2.8.3. Factores de Amplificación.....                                                                                  | 79 |
| 2.8.4. Espectros de diseño.....                                                                                        | 79 |
| 2.8.5. Amplitudes máximas.....                                                                                         | 80 |
| 2.8.6. Análisis estructural y terremotos.....                                                                          | 80 |
| 2.8.7. Zonificación sísmica según la Norma E.030.....                                                                  | 81 |
| 2.8.8. Zonificación Sísmica Geotécnica (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Jerónimo PTAR-SJ. Cusco)..... | 84 |
| 2.8.9. Mapa de Sismicidad.....                                                                                         | 86 |
| Mapa de Red Sísmica.....                                                                                               | 86 |
| 2.9. Características del Tipo de Suelo.....                                                                            | 87 |
| 2.9.1. Suelo.....                                                                                                      | 87 |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.9.2. Tipo de Suelo .....                                                     | 88  |
| CAPITULO III .....                                                             | 90  |
| 3. DETERMINACION DEL PELIGRO .....                                             | 90  |
| 3.1 Metodología para la determinación del peligro .....                        | 90  |
| 3.2. Recopilación y análisis de información seleccionada .....                 | 90  |
| 3.3. Identificación del fenómeno y el peligro .....                            | 91  |
| 3.4 Metodología para la identificación y caracterización de los peligros ..... | 92  |
| 3.4.1. Metodología para la identificación de peligro .....                     | 92  |
| 3.4.2. Caracterización de peligro sísmico .....                                | 93  |
| 3.4.2.1. Sismo .....                                                           | 93  |
| 3.4.2.2. Parámetros sísmicos .....                                             | 94  |
| 3.5. Mapa de Isosistas de Cusco .....                                          | 98  |
| Mapa de isosistas del 05 de abril de 1986. ....                                | 99  |
| 3.6. Aceleraciones Sísmicas .....                                              | 100 |
| 3.7. Profundidad del Hipocentro .....                                          | 102 |
| Escala para el Hipocentro. ....                                                | 103 |
| 3.8. IDENTIFICACIÓN DEL AMBITO DE INFLUENCIA .....                             | 105 |
| 3.9 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO .....                                       | 105 |
| 3.10. ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES .....                            | 106 |
| PARÁMETRO: PENDIENTE .....                                                     | 109 |
| a) Parámetro: distancia a la falla geológica .....                             | 113 |

|                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.11. Definición de escenario.....                                                                                                                       | 115 |
| 3.12. Identificación y análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles.....                                                                        | 115 |
| 3.13. PARÁMETRO DE EVALUACIÓN.....                                                                                                                       | 115 |
| 3.13.1. Parámetro de evaluación.....                                                                                                                     | 116 |
| 3.13.2. Parámetro: magnitud de momento.....                                                                                                              | 117 |
| 3.14. Parámetro: aceleración sísmica.....                                                                                                                | 118 |
| 3.15. PARAMETRO: PROFUNDIDAD DE HIPOCENTRO.....                                                                                                          | 119 |
| 3.16. NIVELES DE PELIGRO.....                                                                                                                            | 121 |
| En la siguiente Tabla, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico..... | 121 |
| 3.17. Estrato Nivel de Peligrosidad.....                                                                                                                 | 122 |
| Capítulo IV.....                                                                                                                                         | 125 |
| 4. ANALISIS DE VULNERABILIDAD.....                                                                                                                       | 125 |
| 4.1. __METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD.....                                                                                | 125 |
| 4.2. PONDERACION DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD.....                                                                                            | 127 |
| 4.3. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN FÍSICA.....                                                                                           | 127 |
| 4.3.1. Análisis de la exposición en la dimensión Física de la vulnerabilidad.....                                                                        | 128 |
| 4.3.2. Ponderación de los descriptores para los parámetros de exposición física.....                                                                     | 129 |
| Ubicación de la infraestructura respecto a la zona de peligro.....                                                                                       | 129 |
| 4.3.3. Ponderación de los descriptores para los parámetros de fragilidad física....                                                                      | 130 |
| Sistema estructural.....                                                                                                                                 | 130 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.4. Ponderación de los descriptores para los parámetros de resiliencia física. .                                                                                                                                                                                                                                                                  | 131 |
| Normas de construcción .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 131 |
| 4.4. Análisis de la dimensión social.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 132 |
| 4.4.1. Análisis de la exposición en la dimensión social de la vulnerabilidad .....                                                                                                                                                                                                                                                                   | 133 |
| Ponderación de los descriptores para los parámetros de fragilidad social.....                                                                                                                                                                                                                                                                        | 133 |
| a) Parámetro: Número de personal expuesto. Este parámetro caracteriza el número de personas presentes en la PTAR-SJ, expuestas frente al peligro por Sismo. Para ponderar la importancia de este parámetro, hemos considerado a los cinco grupos de personas expuestas como criterios, según las relaciones que figuran en el cuadro siguiente. .... | 133 |
| 4.4.2. análisis de la resiliencia en la dimensión social de la vulnerabilidad.....                                                                                                                                                                                                                                                                   | 135 |
| Ponderación de los descriptores para los parámetros de resiliencia social. ....                                                                                                                                                                                                                                                                      | 135 |
| Parámetro: implementación de brigada de emergencia. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 135 |
| 4.4.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental de la vulnerabilidad .....                                                                                                                                                                                                                                                               | 138 |
| ponderación de los descriptores para los parámetros de exposición ambiental. ...                                                                                                                                                                                                                                                                     | 138 |
| parámetro: área expuesta. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 138 |
| 4.4.4. Ponderación de los descriptores para los parámetros de fragilidad ambiental.                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
| Parámetro: Alterasen del suelo. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 139 |
| 4.4.5. Ponderación de los descriptores para los parámetros de resiliencia ambiental.                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
| Parámetro: fauna. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 140 |
| 4.5. Niveles de Vulnerabilidad.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 142 |
| CAPITULO V.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 147 |

|                                                                       |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 5.1. CALCULO DEL RIESGO .....                                         | 147                                  |
| 5.2. Metodología para la determinación de los niveles del riesgo..... | 147                                  |
| 5.3. Determinación de los niveles de riesgos .....                    | 148                                  |
| 5.3.1 Niveles del riesgo .....                                        | 148                                  |
| 5.3.2 Matriz del riesgo por Sismo .....                               | 148                                  |
| 5.3.3 Estratificación del riesgo .....                                | 149                                  |
| 5.4. CALCULO DE EFECTOS PROBABLE. ....                                | 153                                  |
| 5.4.1. Cálculo de posibles pérdidas por sismo. ....                   | 153                                  |
| CAPITULO VI .....                                                     | 158                                  |
| 6. CONTROL DEL RIESGO .....                                           | 158                                  |
| 6.1. EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS .....                                  | 158                                  |
| b) Valoración de frecuencia: ALTA .....                               | 158                                  |
| 6.2. DE ORDEN ESTRUCTURAL .....                                       | 160                                  |
| 6.3. De orden no estructural .....                                    | 161                                  |
| 6.4. CONCLUSIONES: .....                                              | 162                                  |
| 6.5. RECOMENDACIONES: .....                                           | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 6.6. BIBLIOGRAFÍA: .....                                              | 167                                  |
| PANEL FOTOGRAFICO .....                                               | 169                                  |
| ANEXOS .....                                                          | 170                                  |

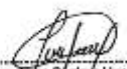
## **RESUMEN FIGURAS**

|                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <u>Figura N° 01. Mapa de resistividad y registros sísmicos en Cusco .....</u>          | <u>35</u> |
| <u>Figura N° 02     Mapa de ubicación política del PTAR SJ. de San Jerónimo.....</u>   | <u>39</u> |
| <u>Figura N° 03.     Mapa de Accesibilidad del PTAR-SJ.....</u>                        | <u>41</u> |
| <u>Figura N° 04. Puestos y números de personal que labora en la PTAR San Jerónimo.</u> | <u>43</u> |
| <u>Figura N° 05 Tecnología de tratamiento de líquidos PTAR San Jerónimo. ....</u>      | <u>44</u> |
| <u>Figura N° 06 Tecnología de tratamiento preliminar PTAR San Jerónimo. ....</u>       | <u>45</u> |
| <u>Figura N° 07 Tecnología de tratamiento primario PTAR San Jerónimo. ....</u>         | <u>46</u> |
| <u>Figura N° 08 Tecnología de tratamiento secundario PTAR San Jerónimo .....</u>       | <u>47</u> |
| <u>Figura N° 09 Tecnología de proceso de desinfección PTAR-SJ-600.....</u>             | <u>48</u> |
| <u>Figura N° 10 Tecnología de tratamiento de lodos PTAR-SJ-700.....</u>                | <u>50</u> |
| <u>Figura N° 11 Tecnología de espesamiento de lodos PTAR-SJ-700-701 .....</u>          | <u>51</u> |
| <u>Figura N° 12 Tecnología de digestión de lodos PTAR-SJ-700-702.....</u>              | <u>59</u> |
| <u>Figura N° 13 Tecnología de almacenamiento de lodos PTAR-SJ 700-703 .....</u>        | <u>53</u> |
| <u>Figura N° 14 Tecnología de bombeo de lodos PTAR-SJ 700-704.....</u>                 | <u>55</u> |
| <u>Figura N° 15 Tecnología de deshidratación de lodos PTAR-SJ 700-707, .....</u>       | <u>56</u> |
| <u>Figura N° 16 Tecnología de tratamiento de gases PTAR-SJ-700.....</u>                | <u>57</u> |
| <u>Figura N° 17     Unidades de Tratamiento del PTAR-SJ.....</u>                       | <u>59</u> |
| <u>Figura N° 18     Mapa Climatológico del PTAR-SJ .....</u>                           | <u>62</u> |
| <u>Figura N° 19     Mapa Geológico del PTAR-SJ .....</u>                               | <u>65</u> |

|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <u>Figura N°20 Resultados de la geofísica magnetotelúrica con inversión 2D(izquierda) y 3D (derecha) realizado al sureste de Cusco (Antayhua et al, 2021).....</u> | 67  |
| <u>Figura N°21 Mapa con la ubicación de fallas en la provincia de Cusco.....</u>                                                                                   | 68  |
| <u>Figura N°22 Mapa Geomorfológico de la PTAR-SJ.....</u>                                                                                                          | 71  |
| <u>Figura N°23 Mapa de pendientes de la PTAR-SJ .....</u>                                                                                                          | 73  |
| <u>Figura N°24 Condiciones Geomecánicas de la PTAR-SJ .....</u>                                                                                                    | 77  |
| <u>Figura N°25 Profundidad de Hipocentro de la PTAR-SJ .....</u>                                                                                                   | 78  |
| <u>Figura N°26 Análisis sísmico de estructuras ordinarias realizado con un espectro de diseño .....</u>                                                            | 81  |
| <u>Figura N° 27 Mapa de zonificación sísmica del Perú .....</u>                                                                                                    | 83  |
| <u>Figura N° 28 Mapa de Susceptibilidad de la PTAR-SJ.....</u>                                                                                                     | 85  |
| <u>Figura N° 29.....</u>                                                                                                                                           | 86  |
| <u>Figura N° 30 Mapa de Sismicidad del Perú.....</u>                                                                                                               | 87  |
| <u>Figura N°31 Flujoograma general del proceso de análisis de información .....</u>                                                                                | 91  |
| <u>Figura N° 32 Clasificación de Fenómeno Natural – Peligro.....</u>                                                                                               | 92  |
| <u>Figura N°33 Metodología general para determinar el nivel de peligro por sismo. ....</u>                                                                         | 93  |
| <u>Figura N° 34 Mapa de intensidades sísmicas del Perú, 1970. ....</u>                                                                                             | 97  |
| <u>Figura N°35 Figura N°36 Mapa de isosistas sismo del 21 de mayo de 1950 .....</u>                                                                                | 99  |
| <u>Figura N° 37 Mapa de distribución de Isoaceleraciones del Perú, para un 10% de excedencia en 100 años .....</u>                                                 | 102 |
| <u>Figura N°38 Mapa de fuentes sismogénicas continentales y de subducción.....</u>                                                                                 | 103 |
| <u>Figura N°39 Mapa de Magnitud de la PTAR-SJ .....</u>                                                                                                            | 104 |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| <u>Figura N°40 Factores y parámetros de la Susceptibilidad</u> .....        | 105 |
| <u>Figura N°41. Mapa de Aceleración de la PTAR-SJ</u> .....                 | 114 |
| <u>Figura N° 42. Mapa de Elementos Expuestos de la PTAR SJ</u> .....        | 120 |
| <u>Figura N°43 Mapa de Peligro Sísmico PTAR-SJ</u> .....                    | 123 |
| <u>Figura N°44. Flujograma General del Análisis de Vulnerabilidad</u> ..... | 126 |
| <u>Figura N°45 Mapa de Vulnerabilidad por Sismo (Infraestructura)</u> ..... | 145 |
| <u>Figura N°46. Flujograma para estimar los niveles del riesgo</u> .....    | 147 |
| <u>Figura N° 47 Mapa de Riesgo por Sismo</u> .....                          | 152 |

  
 Ing. Valentin W. Hualpaín Machi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000118-2023-CEPREVOT/MTAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CEPREVOT/MTAT  
 REG. CIP 12008E

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CEPREVOT/MTAT  
 REG. CIP 97209

## **RESUMEN TABLAS**

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <u>Tabla N°1.Coordenadas UTM de ubicación del PTAR-SJ.....</u>                                                    | 40 |
| <u>Tabla N° 2.Datos de accesibilidad al área de estudio desde el centro histórico de la ciudad de Cusco .....</u> | 40 |
| <u>Tabla N°3Puestos y número de personal que labora en la PTAR San Jerónimo.....</u>                              | 42 |
| <u>Tabla N°4Tecnología de tratamiento de líquidos PTAR San Jerónimo.....</u>                                      | 44 |
| <u>Tabla N°5Tecnología de tratamiento preliminar PTAR San Jerónimo. ....</u>                                      | 45 |
| <u>Tabla N° 6Tecnología de tratamiento primario PTAR-SJ-400. ....</u>                                             | 46 |
| <u>Tabla N°7Tecnología de tratamiento secundario PTAR-SJ-500.....</u>                                             | 47 |
| <u>Tabla N°8Tecnología de procesos de desinfección PTAR-SJ-600.....</u>                                           | 48 |
| <u>Tabla N°9Tecnología de tratamiento de lodos PTAR-SJ-700.....</u>                                               | 49 |
| <u>Tabla N°10Tecnología de espesamiento de lodos PTAR-SJ-700-701. ....</u>                                        | 51 |
| <u>Tabla N°11Tecnología de digestión de lodos PTAR-SJ 700-702. ....</u>                                           | 52 |
| <u>Tecnología de digestión de lodos PTAR-SJ-700-702.....</u>                                                      | 52 |
| <u>Tabla N°12Tecnología de almacenamiento de lodos PTAR-SJ 700-703.....</u>                                       | 53 |
| <u>Tabla N°13Tecnología de bombeo de lodos PTAR-SJ 700-704.....</u>                                               | 55 |
| <u>Tabla N° 14Tecnología de deshidratación de lodos PTAR-SJ 700-707.....</u>                                      | 56 |
| <u>Tabla N°15Tecnología de tratamiento de gases PTAR-SJ-700.....</u>                                              | 57 |
| <u>Tabla N°16Infraestructura complementaria PTAR San Jerónimo.....</u>                                            | 58 |
| <u>Tabla N°17Resumen de costos de la Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR-SJ.....</u>                   | 60 |
| <u>Tabla N° 18Tipos de clima en el distrito de San Jerónimo .....</u>                                             | 61 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <u>Tabla N° 19Relación de calicatas excavadas en la PTAR San Jerónimo.</u>                                   | 74  |
| <u>Tabla N°20Capacidad de carga y asentamientos menores.</u>                                                 | 76  |
| <u>Tabla N° 21Capacidad de carga y asentamientos mayores.</u>                                                | 76  |
| <u>Tabla N°22Factores de amplificación</u>                                                                   | 79  |
| <u>Tabla N° 23Tipos de suelo según la Norma E-030.</u>                                                       | 82  |
| <u>Tabla N° 24Factor de zona “Z”</u>                                                                         | 83  |
| <u>Tabla N°25Descripción cualitativa para grado de la Escala de Mercalli modificada (intensidad sísmica)</u> | 96  |
| <u>Tabla N° 26Aceleraciones sísmicas</u>                                                                     | 101 |
| <u>Tabla N°28Parámetros de Factores Condicionantes.</u>                                                      | 106 |
| <u>Tabla N°29Matriz de comparación de Pares.</u>                                                             | 106 |
| <u>Tabla N° 30Matriz de Normalización de Pares de Factores Condicionantes</u>                                | 107 |
| <u>Tabla N°31Parámetros Condiciones Geomecánicas.</u>                                                        | 107 |
| <u>Tabla N°32Matriz de Comparación de Pares</u>                                                              | 108 |
| <u>Tabla N°33Matriz de Normalización</u>                                                                     | 108 |
| <u>Tabla N°34Nomenclatura de Parámetro Pendiente.</u>                                                        | 109 |
| <u>tabla N°35</u>                                                                                            | 109 |
| <u>matriz de comparación de pares</u>                                                                        | 109 |
| <u>Tabla N°36Matriz de normalización.</u>                                                                    | 110 |
| <u>D. Unidades Geomorfológicas</u>                                                                           | 110 |
| <u>Tabla N° 37.Nomenclatura parámetros de geomorfología.</u>                                                 | 110 |

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| <u>Tabla N°38.Matriz de comparación de pares</u> .....             | 111 |
| <u>Tabla N° 39.Matriz de normalización</u> .....                   | 111 |
| <u>Tabla N°40.Nomenclatura parámetros de geología</u> .....        | 112 |
| <u>Tabla n°41.Matriz de comparación de pares</u> .....             | 112 |
| <u>Tabla N°42.Matriz de normalización de pares</u> .....           | 112 |
| <u>Tabla N°T43.Nomenclatura distancia a la falla</u> .....         | 113 |
| <u>Tabla N° 44.Matriz de comparación de pares</u> .....            | 113 |
| <u>Tabla N° 45.Matriz de Normalización de pares</u> .....          | 113 |
| <u>Tabla N°46.Parámetros de evaluación</u> .....                   | 116 |
| <u>Tabla N°47.Matriz de comparación de pares</u> .....             | 116 |
| <u>Tabla N°48.Matriz de normalización</u> .....                    | 116 |
| <u>Tabla N°49.Nomenclatura magnitud momento. (MW)</u> .....        | 117 |
| <u>Tabla N°50.Matriz de comparación de pares</u> .....             | 117 |
| <u>Tabla N°51.Matriz de normalización</u> .....                    | 117 |
| <u>Tabla N° 52.Nomenclatura aceleración sísmico</u> .....          | 118 |
| <u>Tabla N°53.Matriz de comparación de pares</u> .....             | 118 |
| <u>Tabla N°54.Matriz de normalización</u> .....                    | 118 |
| <u>Tabla N° 55.Nomenclatura de profundidad de Hipocentro</u> ..... | 119 |
| <u>Tabla N°56.Matriz de comparación de pares</u> .....             | 119 |
| <u>Tabla N°57.Matriz de normalización</u> .....                    | 119 |
| <u>Tabla N° 58.Matriz de peligro</u> .....                         | 121 |

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <u>Tabla N°59.Parámetros de evaluación</u> .....                                                                   | 121 |
| <u>Tabla N°60.Niveles de Peligro.</u> .....                                                                        | 122 |
| <u>Tabla N°61. Matriz Nivel de Peligrosidad</u> .....                                                              | 122 |
| <u>Tabla N°62.Matriz de comparación de pares.</u> .....                                                            | 127 |
| <u>Tabla N° 63.Matriz de normalización</u> .....                                                                   | 127 |
| <u>Tabla N°64.Parámetros Físicos</u> .....                                                                         | 127 |
| <u>Parámetros para utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión física.</u> ..... | 127 |
| <u>Tabla N°65.Matriz de Comparación de Pares</u> .....                                                             | 128 |
| <u>Tabla N°66.Matriz de normalización</u> .....                                                                    | 128 |
| <u>Tabla N°67.Vector suma ponderado.</u> .....                                                                     | 128 |
| <u>Tabla N°68.Matriz de comparación de pares</u> .....                                                             | 129 |
| <u>Tabla N°69.Matriz de normalización</u> .....                                                                    | 129 |
| <u>Tabla N°70Matriz de comparación de pares.</u> .....                                                             | 130 |
| <u>Tabla N° 71.Matriz de normalización</u> .....                                                                   | 130 |
| <u>Antigüedad de la infraestructura</u> .....                                                                      | 130 |
| <u>Tabla N°72.Matriz de comparación de pares.</u> .....                                                            | 130 |
| <u>Tabla N°73.Matriz de normalización</u> .....                                                                    | 131 |
| <u>Tabla N° 74.Matriz de comparación de pares.</u> .....                                                           | 131 |
| <u>TABLA N°75.MATRIZ DE NORMALIZACION</u> .....                                                                    | 131 |
| <u>Estado de conservación.</u> .....                                                                               | 132 |

|                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <u>Tabla N° 76.Matriz de comparación de pares.</u>                                                                      | 132 |
| <u>Tabla N° 77.Matriz de normalización.</u>                                                                             | 132 |
| <u>Tabla N°78.Parámetros para utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social.</u> | 132 |
| <u>Tabla N° 79.Matriz de comparación de pares</u>                                                                       | 133 |
| <u>Tabla N° 80.Matriz de normalización.</u>                                                                             | 133 |
| <u>b) Parámetro: grupo etario.</u>                                                                                      | 134 |
| <u>Tabla N°81.Matriz de comparación de pares.</u>                                                                       | 134 |
| <u>Tabla N°82Matriz de normalización.</u>                                                                               | 134 |
| <u>c) Actitud frente al riesgo.</u>                                                                                     | 134 |
| <u>Tabla N°83.Matriz de comparación de pares.</u>                                                                       | 134 |
| <u>Tabla N°84.Matriz de normalización.</u>                                                                              | 135 |
| <u>Tabla N°85.Matriz de comparación de pares.</u>                                                                       | 135 |
| <u>Tabla N°86.Matriz de normalización.</u>                                                                              | 136 |
| <u>Parámetro: nivel de organización.</u>                                                                                | 136 |
| <u>Tabla N°87.Matriz de comparación de pares.</u>                                                                       | 136 |
| <u>Tabla N°88.Matriz de normalización.</u>                                                                              | 136 |
| <u>Parámetro: Percepción del riesgo.</u>                                                                                | 137 |
| <u>Tabla N°89.Matriz de comparación de pares.</u>                                                                       | 137 |
| <u>Tabla N°90.Matriz de normalización.</u>                                                                              | 138 |
| <u>Tabla N°91.Matriz de comparación de pares.</u>                                                                       | 138 |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <u>Tabla N° 92.Matriz de normalización.....</u>                                 | 139 |
| <u>Tabla N° 93.Matriz de comparación de pares. ....</u>                         | 139 |
| <u>Tabla N°94.Matriz de normalización.....</u>                                  | 139 |
| <u>Parámetro: flora. ....</u>                                                   | 140 |
| <u>Tabla N° 95.Matriz de comparación de pares. ....</u>                         | 140 |
| <u>Tabla N° 96.Matriz de normalización.....</u>                                 | 140 |
| <u>Tabla N°97.Matriz de comparación de pares. ....</u>                          | 140 |
| <u>Tabla N°98.Matriz de normalización.....</u>                                  | 141 |
| <u>Parámetro: Capacidad de recuperación. ....</u>                               | 141 |
| <u>Tabla N°99. Matriz de comparación de pares. ....</u>                         | 141 |
| <u>Tabla 100.Matriz de normalización.....</u>                                   | 141 |
| <u>Parámetro: tiempo de recuperación. ....</u>                                  | 142 |
| <u>Tabla N°101.Matriz de comparación de pares. ....</u>                         | 142 |
| <u>Tabla N°102.Matriz de normalización.....</u>                                 | 142 |
| <u>Tabla N°103.Niveles de Vulnerabilidad .....</u>                              | 142 |
| <u>Tabla N° 104.Estratificación de la Vulnerabilidad por Sismo. ....</u>        | 143 |
| <u>Tabla N°105.Nivel del riesgo.....</u>                                        | 148 |
| <u>Tabla N°106.Matriz del riesgo .....</u>                                      | 149 |
| <u>Tabla N°107.Estratificación del Riesgo por Sismo. ....</u>                   | 149 |
| <u>Tabla N°108 Efectos probables a consecuencia de impacto de peligro .....</u> | 154 |
| <u>Tabla N°109.Valoración de consecuencias .....</u>                            | 158 |

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| <u>Tabla N° 110.Valoración de la frecuencia de ocurrencia</u> ..... | 158 |
| <u>Tabla N°111.Nivel de consecuencia y daños</u> .....              | 159 |
| <u>Tabla N°112.Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia</u> .....      | 159 |
| <u>Tabla N°113.Matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia</u> .....     | 160 |
| <u>Tabla N° 114Prioridad de Intervención</u> .....                  | 160 |

  
 Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000118-2020-CENEPREDIRAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CENEPREDIRAT  
 REG. CIP 12008

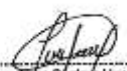
  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CENEPREDIRAT  
 REG. CIP 97209

## PRESENTACION

La Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres– SINAGERD, en sus artículos 14° y 16° de la Ley del SINAGERD, indica que las entidades públicas, ejecutan e implementan los procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres dentro de sus respectivos ámbitos de competencia. Así mismo, el literal a) numeral 6.2, del artículo 6° de la mencionada Ley del SINAGERD, define al proceso de estimación del riesgo de desastres, como aquel que comprende las acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, para analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres. En el ámbito del estudio: “Evaluación de riesgo por sismo PTAR-SJ, distrito de san Jerónimo – provincia y departamento de Cusco”, es realizar el Informe de Evaluación de Riesgo por Sismo PTAR-SJ del distrito de San Jerónimo, provincia de Cusco, departamento de Cusco, los cuáles por su ubicación y condiciones físicas naturales, presentan una alta susceptibilidad a la ocurrencia e impactos de estos peligros. En este contexto se desarrolla el presente informe tomando como base la metodología del “Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión (CENEPRED, 2015), el cual precisa los procedimientos y criterios de análisis de riesgo; determinación de los peligros en función a los parámetros de evaluación, factores condicionantes y desencadenantes; el análisis de la vulnerabilidad determinada en base a las dimensiones física, social, económica y ambiental, calculados tomando en cuenta la fragilidad, resiliencia y exposición, el cálculo del riesgo vinculados a la prevención, control, reducción de riesgos así también se determinan las medidas estructurales y no estructurales en las áreas geográficas objetos de evaluación, se adaptó el índice base para la identificación de dos peligros en las infraestructuras existentes en la planta PTAR SJ. Para la elaboración del presente informe se cuenta con la información de vulnerabilidad, límites del PTAR SJ. con los predios alcanzados por PREDES, así también se revisó información técnica – científico de instituciones públicas como son: el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres- CENEPRED, la Autoridad Nacional el Agua-ANA, Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas SERNANP, entre otros.



Ing. Valentin W. Hualpamachi Cusacha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000114-2020-CENEPRED/INAT  
REG. CIP 82964



Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/INAT  
REG. CIP 12008



Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/INAT  
REG. CIP 97209

## INTRODUCCIÓN

El presente Informe técnico de Evaluación del Riesgo por sismo, permite identificar el peligro o amenaza a los elementos que se exponen de la infraestructura del PTAR SJ San Jerónimo como: (Desarenador aireado, Cámara de bombeo, Sedimentador primario SP-1, Sedimentador primario SP-2, Digestor-1, Tanque de almacenamiento de lodos y gasómetro, Espesador el -1, Espesador el -2, Cámara de bombeo de lodos, Edificio de deshidratación y limpieza de estructuras, Sub estación eléctrica, Generador eléctrico y edificio de grupo electrógeno, Filtros percoladores primarios FPP—1 y secundarios FPS-2, Laboratorio, Casa de cloración y cámara de contacto de Cloro y otros componentes como taller de mantenimiento, laboratorio antiguo (auditorio), oficinas y puntos de concentración del PTAR SJ). Analizar la vulnerabilidad de dichos elementos en cuanto a su fragilidad y resiliencia en los ámbitos social, económico y ambiental, para luego determinar el grado de riesgo por sismo en el área de influencia, desencadenado por la aceleración sísmica y el potencial de daño en la infraestructura que descansa en materiales de suelos coluviales y suelos aluvio fluviales.

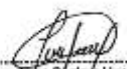
La ocurrencia de eventos por sismo está relacionada a los fenómenos de geodinámica interna, que puede causar daños considerables a los elementos expuestos determinados como los componentes del PTAR SJ, debido al nivel de vulnerabilidad que presentará las ausencias de medidas que puedan reducir el riesgo existente.

Los desastres en áreas de riesgo pueden ser de origen natural e inducidos por alteraciones al terreno natural, cada uno de éstos tiene efectos sobre la infraestructura, los cuales deben ser clasificados según su origen y evaluados los daños, para diseñar medidas de mitigación que sean económicamente factibles.

Como inicio del presente estudio, se enmarca en la búsqueda de antecedentes, el que se incide en información existente de entidades técnicas científicas, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) Sistema de información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

En la primera parte del informe, se desarrollan los aspectos generales, objetivos, justificación, antecedentes y marco normativo.

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Caspcha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2020-CENEPRED/INAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/INAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/INAT  
REG. CIP 97209

En la segunda parte, se describen los aspectos generales del área de estudio: ubicación geográfica, características físicas, sociales, económicas, entre otros.

La tercera parte contiene la identificación del peligro, su caracterización y evaluación de acuerdo a los elementos expuestos, el análisis físico de susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes), en el área de influencia del peligro; representados en Mapas temáticos.

La cuarta parte contiene el análisis de la vulnerabilidad en las tres dimensiones: social, económico y ambiental y las condiciones de fragilidad y resiliencia en los componentes estructurales del proyecto para definir los niveles de vulnerabilidad, representándose en un Mapa temático.

La quinta parte contempla el cálculo del riesgo, en el que se determina el nivel del riesgo por sismo, sabiendo que el riesgo es igual al factor del peligro por vulnerabilidad, representándose en un Mapa de niveles de riesgo.

Como parte final, se evalúa el control del riesgo, para identificar su aceptabilidad y tolerancia, considerando las medidas o componentes estructurales del proyecto que permitan prevenir el riesgo identificado.

En la parte de los mapas temáticos Georeferenciados se ha elaborado los niveles de Peligrosidad, Vulnerabilidad, Riesgo y control de riesgo, que sustentan técnicamente los análisis e interpretaciones realizados; para lo cual se recurrió a la utilización del Software ARCGIS 10.8, AUTO CAD 2025 y la utilización de imágenes ASTER GDEM, Ortofoto, etc. La elaboración de los Mapas Temáticos, fueron trabajados en el Sistema Mundial de Coordenadas WGS84 – World Geodetic System y en el sistema de proyección UTM – Universal Transverse Mercator.



Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00918-2023-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 82964



Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 12008



Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 97209



EPS SEDACUSCO S.A.

## EVAR

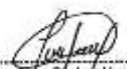
# " ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGO POR SISMO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERONIMO PTAR-SJ, DISTRITO DE SAN JERONIMO – PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO”

## CAP. 01



## ASPECTOS GENERALES

  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2023-CEPREVOT/MT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huertman  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVOT/MT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Quispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVOT/MT  
REG. CIP 97209

## CAPITULO I

### ASPECTOS GENERALES

#### 1.1. OBJETIVOS

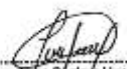
##### 1.1.1. General

Determinar los niveles de riesgo por sismo en la: “Estudio de Evaluación de riesgo por sismo del PTAR-SJ, distrito de San Jerónimo – provincia - departamento de Cusco”.

##### 1.1.2. Específicos

- Identificar los parámetros del peligro por sismo en la: “Estudio de Evaluación de riesgo por sismo del PTAR-SJ, distrito de San Jerónimo – provincia y departamento de Cusco”,
- Identificar y caracterizar el peligro y niveles de peligrosidad en la: “Evaluación de riesgo por sismo de la planta de tratamiento de aguas residuales san Jerónimo PTAR-SJ, distrito de san Jerónimo – provincia y departamento de Cusco”,
- Identificar y cuantificar los elementos expuesto en el área de influencia en la: “Estudio de Evaluación de riesgo por sismo del PTAR-SJ, distrito de san Jerónimo – provincia y departamento de Cusco”,
- Analizar la vulnerabilidad en las dimensiones sociales, económicas y ambientales; determinando los niveles de vulnerabilidad en la: “Estudio de Evaluación de riesgo por sismo del PTAR-SJ, distrito de san Jerónimo – provincia y departamento de Cusco”,
- Calcular los niveles de riesgo para el análisis del control de riesgo identificando su aceptabilidad y tolerancia en la: “Estudio de Evaluación de riesgo por sismo de la planta de tratamiento de aguas residuales san Jerónimo PTAR-SJ, distrito de san Jerónimo – provincia y departamento de Cusco”,
- Calcular probables pérdidas o daños (vidas, infraestructura y ambiente) que podría ocasionar la ocurrencia de sismo en el área de la: “estudio de Evaluación de riesgo por sismo del PTAR-SJ, distrito de san Jerónimo – provincia y departamento de Cusco”,

  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cuspa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000114-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 97209

- Recomendar la implementación de las medidas de control del riesgo de carácter estructural y no estructural de la: “Estudio de Evaluación de riesgo por sismo del PTAR-SJ, distrito de san Jerónimo – provincia y departamento de Cusco”,
- Contribuir con el documento técnico para que la autoridad y entidad competente adopte las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres según la normativa vigente de la: “Estudio de Evaluación de riesgo por sismo del PTAR-SJ, distrito de san Jerónimo – provincia y departamento de Cusco”,

## 1.2. FINALIDAD

Generar el conocimiento del peligro ante fenómenos naturales por sismo y establecer los niveles de riesgo que permita la toma de decisiones para la implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres para las estructuras arquitectónicas de la PTAR SJ: “Estudio de Evaluación de riesgo por sismo del PTAR-SJ, distrito de san Jerónimo – provincia y departamento de Cusco”,

## 1.3. JUSTIFICACION

### 1.3.1. Plan de Desarrollo Regional Concertado Cusco al 2033. Gobierno Regional Cusco.

El "Plan de Desarrollo Regional Concertado Cusco al 2033" se presenta como una hoja de ruta fundamental que traza el curso de desarrollo futuro para nuestra región. Este plan se ha concebido con un enfoque territorial, involucrando activamente a la comunidad y considerando las particularidades y desafíos de nuestro territorio. Este enfoque territorial, que es el pilar central, reconoce la diversidad geográfica, cultural y de recursos de nuestra región, sentando las bases para una gestión más eficaz y sostenible de nuestros activos.

Este plan se enfoca claramente en el desarrollo humano, considerando indicadores relacionados con la calidad de vida, como vivienda, empleo, educación y salud, además de la competitividad regional y la sostenibilidad ambiental. Está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las políticas nacionales, buscando un futuro

  
 Ing. Valentin W. Huapimachi Cuspa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000118-2023-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 97209

más próspero y sostenible para nuestra región, con el compromiso colectivo de todos los cusqueños en su implementación.

La gestión de riesgo de desastres se concentrada principalmente en el programa presupuestal 068 Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres, su ejecución sólo alcanzó 1.36% frente al total de ejecución presupuestal del 2022, este mismo año se registraron 40 133 personas afectadas por ocurrencia de emergencias, así como el 19.3% de viviendas urbanas están expuestas a inundaciones ; al 2020 únicamente el 46.43% de municipalidades contaban con Plan de Prevención y Reducción de riesgo de desastres.

Este escenario en Perú es muy probable debido a que la placa de Nazca subduce por debajo de la Sudamérica frente a la línea litoral del país, este proceso se considera como la principal fuente de sismicidad en el territorio peruano. Por otra parte, la segunda fuente sismogénica es producto de la deformación cortical, la cual se caracteriza por dar origen a sismos sobre los bordes de la Cordillera Andina y la zona subandina, para luego desaparecer completamente en la llanura amazónica (Tavera, 2014b). En el caso particular del departamento del Cusco, el escenario se refiere a que en el año 2023 ocurre un sismo de 7 Mw magnitud movimiento, con epicentro en la ciudad de Cusco. Se produjeron eventos concatenados: caída de rocas, derrumbes y aludes de glaciares en la cordillera, paralizando actividades socio económicas de la región, la provisión de servicios y el nivel de conectividad. Investigaciones de INGEMMET mostraron que la zona más propensa en el departamento de Cusco a la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, son los sistemas de fallas Cusco, Pachatusan, Qoricocha, Tambomachay, Chincheros, Anta, Zurite, Pomacanchi, Yaurisque, entre otras, asociadas a los sismos ocurridos en 1650, 1986 y 2014, con magnitudes mayores a 5.1 Mw.

### 1.3.2. Mapa de Peligros de la Ciudad del Cusco – PNUD-INDECI. 2024

Cusco es una zona sísmica, el peligro de daños por causa de sismos es mayor en zonas de gruesos depósitos de suelos blandos donde se produce amplificación sísmica sin embargo no se ha podido verificar esta condición con los daños registrados en los sismos ocurridos hasta la fecha. Las viviendas de adobe son los tipos de edificación más vulnerable de la ciudad y en mayor grado las que se encuentran en zonas húmedas, de ladera o fuerte pendiente.

  
Ing. Valentin W. Hualpamachi Cuspa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 97209

A partir de este trabajo técnico, se ha identificado y analizado los diversos peligros en el valle del Cusco, así como la generación de los respectivos mapas de peligro.

**1.3.3. Geología del Cuadrángulo de Cusco, Hoja 28-s, Boletín N° 138, Serie A, Carta Geológica Nacional, INGEMMET, Ministerio de Energía y Minas, 2011.**

La descripción del cuadrángulo de Cusco (28-s) incluye la ciudad del Cusco. El área que describe el cuadrángulo ocupa espacios correspondientes a la Cordillera Oriental, el Altiplano y el borde noreste de la Cordillera Occidental. Dentro de los objetivos, se destaca el relacionado con los peligros geológicos, pues van desde los aspectos científicos, pensando que el objetivo más importante es poner esta información a disposición de las autoridades y los pobladores para la evaluación de los peligros geológicos y su aplicación en la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) y los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). En su capítulo VIII, geología aplicada a los planes de ordenamiento y los peligros geológicos, se desarrolló el Mapa de Peligros Geológicos del Valle del Rio Huatanay y la ciudad del Cusco.

*Geología del Cuadrángulo de Cusco, Hoja 28-s, Boletín N° 138, Serie A, Carta Geológica Nacional, INGEMMET, Ministerio de Energía y Minas, 2011.*

**1.3.4. Estudio Geodinámico del distrito de San Jerónimo, Cusco Mapa de Peligros por Movimiento de Remisión en Masa.**

La ciudad del Cusco y gran parte de la región se encuentra en un nivel de aceleración sísmica que podría llegar a niveles de magnitud VI – VII grados en la escala de Mercalli, donde la percepción del evento sísmico podría llegar a calificarse como fuerte y muy fuerte. Para el periodo de retorno de 100 años se alcanzan valores máximos de alrededor de 0.352 gals en el distrito de San Jerónimo. Los sismos que se presentan en la zona de Cusco generalmente estos asociados a procesos de contacto entre fallas geológicas activas, estos procesos ocurren en intervalos de profundidad superficial (0 -60 Km). La ubicación morfoestructural de la ciudad del Cusco, hace que está ligada a una actividad tectónica muy dinámica y actual de riesgo sísmico alto. Los sismos históricos en la zona, indican que han ocurrido eventos muy altos y severos (cercaos a magnitud 7.0 o en la escala de Richter e intensidades superiores a 8 en MM.) La calidad de los suelos del Cusco es de regular a malos, debidos a su diversidad y la gran proporción de suelos lagunares y palustres, los que

  
 Ing. Valentin W. Hualpamachi Cuspa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000114-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 97209

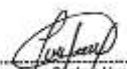
hacen que el comportamiento frente a los sismos afecte la resistencia de las estructuras, por lo que es necesario tomar muy en cuenta en las edificaciones las normas sismorresistentes. Donde se aprecia una combinación de eventos producto de actividades superficiales debido a un conjunto de fallas regionales y el comportamiento del proceso de deformación ruptura en las placas de Nazca debajo de la placa continental, esto sugiere que los sismos en la parte norte de la región que ya tiene influencia en la región selva, tienen un origen de subducción. Donde se muestra diferente componente geotectónicos, en los que predomina el comportamiento del proceso de deformación en las placas de Nazca debajo de la placa continental, esto sugiere que los sismos en la parte norte de la región que ya tiene influencia en la región oriental, podrían tener origen de subducción, claro ejemplo de ello es la profundidad de los sismos en esta fuente sismogénica. Las características sismológicas muestran un claro componente estructural ya que las características de sismos superficiales, generados en los primeros 20 a 25 kilómetros de profundidad de la corteza, coinciden con las zonas más pobladas de la región donde se ubica el distrito de San Jerónimo, aquí es donde se ubica la falla geológica de Tambomachay. Uno de los sismos más representativo es el ocurrido en el año 1950 en la ciudad de Cusco asociada a dicha falla. Las características sismológicas se muestran al igual que las condiciones de peligro que expresan las condiciones sísmicas de todo el sur de la región Cusco, considerando el límite con las zonas de Arequipa y Apurímac, esto muestra la zona sísmicamente muy activa, las condiciones sísmicas, muestran las condiciones de alteración y conformación tectónica.

### **1.3.5. Plan Operativo Institucional de la empresa SPS SEDACUSCO S.A. 2024 (modificado)**

El plan operativo institucional de la empresa SPS SEDACUSCO S.A. correspondiente al periodo 2024(modificado) es el instrumento de gestión a corto plazo que articula los objetivos institucionales alineados con las actividades de estudio tarifario vigente y al plan estratégico institucional 2024-2029.

El plan operativo institucional 2024 (modificado), detalla el conjunto de actividades estratégicas que desarrollan todas las áreas de la empresa orientados hacia el logro de objetivos y el cumplimiento de metas establecidas en el marco del fortalecimiento institucional desarrollo y sostenibilidad de la empresa.

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cuspa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 97209

**Objetivos Estratégicos Institucionales - OEI (OEI.04).** implementar la gestión de riesgos y contribuir al desarrollo sostenible de los recursos hídricos medio ambiente. La gestión de riesgos de desastres es muy importante para responder a eventualidades que pueden ocurrir por encontrarse en cusco en una zona climática cambiante (sequías, aluviones) así como el cuidado del medio ambiente, comprende 15 actividades vinculadas a los indicadores.

### **1.3.6. Plan de Emergencia EPS SEDACUSCO S.A. 2025-2029**

El presente plan se enmarca en los establecidos en el art. 39 del reglamento de la ley de 29664 que indica que en concordancia con el plan nacional de gestión de riesgos de desastres a las entidades públicas en todos los niveles del gobierno formulan aprueban y ejecutan los siguientes planes plan de prevención reducción de riesgos de desastres ,plan para la gestión reactiva plan de operaciones de emergencia 2025-2029 que enmarca el conjunto de acciones y actividades que se ejecutan ante una emergencia o desastre inmediatamente ocurrido este ,así como ante la inminencia del mismo y al conjunto de acciones conducen al restablecimiento de los servicios públicos y básicos indispensables.

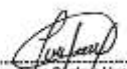
## **1.4. ANTECEDENTES**

### **1.4.1. Internacionales**

#### **Reducción de Riesgos de Desastres de la Organización Mundial de la Salud (OMS), 2025.**

En el Perú se tiene conocimiento de un proyecto de diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica donde en septiembre de 2016, los ministros de Salud de las Américas aprobaron el Plan de Acción para la Reducción del Riesgo de Desastres (2016-2021). El plan se alinea con instrumentos internacionales clave como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Acuerdo de París y el Marco para la Reducción del Riesgo de Desastres de Sendai (2015-2030). Los terremotos, tsunamis, tormentas tropicales, vientos y subidas de las mareas causan unas pérdidas anuales estimadas entre el 1,2 y 1,7% del producto interno bruto mundial. A nivel mundial, más un millón de sismos ocurren mundialmente, resultando en un promedio de dos sismos por minuto. Un terremoto de gran magnitud en una zona urbana es uno de los peores desastres naturales que pueden ocurrir. Durante las últimas cuatro décadas (1970-2017), los terremotos han causado más de un millón de fatalidades a nivel mundial en Armenia,

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000114-2023-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 97209

China, Ecuador, Guatemala, Haití, Irán, India, Indonesia, Japón, México, Pakistán, Perú y Turquía. La desmesurada urbanización en diversas partes sísmicamente activas del mundo, da resultado a mega ciudades con densidades poblacionales de 20.000 a 60.000 hab./km<sup>2</sup>. Dichas ciudades son altamente vulnerables a los efectos negativos de los terremotos, tales como la alta tasa de letalidad causada por trauma, asfixia, hipotermia e insuficiencia respiratoria aguda, además de las lesiones y/o fracturas por destrucción de infraestructura.

#### 1.4.2. Antecedentes Nacionales

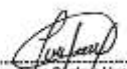
##### **B. G. Fernández B, C. et al. Estudio de Fallas Geológicas Activas a partir del Registro de Gas Radón en la Provincia del Cusco. INGEMMET. 2025**

Según los resultados obtenidos de las mediciones de concentración de radón en el gas del suelo en el valle del Cusco y sus alrededores, se identificaron zonas con concentraciones elevadas de radón, que varían entre 7.5 y 26 kBq/m<sup>3</sup>. Estos valores elevados se asocian principalmente con la presencia de fallas geológicas, las cuales están vinculadas al emplazamiento de rocas ígneas, como el stock diorítico de Sacsayhuamán y los cuerpos subvolcánicos de la Formación Rumicolca (Carlotto et al., 2011). Estas fallas también controlan la circulación de aguas subterráneas, que emergen en superficie como manantes (Peña et al., 2004).

Es importante destacar que la interacción entre las fallas geológicas y las concentraciones de radón no depende únicamente de la presencia de estas estructuras, sino también de las características geológicas del área, como la litología. Las fracturas causadas por la actividad tectónica en estas zonas facilitan la liberación de radón desde los depósitos subterráneos hacia el aire y el agua.

En cuanto a los niveles de concentración de radón en el gas del suelo, estos varían considerablemente en el valle del Cusco y sus alrededores. El promedio de las concentraciones es de 4.65 kBq/m<sup>3</sup>, aunque en algunos casos se alcanzan valores anómalos que llegan a ser hasta cinco veces el promedio. En las estaciones de monitoreo cercanas a las fallas cartografiadas de Pachatusan y Tambomachay, se registran concentraciones de hasta 26 kBq/m<sup>3</sup>, lo que sugiere que las fallas geológicas son una fuente importante de este gas radiactivo.

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-GENEPRO/INAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRO/DG  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRO/DG  
REG. CIP 97209

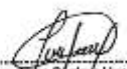
Los análisis de los valores de concentración de radón en el gas del suelo en diferentes perfiles que atraviesan las fallas permitieron asociar la distribución de estas concentraciones, generando una firma que puede ser interpretada para conocer el tipo de falla (cinemática) y su ancho. En particular, la firma registrada en la Falla Tambomachay muestra segmentos paralelos, con valores más altos de concentración de radón en el hanging wall, mientras que en el footwall se observan mayores concentraciones de torón.

Los resultados de los perfiles de radón obtenidos en el Sistema de Fallas del valle del Cusco muestran un comportamiento distinto en el Sistema de Fallas Pachatusan. En esta zona, el perfil de concentración de radón en el gas del suelo se asocia con una falla de tipo *strike-slip*. Se observa un aumento en la concentración de radón hasta llegar a una zona con niveles bajos y constantes, donde probablemente se generan tensiones por contracción, lo que provoca la formación de fracturas cerradas y reduce la liberación de radón. Como resultado, el gas tiende a exhalar por zonas más permeables alrededor de las fallas.

Nuestra investigación también permitió ubicar las fallas Cusco y Alto Qosqo, las cuales no presentan rasgos geomorfológicos fácilmente detectables. Debido a que ambas estructuras atraviesan zonas urbanas, es difícil localizarlas utilizando imágenes satelitales o fotografías aéreas. La alta densidad poblacional en la ciudad impide seguir el trazo de estas fallas. En las áreas cercanas a las fallas Cusco y Alto Qosqo, la liberación de radón es significativa, alcanzando valores de hasta 18 kBq/m<sup>3</sup> y 26 kBq/m<sup>3</sup>, respectivamente. Estas fallas atraviesan zonas con afloramientos de rocas del Mesozoico y Cenozoico, caracterizadas por gravas, arenas, limos y arcillas. Las concentraciones más altas de radón se encontraron en zonas con afloramientos de la Formación San Sebastián, que debido a su mayor permeabilidad favorecen la liberación del gas.

De acuerdo con Sun et al. (2018), las mediciones realizadas en las fallas Cusco y Alto Qosqo están asociadas con fallas de tipo normal, ya que se observó un aumento en la concentración de radón en su proximidad. Este aumento puede atribuirse a las fracturas asociadas a la actividad tectónica de las fallas. En la zona central de estas fallas, el suelo presenta mayor permeabilidad, lo que facilita el transporte de radón. En la Falla Cusco, se detectaron anomalías de alta concentración de torón en el *footwall*, particularmente en el bloque sur de la falla.

  
 Ing. Valentin W. Hualpamachi Cuspa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccañta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 97209

En cuanto a los niveles encontrados en las diferentes muestras de suelo, se observó que, en general, no hay diferencias significativas con respecto a los niveles de fondo ambiental, lo que indica que los niveles de concentración de los isótopos hijos de radón y torón no son elevados en la mayoría de las muestras.

Sin embargo, se registró un alto nivel de radiación ambiental en una muestra de rocas ígneas de composición shoshonítica, que presentó una alta concentración de torón ( $^{220}\text{Rn}$ ) en el gas del suelo, alcanzando los  $20 \text{ kBq/m}^3$ . Esto sugiere que, salvo los puntos muestreados en las rocas ígneas ubicadas en el cerro Pachatusan, no hay diferencias notorias en la concentración de uranio o radio en las muestras de suelo del resto de unidades geológicas, lo que indica que las mediciones en suelo se realizaron en un contexto geológico bastante uniforme.

### **S. Yauri. & B. Zúñiga. Escenario de Riesgo Sísmico y Movimientos en Masa**

**Producido por la Posible Reactivación de la Falla Tambomachay (Cusco).**

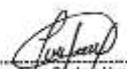
**Sociedad Geológica del Perú (SGP). 2016**

La evaluación y análisis realizado en el presente estudio, ha permitido llegar a las siguientes conclusiones: - El peor escenario sísmico de la ciudad de Cusco, se basa en la posible reactivación de la falla Tambomachay, mediante un sismo de magnitud 6.5Mw, profundidad de 10 km. - El 42% de la población de Cusco se encuentra ubicada dentro de zona de Muy Alto peligro a movimientos en masa, 2% en zona de peligro Alto, 39% en peligro Medio y 16% en zona de peligro Bajo. Mientras que, el 26% de viviendas se ubican en zona de riesgo Muy Alto, 26% riesgo Alto, 47% riesgo Medio y 1% riesgo Bajo a movimientos en masa. - El 14% de Instituciones educativas se encuentran expuestas en zona de Muy Alto peligro a movimientos en masa, 51% en zona de peligro medio y 35% en zona de peligro bajo. - El 47% de viviendas presentan riesgo sísmico Muy Alto, 45% Alto y 8% Medio.

### **J. E. Alva H. Sismicidad y Registros Sísmico en Cusco. Universidad Nacional de Ingeniería UNI. 2014**

- La sismicidad en la región Cusco es ocasionada por la presencia de fallas geológicas. Se ha incrementado el número de acelerógrafos en nuestro país, contándose con doscientos setenta y cinco y otros más por instalar.

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 82964

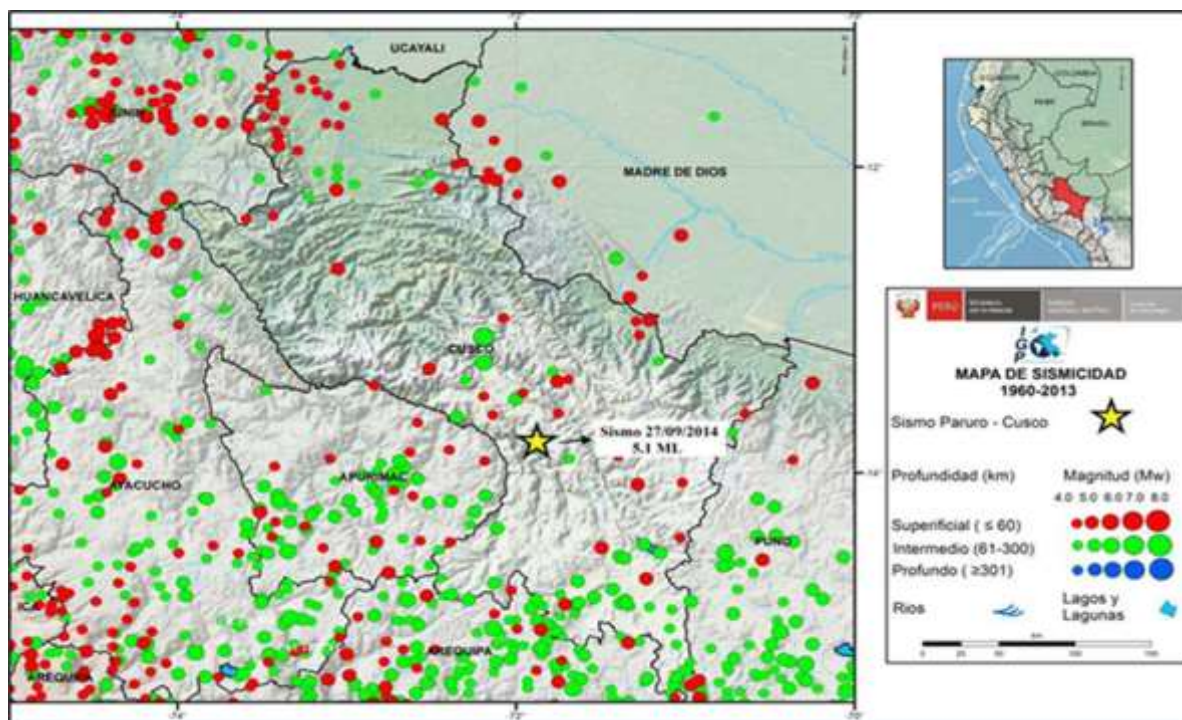
  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 97209

- Actualmente existen en el Perú varias redes acelerográficas: IGP, CISMID-UNI, CERESIS, SENCICO, CIP-UNI.
- Con esta información se elaborarán mapas de microzonificación geotécnica sísmica; se realizará el análisis y simulación de la interacción suelo-estructura de las edificaciones existentes ante la presencia de un evento sísmico; y se propondrán recomendaciones para diseñar estructuras capaces de soportar las fuerzas sísmicas.
- Es necesario realizar ensayos geofísicos para determinar la velocidad de las ondas Vs en el emplazamiento de las casetas acelerográficas para correlacionar el PGA con el perfil del suelo.
- Los equipos instalados y registros acelerográficos obtenidos, deben ser públicos y utilizados en la definición de parámetros de Diseño Sismorresistente, también deben ser utilizados en los cursos de Ingeniería Sismorresistente y Dinámica de Suelos que se dictan a nivel de pregrado y posgrado en las Universidades, así como en investigaciones futuras.

**Figura N° 01.**

### Mapa de resistividad y registros sísmicos en Cusco



**Fuente:** Instituto Geofísico del Perú (IGP). 2021

### 1.5. MARCO NORMATIVO

Manual para la Evaluación del Riesgo por Sismos. Publicado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres CENEPRED, 2017. Decreto Supremo N° 038-2021-PCM, que aprueba la Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres al 2050.

Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.

Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.

Ley N° 30556, Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del Gobierno Nacional frente a desastres y que dispone la creación de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios.

Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.

Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869.

Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.

Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.

Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.

Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.

Decreto Supremo N° 111 – 2012 – PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

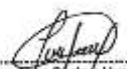
Resolución Ministerial N°147-2016-PCM, de fecha 18 de julio del 2016, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción".

Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.

Plan Operativo Institucional POI Anual 2025. Versión 2 (actualizado).

Plan de Emergencia del EPS SEDACUSCO S.A. 2025 – 2029.

  
Ing. Valentin W. Hualpamachi Caspacha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00918-2023-CENEPRED/AT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/J  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/J  
REG. CIP 97209



## EVAR

# "ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGO POR SISMO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERONIMO PTAR-SJ, DISTRITO DE SAN JERONIMO – PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO"

## CAP. 02



## CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2023-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00154-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00154-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 97209

## CAPITULO II

### 2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

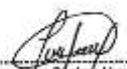
#### 2.1. UBICACIÓN POLITICA

San Jerónimo antes de constituirse en centro poblado, era territorio compuesto por un conjunto de 14 Ayllus: (Yanacona, Collana Chahwan Qosqo, Ccallampata, Urin aca, Mama Chimaraura, Acamana, Apumayta, Ro'uequirau, Rarau, Orcompugio (pícol orcompugio), Sucusu Aucaylle, Kirkas, Conchacalla, Chima Panaca), varios de los cuales eran Ayllus Reales dispersos en toda el área, estos conformaban subsistemas dentro de un patrón de ocupación disperso dentro del territorio, cuyo centro de dominio Político Religioso era la ciudad del Cusco. En la época colonial se crearon nuevas formas de organización territorial, a consecuencia del nuevo sistema impuesto; hacia finales del siglo XVI los ayllus diseminados en el valle fueron reducidos a poblaciones. Es en 1571 que se funda la parroquia de San Jerónimo como una simple ermita para el culto, edificándose la iglesia sobre una Huaca Inca y sobre terrenos pertenecientes al Ayllu Sorama, con sus Ayllus: Urin Qosqo, Yabacona, Collana, Urin Saca Mama y Chimaraurau con sus caciques; Pascual Tupayupanqui Panaca y Pascual Quispe Rimachi. San Jerónimo fue incorporado oficialmente a la Corona el 11 de agosto de 1571.

El área de estudio de “Evaluación de Riesgo de Desastres por Peligro de Sismo del PTAR SJ. de San Jerónimo – Cusco”, está ubicado en el departamento y provincia de Cusco, distrito de San Jerónimo, comunidad Collana Jawan Qosqo y en la margen izquierda del Rio Huatanay.



Ing. Valentin W. Huapimachi Cuspa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 82964

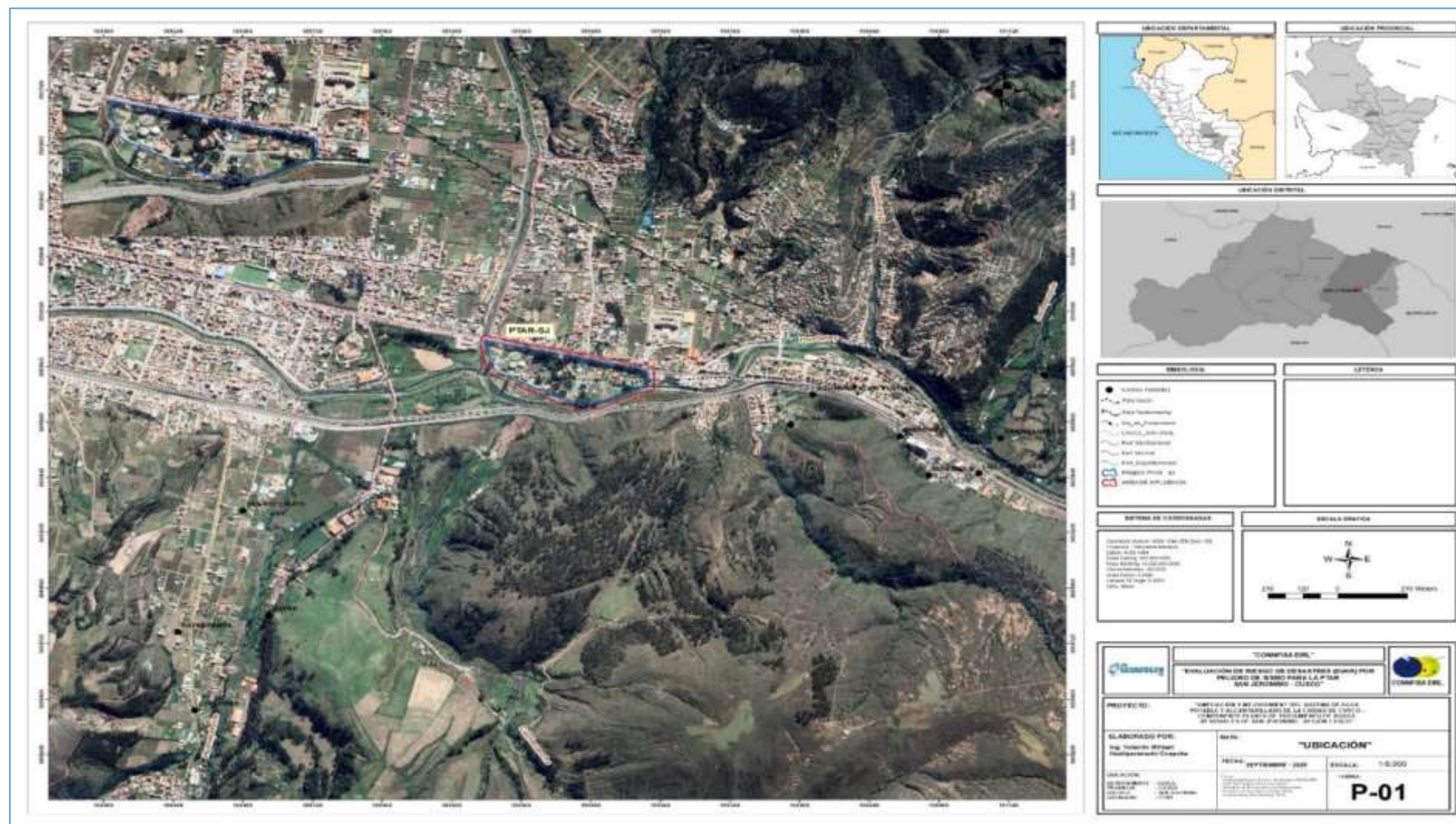


Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 12008



Ing. Santos Quispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 97209

Figura N° 02 Mapa de ubicación política del PTAR SJ. de San Jerónimo



*Valentin W. Hualpaínachi Ccapcha*  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Ccapcha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2020-CEPREM/FAT  
REG. CIP 82954

*Jorge Cordova Huamani*  
Ing. Jorge Cordova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.L. N° 0014-2020-CEPREM/FAT  
REG. CIP 12008

*Santos Quispacanta*  
Ing. Santos Quispacanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.L. N° 0014-2020-CEPREM/FAT  
REG. CIP 97203

## 2.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA

Geográficamente el área de “Estudio de Evaluación de Riesgo de Desastres por Peligro de Sismo del PTAR SJ. de San Jerónimo – Cusco” PTAR-SJ, nacionalmente se halla ubicado en la sierra Sur del Perú, en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, regionalmente al este de la ciudad de Cusco, altura de la comunidad Collana, con una extensión de 84248.97 m<sup>2</sup>. Se encuentra en las coordenadas UTM WGS 84.

**Tabla N°1.**

**Coordenadas UTM de ubicación del PTAR-SJ**

| Coordenadas UTM WG 84 |           |
|-----------------------|-----------|
| <b>Zona</b>           | 19L       |
| <b>Este</b>           | 189637 m  |
| <b>Norte</b>          | 8499868 m |
| <b>Altitud</b>        | 3221 msnm |

**Fuente:** Datos de campo.

## 2.3 VIAS DE ACCESO.

El acceso al área de estudio se realiza tomando como punto de partida la vía asfaltada Cusco – San Jerónimo – Sicuani. Paradero Collana carril de bajada, se accede por carretera afirmada.

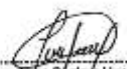
**Tabla N° 2.**

**Datos de accesibilidad al área de estudio desde el centro histórico de la ciudad de Cusco**

| Vía                | Distancia (Km) | Tipo de vía         | Tiempo aprox. en auto (min.) |
|--------------------|----------------|---------------------|------------------------------|
| Av. De la Cultura  | 11             | Doble vía asfaltada | 30                           |
| Vía de Evitamiento | 12             | Doble vía asfaltada | 30                           |

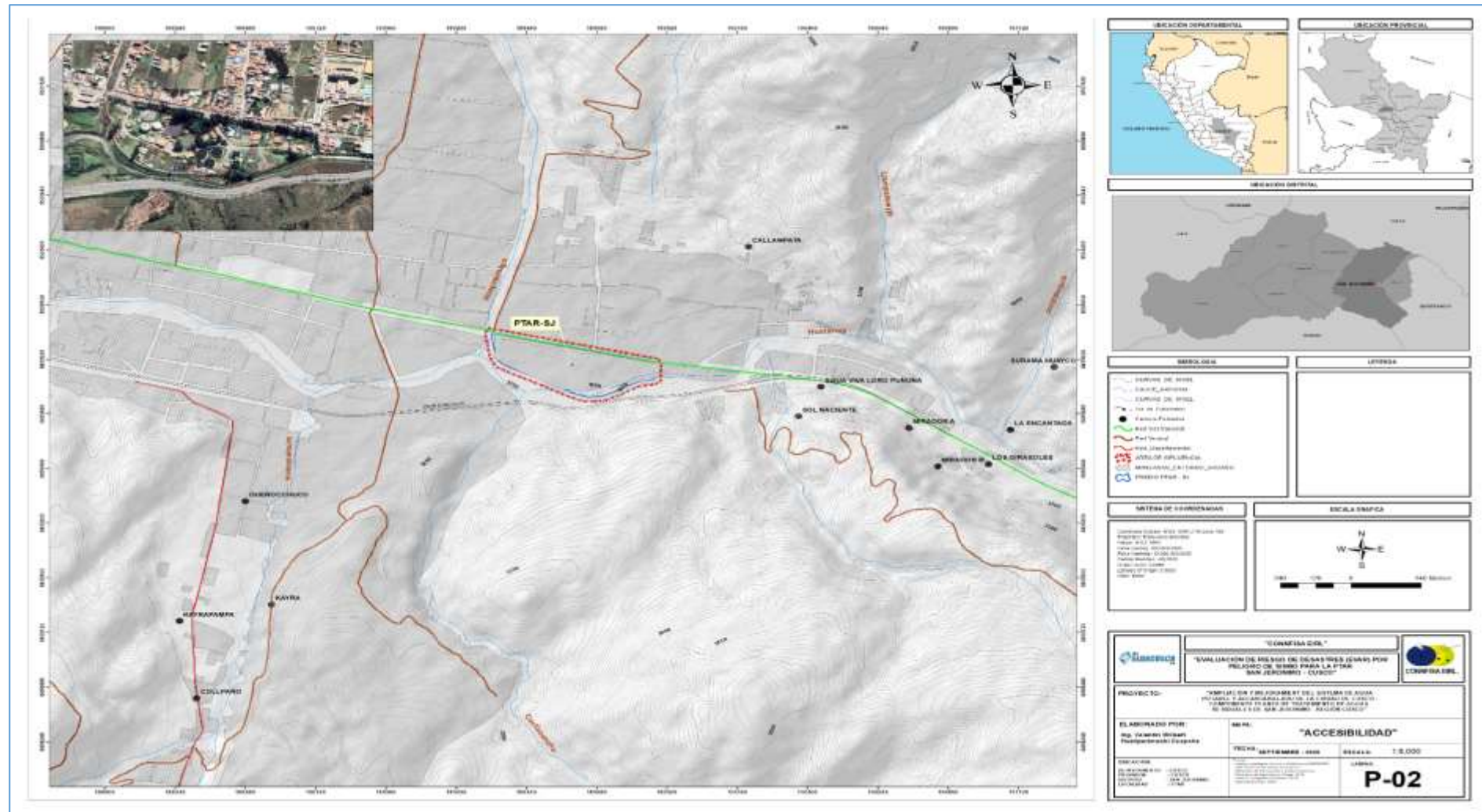
**Fuente:** Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres del distrito de San Jerónimo 2022 – 2026.

  
 Ing. Valentin W. Hualpamachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2023-GENPREVIDMAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENPREVIDMAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENPREVIDMAT  
 REG. CIP 97209

Figura N° 03. Mapa de Accesibilidad del PTAR-SJ



  
**Ing. Valentin W. Hualpinimachi Ccapcha**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2023-CEPREM/INAT  
 REG. CIP 82954

  
**Ing. Jorge Cordova Huamani**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.N. N° 0018-2023-CEPREM/INAT  
 REG. CIP 12008

  
**Ing. Santos Quispel Ccanta**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.N. N° 0018-2023-CEPREM/INAT  
 REG. CIP 97203

## 2.4. CARACTERÍSTICAS SOCIALES

### 2.4.1. Población de la PTAR San Jerónimo

En el marco del diagnóstico, se evaluó la asignación y funciones del personal a cargo del PTAR SJ. De San Jerónimo considerando además la dedicación horaria —ya sea de tiempo completo o parcial— destinada a las labores de operación y mantenimiento. Como resultado, se registró un total de 37 trabajadores vinculados directamente a la PTAR-SJ, complementados con 4 vigilantes

A partir de la información recopilada, se establece que la PTAR-SJ en operación dispone de un jefe responsable del área de aguas residuales, cinco supervisores asignados en función de la magnitud de la planta y el nivel tecnológico implementado, así como dos especialistas encargados del control y seguimiento de los procesos de tratamiento de aguas residuales.

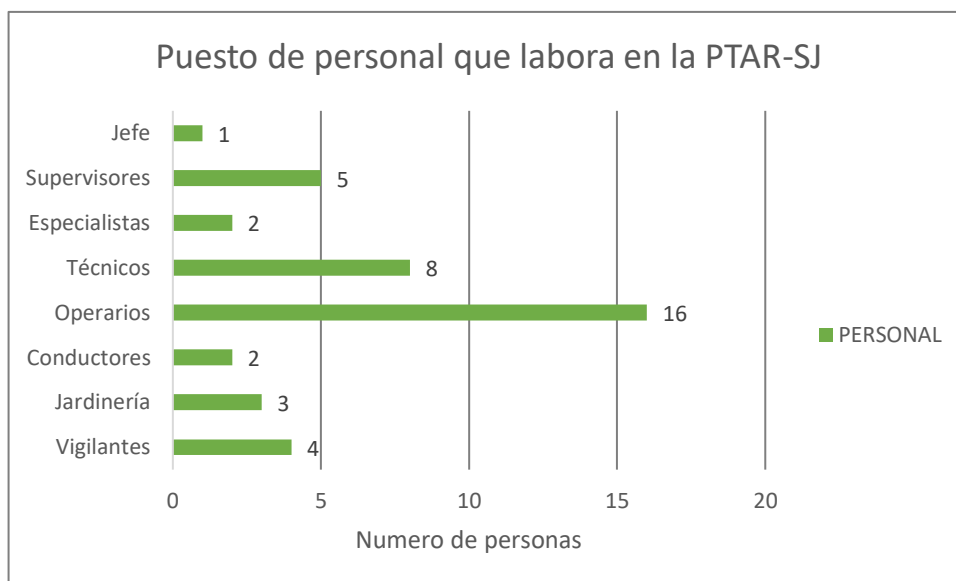
Así mismo, la PTAR-SJ, cuenta con 08 técnicos asignados a actividades de mantenimiento, laboratorio y recolección; 16 operarios dedicados exclusivamente a la operación, mantenimiento y recolección; dos conductores dedicados al mando de vehículos y tres jardineros dedicados a mantener los espacios verdes; plantar árboles, setos, plantas y césped.

**Tabla N°3**

### Puestos y número de personal que labora en la PTAR San Jerónimo

| PERSONAL DE LA PTAR SAN JERÓNIMO |            |             |           |          |               |              |      |
|----------------------------------|------------|-------------|-----------|----------|---------------|--------------|------|
| Vigilantes                       | Jardineros | Conductores | Operarios | Técnicos | Especialistas | Supervisores | Jefe |
| 4                                | 3          | 2           | 16        | 8        | 2             | 5            | 1    |

**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

**Figura N° 4.****Puestos y números de personal que labora en la PTAR San Jerónimo.**

**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial del PTAR SJ. San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

### 2.4.3. Unidades de tratamiento del PTAR San Jerónimo

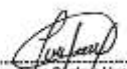
La PTAR-SJ ejecuta procesos de tratamiento físico, químico y biológico de las aguas residuales, con el propósito de garantizar que el efluente vertido en el río Huatanay cumpla con los parámetros exigidos por la normativa ambiental y sanitaria vigente. Para ello, la planta contempla diversas líneas de tratamiento específicas (véase mapa social – unidades de tratamiento PTAR-SJ

#### 2.4.3.1. Línea de líquidos

La línea de agua de la PTAR-SJ comprende el conjunto de unidades por las que circula el afluente desde su ingreso a la planta hasta su descarga final en el río Huatanay, atravesando sucesivas etapas de tratamiento. El proceso de depuración de las aguas residuales, provenientes de vertidos de diversa procedencia, incorpora las siguientes operaciones y procesos.

Consta de un sistema de cribado con rejillas gruesas y finas, desarenador aireado, filtros percoladores primarios y secundarios, cámaras de bombeo, sedimentadores primarios y secundarios, desinfección.

  
 Ing. Valentin W. Huapimachi Cuspa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000114-2023-GENEPROVAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVAT  
 REG. CIP 97209

Tabla N°4

## Tecnología de tratamiento de líquidos PTAR San Jerónimo.

| UNIDADES DE TRATAMIENTO PTAR-SJ |          |            |              |
|---------------------------------|----------|------------|--------------|
| Preliminar                      | Primario | Secundario | Desinfección |

**Fuente:** Adaptado de Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

Figura N°5

## Tecnología de tratamiento de líquidos PTAR San Jerónimo.



**Fuente:** Adaptado de Evaluación de riesgo por inundación fluvial del PTAR SJ. San Jerónimo PTAR-SJ. 2022.

## a) Tratamiento preliminar

La unidad de tratamiento preliminar tiene como objetivo acondicionar las aguas residuales mediante la remoción de sólidos superiores a 6 mm de diámetro, la separación de arenas y el desengrasado aireado para la eliminación de aceites y grasas. La tecnología implementada en esta etapa contempla cuatro operaciones unitarias: canal de ingreso, cribado, desarenado y bombeo de aguas residuales. Dicho sistema se compone de dos rejillas para sólidos gruesos, dos rejillas para sólidos finos, dos tornillos transportadores para los

residuos retenidos en las rejillas y cinco tornillos transportadores destinados al desarenado.

**Tabla N°5**

**Tecnología de tratamiento preliminar PTAR San Jerónimo.**

| OPERACIONES UNITARIAS PTAR-SJ |                     |         |               |                |
|-------------------------------|---------------------|---------|---------------|----------------|
| Canal de ingreso              | Canal de derivación | Cribado | Desarenadores | Bombeo de agua |

**Fuente:** Adaptado de Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

**Figura N° 6**

**Tecnología de tratamiento preliminar PTAR San Jerónimo.**



**Fuente:** Adaptado de Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

**b) Tratamiento primario**

La unidad de tratamiento primario está orientada a la eliminación de la materia en suspensión, tanto orgánica como inorgánica, susceptible de sedimentarse por efecto de la gravedad, excluyendo el material coloidal y las sustancias

  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000113-2023-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 97209

disueltas en el agua. La tecnología aplicada en esta etapa contempla tres operaciones unitarias: sedimentación, bombeo de lodos y bombeo de líquidos. Para ello, el sistema dispone de dos cámaras de reunión, dos sedimentadores primarios, una cámara de bombeo de lodos y dos cámaras destinadas al bombeo de desagüe.

**Tabla N° 6**

**Tecnología de tratamiento primario PTAR-SJ-400.**

| OPERACIONES UNITARIAS PTAR SAN JERÓNIMO |                 |                      |
|-----------------------------------------|-----------------|----------------------|
| Sedimentación                           | Bombeo de lodos | Sistema por gravedad |

**Fuente:** Adaptado de Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

**Figura N°7**

**Tecnología de tratamiento primario PTAR San Jerónimo.**

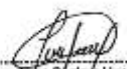


**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

**c) Tratamiento secundario**

La etapa de tratamiento secundario, de carácter biológico, está destinada principalmente a la eliminación de materia orgánica biodegradable. Este proceso incorpora cinco operaciones unitarias: percolación primaria, impulsión

  
 Ing. Valentin W. Huapamachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00918-2023-GENEPRODIFAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
 REG. CIP 97209

de líquidos, percolación secundaria, sedimentación secundaria y bombeo de lodos. El sistema se compone de dos trenes de tratamiento en serie con filtros percoladores, incluyendo tres unidades de filtración percoladora primaria y dos unidades de filtración percoladora secundaria, junto con estaciones de bombeo para líquidos, dos tanques de sedimentación secundaria y equipos de bombeo para lodos.

**Tabla N°7**

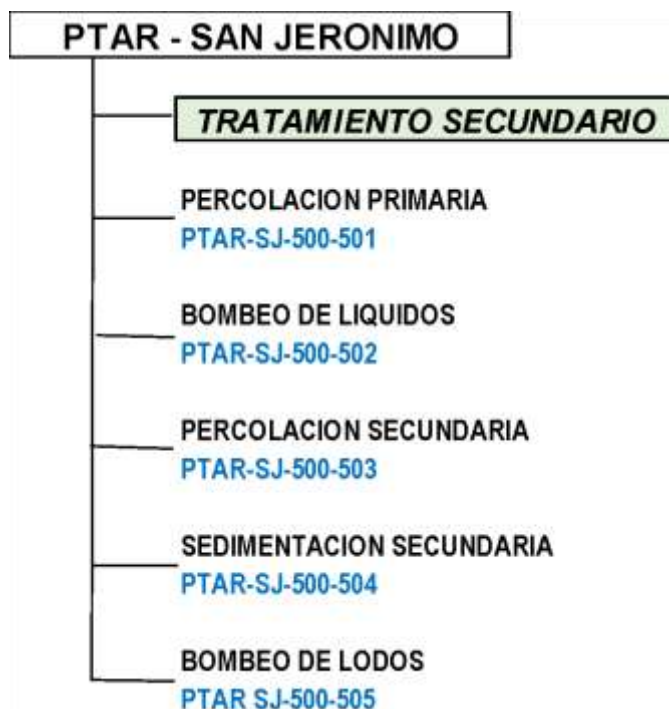
**Tecnología de tratamiento secundario PTAR-SJ-500.**

| OPERACIONES UNITARIAS PTAR-SAN JERÓNIMO |                    |                        |                          |                 |
|-----------------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|
| Percolación primaria                    | Bombeo de líquidos | Percolación secundaria | Sedimentación secundaria | Bombeo de lodos |

**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

**Figura N°8**

**Tecnología de tratamiento secundario PTAR San Jerónimo**



**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

#### d) Proceso de desinfección

La unidad de desinfección realiza la remoción de patógenos (coliformes termo tolerantes) adicionando derivados de cloro. La tecnología utilizada para el proceso de desinfección considera cuatro operaciones unitarias; cloración, cámara de contacto, canal de salida y bombeo de líquidos. Esta tecnología consiste de un dispositivo de cloración, una cámara de contacto, un canal de salida, una cámara de bombeo de agua clorada y una cámara de bombeo de desagüe.

Tabla N°8

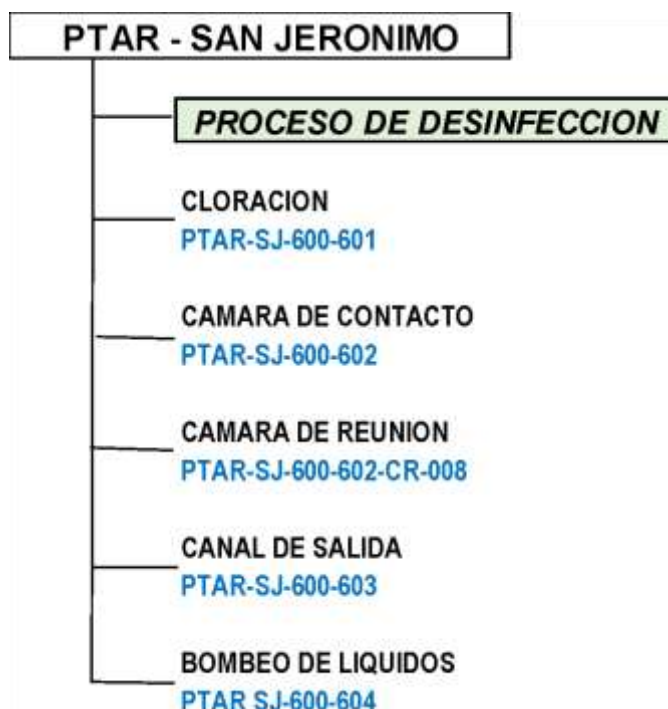
Tecnología de procesos de desinfección PTAR-SJ-600.

| PROCESOS UNITARIOS PTAR-SJ |                    |                 |                    |
|----------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| Cloración                  | Cámara de contacto | Canal de salida | Bombeo de líquidos |

**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

Figura N° 9

Tecnología de proceso de desinfección PTAR-SJ-600.



**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

### 2.4.3.2. Línea de lodos

Conformado por Cámara de bombeo, espesadores, digestor anaeróbico, tanque de almacenamiento de lodos, edificio de deshidratación, tanque de almacenamiento para Cal.

La línea de tratamiento de lodos de la PTAR-SJ abarca todas las unidades involucradas en el manejo del lodo, desde su ingreso a los espesadores, pasando por el proceso de digestión biológica, hasta su deshidratación mediante centrifugación. Esta línea también comprende las estaciones de bombeo de lodos provenientes de los sedimentadores primarios y secundarios. El proceso tiene como objetivo principal la reducción de patógenos, la mitigación de olores desagradables y la disminución del potencial de descomposición. Las operaciones y/o procesos considerados en el tratamiento de lodos son los siguientes.

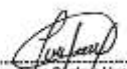
**Tabla N°9**

#### ***Tecnología de tratamiento de lodos PTAR-SJ-700.***

| <b>TRATAMIENTO DE LODOS</b> |                  |                                |               |                       |                     |
|-----------------------------|------------------|--------------------------------|---------------|-----------------------|---------------------|
| <i>Espesamiento</i>         | <i>Digestión</i> | <i>Almacenamiento de lodos</i> | <i>Bombeo</i> | <i>Deshidratación</i> | <i>Dosificación</i> |

**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

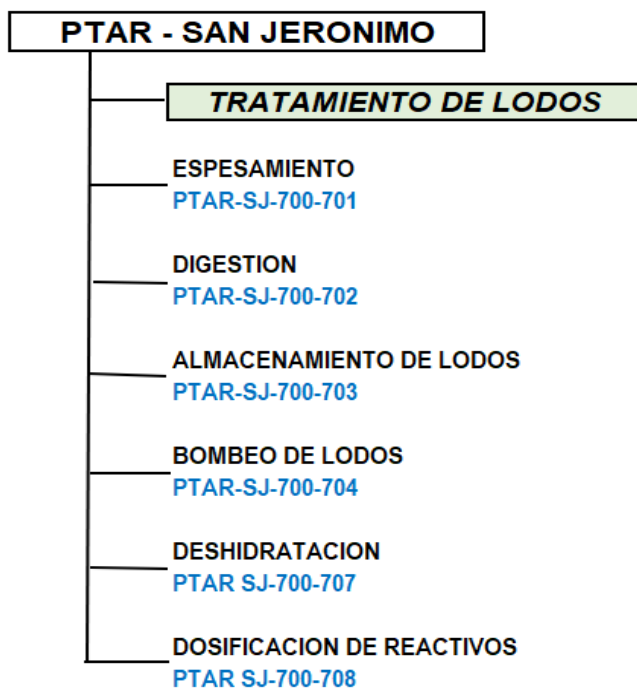
  
 Ing. Valentin W. Hualpamachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00918-2023-GENEPROVAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVAT  
 REG. CIP 97209

Figura N°10

## Tecnología de tratamiento de lodos PTAR-SJ-700.



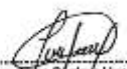
**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

a) **Espesamiento**

Los lodos se concentran con el propósito de reducir al máximo el contenido de agua y, en consecuencia, incrementar la densidad de la fracción orgánica. Para este fin se emplea la tecnología de espesamiento gravitacional en paralelo. El sistema está conformado por una cámara de reunión de lodos, un tanque de  $\text{FeCl}_3$ , un tanque de dilución, una cámara de distribución de lodos, dos unidades de espesamiento, una cisterna de almacenamiento de lodos espesados y una caja de purga.

En la PTAR-SJ, los lodos generados en los sedimentadores primarios (SPA y SPB) y en los sedimentadores secundarios (SSA y SSB) son conducidos mediante las cámaras de bombeo CBL-1 y CBL-2, respectivamente, hacia la cámara de reunión de lodos para su posterior tratamiento.

  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000114-2023-CEPREVIMAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00114-2023-CEPREVIMAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00114-2023-CEPREVIMAT  
REG. CIP 97203

Tabla N°10

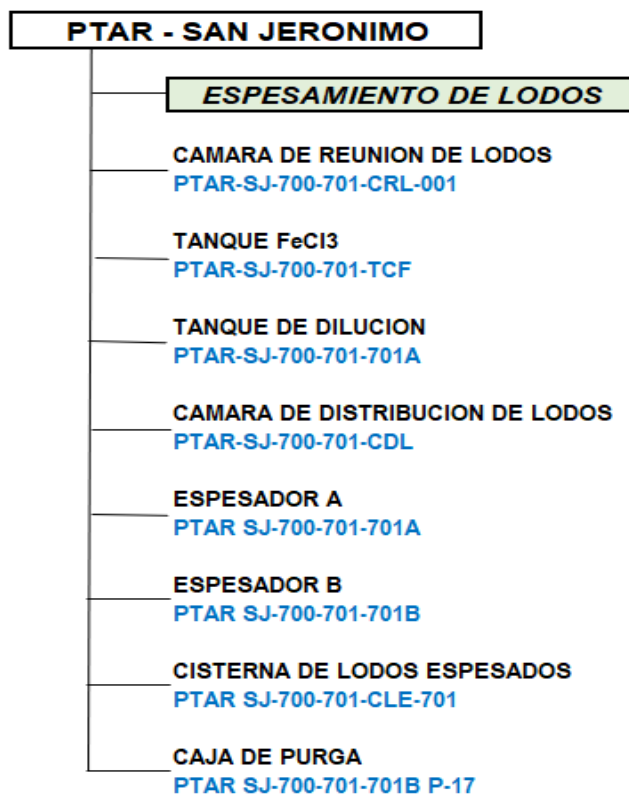
## Tecnología de espesamiento de lodos PTAR-SJ-700-701.

| OPERACIONES Y/O PROCESOS UNITARIOS PTAR-SJ |              |                    |                                 |             |             |                   |               |
|--------------------------------------------|--------------|--------------------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------------|---------------|
| Camara de reunion de lodos                 | Tanque FeCl3 | Tanque de dilución | Cámara de distribución de lodos | Espesador A | Espesador B | Cisterna de lodos | Caja de purga |

**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

Figura N°11

## Tecnología de espesamiento de lodos PTAR-SJ-700-701

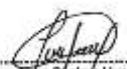


**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022.

## b) Digestión

La fracción orgánica de los lodos es transformada biológicamente, bajo condiciones anaerobias, en metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Para este proceso se aplica la tecnología de digestión anaerobia de lodos, la cual está

  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cuspa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000114-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00114-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00114-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 97209

compuesta por un digestor, un agitador tipo SCABA, sensores ultrasónicos de nivel, pH, temperatura y caudal, además de una bomba de recirculación de lodos. En la PTAR-SJ, los lodos espesados en las unidades EL-A y EL-B son impulsados desde la cámara de bombeo CBL-3 hacia el digestor BD-702A, un reactor herméticamente cerrado que opera de manera continua e intermitente. En su interior, la biomasa permanece durante periodos variables, bajo condiciones mesofílicas (36 °C a 40 °C), donde se estabilizan los lodos generando biogás con una composición promedio de CH<sub>4</sub> (68,0 %), CO<sub>2</sub> (31,8 %) y H<sub>2</sub>S (0,20 %).

**Tabla N°11**

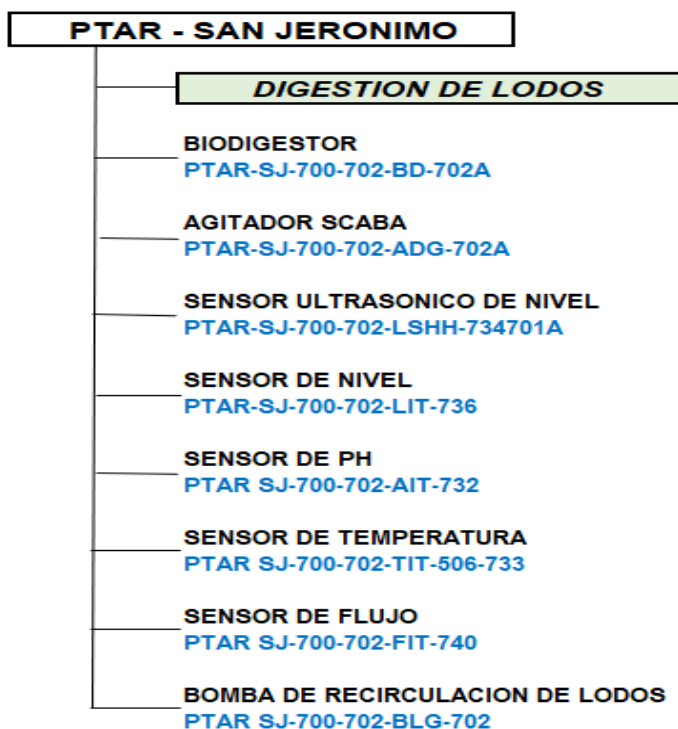
**Tecnología de digestión de lodos PTAR-SJ 700-702.**

| OPERACIONES Y/O PROCESOS UNITARIOS PTAR-SJ |                |                             |                 |              |                       |                 |                                 |
|--------------------------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------|--------------|-----------------------|-----------------|---------------------------------|
| Biodigestor                                | Agitador SCABA | Sensor ultrasónico de nivel | Sensor de nivel | Sensor de PH | Sensor de temperatura | Sensor de flujo | Bomba de recirculación de lodos |

**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

**Figura N°12**

**Tecnología de digestión de lodos PTAR-SJ-700-702.**



**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022.

### c) Almacenamiento de lodos

El tanque de almacenamiento de lodos (TAL) tiene la función de mantener en suspensión los lodos previamente digeridos. Esta unidad tecnológica está constituida por una membrana externa de poliestireno, que protege frente a las condiciones climáticas, y una membrana interna de polietileno, impermeable al biogás. El sistema incorpora un tanque de almacenamiento de lodos, dos agitadores (A y B), un sensor ultrasónico de nivel y un sensor adicional de nivel.

En la PTAR-SJ, los lodos digeridos provenientes del digestor BD-702A se acumulan en la parte inferior del tanque TAL-703A, mientras que en la sección superior se concentran los gases generados durante el proceso.

**Tabla N°12**

#### **Tecnología de almacenamiento de lodos PTAR-SJ 700-703.**

| OPERACIONES Y/O PROCESOS UNITARIOS |                     |                     |                             |                 |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------|
| Tanque de almacenamiento de lodos  | Agitador de lodos A | Agitador de lodos B | Sensor ultrasónico de nivel | Sensor de nivel |

**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

**Figura N° 13**

#### **Tecnología de almacenamiento de lodos PTAR-SJ 700-703**



**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

**d) Bombeo de lodos****Cámara de Bombeo de Lodos CBL-001**

La cámara de bombeo de lodos CBL-001 recibe los lodos provenientes de los sedimentadores primarios SP-A y SP-B, los cuales son impulsados mediante bombas de cavidad progresiva hacia la cámara de reunión de lodos. Esta unidad está equipada con cuatro bombas de lodos (BLP-A, BLP-B, BLP-C y BLP-D).

**Cámara de Bombeo de Lodos CBL-002**

La cámara de bombeo de lodos CBL-002 succiona los lodos generados en los sedimentadores secundarios SS-A y SS-B, y los transfiere hacia la cámara de reunión de lodos a través de tres bombas de cavidad progresiva. En esta cámara operan tres bombas de lodos sedimentados (BLS-A, BLS-B y BLS-C). Cámara de Bombeo de Lodos CBL-003 La cámara de bombeo de lodos CBL-003 recibe los lodos espesados de las unidades EL-A y EL-B, impulsándolos mediante bombas de cavidad progresiva hacia el digestor BD-702A, el tanque de almacenamiento de lodos TAL-703A y/o el tanque de almacenamiento de emergencia (TAE). Esta instalación cuenta con tres bombas de lodos (BLE-A, BLE-B y BLE-C).

**Cámara de Bombeo de Lodos CBL-004**

La cámara de bombeo de lodos CBL-004 recibe los lodos procedentes del tanque de almacenamiento de lodos (TAL-703A) y del tanque de almacenamiento de emergencia (TAE). Estos son impulsados hacia el área de deshidratación de lodos mediante tres bombas de cavidad progresiva. Esta cámara dispone de tres bombas de lodos (BLC-A, BLC-B y BLC-C).

**Cámara de Bombeo de Lodos CBL-005**

La cámara de bombeo de lodos CBL-005 succiona los lodos provenientes de las centrífugas CFL-707A y CFL-707B del área de deshidratación, impulsándolos a través de tres bombas de cavidad progresiva hacia el intercambiador de calor. Está equipada con tres bombas de lodos (BLI-A, BLI-B y BLI-C).



Ing. Valentin W. Hualpamachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 82964



Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 12008



Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 97209

Tabla N°13

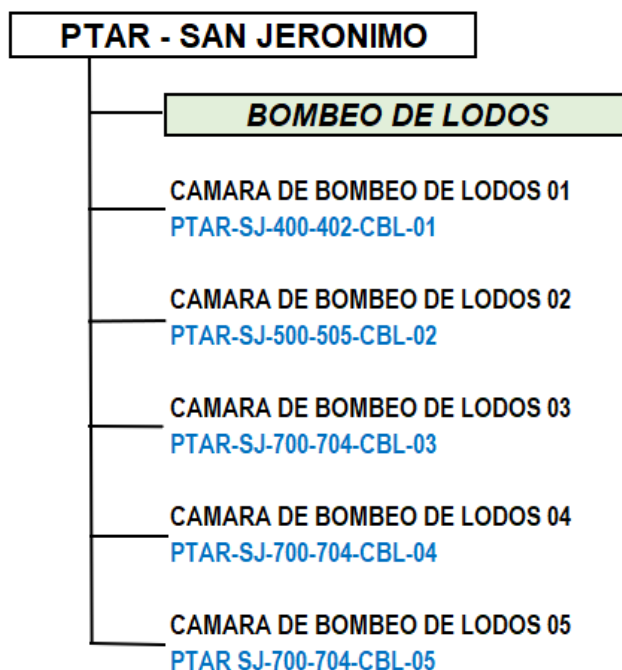
## Tecnología de bombeo de lodos PTAR-SJ 700-704.

| OPERACIONES Y/O PROCESOS UNITARIOS PTAR-SJ |                              |                              |                              |                              |
|--------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Cámara de bombeo de lodos 01               | Cámara de bombeo de lodos 02 | Cámara de bombeo de lodos 03 | Cámara de bombeo de lodos 04 | Cámara de bombeo de lodos 05 |

**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

Figura N°14

## Tecnología de bombeo de lodos PTAR-SJ 700-704



**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

## e) Deshidratación

En la PTAR-SJ, la deshidratación de los lodos digeridos provenientes del tanque de almacenamiento de lodos (TAL) y/o del tanque de almacenamiento de emergencia (TAE) se lleva a cabo mediante centrifugación, con el objetivo de separar la fase sólida de la líquida. Este proceso busca obtener un sólido con el mayor grado posible de sequedad, mientras que la fracción líquida resultante presenta una concentración mínima de sólidos, optimizando así la eficiencia del tratamiento.

La tecnología de deshidratación está compuesta por unidades de centrifugado, sistemas de transporte por tornillos entre las centrífugas, mezcladores de lodos con cal, tornillos para descarga de lodos deshidratados, inyector de cal con tornillo sinfín, un silo de almacenamiento de cal, transportadores de cal mediante tornillo y extractores de aire.

**Tabla N° 14**

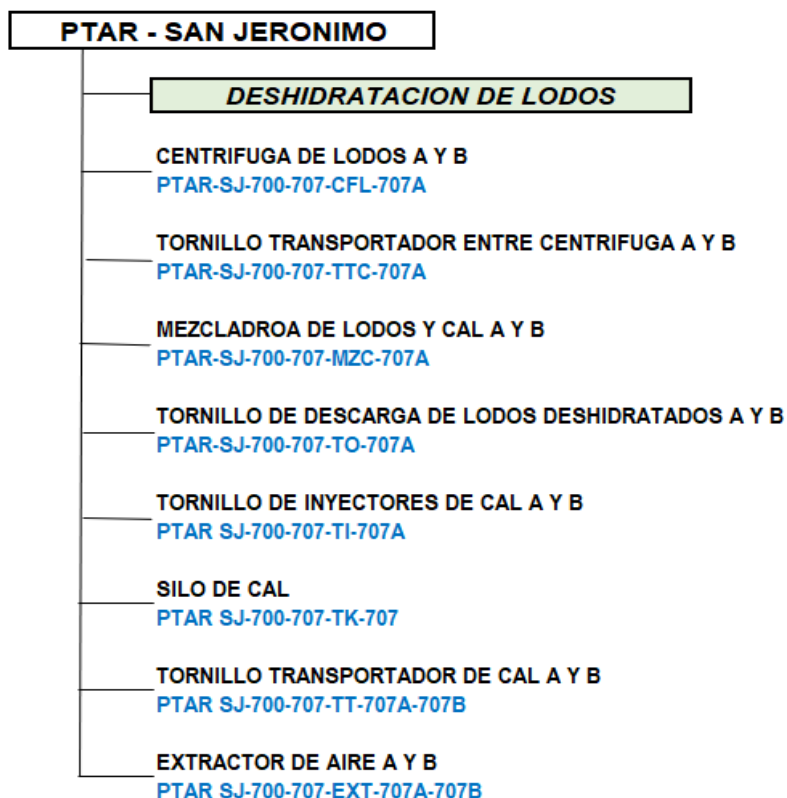
**Tecnología de deshidratación de lodos PTAR-SJ 700-707.**

| OPERACIONES Y/O PROCESOS UNITARIOS PTAR-SJ |                                          |                          |                                             |                             |             |                               |                  |
|--------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------------------------|------------------|
| Centrífuga de lodos                        | Tornillo transportador entre centrífugas | Mezclador de lodos y cal | Tornillo de descarga de lodos deshidratados | Tornillo de inyector de cal | Silo de cal | Tornillo transportador de cal | Extractor de cal |

**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

**Figura N°15**

**Tecnología de deshidratación de lodos PTAR-SJ 700-707,**



**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

#### 2.4.3.4. Línea de gases

La línea de gases de la PTAR-SJ comprende todas las unidades por las que circula el biogás, desde su generación en el digestor, pasando por el tanque de almacenamiento, hasta su aprovechamiento como biocombustible en el calentamiento de agua, la producción de energía eléctrica y térmica, así como su eventual emisión al medio ambiente. Este sistema está conformado por tres cámaras de condensados, dos sistemas de salida de gases, dos sistemas de depuración y un sistema de calentamiento. El proceso genera biogás compuesto principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). El tratamiento de gases se desarrolla mediante distintas operaciones y procesos específicos.

**Tabla N°15**

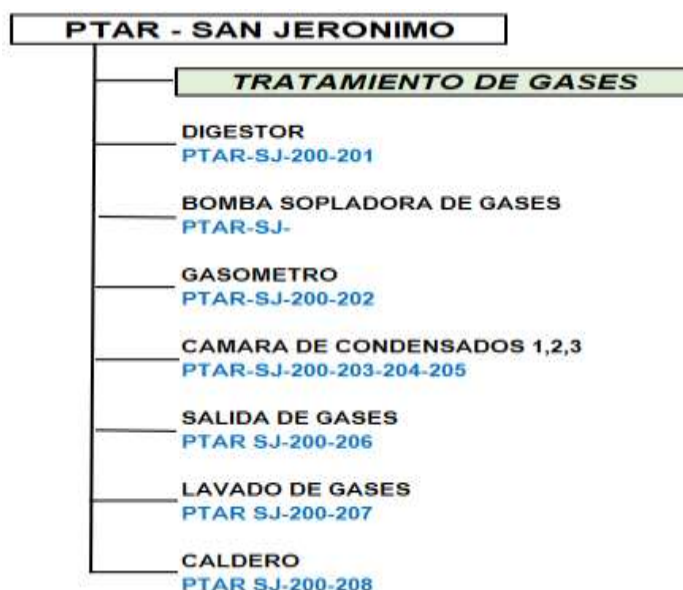
#### *Tecnología de tratamiento de gases PTAR-SJ-700*

| OPERACIONES Y/O PROCESOS UNITARIOS PTAR-SJ |                          |           |                       |                 |                 |         |
|--------------------------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|-----------------|-----------------|---------|
| Digestor                                   | Bomba sopladora de gases | Gasómetro | Camara de condensados | Salida de gases | Lavado de gases | Caldero |

**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

**Figura N°16**

#### *Tecnología de tratamiento de gases PTAR-SJ-700*



**Fuente:** Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

#### 2.4.4. Instalaciones complementarias

La PTAR-SJ dispone de edificaciones permanentes que respaldan el desarrollo de sus actividades, operaciones y procesos, las cuales han sido construidas conforme a la norma OS.090 del Reglamento Nacional de Edificaciones y constituyen instalaciones complementarias al funcionamiento de la planta (ver mapa social – instalaciones complementarias xx). En este marco, se realizó la verificación de la infraestructura complementaria existente en la PTAR-SJ.

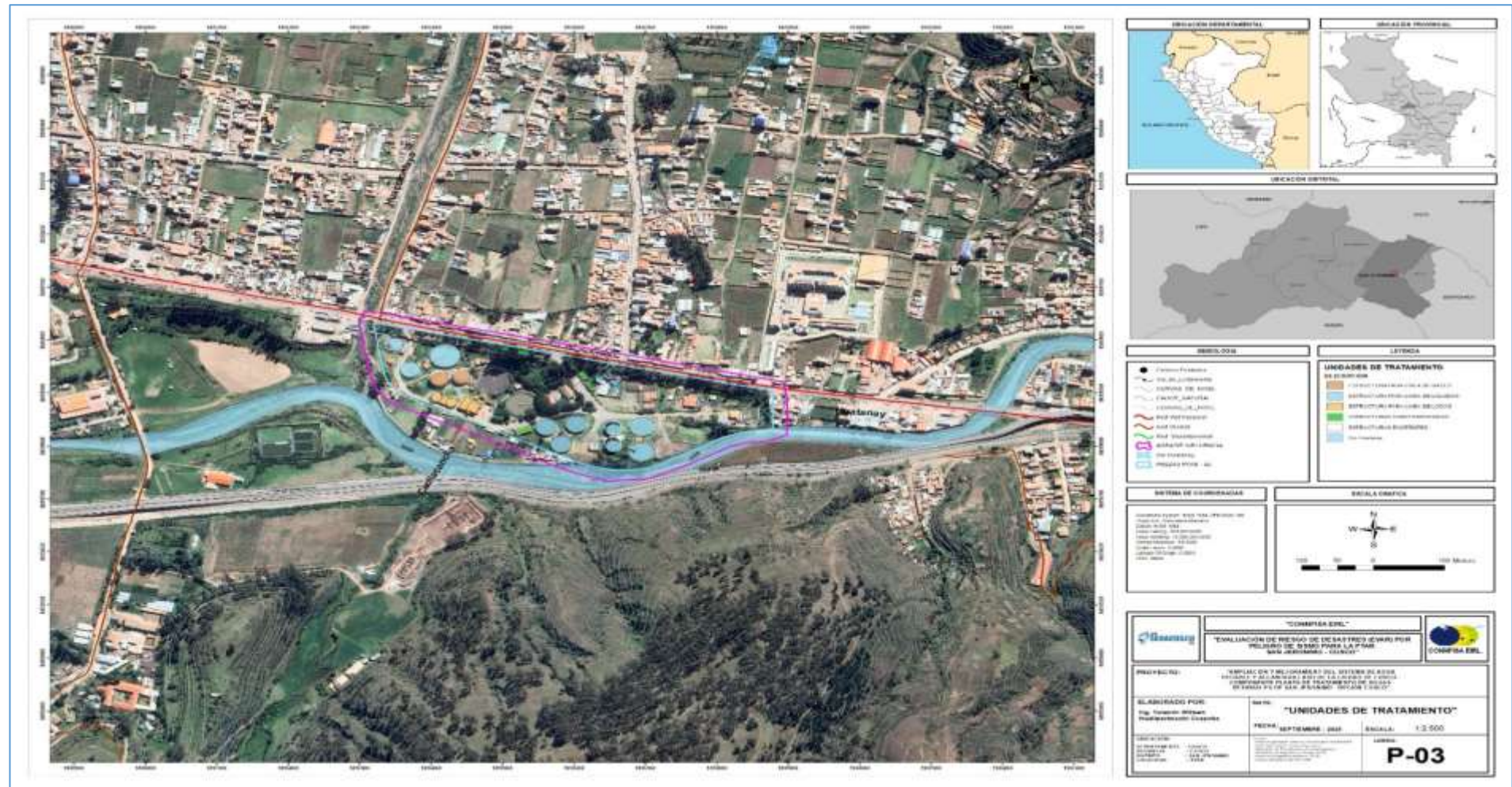
**Tabla N°16**

#### ***Infraestructura complementaria PTAR San Jerónimo***

| ITEM | INFRAESTRUCTURA        | CÓDIGO | CANTIDAD | MEDIDAS     |
|------|------------------------|--------|----------|-------------|
| 1    | Almacén general        | AG     | 2        | 3500 m2     |
| 2    | Almacén de combustible | AC     | 1        | 20 m2       |
| 3    | Auditorium             | Au     | 1        | 200 m2      |
| 4    | Casa de operadores     | CO     | 1        | 150 m2      |
| 5    | Caseta de vigilancia   | CV     | 2        | 7.5, 3.5 m2 |
| 6    | Cisterna de agua       | Ci     | 2        | 90 m2       |
| 7    | Laboratorio            | Lb     | 1        | 230 m2      |
| 8    | Oficinas               | Of     | 2        | 110, 170 m2 |
| 9    | Subestación eléctrica  | SE     | 1        | 31 m2       |
| 10   | Taller de mecánica     | TM     | 1        | 160 m2      |
| 11   | Vías internas          | VI     | 2        | 1610 ml     |
| 12   | Cerco perimetrico      | CP     | 1        | 1360 ml     |

**Nota:** Adaptado de Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo PTAR-SJ. 2022

Figura N°17 Unidades de Tratamiento del PTAR-SJ



  
**Ing. Valentin W. Hualpinimachi Ccapcha**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2023-CEPREVIDFAT  
 REG. CIP 82954

  
**Ing. Jorge Cordova Huamani**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CEPREVIDFAT  
 REG. CIP 12008

  
**Ing. Sapho Quispelocanta**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CEPREVIDFAT  
 REG. CIP 97203

## 2.5. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

El PTAR SJ. De San Jerónimo PTAR-SJ, de acuerdo al expediente técnico del año 2011, tenía un presupuesto de Sesenta y siete millones ochocientos cuarenta mil novecientos sesenta y dos soles (S/. 67840962.08), pero este presupuesto del expediente inicial tuvo adicionales en la etapa de ejecución de la obra.

**Tabla N°17**

**Resumen de costos de la Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR-SJ.**

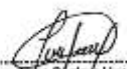
| <b>COSTOS</b>                 | <b>EN SOLES (S/.)</b> |
|-------------------------------|-----------------------|
| <b>COSTO DIRECTO</b>          | <b>44516253.5</b>     |
| <b>GASTOS GENERALES 22.15</b> |                       |
| %                             | <b>9859949.504</b>    |
| <b>UTILIDAD 7%</b>            | <b>3116137.745</b>    |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>57492340.75</b>    |
| <b>IGV 18%</b>                | <b>10348621.33</b>    |
| <b>TOTAL+ IGV</b>             | <b>67'840,962.08</b>  |

**Fuente:** Expediente técnico inicial, 2010

### 2.5.1. Material predominante de la infraestructura del PTAR San Jerónimo

El material de construcción predominante del PTAR San Jerónimo está constituido por concreto armado que consiste en la combinación de los materiales de hormigón y acero con el fin de conformar elementos estructurales como desarenador, cámara de bombeo, sedimentadores, tanques de lodo, tanques de gasómetro, espesadores, cámara de lodos, edificio de deshidratación entre otros.

  
 Ing. Valentin W. Huapimachi Cuspa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPRODMAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODMAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODMAT  
 REG. CIP 97209

## 2.6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS GENERALES DEL TERRITORIO

### 2.6.1. Clima

El clima predominante en el área de evaluación de la PTAR San Jerónimo, es de tendencia a frío sin embargo los registros climáticos señalan que a lo largo de los últimos 35 años efectivamente, las lluvias han tenido una gran variación provocado en parte por los efectos del fenómeno del niño, que se han traducido en años de sequía y de lluvias excesivas.

De acuerdo a la clasificación climática del Perú el del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI “Clasificación de Warren Thomthwaite (1931)” el distrito de San jerónimo presenta 04 climas, Ver tabla 18

**Tabla N° 18**

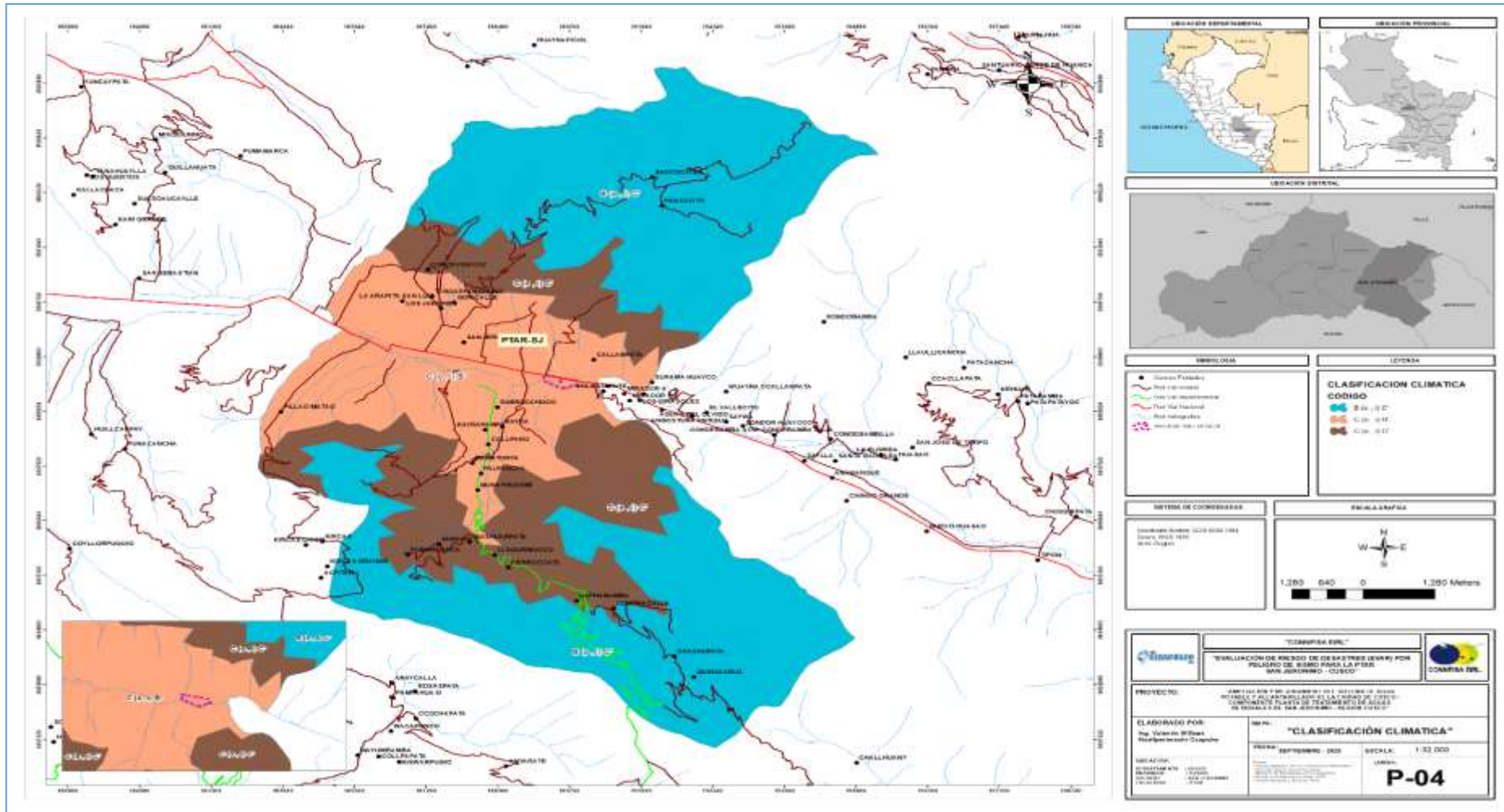
#### ***Tipos de clima en el distrito de San Jerónimo***

| N° | Unidades climáticas                    | Área (Km2)   | % Del area total |
|----|----------------------------------------|--------------|------------------|
| 1  | Lluvioso frío con invierno seco        | 7.99         | 9.02             |
| 2  | Lluvioso semifrigido con invierno seco | 0.36         | 0.40             |
| 3  | Semiseco semifrigido con invierno seco | 1.42         | 1.60             |
| 4  | Semiseco semifrio con invierno seco    | 78.91        | 88.98            |
|    | <b>Total</b>                           | <b>88.68</b> | <b>100.00</b>    |

Fuente: SENAMHI.

**Semiseco semifrío con invierno seco:** Este tipo de clima corresponde al área de evaluación por sismo de la PTAR San Jerónimo, ocupa el 78.91 km2 del distrito que equivale al 88.98 % del área del distrito de San Jerónimo, altitudinalmente está ubicado desde los 3000 a 3600 msnm, presenta una precipitación anual de 500 a 100 mm y una temperatura media anual de 12 a 14 °C. Los meses con mayor intensidad de precipitación pluvial son de diciembre a marzo y un periodo seco entre los meses de mayo a julio.

## Mapa Climatológico del PTAR-SJ



Ing. Valentin W. Hualpaínzachi Crespo  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-GENEPROYDIFAT  
REG. CIP 82954

Ing. Jorge Cordova Huamani  
DNI UNDER DE RIESCO  
N.º 0034-2023-CEP/01  
RNE: CIP 12006

Ing. Santos Guispe Canta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENPREDUJ  
REG. CIP 97203

## 2.6.2. Unidades Geológicas

### 2.6.2.1. Formación Auzangate (KsP-a3)

Esta unidad se puede apreciar al Este de la PTAR – SJ, definida anteriormente como Formación Chilca por Audebaud (1973) y Carlotto (1992), se encuentra en los mismos lugares donde aflora la Formación Quilque, aunque en la mayoría de los casos se halla erosionada parcialmente. Esta formación se encuentra en discordancia erosional sobre la Formación Quilque y bajo de la Formación Muñani. Su nombre proviene del pueblo homónimo en el cuadrángulo de Ocongate, López (1996). Este conjunto con más de 100 metros de espesor, está constituido por lutitas rojas con láminas de yeso, margas y areniscas calcáreas de medios lacustres o *Sabkha*, que pasan gradualmente a areniscas rojas feldespáticas de un sistema fluvial de canales entrelazados indicando una progradación de procedencia NE y SO.

### 2.6.2.2. Grupo San Jerónimo (Peo-k3)

Es una unidad compuesta de conglomerados, microconglomerados, areniscas feldespáticas y niveles de lutitas. Sin embargo, la Formación Soncco está constituida de pelitas, areniscas y conglomerados con clastos volcanoclasticos.

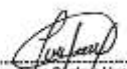
### 2.6.2.3. Depósito aluvial (Qh-al)

Dentro de estos depósitos, hemos considerado los conos aluviales, estos conos están adosados a la desembocadura de las quebradas adyacentes a la sub cuenca, donde están conformados por grandes bloques de rocas volcánicas, envueltos por una matriz areno-arcillosa, su comportamiento mecánico es aceptable a bueno, estos depósitos se reconocen también a lo largo de las quebradas, donde mayormente se emplazan asentamientos humanos y áreas agropecuarias.

### 2.6.2.4. Depósito fluvia (Qh-fl)

Estos depósitos han sido reconocidos en el fondo de las sub cuencas, generalmente son poco consolidados y tienen alta permeabilidad, están constituidos por bancos de arena, gravas y cantos rodados, formando una o varias terrazas. Sobre estos depósitos fluviales se ubican algunos asentamientos humanos, en algunos casos han sufrido hundimientos con el destrozo respectivo de viviendas.

  
Ing. Valentin W. Huasapimachi Cuspa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00918-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 97209

### 2.6.2.5. Formación San Sebastián (Qp-ss3)

La formación San Sebastián definida por Gregory (1916) en la depresión de Cusco, donde sobreyace al basamento Cretácico y Terciario, así como a la Formación Chinchero. Esta unidad también se presenta en la depresión de Ccatcca, así como en Ayusbamba (Cuadrante III). Por razones de escala incluye los conglomerados de conos aluviales (50 a 70 m) del Plioceno de la Formación Chincheros de las cuencas de Cusco y Ccatcca.

Esta unidad se caracteriza por formar dos secuencias (Cabrera, 1988): la primera grano decreciente, está constituida por secuencias de areniscas fluviales de canales entrelazados deltaicos y lutitas lacustres o palustres. Niveles diatómicos y calcáreos caracterizan la parte superior. La segunda, grano creciente, esta compuesta por conglomerados y areniscas de cono- terrazas fluvio-torrenciales, que indican el cierre de la cuenca. Este cierre está expuesto por la presencia de estructuras compresivas sinsedimentarias (Cabrera, 1988). Se trata de sedimentos esencialmente fluvio-lacustres que tienen un espesor de 70 m.



Ing. Valentin W. Hualpamachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2020-CEPREVIMAT  
REG. CIP 82964

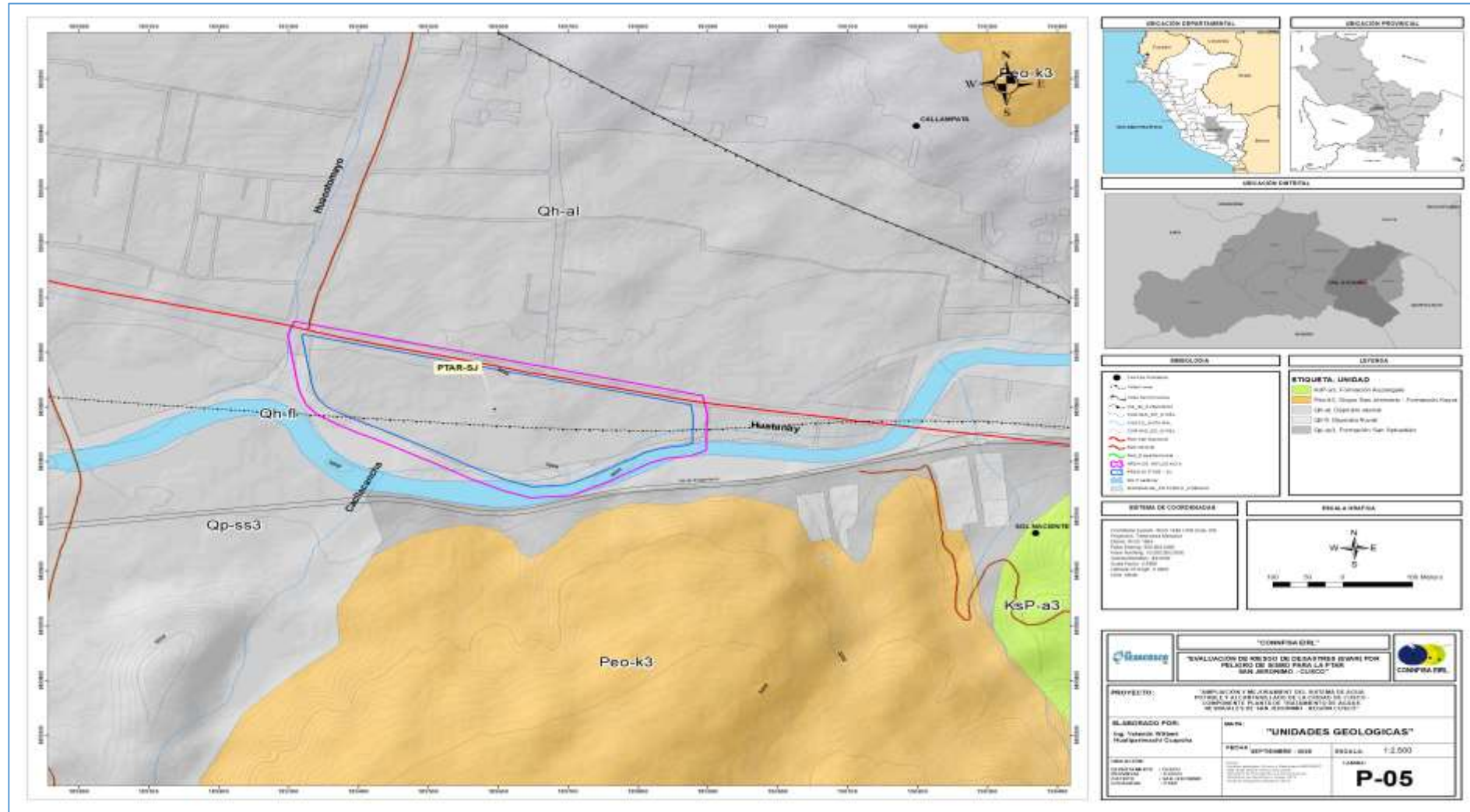


Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00104-2020-CEPREVIMAT  
REG. CIP 12008



Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVIMAT  
REG. CIP 97209

**Figura N° 19**      **Mapa Geológico del PTAR-SJ**



Ing. Valentin W. Huallpaimachi Ccapcha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-GENPREDDIFAT  
REG. CIP 82964

Ing. Jorge Cordova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
H. J. 00034-2023-CENAPRED  
RSG. CIP 120306

Ing. Saphir Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. Nº 00134-2020-GENEPREDAJ  
REG. CIP 97203

### 2.6.3. Geología estructural

La ciudad del Cusco es considerada una de las ciudades más vulnerables ante la ocurrencia de sismos de magnitud moderada ( $M_w > 5.5$ ) como consecuencia de la actividad y/o reactivación de las fallas geológicas que presenta. El registro histórico muestra que la región del Cusco ha sido altamente afectada por la ocurrencia de sismos, dentro de los que destacan los terremotos de 1650, 1950 y 1986. En el valle del Cusco se emplazan las fallas Cusco, Tambomachay y el sistema de fallas Pachatusan.

#### 2.6.3.1. Falla Tambomachay

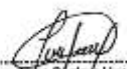
La falla Tambomachay se extiende a lo largo de 20 Km con dirección N 120°, paralela a la cuenca del Cusco, a unos 4 km al norte de la ciudad. Corta depósitos cuaternarios y se la describe como una falla normal-sinistral con antecedente inverso y dextral (Cabrera, 1988, Rosell et al., 2023). Presenta evidencia de movimientos de tipo normal con buzamientos entre 50° y 70° hacia el sur (Rosell et al., 2023). Paralela a esta falla, en el margen derecho de la cuenca del Cusco, se extiende la Falla Cusco (Benavente et al., 2013; Palomino et al., 2021; Antayhua et al., 2021).

#### 2.6.3.2. Falla Cusco

La Falla Cusco es una estructura aún en estudio, con poca evidencia en superficie. Tiene una orientación noreste-sureste y afecta a depósitos cuaternarios, por lo que se asigna una edad vinculada al Pleistoceno superior (Cabrera et al., 1991). Presenta dos tipos de deformaciones: la primera (en el sector sureste) de tipo compresiva, con dirección N128°E y con buzamiento promedio de 62° hacia el suroeste; la segunda (en el sector norte) de tipo normal (Benavente et al., 2013; Palomino et al., 2021). Según diferentes autores, esta falla pasaría por medio de la ciudad del Cusco (Cabrera et al., 1991; Carlotto, 2002; Benavente et al., 2013 y Wimpenny et al., 2020); sin embargo, hasta el momento no se tiene evidencia de su ubicación en el centro urbano.

El sismo de 1650 produjo el levantamiento del nivel freático al sur de la cuenca del Cusco; al SE de San Sebastián se generaron deslizamientos en laderas escarpadas, taludes de gravas aluviales y fisuras con longitud de 5 km y hasta 2 m de profundidad,

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2023-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 12008

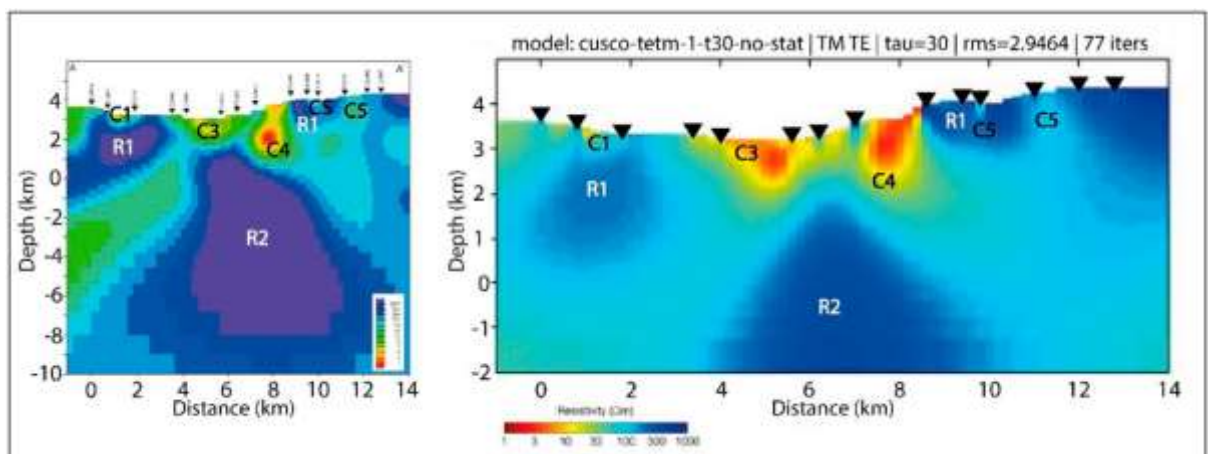
  
Ing. Santos Guispol Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 97203

por lo que hace suponer la posible presencia de esta falla geológica a lo largo del valle de Cusco (Eriksen et al., 1954).

Estudios con métodos magnetoteléuticos (Antayhua et al., 2021) encontraron anomalías de esta estructura en la **granja Kayra**, ubicada al sureste de Cusco. Los resultados muestran la estructura como una falla antitética de la Falla Tambomachay representado por la zona conductiva C3.

## Figura N°20

**Resultados de la geofísica magnetoteléutica con inversión 2D(izquierda) y 3D (derecha) realizado al sureste de Cusco (Antayhua et al, 2021).**



**Nota:** Adaptado del “Estudio de fallas geológicas activas a partir del registro de gas Radon en la provincia del Cusco” INGEMMET. 2024

### 2.6.3.3. Falla Alto Qosqo

En la zona de Alto Qosqo, distrito de San Sebastián, ubicado al noreste de la ciudad del Cusco, se han identificado fisuras, zonas de arranque y escarpes de deslizamientos antiguos (Rosell et al., 2023). Estas evidencias de la presencia de una falla en este sector están relacionadas con la presencia de fallas activas secundarias conectadas a la Falla Tambomachay que no se observan debido al crecimiento urbano y antropización.

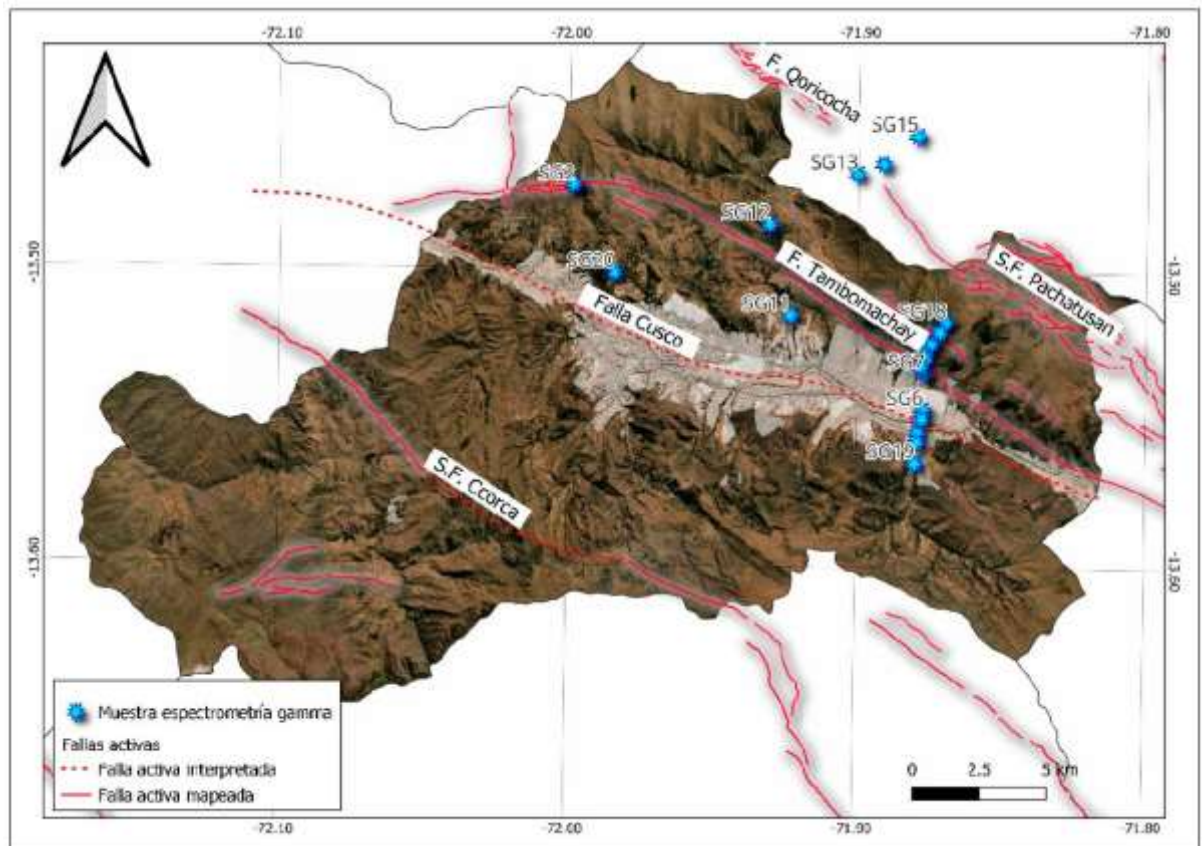
### 2.6.3.4. Sistema de fallas Pachatusan

El Sistema de Fallas Pachatusan (SFP) está localizado 5 km al sureste de la ciudad del Cusco. Está representado por segmentos estructurales discontinuos subparalelos, distribuidos a lo largo de 25 km en un ancho de 2 km, los cuales forman parte de las

fallas cuaternarias activas ubicadas entre la Cordillera Oriental y el Altiplano; son de tipo normal y buzan al suroeste con ángulos que oscilan entre 50° y 70° (Benavente et al., 2013 y Antayhua et al., 2021). Según los estudios de Palomino et al. (2021), este sistema de fallas muestra un comportamiento cinemático tipo strike slip.

**Figura N°21**

**Mapa con la ubicación de fallas en la provincia de Cusco**



**Nota:** Adaptado del “Estudio de fallas geológicas activas a partir del registro de gas Radón en la provincia del Cusco” INGENMET. 2024

#### 2.6.4. Unidades Geomorfológicas

El área de evaluación correspondiente a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Jerónimo (PTAR-SJ) se localiza en la parte baja del valle del río Huatanay. En dicha zona se identifican diversas unidades geomorfológicas. Para efectos del análisis, las unidades geomorfológicas locales se clasifican en tres categorías principales de relieve, determinadas según su altura relativa: altiplanicie, superficie deposicional y colina.

#### **2.6.4.1. Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)**

Es una llanura inclinada ubicada al pie de las montañas, formada por la acumulación de sedimentos transportados por corrientes de agua estacionales y eventos excepcionales, como aluviones y huaicos. Este relieve se caracteriza por la superposición de depósitos sedimentarios de diversos tamaños y se encuentra en constante riesgo geológico debido a los flujos de detritos y otros movimientos en masa que pueden generarse en las zonas montañosas adyacentes.

#### **2.6.4.2. Colina en roca sedimentaria (RC-rs)**

Unidad geomorfológica caracterizada por elevaciones de baja altura (generalmente < 300 m), con laderas de pendiente suave a fuerte (15° - 25°), y formadas por rocas sedimentarias como areniscas o lutitas. Estas formas del relieve se originan por procesos de erosión (denudación) sobre rocas sedimentarias y presentan riesgo moderado a movimientos en masa como derrumbes y deslizamientos, especialmente si las laderas están alteradas o fracturadas. adyacentes.

#### **2.6.4.3. Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)**

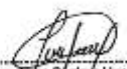
Es una geoforma de relieve montañoso compuesta por rocas sedimentarias como areniscas y lutitas, que se caracteriza por laderas de pendiente fuerte y abrupta. Estas montañas se forman por la tectónica y la erosión de secuencias sedimentarias y están expuestas a procesos geodinámicos como caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos y flujos de detritos.

#### **2.6.4.4. Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)**

Es una elevación del terreno cuya forma y altura se deben a la acción de la tectónica (plegamiento y fallamiento) sobre rocas sedimentarias como lutitas y areniscas. Estas montañas suelen presentar laderas de pendiente moderada a fuerte y son producto de la degradación erosiva de grandes pliegues.

#### **2.6.4.5. Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)**

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 12008E

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 97209

Es un relieve formado por la acumulación intercalada de materiales coluviales y deluviales, es decir, una mezcla de rocas movilizadas por procesos gravitacionales (coluvios) y por flujos de agua (deluvios) que no llegaron a un curso de agua principal. Estos depósitos se encuentran interestratificados, haciendo difícil diferenciarlos, y se ubican principalmente al pie de laderas de montañas. Este tipo de relieve está asociado geodinámicamente a la ocurrencia de movimientos en masa como complejos, deslizamientos o flujos de detritos.



Ing. Valentin W. Hualpaimachi Cospcha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2020-CEMPE/DIRMAT  
REG. CIP 82964



Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEMPE/DIRMAT  
REG. CIP 12008



Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEMPE/DIRMAT  
REG. CIP 97209

**Figura N°22 Mapa Geomorfológico de la PTAR-SJ**



Ing. Valentin W. Hualpaizachi Crespo  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res Dir N° 00018-2023-GENEPROYDIFAT  
REG. CIP 82954

Ing. Jorge Cordova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R. J. N. 00161-2020-CENAPRED  
REG. CIP 120066

Ing. Santos Guispe Canta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.F. N° 00134-2020-CENPREDUJ  
REG. CIP 97203

## 2.7. PENDIENTE DEL TERRENO

La estimación de las pendientes en el área de evaluación correspondiente a la PTAR-SJ se efectuó empleando un Modelo Digital de Elevación (DEM) con resolución de 0,25 m. El procesamiento de la información se realizó en el software SIG 10.82, lo que permitió generar curvas de nivel con equidistancia de 0,25 m y, a partir de ellas, construir el mapa de pendientes del terreno en la zona de estudio. Considerando que el relieve y la geomorfología guardan relación directa con las pendientes promedio, se elaboró un mapa de pendientes clasificado por rangos, cuya descripción se detalla a continuación.

### 2.7.1. Pendiente Muy Alta (> 11°):

Zona de pendiente muy inclinada, que presenta un valor mayor a 35° de inclinación, que corresponde al sector Norte de la PTAR San Jerónimo.

### 2.7.2. Pendiente Alta (9° a 11°):

Zona de pendiente inclinada, que presenta valores entre 20° a 35° de inclinación, sector Sur de la PTAR San Jerónimo.

### 2.7.3. Pendiente Media (7° a 9°):

Zona de pendiente de moderada inclinación, que presenta valores entre 7° a 9° de inclinación, sector donde se encuentran el desarenador y cámara de rejás.

### 2.7.4. Pendiente Baja (5° a 7°):

Zona con pendiente ligeramente inclinada, que presenta valores entre 5° a 10° de inclinación, sector donde se encuentran los sedimentadores.

### 2.7.5. Pendiente Muy Baja (0° a 5°):

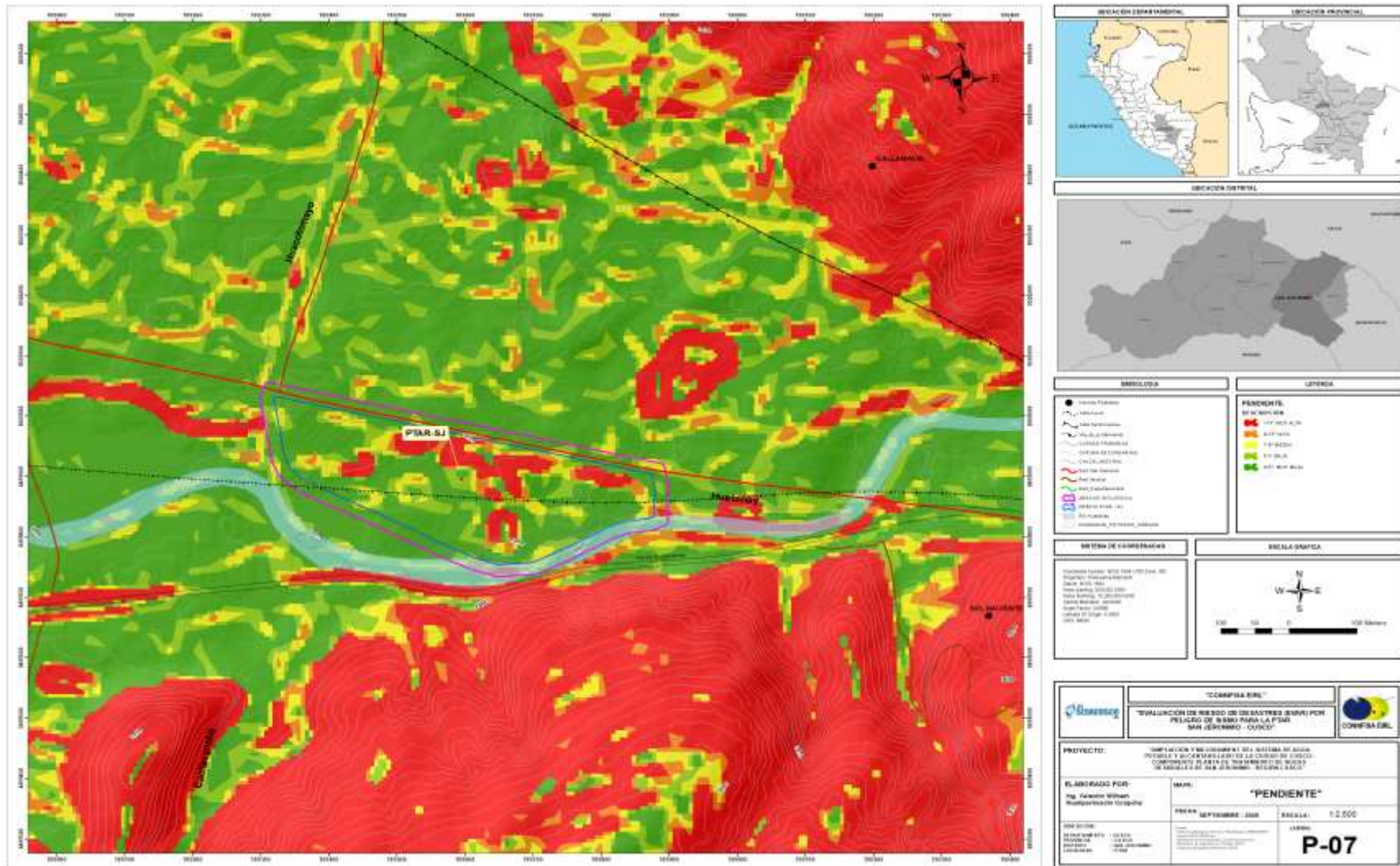
Zona de pendiente plana, que presenta menor a 5° de inclinación, sector que comprende la Casa de cloración y punto de descarga.

  
Ing. Valentin W. Hualpamachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2020-CEPREVIMAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVIMAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVIMAT  
REG. CIP 97209

**Figura N°23 Mapa de pendientes de la PTAR-SJ**



Ing. Valentin W. Hualpaizachi Crespo  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res Dir N° 00018-2023-GENEPROYDIFAT  
REG. CIP 82954

Ing. Jorge Cordova Huamani  
DNI UNDER DE RIESCO  
N.º 00000000000000000000  
RUC: CIP 120000

Ing. Santos Guispe Canta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENPREDUJ  
REG. CIP 97203

## 2.8. Características geotécnicas

Las características geotécnicas de área del PTAR San Jerónimo se ha zonificado con exploración en campo mediante calicatas, levantamiento de perfiles estratigráficos, ensayos de penetración estándar (SPT) y determinación de nivel freático. Asimismo, se realizó ensayos de laboratorio como (Granulometría, Límites de Atterberg, Corte directo) para determinar los parámetros geotécnicos, con estos resultados se calcularon la capacidad portante del sub suelo de fundación.

**Tabla N° 19**

**Relación de calicatas excavadas en la PTAR San Jerónimo.**

| CALICATA | PROFUNDIDAD<br>(m) | ÁREA<br>(estructura)       | ALTITUD<br>(m.s.n.m) | COORDENADAS |        | NIVEL<br>FREÁTICO<br>(m) |
|----------|--------------------|----------------------------|----------------------|-------------|--------|--------------------------|
|          |                    |                            |                      | NORTE       | ESTE   |                          |
| C – 01   | 5.00               | Desarenador                | 3199.824             | 8500008     | 189357 | 5.00                     |
| C – 02   | 4.00               | Desarenador                | 3197.533             | 8499979     | 189360 | 1.20                     |
| C – 03   | 4.00               | Sedimentador<br>Primario   | 3196.372             | 8499953     | 189356 | 1.90                     |
| C – 04   | 3.00               |                            | 3195.017             | 8499942     | 189400 | 1.60                     |
| C – 05   | 4.00               | Espesador                  | 3194.318             | 8499902     | 189404 | 2.20                     |
| C – 06   | 4.00               | Espesador                  | 3193.822             | 8499901     | 189428 | 1.80                     |
| C – 07   | 3.00               | Filtro primario            | 3190.703             | 8499847     | 189572 | N.P*                     |
| C – 08   | 3.00               | Filtro primario            | 3191.015             | 8499837     | 189594 | N.P*                     |
| C – 09   | 3.00               | Filtro primario            | 3191.214             | 8499813     | 189567 | N.P*                     |
| C – 10   | 3.00               | Filtro primario            | 3190.632             | 8499803     | 189589 | N.P*                     |
| C – 11   | 3.00               | Filtro<br>Secundario       | 3191.138             | 8499843     | 189632 | 1.80                     |
| C – 12   | 3.00               | Filtro<br>Secundario       | 3191.111             | 8499826     | 189650 | 1.80                     |
| C – 13   | 3.00               | Filtro primario            | 3191.18              | 8499813     | 189638 | 2.10                     |
| C – 14   | 3.00               | Sedimentador<br>Secundario | 3190.613             | 8499789     | 189635 | N.P*                     |
| C – 15   | 3.00               | Cámara de<br>rebombeo      | 3191.181             | 8499821     | 189610 | 1.80                     |
| C – 16   | 3.00               | Cámara de<br>rebombeo      | 3190.248             | 8499810     | 189695 | 2.20                     |
| C – 17   | 3.00               | Sedimentador<br>Secundario | 3191.225             | 8499845     | 189671 | 2.10                     |
| C – 18   | 3.00               | Sedimentador<br>Secundario | 3190.189             | 8499825     | 189697 | 2.20                     |
| C – 19   | 3.00               | Sedimentador<br>Secundario | 3191.142             | 8499800     | 189667 | 2.50                     |
| C – 20   | 3.00               |                            | 3189.857             | 8499777     | 189690 | N.P*                     |
| C – 21   | 5.00               | Expansión<br>Futura        | 3190.291             | 8499856     | 189709 | 2.10                     |

  
 Ing. Valentin W. Huapimachi Caspcha  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPROVINT  
 REG. CIP 82964

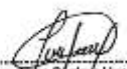
  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVINT  
 REG. CIP 120086

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVINT  
 REG. CIP 97209

|        |      |                         |          |          |        |           |
|--------|------|-------------------------|----------|----------|--------|-----------|
| C – 22 | 5.00 | Expansión Futura        | 3189.626 | 8499879  | 189740 | 3.00      |
| C – 23 | 5.00 | Expansión Futura        | 3189.382 | 8499849  | 189756 | 1.80      |
| C – 24 | 5.00 | Expansión Futura        | 3188.476 | 8499816  | 189777 | 1.60      |
| C – 25 | 4.00 | Edificio Cloración      | 3188.132 | 8499871  | 189836 | 1.30      |
| C – 26 | 4.00 | Edificio Cloración      | 3187.615 | 8499845  | 189857 | 1.10      |
| C – 27 | 2.50 | Edificio Cloración      | 3188.03  | 88499860 | 189831 | 1.30      |
| C – 28 | 2.50 | Laboratorio             | 3193.169 | 8499921  | 189614 | N.P*      |
| C – 29 | 2.50 | Laboratorio             | 3193.194 | 8499915  | 189624 | N.P*      |
| C – 30 | 2.50 | Laboratorio             | 3193.358 | 8499909  | 189634 | N.P*      |
| C – 31 | 2.50 | Auditorio               | 3192.519 | 8499899  | 189603 | N.P*      |
| C – 32 | 2.50 | Auditorio               | 3192.442 | 8499900  | 189594 | N.P*      |
| C – 33 | 2.50 | Auditorio               | 3192.093 | 8499900  | 189584 | N.P*      |
| C – 34 | 1.50 | Cerco                   | 3200.714 | 8500013  | 189400 | N.P*      |
| C – 35 | 1.50 | Cerco                   | 3199.3   | 8499991  | 189497 | N.P*      |
| C – 36 | 1.50 | Cerco                   | 3198.754 | 8499973  | 189330 | N.P*      |
| C – 37 | 1.50 | Cerco                   | 3194.198 | 8499870  | 189416 | 1.50      |
| C – 38 | 1.60 | Cerco                   | 3196.943 | 8499966  | 189604 | No indica |
| C – 39 | 1.50 | Cerco                   | 3192.883 | 8499922  | 189786 | N.P*      |
| C – 40 | 1.50 | Cerco                   | 3191.283 | 8499803  | 189544 | N.P*      |
| C – 41 | 1.50 | Cerco                   | 3189.217 | 8499759  | 189681 | 1.30      |
| C – 42 | 1.50 | Cerco                   | 3188.7   | 8499870  | 189876 | 1.30      |
| C – 43 | 4.00 | Evacuación              | 3186.383 | 8499834  | 189857 | 2.20      |
| C – 44 | 1.50 | Vía interna             | 3192.14  | 8499852  | 189484 | N.P*      |
| C – 45 | 1.50 | Vía interna             | 3188.666 | 8499803  | 189753 | N.P*      |
| C – 46 | 1.50 | Vía interna             | 3194.574 | 8499941  | 189599 | N.P*      |
| C – 47 | 1.50 | Expansión Futura        | 3188.069 | 8499850  | 189793 | N.P*      |
| C – 48 | 2.50 | Almacén lodo            | 3193.387 | 8499908  | 189447 | 2.00      |
| C – 49 | 2.50 | Gasómetro               | 3194.531 | 8499901  | 189375 | 1.40      |
| C – 50 | 2.50 | Casa operadores         | 3199.022 | 8499983  | 189464 | N.P*      |
| C – 51 | 2.50 | Casa operadores         | 3198.396 | 8499970  | 189482 | N.P*      |
| C – 52 | 2.50 | Almacén                 | 3190.965 | 8499839  | 189534 | N.P*      |
| C – 53 | 2.50 | Cámara rejas            | 3198.069 | 8500002  | 189340 | N.P*      |
| C – 54 | 2.50 | Edificio Deshidratación | 3193.161 | 8499882  | 189438 | N.P*      |
| C – 55 | 3.00 |                         | 3192.656 | 8499869  | 189465 | 1.80      |

**Fuente:** Expediente Técnico. Junio 2011. PTAR San Jerónimo.

  
 Ing. Valentin W. Huapimachi Caspcha  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2023-GENEPROVINTAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVINTAT  
 REG. CIP 12038

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVINTAT  
 REG. CIP 97209

Tabla N°20

**Capacidad de carga y asentamientos menores.**

| ESTRUCTURA              | Qadm (kg/cm <sup>2</sup> ) | Si (cm) |
|-------------------------|----------------------------|---------|
| Cámara de reunión       | 2.00                       | 0.33    |
| Edificio cloración      | 2.00                       | 0.33    |
| Edificio deshidratación | 2.00                       | 0.33    |
| Laboratorio             | 1.50                       | 0.25    |
| Auditorio               | 1.50                       | 0.25    |
| Almacén                 | 1.50                       | 0.25    |
| Casa de operadores      | 1.50                       | 0.25    |
| Cámara de rejás         | 2.00                       | 0.33    |

**Fuente:** Expediente Técnico. Junio 2011. PTAR San Jerónimo.

Tabla N° 21

**Capacidad de carga y asentamientos mayores.**

| ESTRUCTURA               | Qadm (kg/cm <sup>2</sup> ) | Si (cm) |
|--------------------------|----------------------------|---------|
| Sedimentador primario    | 0.74                       | 2.54    |
| Espesador                | 1.29                       | 2.54    |
| Filtros primarios        | 0.74                       | 2.54    |
| Filtros secundarios      | 0.74                       | 2.54    |
| Sedimentador secundarios | 0.55                       | 2.54    |

**Fuente:** Expediente Técnico. Junio 2011. PTAR San Jerónimo.

**2.8.1. Características de suelos**

Los estudios geotécnicos tienen por finalidad analizar y cuantificar las características físicas de los suelos, viendo su comportamiento geotécnico, relevante al momento de utilizarlo como elemento de medida para el soporte de una estructura determinada (cimentaciones). Los suelos se pueden clasificar utilizando el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), así como obtener su capacidad portante de los suelos evaluados.

### Figura N°24 Condiciones Geomecánicas de la PTAR-SJ



Ing. Valentin W. Hualpaínachi Crespo  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-GENEPROYDIFAT  
REG. CIP 82954

  
Ing. Jorge Cordova Huamani  
CALLE UNICOR DE RIESCOS  
N.º 10 CORONA-CHENECOPAL  
RUC: CUP 12006

Ing. Santos Guispe Cáranta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. Nº 00134-2020-GENPRE-DIJ  
REG. CIP 97203

**Figura N°25 Profundidad de Hipocentro de la PTAR-SJ**



Ing. Valentin W. Huelpermach/Coapcha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-CEPREVIDIAT  
REG. CIP 82954

  
Ing. Jorge Cordova Huzmani  
ENCUADOR DE RESUMOS  
N.º 10-00000000-00000000  
RUC: CUP 120000

Ing Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. Nº 00134-2020-CENPRE-DJ  
REG. CIP 97203

## 2.8.2. Amplificación sísmica

La amplificación sísmica y el daño observado durante la ocurrencia de sismos de gran magnitud, presentan gran variabilidad de un lugar a otro, aún en distancias relativamente cortas, siendo posibles explicarlas mayoritariamente por las variaciones locales del tipo de suelo y la topografía. El fenómeno de amplificación local de las ondas sísmicas asociado principalmente a las propiedades geotécnicas del subsuelo y profundidad del basamento rocoso se suele denominar “efecto de sitio” o simplemente “amplificación del suelo”. De este modo, el daño causado por sismos es fuertemente dependiente de las condiciones locales del terreno y, por tanto, la caracterización del subsuelo es un tema de considerable interés en ingeniería.

## 2.8.3. Factores de Amplificación

Son valores estadísticos representativos formulados con base a espectros elásticos de sismos fuertes registrados en diferentes localizaciones del mundo y considerando una probabilidad de excedencia del orden del 10%. Newmark y Hall (1973).

**Tabla N°22**

### Factores de amplificación

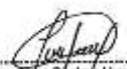
| Amortiguamiento<br>respecto al crítico % | Factores de amplificación del movimiento del terreno |           |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------|-------------|
|                                          | Desplazamiento                                       | Velocidad | Aceleración |
| 0                                        | 2.5                                                  | 4         | 6.4         |
| 0.5                                      | 2.2                                                  | 3.6       | 5.2         |
| 1                                        | 2                                                    | 3.2       | 5.2         |
| 2                                        | 1.8                                                  | 2.8       | 4.3         |
| 5                                        | 1.4                                                  | 1.9       | 2.6         |
| 7                                        | 1.2                                                  | 1.5       | 1.9         |
| 10                                       | 1.1                                                  | 1.3       | 1.5         |
| 20                                       | 1                                                    | 1.1       | 1.5         |

**Fuente:** Newmark y Hall, 1973

## 2.8.4. Espectros de diseño

Las normas sísmicas recurren al concepto de “Espectro normalizado de respuesta”, para permitir un fácil cálculo, y con aproximación a la realidad “suficiente”, de las fuerzas sísmicas actuantes sobre una estructura. Este espectro es en realidad una

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cuspa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 97209

gráfica que representa la respuesta (aceleración vibratoria) a la que responde una estructura con un periodo natural conocida, frente a un sismo. Generalmente la información en ordenadas es en realidad un cociente entre la aceleración “de respuesta” del edificio y la aceleración “de base” del sismo. Los espectros de diseño deben ser representativos de la zona de estudio, si no existen registros sísmicos para los lugares de estudio, el espectro de diseño se calcula con movimientos registrados en otros sitios con condiciones similares de:

- Magnitud
- Distancia epicentral
- Mecanismo de falla
- Geología de la trayectoria
- Condiciones locales de suelo en el sitio

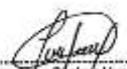
#### **2.8.5. Amplitudes máximas**

Durante mucho tiempo un parámetro de escala clave en la especificación del movimiento del suelo para fines de ingeniería ha sido la aceleración máxima (pico). Estos valores máximos, o pico, de la aceleración se usan para reducir la escala no sólo de los sismogramas, sino también para establecer el límite de altas frecuencias de los espectros de respuesta del suelo.

#### **2.8.6. Análisis estructural y terremotos**

El análisis sísmico de estructuras ordinarias se realiza generalmente a través de un espectro de diseño. Para las estructuras que exhiben un comportamiento no lineal se suele preferir la integración directa de la expresión de movimiento en conjunción con la simulación de registros de aceleración apropiados. Dichos análisis requieren movimientos sísmicos que deben ser caracterizados, por medio de espectros de respuesta que proporcionen las amplitudes máximas esperadas para diferentes frecuencias del movimiento.

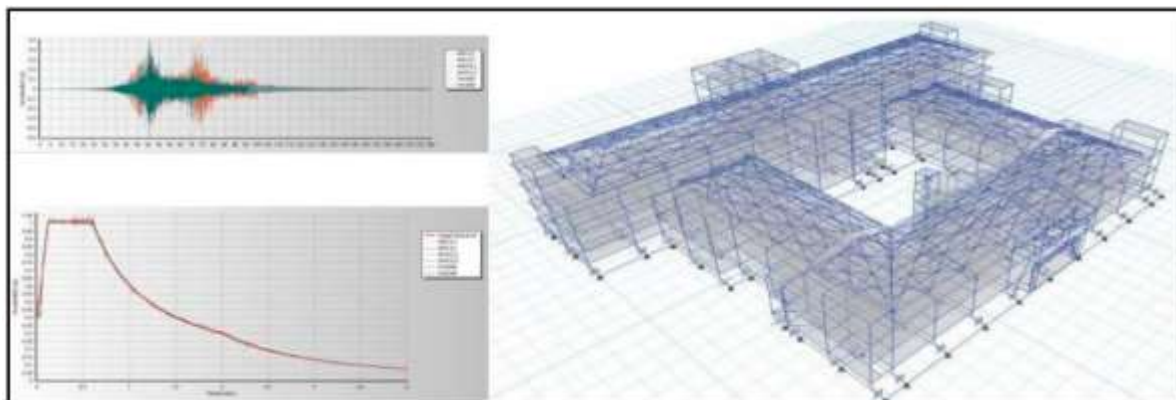
  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 97209

Figura N°26

### Análisis sísmico de estructuras ordinarias realizado con un espectro de diseño



**Fuente:** Tesis E. Febres B. UNSA. Asesor H. Tavera. 2019

La finalidad es evaluar el comportamiento dinámico de los suelos (CDS) teniendo en cuenta que la intensidad de las sacudidas sísmicas varía considerablemente a distancias cortas y áreas pequeñas. Diversos estudios muestran, que los suelos ante la incidencia de ondas sísmicas asociadas a movimientos débiles y/o fuertes, responden de acuerdo a sus condiciones locales, pudiendo estos modificar el contenido frecuencial de las ondas y/o generar amplificaciones de las ondas sísmicas (Hartzell, 1992; Beresnev et al., 1995; Bard 1995; Lermo y Chávez-García, 1993, 1994 a,b; Bard y Sesame, 2001; Bernal, 2002).

#### 2.8.7. Zonificación sísmica según la Norma E.030

Tomando en cuenta la Zonificación Sísmica según la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones y las condiciones mecánicas y dinámicas de los suelos que se presenta para nuestra zona de estudio, a su vez considerando el tipo de suelo que mejor describa las condiciones locales. La Norma E.030, establece que los suelos pueden ser clasificados en cuatro tipos:

Tabla N° 23

## Tipos de suelo según la Norma E-030

| Tipo           | Descripción                         |
|----------------|-------------------------------------|
| S <sub>1</sub> | Suelos duros                        |
| S <sub>2</sub> | Suelos intermedios                  |
| S <sub>3</sub> | Suelos Flexibles                    |
| S <sub>4</sub> | Suelos de condiciones excepcionales |

**Fuente:** Norma E-030

De acuerdo con el Decreto Supremo que modifica la Norma Técnica E.030 “DISEÑO SISMORESISTENTE” DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, aprobada por D.S. N° 011-2006-VIVIENDA, modificada por D.S. N° 002-2014-VIVIENDA, El territorio nacional se ha considerado dividirlo en cuatro zonas, basado en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información Neotectónica; la Zonificación del territorio nacional es la siguiente:

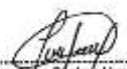
Zona 1: Esta es una zona con riesgo sísmico débil, intensidad de V a menos grados en la escala de Mercalli Modificada.

Zona 2: es la segunda zona con peligrosidad sísmica moderada, intensidad de VI a VII grados en la escala de Mercalli Modificada.

Zona 3: En esta zona pueden ocurrir sismos de intensidad VII, con elevación local hasta IX grados en escala Mercalli Modificada.

Zona 4: En esta zona pueden ocurrir sismos de intensidad VIII, con elevación local hasta X grados en escala Mercalli Modificada.

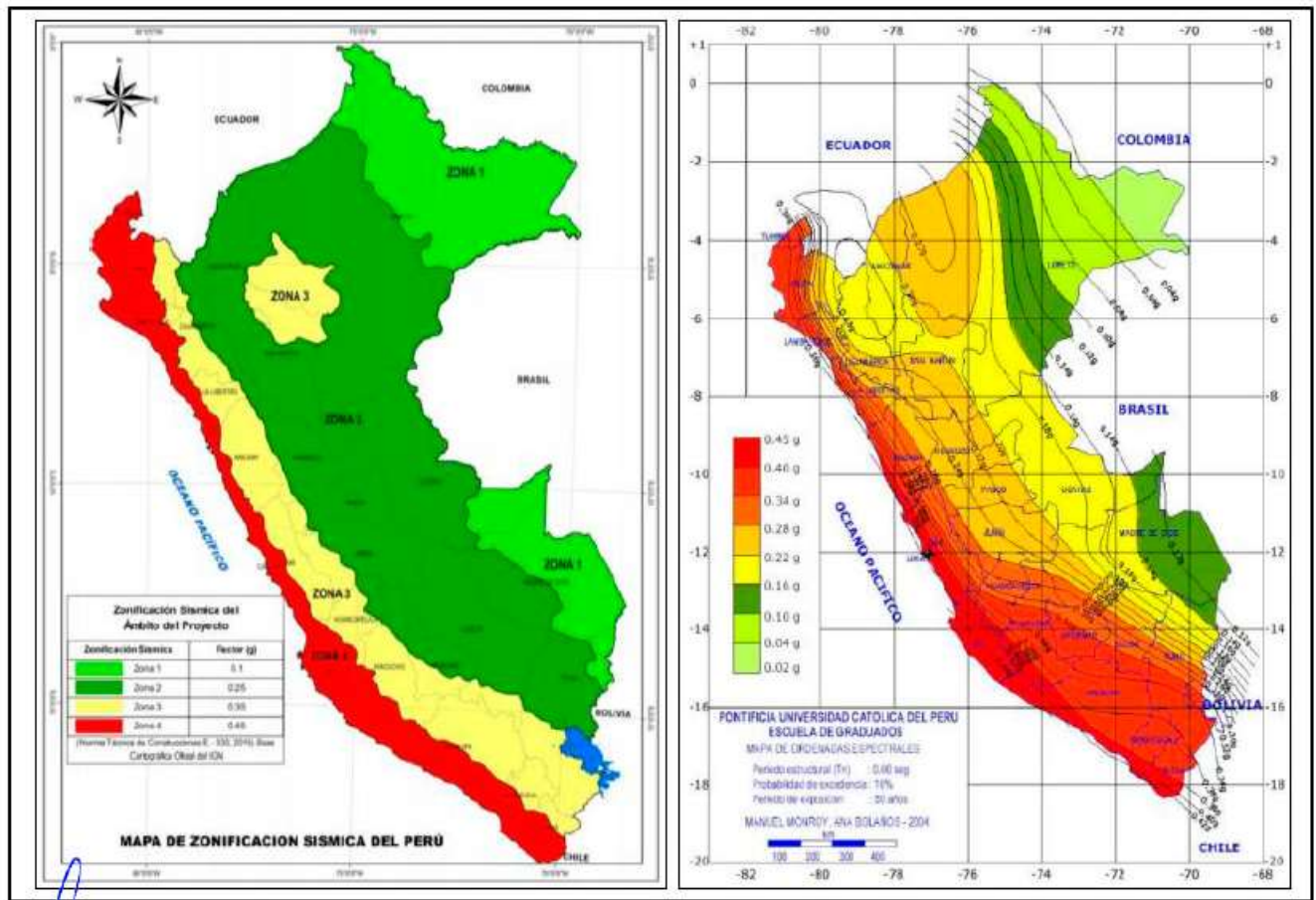
  
 Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000118-2023-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 97209

Figura N° 27

## Mapa de zonificación sísmica del Perú



**Fuente:** Norma E-030. Diseño sismorresistente

Para cada zona se asigna un factor Z. El área a evaluar se encuentra ubicada en la Zona 2 ( $Z=0.25$ ), correspondiente a la provincia y departamento de Cusco.

Tabla N° 24

## Factor de zona “Z”

| Zona | Factor (aceleración máxima horizontal) |
|------|----------------------------------------|
| 4    | 0,45                                   |
| 3    | 0,35                                   |
| 2    | 0,25                                   |
| 1    | 0,10                                   |

**Fuente:** Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID).

### 2.8.8. Zonificación Sísmica Geotécnica (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Jerónimo PTAR-SJ. Cusco.

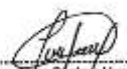
Para este estudio, la Zonificación Sísmica Geotécnica se realiza en función de las características mecánicas y dinámicas de los suelos que conforman el terreno de cimentación del área de estudio y de las consideraciones dadas por la Norma E-030 Diseño Sismorresistente. En tal sentido se establece 4 zonas (Zona I, II, III y IV) de las cuáles el estudio considera únicamente una de ellas cuyas características son:

#### **Zona II**

Esta zona se encuentra en mayor medida en el área de estudio e incluye predominantemente a las arenas de compacidad media y a los limos y arcillas de consistencia media, también se incluye en esta zona a algunas gravas que se encuentran de manera localizada en algunos sectores; y rodeadas por las arenas y los finos dentro de esta zona. Por debajo de las arenas y los finos se encuentran las gravas. Los tipos de material descritos en esta zona presentan características geotécnicas no favorables para la cimentación de edificaciones no convencionales. La capacidad de carga admisible en esta zona varía entre 1.0 a 2.0 kg/cm<sup>2</sup> si se desplanta sobre gravas, y entre 0.55 a 1.0 kg/cm<sup>2</sup> si se desplanta sobre arenas, limos o arcillas.



Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 82964

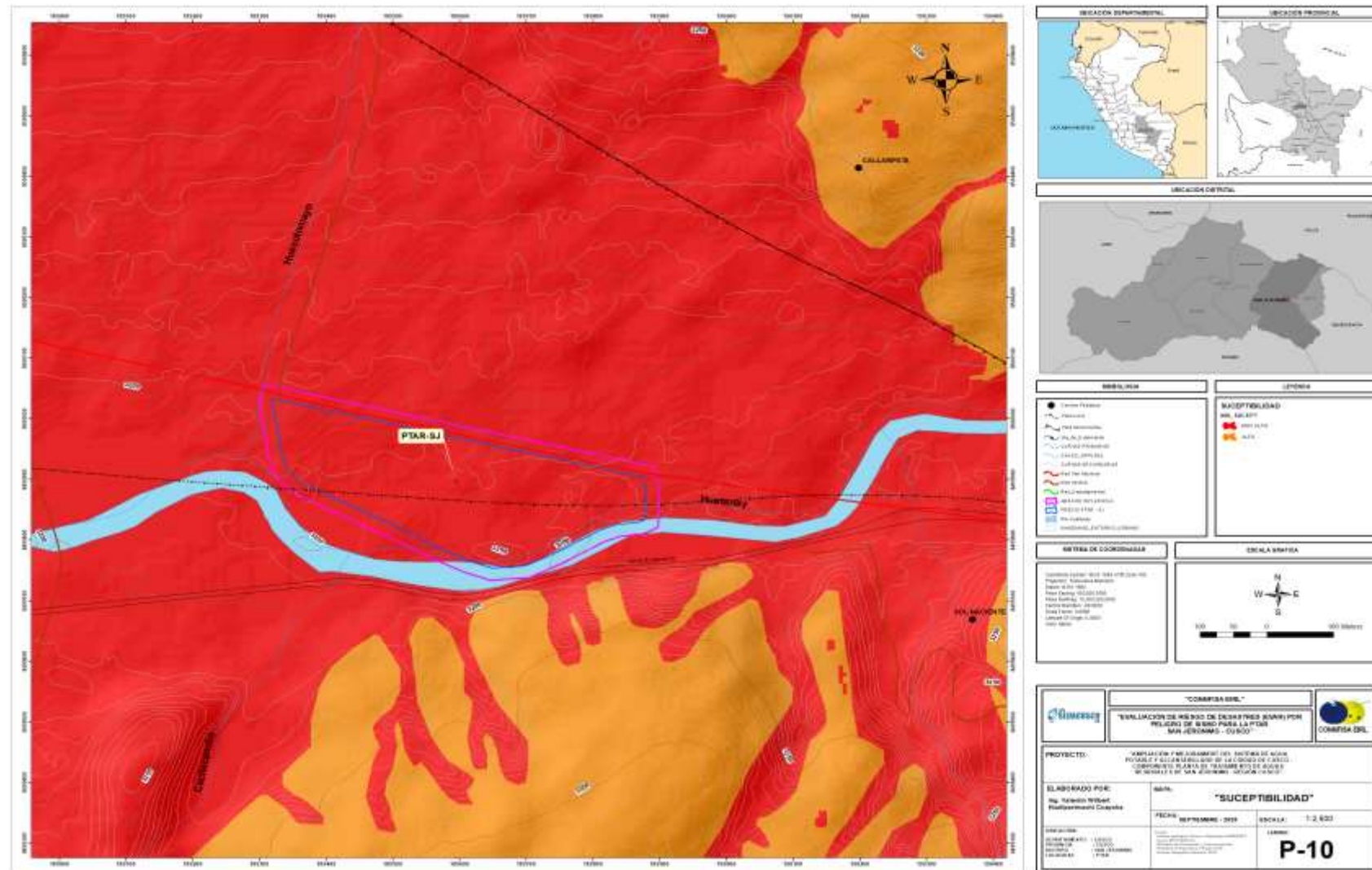


Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 12008



Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 97209

Figura N° 28 Mapa de Susceptibilidad de la PTAR-SJ



  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Ccapcha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-CEPREM/FAT  
REG. CIP 82954

  
Ing. Jorge Cordova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.N. N° 00134-2020-CEPREM/FAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Quispel Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.N. N° 00134-2020-CEPREM/FAT  
REG. CIP 97209

### 2.8.9. Mapa de Sismicidad

El Mapa de Sismicidad del Perú presenta la distribución espacial de los eventos con magnitudes igual o mayores a 4.0 en la escala "magnitud momento" ( $M_w$ ) ocurridos durante el periodo 1960-2017. La información utilizada corresponde a los catálogos del Instituto Geofísico del Perú y de Engdahl & Villaseñor (2002). Los sismos fueron clasificados en función de la profundidad de sus focos en superficiales, intermedios y profundos. En el mapa, el tamaño de los símbolos indica la magnitud del sismo y representa la cantidad de energía liberada y que puede ser expresada en las escalas de Richter (ML), ondas de volumen (mb), ondas superficiales ( $M_s$ ) y recientemente a partir del momento sísmico ( $M_w$ ). Debe entenderse que el poder destructivo de un sismo y/o terremoto depende de factores como su magnitud, profundidad del foco, duración del movimiento, propiedades físicas de las rocas por donde viajan las ondas sísmicas, los materiales y características constructivas de las viviendas, edificios y obras de ingeniería.

**Figura N° 29**

**Mapa de Red Sísmica**



**Fuente:** Red sísmica nacional del Instituto Geofísico del Perú, IGP 2022.

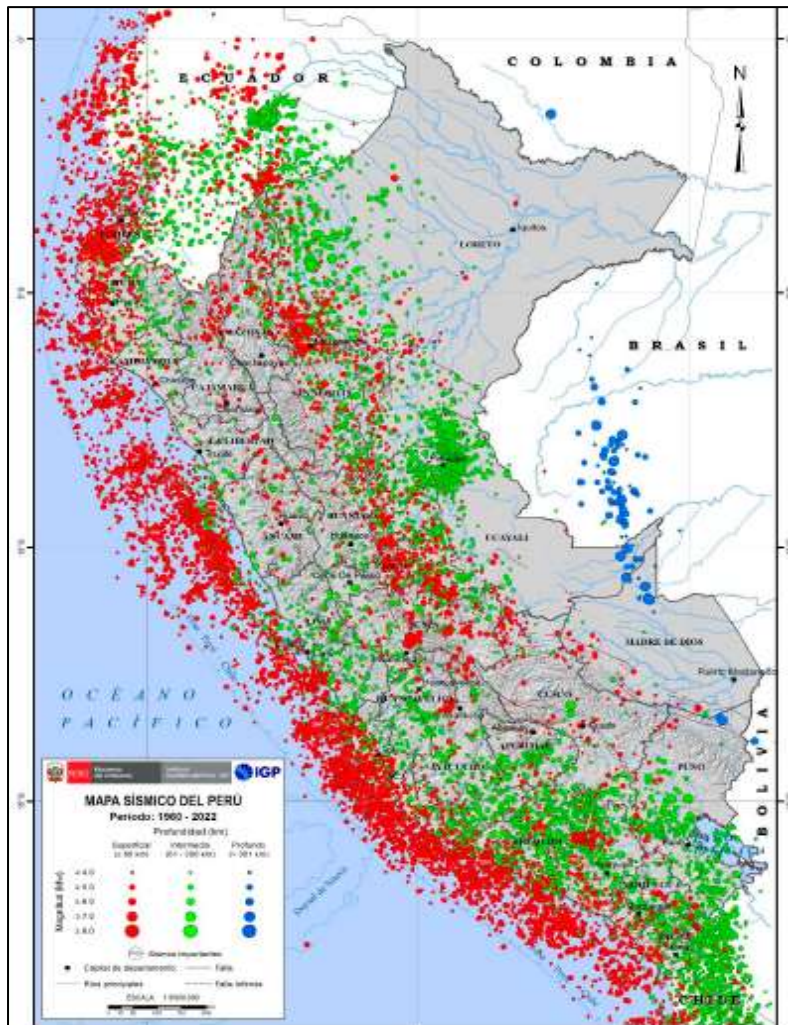
  
Ing. Valentin W. Huapamachi Caspacha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00104-2023-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2023-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 97209

Figura N° 30

### Mapa de Sismicidad del Perú



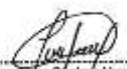
**Fuente:** Instituto Geofísico del Perú (IGP). 2022

## 2.9. Características del Tipo de Suelo

### 2.9.1. Suelo

El suelo puede tener varias definiciones: Desde el punto de vista ingenieril, el material que constituye la corteza terrestre se divide en dos categorías: suelo y roca. Suelo es el agregado natural de granos minerales que pueden separarse mediante medios mecánicos, como por ejemplo la agitación en agua. En cambio, roca es el agregado natural de minerales que están conectados por fuerzas permanentes y cohesivas de carácter fuerte y permanente. Las dos definiciones difieren en los términos “fuerte” y “permanente”, que son muy subjetivos y por tanto, están sujetos a interpretaciones

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-GENEPRO/MT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRO/MT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRO/MT  
REG. CIP 97209

diferentes. Desde el punto de vista geológico, suelo es el material producido por los efectos de la meteorización o alteración sobre las rocas de la superficie de la tierra y está dividido en estratos u horizontes. En cambio, roca es el material constitutivo de la corteza terrestre, formado en general por una asociación de minerales y que presenta una cierta homogeneidad estadística; en general, es dura y coherente, pero a veces es plástica (por ejemplo, la arcilla) o móvil (como ejemplo, la arena). En todas estas definiciones se observa que el concepto suelo describe algo que es dinámico.

### 2.9.2. Tipo de Suelo

El estudio de Microzonificación Sísmica de la PTAR SJ, basado en información recopilada y resultados de ensayos de mecánica de suelos siguiendo la clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la clasificación visual del material encontrado en campo, contempla las siguientes características de cada uno de estos tipos de suelo según el material que se describen a continuación:

#### a) Gravas

Son materiales que pertenecen a depósitos coluviales, fluvioaluviales de bordes sub-redondeados a redondeados y de humedad baja. Se encuentran emplazados, principalmente, en la superficie de las formaciones aluviales y en gran parte del área de estudio, a partir de 0.30 m de profundidad, y por debajo de los materiales superficiales como arenas, limos y arcillas.

#### b) Arenas

Son materiales que pertenecen a depósitos aluviales y fluviales. Subyaciendo a este material se registra la presencia de materiales gravosos con intercalaciones de arenas, limos y arcillas. Se encuentran emplazados en sectores específicos del área de estudio.

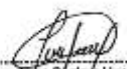
#### c) Limos y Arcillas

Son materiales finos superficiales, subyaciendo a este material se encuentra la grava, emplazados en la faja marginal del Rio Huatanay.

#### d) Relleno

Son terrenos conformados por depósitos sueltos, correspondientes a desmontes heterogéneos que han sido colocados en depresiones naturales o excavaciones realizadas en el pasado. Esta zona también incluye rellenos que se encuentran fuera del área de estudio y que, en la actualidad, han sido urbanizados.

  
Ing. Valentin W. Hualpamachi Cusacha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000114-2020-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispol Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
REG. CIP 97209



## EVAR

# "ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGO POR SISMO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERONIMO PTAR-SJ, DISTRITO DE SAN JERONIMO – PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO"

## CAP.03



## DETERMINACION DE PELIGRO

  
 Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000118-2023-GENEPRODIRAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Quispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
 REG. CIP 97209

## CAPITULO III

### 3. DETERMINACION DEL PELIGRO

#### 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

Para determinar el nivel de peligro del fenómeno de sismo, se utilizó la metodología descrita en el Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales versión 02, del CENEPRED, el cual sirvió, para identificar y caracterizar la peligrosidad (parámetros de evaluación, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes y desencadenantes y los elementos expuestos). Para su determinación se consideran los parámetros y para cada parámetro sus descriptores, ponderándolos mediante el método SAATY.

#### 3.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SELECCIONADA

Para recopilación de información del nivel de peligrosidad por sismo, se realizó la visita a campo y el correspondiente mapeo de la geología, contrastación de pendientes y verificación de las unidades geomorfológicas.

También se realizó la recopilación de información disponible de plataformas de entidades Técnico Científicas Nacionales y del Extranjero, la Geología regional a consultar se obtuvo de la página del INGEMMET – GEOCATMIN <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>, la información para elementos expuestos, quebradas, drenajes, etc. Fueron consultadas en el Geo servidor del SIGRID <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/home>. La Magnitud (Mw), fueron consultados del Instituto Geofísico del Perú (IGP) <https://www.gob.pe/igp>

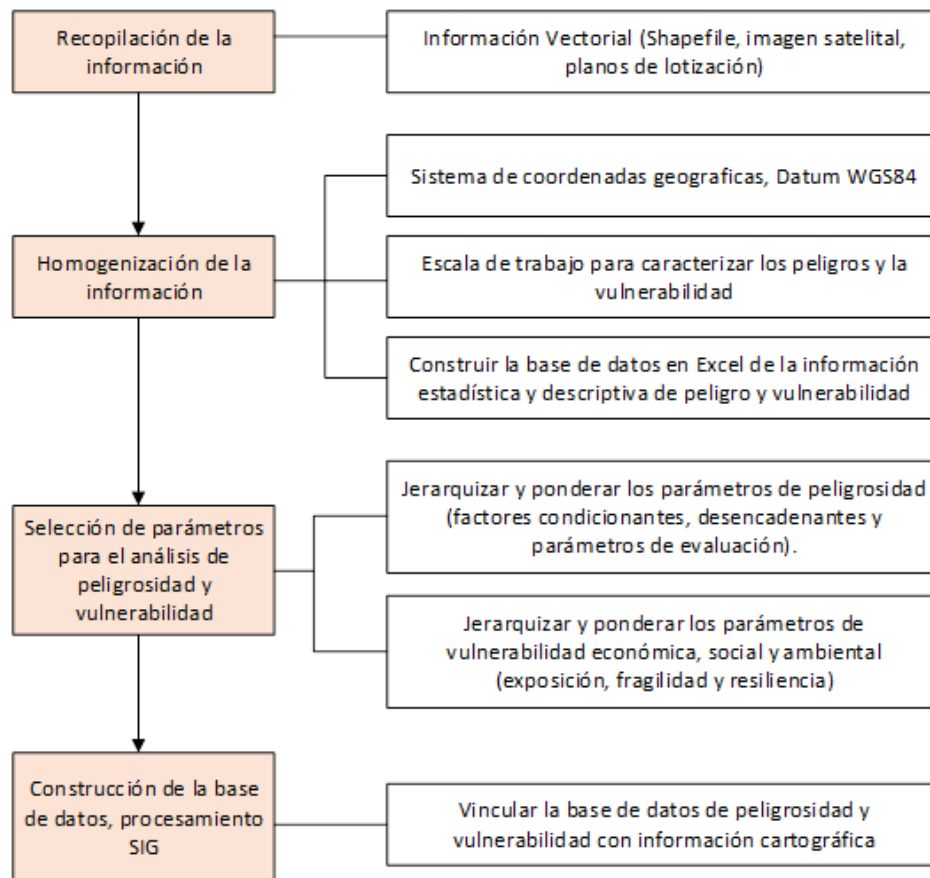
Para el Modelo de Elevación Digital se usó el DEM del levantamiento topográfico, fue proporcionado por el consultor, así mismo el Modelo Digital Obtenido, se utilizó para la elaboración de los mapas.

  
Ing. Valentin W. Hualpamachi Cuspa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2020-CENEPRED/MT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/MT  
REG. CIP 12038

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/MT  
REG. CIP 97209

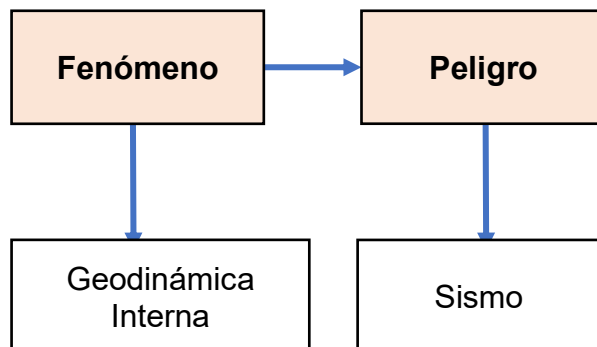
Figura N°31

**Flujograma general del proceso de análisis de información****3.3. IDENTIFICACIÓN DEL FENÓMENO Y EL PELIGRO**

Para identificar y caracterizar el peligro, además de la información generada por las entidades técnico-científicas, se ha realizado un cartografiado en campo para identificar los peligros por sismo que podrían afectar el área de estudio. Ante ello, es importante precisar lo siguiente:

- El peligro a evaluar es: Sismo.
- El área de estudio pertenece a una zona de fondo de valle del Rio Huatanay.
- En campo se observó la acumulación de material coluvial y fluvio aluvial típico de eventos de tipo aluvial fluvial, en volúmenes medios.

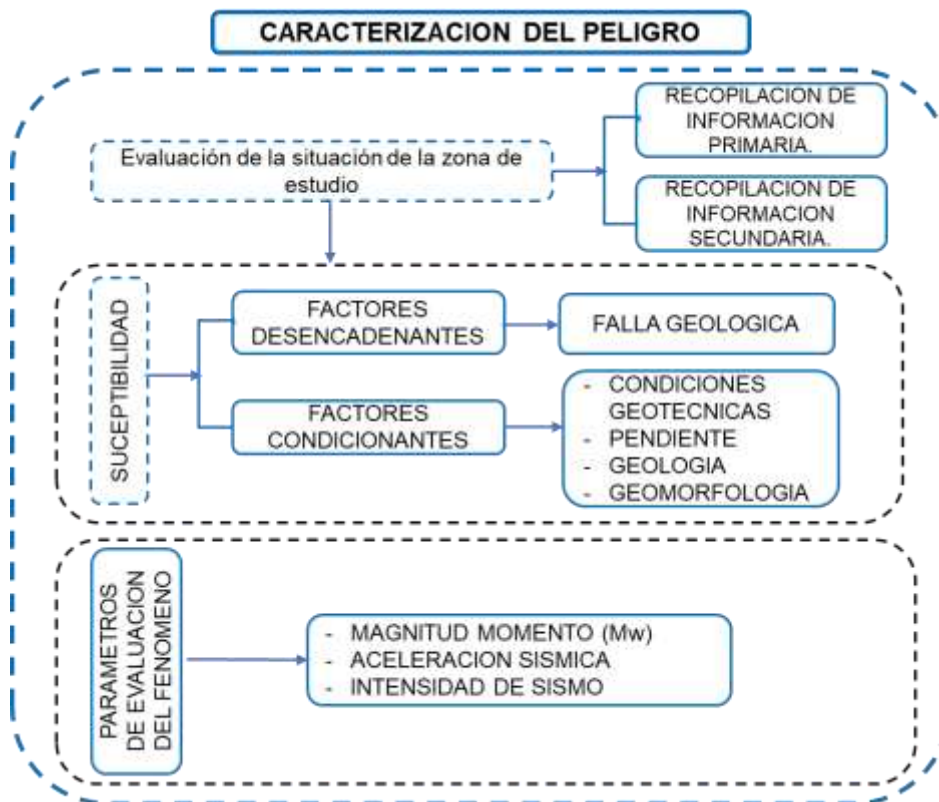
Figura N° 32

**Clasificación de Fenómeno Natural – Peligro****3.4 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS****3.4.1. Metodología para la identificación de peligro**

Se ha realizado la recopilación de información disponible, de estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (SIGRID, CISMID, INGEMMET, IGP) e información de la Empresa de Prestación de Servicio SEDACUSCO S.A, del área de influencia evaluada por fenómeno de sismo por falla geológica.

Para determinar el nivel de peligro por el fenómeno de sismos, se utilizó la siguiente metodología descrita en la figura contigua.

Figura N°33

**Metodología general para determinar el nivel de peligro por sismo.**

Fuente: Adaptado de CENEPRED.

**3.4.2. Caracterización de peligro sísmico****3.4.2.1. Sismo**

El sismo es un fenómeno que representa la liberación de energía acumulada en el interior de la tierra, mediante la ruptura de capas de la corteza terrestre. Un sismo presenta entre sus efectos, peligros asociados como licuación, movimiento de masas, derrumbes entre otros (INDECI, 2006).

**a). Sismo de Interplaca** Los sismos interplaca son producidos por la interacción física entre dos placas, originándose en el área de contacto, como por ejemplo la zona de subducción entre las placas de Nazca y Sudamericana (Tavera et al 2014).

Un sismo de interplaca ocurre cuando el esfuerzo compresivo neto en el área de contacto entre dos placas supera a la fuerza de roce que existe entre ellas. Es prudente mencionar que para García et al, 2012 los sismos de interplaca corresponden a los sismos de subducción presentando mecanismos de falla inversa.

### **b). Sismo de Intraplaca**

De igual forma el SINIA (2017) clasifica los sismos de intraplaca en dos tipos: sismos superficial o cortical (menores a 60 km de profundidad) y sismos de intraplaca de profundidad intermedia (entre 60 y 350 km), los cuales se diferencian de acuerdo a la placa en la que se originen. Es decir, los sismos de intraplaca corticales se originan en la placa continental (placa subductante), mientras los sismos de intraplaca de profundidad intermedia se originan en la placa oceánica (placa subductada).

### **3.4.2.2. Parámetros sísmicos**

Los parámetros sísmicos son datos que caracterizan un sismo determinado, los más utilizados en nuestro medio son:

#### **a) Hipocentro**

Es el punto de origen de un sismo donde se produce la fricción. Por otro lado, para el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres el hipocentro “es el punto en el interior de la Tierra donde comienza la ruptura, también se le conoce como foco sísmico (profundidad del sismo”, (CENEPRED, 2017).

#### **b) Hora origen**

Representa la hora en que se inicia la ruptura, se expresa generalmente en tiempo universal, denominado Coordinated Universal Time o UTC. Son 5 horas adicionales a la hora local de Perú. (CENEPRED, 2017).

#### **c) Epicentro**

Es la proyección vertical en la superficie terrestre, se representa en coordenadas geográficas o coordenadas UTM. (CENEPRED, 2017)

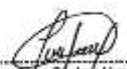
#### **d) Magnitud**

La magnitud representa la energía liberada en el hipocentro, el valor de la magnitud de un sismo en particular es única, no está relacionada con el lugar de ubicación de un punto geográfico. (CENEPRED, 2017)

A continuación, se describen las escalas de magnitud formuladas a lo largo de tiempo, siendo hasta la fecha la más usada a nivel mundial la escala de momento sísmico (Mw).

- **MI**

  
Ing. Valentin W. Hualpamachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2020-CENEPRED/MT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/MT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/MT  
REG. CIP 97209

La magnitud representa la energía liberada en el hipocentro, el valor de la magnitud de un sismo en particular es única, no está relacionada con el lugar de ubicación de un punto geográfico. (CENEPRED, 2017)

- **Mb**

Utilizada para el cálculo de la magnitud de sismos (sismos ubicados a distancias de 500 km), con hipocentros (0-70 km) superficiales. Su cálculo está basado en el análisis de las ondas internas.

- **Ms**

Magnitud basada en la amplitud de ondas superficiales. Se emplea para sismos superficiales.

- **Md**

Magnitud basada en la duración o CODA del evento sísmico. Se utiliza generalmente cuando un sismo se produce cerca a la estación sísmica y los sismogramas se saturan, en estos casos es difícil identificar la amplitud de la señal. La cuantificación de esta magnitud está en función de la duración de la señal y la distancia epicentral.

- **Mw**

Calculada a partir del momento sísmico (parámetro que relaciona las dimensiones de la fuente sísmica. Rigidez del medio donde se produce el movimiento ( $\mu$ ), el área de dislocación (S) y el desplazamiento medio de la misma (D).

$$M_w = \left(\frac{2}{3}\right) \log Mo - 10.7$$

**Dónde:** Mo es el momento escalar en dinas-cm.

#### e) Intensidad Sísmica

Conocer la escala de intensidad del sismo con que se presentó en el lugar, es decir, su tamaño de manera cualitativa, siendo la más utilizada la propuesta por Guillermo Mercalli en el siglo XIX (Escala de Mercalli Modificada) y en detalle, esta escala considera los efectos del sismo en las personas, objetos construcciones y en el terreno. Esta información, permite mostrar en mapas la distribución espacial de los grados de intensidad y luego de ser evaluados, se obtienen los mapas de isosistas o mapas de valores similares de intensidad unidos con líneas.

Los mapas de isosistas han permitido conocer diversos parámetros físicos que definen los procesos que se desarrollan alrededor de los sismos como el grado de fracturamiento de rocas, la respuesta dinámica de los suelos y los patrones de

atenuación de la intensidad (Gasperini, 2001).

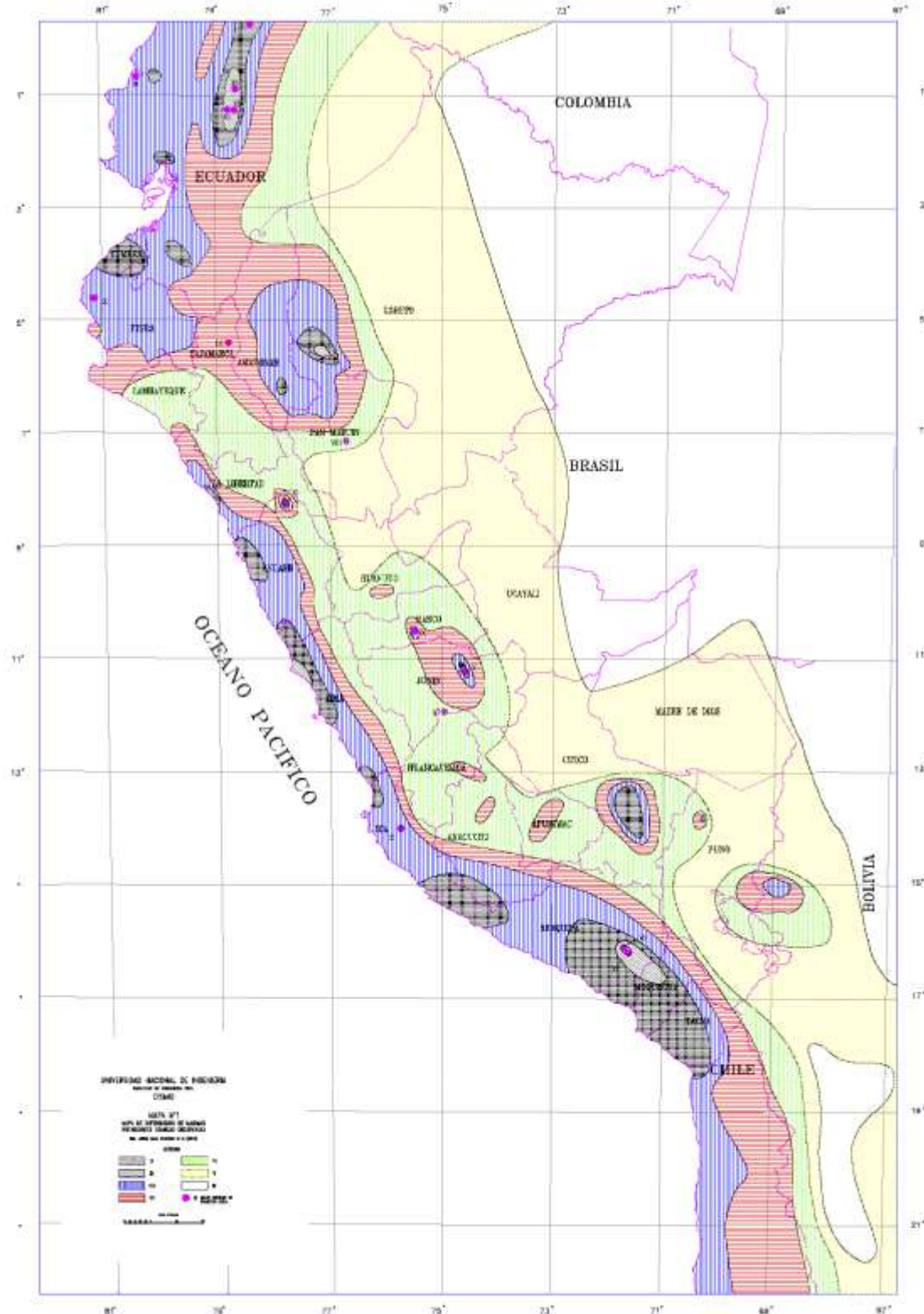
**Tabla N°25**

**Descripción cualitativa para grado de la Escala de Mercalli modificada (intensidad sísmica)**

| GRADO | DESCRIPCION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I     | No sentido excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| II    | Sentido solo por muy pocas personas en reposo, especialmente en pisos altos. Objetos suspendidos pueden oscilar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| III   | Sentido por personas dentro de edificaciones, especialmente las ubicadas en pisos superiores. Muchas personas no se dan cuenta que se trata de un sismo. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como las producidas por el paso de un camino. Duración apreciable.                                                                                                                                                        |
| IV    | Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos se despiertan. Ventanas y puertas son agitadas, las paredes crujen. Sensación como si un camino pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.                                                                                                                                                              |
| V     | Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunas ventanas y puertas de vidrio se rompen, grietas en el revestimiento de algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunos muebles pesados se mueven, algunos casos de caída de revestimientos y paredes inestables. Daño leve.                                                                                                                                                             |
| VI    | Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algunos muebles pesados se mueven, algunos casos de caída de revestimientos y paredes inestables. Daño leve.                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| VII   | Muchas personas corren al exterior. Daño significativo en edificios de buen diseño y construcción, leve a moderado en estructuras bien construidas, considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas, caída de paredes inestables. Notado por personas que conducen automóviles.                                                                                                                                                 |
| VIII  | Daño leve en estructuras de diseño especial, estructuras con armaduras bien diseñadas pierden la vertical, grande en edificios solidos con colapso parcial. Los edificios se desplazan de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas. Procesos de licuación de suelos. En zonas costeras generación de tsunami y procesos de licuación de suelos. En zonas andinas y subandinas, presencia de deslizamientos.        |
| IX    | Daño considerable en estructuras de diseño especial, estructuras con armaduras bien diseñadas pierden la vertical, grande en edificios solidos con colapso parcial. Los edificios se desplazan de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas. Proceso de licuación de suelos. En zonas costeras generación de tsunami y procesos de licuación de suelos. En zonas andinas y subandinas, presencia de deslizamientos. |
| X     | Algunos edificios bien construidos en madera destruidos, la mayoría de las obras de estructuras de ladrillo, destruidas con los cimientos, suelo muy agrietado. Carriles torcidos. Corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos en laderas escarpadas. En zonas costeras generación de tsunami de gran envergadura y procesos de licuación de suelos. En zonas andinas y subandinas, presencia de deslizamientos.               |
| XI    | Pocas o ninguna obra de albañilería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Carriles muy retorcidos. En zonas costeras generación de tsunamis y procesos de licuación de suelos. En zonas andinas y subandinas, presencia de deslizamientos.                                                            |
| XII   | Destrucción total.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

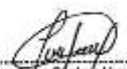
**Fuente:** Estimación de riesgos por exposición a partir de mapas isosistas. Tavera IGP

**Figura N° 34**      **Mapa de intensidades sísmicas del Perú, 1970.**



**Fuente:** Universidad Nacional de Ingeniería CISMID

  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cuspa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000114-2020-CENEPREVIDAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00114-2020-CENEPREVIDAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00114-2020-CENEPREVIDAT  
REG. CIP 97203

### 3.5. MAPA DE ISOSISTAS DE CUSCO

Todos los mapas de isosistas son presentados en formatos uniformes acompañados de sus escalas numéricas y gráficas de acuerdo a las dimensiones de las áreas de influencia del sismo. Catálogo General de isosistas para Sismos Peruanos Dirección de Ciencias de la Tierra Sólida / Unidad de Sismología

En cada mapa de isosistas se ha incluido la mayor cantidad de poblaciones para las cuales se ha dispuesto de información, además de servir con referencia para el trazado de las líneas de isosistas.

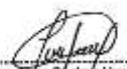
La forma de las líneas de isosistas correspondiente a la publicación original ha sido respetada, en otras interpretadas y suavizadas cuando las líneas no eran visibles por daños en la fuente. Para los sismos instrumentales, el disponer de mayor información, permitió que las líneas fueran mejor elaboradas.

Para algunos mapas se ha añadido la situación de los paralelos y meridianos cuando en los documentos originales no existían. Además, en muchos casos se ha considerado una escala adecuada para la presentación de los mapas.

En los mapas de isosistas no se ha considerado la ubicación del epicentro del sismo, en razón que para los sismos históricos existen parámetros diversos de acuerdo a cada autor, siendo importante que el usuario sepa discernir la información epicentral a utilizar para definir los parámetros de atenuación. Como referencia, para el listado de sismos que se adjunta en este catálogo, se ha considerado los parámetros hipocentrales indicados por Silgado (1978) y Huaco (1985) para los sismos históricos, y del catálogo del Instituto Geofísico del Perú para los instrumentales.



Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 82964



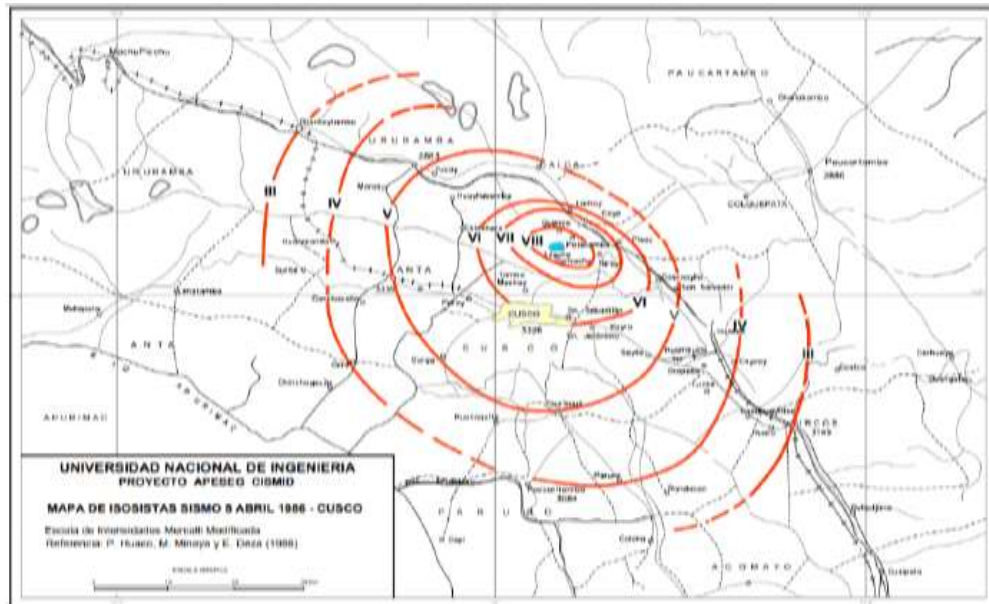
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 12008



Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
REG. CIP 97209

Figura N°35

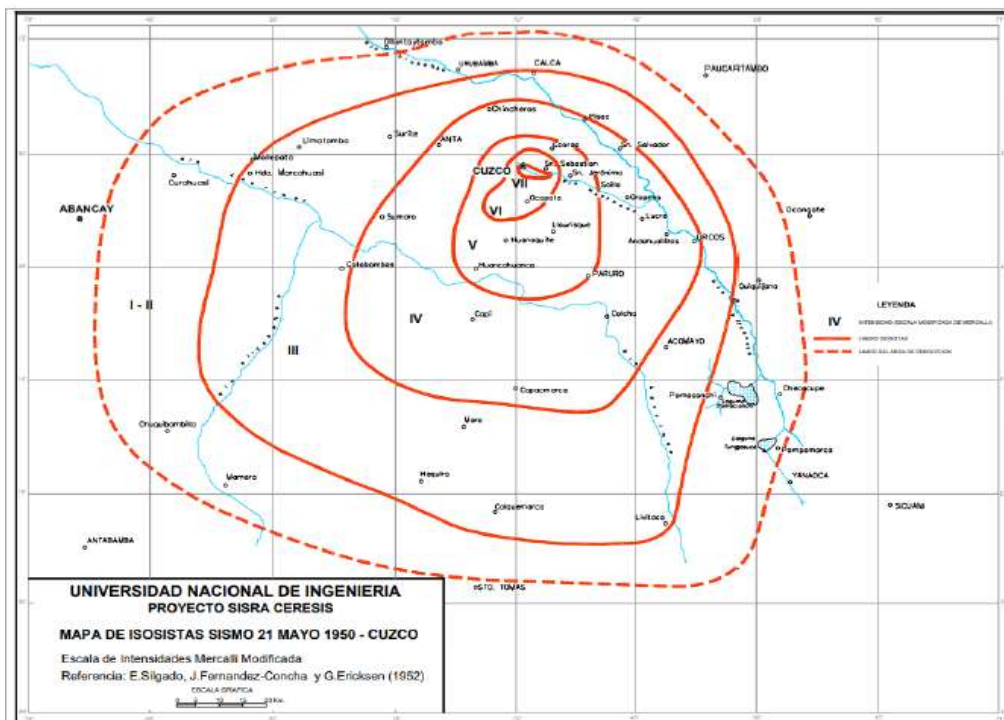
Mapa de isosistas del 05 de abril de 1986.



Fuente: Adaptada de sismicidad y registros sísmicos en Cusco. Dr. Jorge E. Alva.

FIGURA N°36

MAPA DE ISOSISTAS SISMO DEL 21 DE MAYO DE 1950



Fuente: Adaptada de sismicidad y registros sísmicos en Cusco. Dr. Jorge E. Alva

  
Ing. Valentin W. Huaparmachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000114-2023-CEPREVIMAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVIMAT  
REG. CIP 120088

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVIMAT  
REG. CIP 97209

### 3.6. ACELERACIONES SÍSMICAS

La aceleración sísmica es una medida utilizada en terremotos que consiste en una medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo. Es una medida muy importante en ingeniería sísmica. Normalmente la unidad de aceleración utilizada es la intensidad del campo gravitatorio ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

A diferencia de otras medidas que cuantifican terremotos, como la escala Richter o la escala de magnitud de momento, no es una medida de la energía total liberada del terremoto, por lo que no es una medida de magnitud sino de intensidad. Se puede medir con simples acelerómetros y es sencillo correlacionar la aceleración sísmica con la escala de Mercalli.

La aceleración sísmica es la medida de un terremoto más utilizada en ingeniería, y es el valor utilizado para establecer normativas sísmicas y zonas de riesgo sísmico. Durante un terremoto, el daño en los edificios y las infraestructuras está íntimamente relacionado con la velocidad y la aceleración sísmica, y no con la magnitud del temblor. En terremotos moderados, la aceleración es un indicador preciso del daño, mientras que en terremotos muy severos la velocidad sísmica adquiere una mayor importancia. La utilización de cualquiera de estas expresiones está sujeta a grandes limitaciones debidas a su carácter empírico, obtenidas en Estados Unidos y referidas a terreno firme para emplazamientos a más de 20 Km de la falla sismo genética, pero puede servirnos para hacernos una idea de por dónde van los tiros.

Con la escala Mercalli, la relación con la aceleración máxima es más directa y viene dada por la siguiente tabla:

  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00918-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 97209

Tabla N° 26

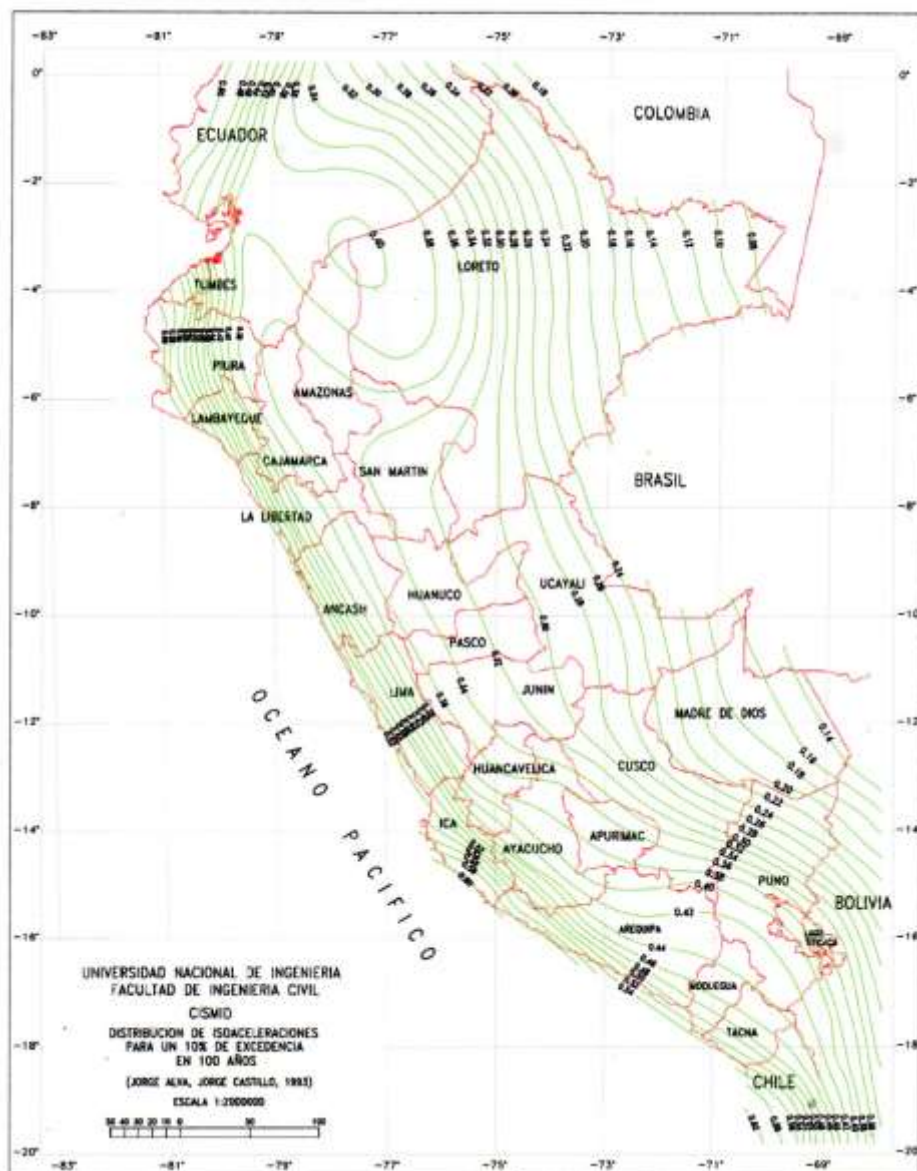
## Aceleraciones sísmicas

| Escala de Mercalli | Aceleración sísmica (g) | Percepción del temblor | Potencial de daño |
|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|
| I                  | < 0.0017                | No apreciable          | Ninguno           |
| II - III           | 0.0017 - 0.014          | Muy leve               | Ninguno           |
| IV                 | 0.014 - 0.039           | Leve                   | Ninguno           |
| V                  | 0.039 - 0.092           | Moderado               | Muy Leve          |
| VI                 | 0.092 - 0.18            | Fuerte                 | Leve              |
| VII                | 0.18 - 0.34             | Muy Fuerte             | Moderado          |
| VIII               | 0.34 - 0.65             | Severo                 | Moderado a fuerte |
| IX                 | 0.65 - 1.24             | Violento               | Fuerte            |
| X+                 | >1.24                   | Extremo                | Muy Fuerte        |

**Fuente:** Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres del Plan de desarrollo regional al 2033

Figura N° 37

Mapa de distribución de Isoaceleraciones del Perú, para un 10% de excedencia en 100 años

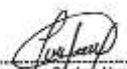


Fuente: CISMID

### 3.7. PROFUNDIDAD DEL HIPOCENTRO

En el Perú la distribución de los sismos en función a la profundidad de sus focos, ha permitido configurar la geometría del proceso de subducción de la placa oceánica bajo la continental. Una característica importante de esta geometría es que cambia su forma al pasar de una subducción de tipo horizontal (región norte y centro) a una de tipo normal (región sur) a la altura de la latitud 14°S.

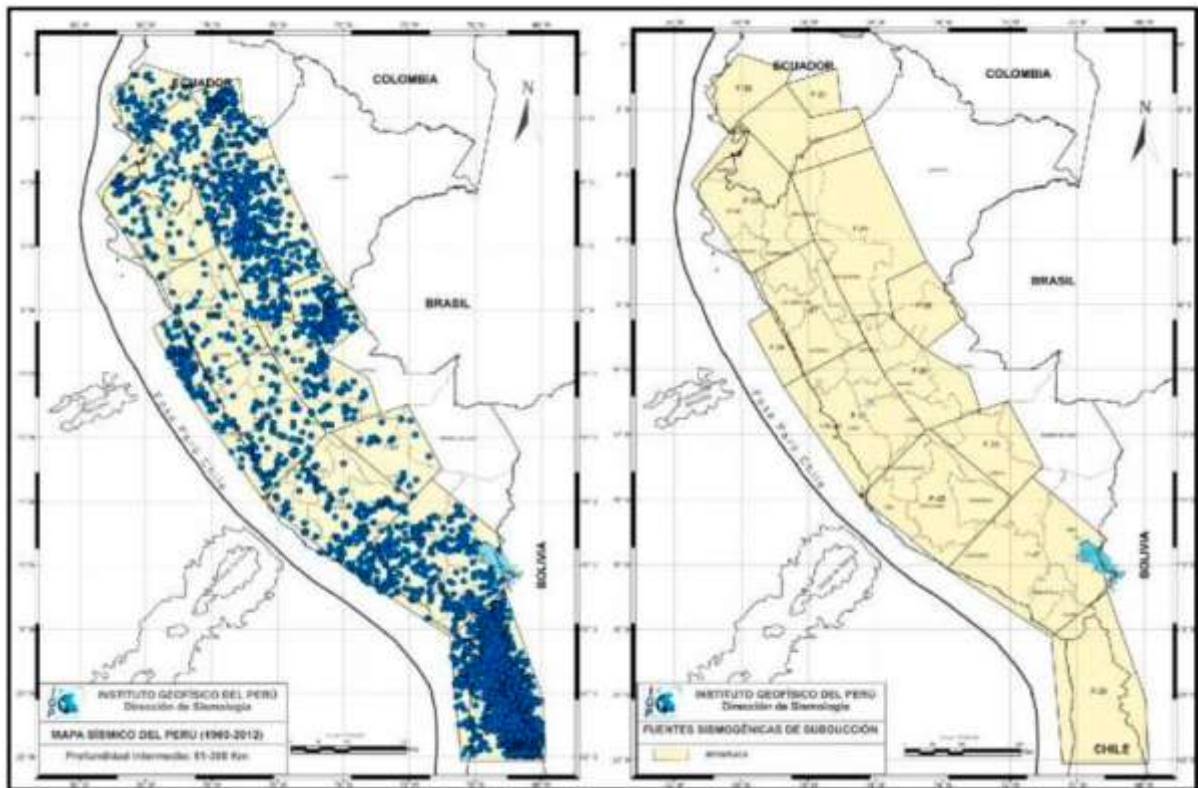
  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00918-2023-CEPREM/INAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00104-2020-CEPREM/INAT  
REG. CIP 120088

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREM/INAT  
REG. CIP 97209

Figura N°38

### Mapa de fuentes sismogénicas continentales y de subducción



**Fuente:** Instituto Geofísico del Perú.

La profundidad del hipocentro es el punto donde la tierra libera la energía de un sismo, es el origen de las ondas sísmicas. Para el presente estudio hemos considerado los siguientes valores de profundidad del hipocentro. Cabe indicar que los sismos de tipo superficial generan grandes daños, deformaciones y roturas del terreno, al igual que movimientos en masa y licuefacción de suelos y/o asentamientos.

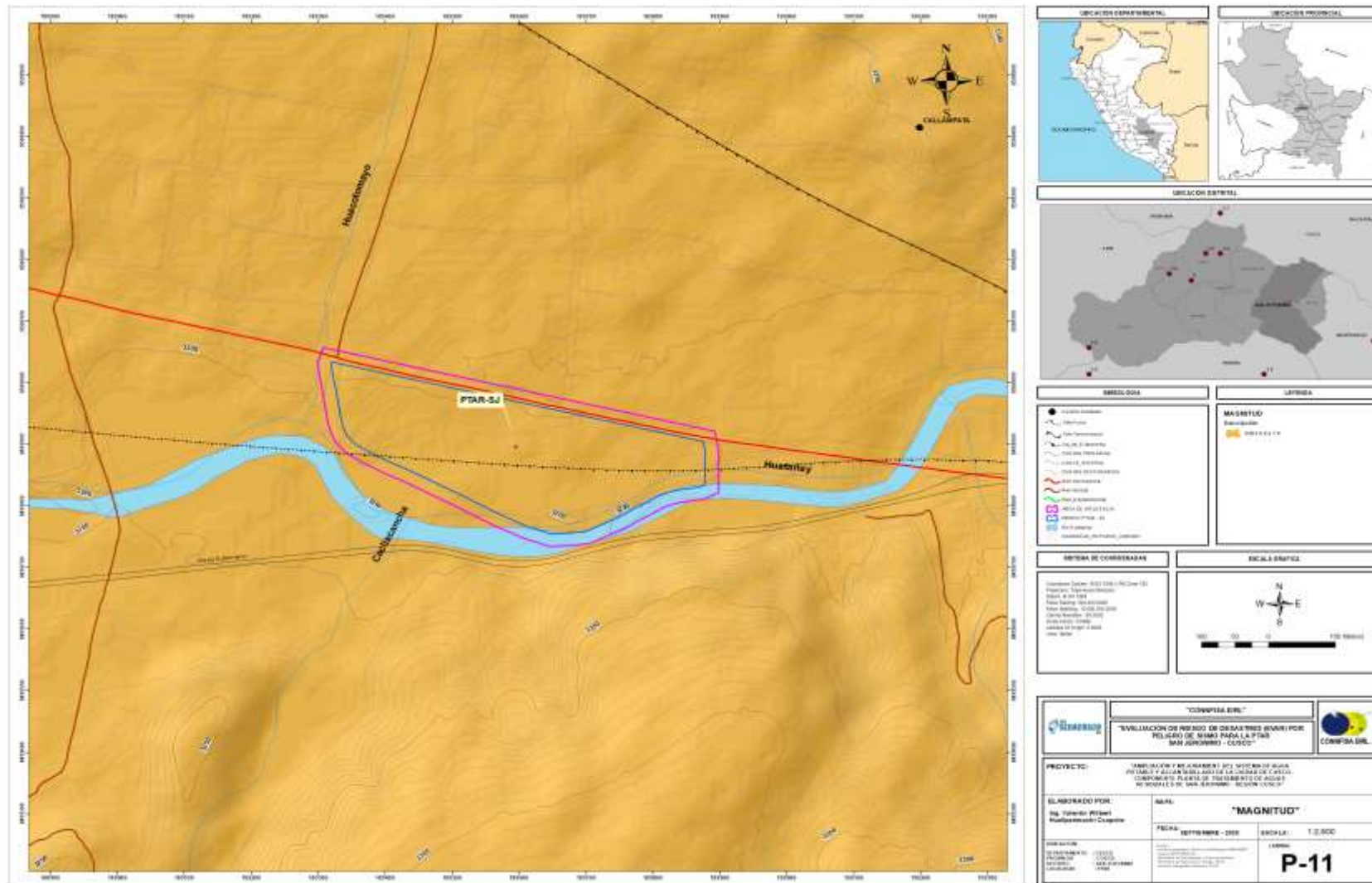
Tabla 27

### Escala para el Hipocentro.

| Descriptor | Profundidad     |
|------------|-----------------|
| DH1        | Menor a 33 km   |
| DH2        | De 33 a 70 km   |
| DH3        | De 70 a 150 km  |
| DH4        | De 150 a 300 km |
| DH5        | Mayor a 300 km  |

**Fuente:** PREDES

**Figura N°39**      **Mapa de Magnitud de la PTAR-SJ**



Ing. Valentin W. Huallparimachi Ccapcha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res Dir N° 00018-2023-CEMPE/DIRPAT  
REG. CIP 82954

ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
H. J. N. 0036-2020-GENEPROD/  
RNCI. CIP 120306

Ing. Saptis Guispe Cárta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. Nº 00134-2020-GENPREUJ  
REG. CIP 97203

### 3.8. IDENTIFICACIÓN DEL AMBITO DE INFLUENCIA

El ámbito de evaluación presenta una extensión territorial de 11.27 Ha, con un perímetro de 1494.80 ml, dentro del PTAR-SJ, identificada por INGEMMET como zona de falla activa interpretada (Falla Cusco), que pasa alineado por un extremo del área de evaluación, también por los antecedentes de eventos de sismo ocurridos con anterioridad en la ciudad del Cusco, se consideró de acuerdo al número de elementos expuestos del personal que labora y la infraestructura del PTAR-SJ.

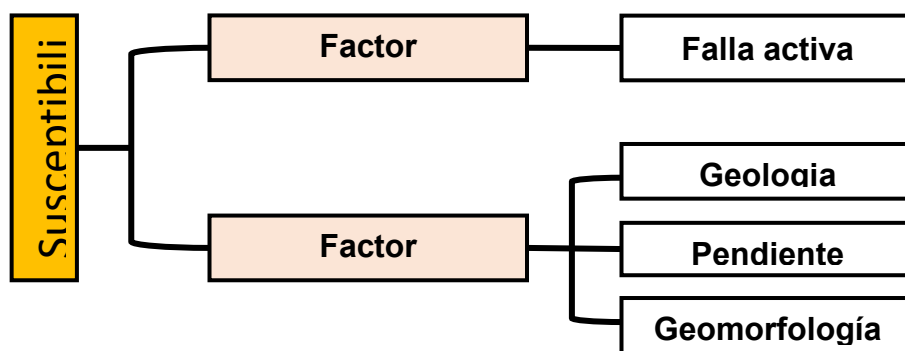
Se considera que área del PTAR SJ. ES DE 7.2 Ha. En total, pero para el presente estudio se tomó un área mayor para realizar el mapeo geológico.

### 3.9 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico). Para la evaluación de la susceptibilidad del ámbito de influencia del peligro por sismo, se han considerado como factores condicionantes del territorio la geología, geomorfología y pendiente, como factor desencadenante las precipitaciones máximas según los umbrales de precipitación máxima para la estación de la estación Kayra. Se presenta ponderación utilizando el proceso de análisis jerárquico, el método de Saaty.

**Figura N°40**

**Factores y parámetros de la Susceptibilidad.**



### 3.10. ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor condicionante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico con los datos obtenidos del mapeo que se hizo del ámbito de influencia de la geología, pendiente y geomorfología.

#### MATRIZ 4X4

Tabla N°28

#### Parámetros de Factores Condicionantes

| PARAMETRO                | DESC |
|--------------------------|------|
| CONDICIONES GEOMECÁNICAS | P1   |
| PENDIENTES               | P2   |
| UNIDADES GEOMORFOLOGICAS | P3   |
| UNIDADES GEOLÓGICAS      | P4   |

Tabla N°29

#### Matriz de comparación de Pares.

| PARÁMETRO                | CONDICIONES GEOMECÁNICAS | PENDIENTES | UNIDADES GEOMORFOLOGICAS | UNIDADES GEOLÓGICAS |
|--------------------------|--------------------------|------------|--------------------------|---------------------|
| CONDICIONES GEOMECÁNICAS | 1.00                     | 3.00       | 5.00                     | 7.00                |
| PENDIENTES               | 0.33                     | 1.00       | 2.00                     | 4.00                |
| UNIDADES GEOMORFOLOGICAS | 0.20                     | 0.50       | 1.00                     | 2.00                |
| UNIDADES GEOLÓGICAS      | 0.14                     | 0.25       | 0.50                     | 1.00                |
| <b>SUMA</b>              | 1.68                     | 4.75       | 8.50                     | 14.00               |
| <b>1/SUMA</b>            | 0.60                     | 0.21       | 0.12                     | 0.07                |

Tabla N° 30

**Matriz de Normalización de Pares de Factores Condicionantes**

| PARÁMETRO                | CONDICIONES GEOMECÁNICAS | PENDIENTES | UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS | UNIDADES GEOLÓGICAS | Vector Priorización |
|--------------------------|--------------------------|------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| CONDICIONES GEOMECÁNICAS | 0.597                    | 0.632      | 0.588                    | 0.500               | 0.579               |
| PENDIENTES               | 0.199                    | 0.211      | 0.235                    | 0.286               | 0.233               |
| UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS | 0.119                    | 0.105      | 0.118                    | 0.143               | 0.121               |
| UNIDADES GEOLÓGICAS      | 0.085                    | 0.053      | 0.059                    | 0.071               | 0.067               |
|                          | 1.000                    | 1.000      | 1.000                    | 1.000               | 1.000               |

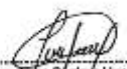
**A) CONDICIONES GEOMECANICAS**

Tabla N°31

**Parámetros Condiciones Geomecánicas**

| PARAMETRO                | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES |
|--------------------------|------------|--------------------|--------------|
| CONDICIONES GEOMECANICAS | D1         | 5                  | MUY MALO     |
|                          | D2         |                    | MALO         |
|                          | D3         |                    | REGULAR      |
|                          | D4         |                    | BUENO        |
|                          | D5         |                    | MUY BUENO    |

  
 Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPROVINTAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVINTAT  
 REG. CIP 12038

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVINTAT  
 REG. CIP 97209

Tabla N°32

## Matriz de Comparación de Pares

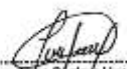
| DESCRIPTOR | MUY MALO | MALO | REGULAR | BUENO | MUY BUENO |
|------------|----------|------|---------|-------|-----------|
| MUY MALO   | 1.00     | 2.00 | 4.00    | 6.00  | 9.00      |
| MALO       | 0.50     | 1.00 | 3.00    | 5.00  | 7.00      |
| REGULAR    | 0.25     | 0.33 | 1.00    | 3.00  | 5.00      |
| BUENO      | 0.17     | 0.20 | 0.33    | 1.00  | 3.00      |
| MUY BUENO  | 0.11     | 0.14 | 0.20    | 0.33  | 1.00      |
| SUMA       | 2.03     | 3.68 | 8.53    | 15.33 | 25.00     |
| 1/SUMA     | 0.49     | 0.27 | 0.12    | 0.07  | 0.04      |

Tabla N°33

## Matriz de Normalización

| DESCRIPTOR | MUY MALO | MALO  | REGULAR | BUENO | MUY BUENO | Vector Priorizacion |
|------------|----------|-------|---------|-------|-----------|---------------------|
| MUY MALO   | 0.493    | 0.544 | 0.469   | 0.391 | 0.360     | 0.451               |
| MALO       | 0.247    | 0.272 | 0.352   | 0.326 | 0.280     | 0.295               |
| REGULAR    | 0.123    | 0.091 | 0.117   | 0.196 | 0.200     | 0.145               |
| BUENO      | 0.082    | 0.054 | 0.039   | 0.065 | 0.120     | 0.072               |
| MUY BUENO  | 0.055    | 0.039 | 0.023   | 0.022 | 0.040     | 0.036               |
|            | 1.000    | 1.000 | 1.000   | 1.000 | 1.000     | 1.000               |

  
 Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000113-2023-CENEPREVIDENT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00104-2023-CENEPREVIDENT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccainta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2023-CENEPREVIDENT  
 REG. CIP 97209

**PARÁMETRO: PENDIENTE****Tabla N°34****Nomenclatura de Parámetro Pendiente.**

| PARAMETRO  | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES (°) |
|------------|------------|--------------------|------------------|
| PENDIENTES | D1         | 5                  | 0-5° MUY BAJA    |
|            | D2         |                    | 5-7° BAJA        |
|            | D3         |                    | 7-9° MEDIA       |
|            | D4         |                    | 9-11° ALTA       |
|            | D5         |                    | >11° MUY ALTA    |

**Tabla N°35****Matriz de comparación de pares**

| DESCRIPTORES (°) | 0-5° MUY BAJA | 5-7° BAJA | 7-9° MEDIA | 9-11° ALTA | >11° MUY ALTA |
|------------------|---------------|-----------|------------|------------|---------------|
| 0-5° MUY BAJA    | 1.00          | 3.00      | 6.00       | 8.00       | 9.00          |
| 5-7° BAJA        | 0.33          | 1.00      | 4.00       | 6.00       | 8.00          |
| 7-9° MEDIA       | 0.17          | 0.25      | 1.00       | 2.00       | 4.00          |
| 9-11° ALTA       | 0.13          | 0.17      | 0.50       | 1.00       | 2.00          |
| >11° MUY ALTA    | 0.11          | 0.13      | 0.25       | 0.50       | 1.00          |
| SUMA             | 1.74          | 4.54      | 11.75      | 17.50      | 24.00         |
| 1/SUMA           | 0.58          | 0.22      | 0.09       | 0.06       | 0.04          |

Tabla N°36

## Matriz de normalización

| DESCRIPTORES (°) | 0-5° MUY BAJA | 5-7° BAJA | 7-9° MEDIA | 9-11° ALTA | >11° MUY ALTA | Vector Priorizacion |
|------------------|---------------|-----------|------------|------------|---------------|---------------------|
| 0-5° MUY BAJA    | 0.576         | 0.661     | 0.511      | 0.457      | 0.375         | 0.516               |
| 5-7° BAJA        | 0.192         | 0.220     | 0.340      | 0.343      | 0.333         | 0.286               |
| 7-9° MEDIA       | 0.096         | 0.055     | 0.085      | 0.114      | 0.167         | 0.103               |
| 9-11° ALTA       | 0.072         | 0.037     | 0.043      | 0.057      | 0.083         | 0.058               |
| >11° MUY ALTA    | 0.064         | 0.028     | 0.021      | 0.029      | 0.042         | 0.037               |
|                  | 1.000         | 1.000     | 1.000      | 1.000      | 1.000         | 1.000               |

## D. Unidades Geomorfológicas

Tabla N° 37.

## Nomenclatura parámetros de geomorfología.

| PARAMETRO                | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES                               |
|--------------------------|------------|--------------------|--------------------------------------------|
| UNIDADES GEOMORFOLOGICAS | D1         | 5                  | VERTIENTE O PIEDEMONTE COLUVIO DELUVIAL    |
|                          | D2         |                    | CAUCES DE RIO                              |
|                          | D3         |                    | VERTIENTE O PIEDEMONTE ALUVIO - TORRENCIAL |
|                          | D4         |                    | COLINA EN ROCA SEDIMENTARIA                |
|                          | D5         |                    | MONTAÑA ESTRUCTURAL EN ROCA SEDIMENTARIA   |

Tabla N°38.

## Matriz de comparación de pares

| DESCRIPTORES                                     | VERTIENTE O<br>PIEDEMONTE<br>COLUVIO DELUVIAL | CAUCES DE<br>RIO | VERTIENTE O<br>PIEDEMONTE<br>ALUVIO -<br>TORRENCIAL | COLINA EN<br>ROCA<br>SEDIMENTARIA | MONTAÑA<br>ESTRUCTURAL<br>EN ROCA<br>SEDIMENTARIA |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|
| VERTIENTE O<br>PIEDEMONTE COLUVIO<br>DELUVIAL    | 1.00                                          | 2.00             | 6.00                                                | 8.00                              | 9.00                                              |
| CAUCES DE RIO                                    | 0.50                                          | 1.00             | 4.00                                                | 6.00                              | 8.00                                              |
| VERTIENTE O<br>PIEDEMONTE ALUVIO -<br>TORRENCIAL | 0.17                                          | 0.25             | 1.00                                                | 3.00                              | 5.00                                              |
| COLINA EN ROCA<br>SEDIMENTARIA                   | 0.13                                          | 0.17             | 0.33                                                | 1.00                              | 2.00                                              |
| MONTAÑA<br>ESTRUCTURAL EN<br>ROCA SEDIMENTARIA   | 0.11                                          | 0.13             | 0.20                                                | 0.50                              | 1.00                                              |
| SUMA                                             | 1.90                                          | 3.54             | 11.53                                               | 18.50                             | 25.00                                             |
| 1/SUMA                                           | 0.53                                          | 0.28             | 0.09                                                | 0.05                              | 0.04                                              |

Tabla N° 39.

## Matriz de normalización

| DESCRIPTORES                                      | VERTIENTE O<br>PIEDEMONTE<br>COLUVIO DELUVIAL | CAUCES DE<br>RIO | VERTIENTE O<br>PIEDEMONTE<br>ALUVIO -<br>TORRENCIAL | COLINA EN<br>ROCA<br>SEDIMENTARIA | MONTAÑA<br>ESTRUCTURAL<br>EN ROCA<br>SEDIMENTARIA | Vector<br>Priorizacion |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------|
| VERTIENTE O<br>PIEDEMONTE<br>COLUVIO DELUVIAL     | 0.526                                         | 0.565            | 0.520                                               | 0.432                             | 0.360                                             | 0.481                  |
| CAUCES DE RIO                                     | 0.263                                         | 0.282            | 0.347                                               | 0.324                             | 0.320                                             | 0.307                  |
| VERTIENTE O<br>PIEDEMONTE ALUVIO<br>- TORRENCIAL  | 0.088                                         | 0.071            | 0.087                                               | 0.162                             | 0.200                                             | 0.121                  |
| COLINA EN ROCA<br>SEDIMENTARIA                    | 0.066                                         | 0.047            | 0.029                                               | 0.054                             | 0.080                                             | 0.055                  |
| MONTAÑA<br>ESTRUCTURAL EN<br>ROCA<br>SEDIMENTARIA | 0.058                                         | 0.035            | 0.017                                               | 0.027                             | 0.040                                             | 0.036                  |
|                                                   | 1.000                                         | 1.000            | 1.000                                               | 1.000                             | 1.000                                             | 1.000                  |

## B) PARAMETRO UNIDADES GEOLOGICAS

Tabla N°40.

### Nomenclatura parámetros de geología.

| PARAMETRO           | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES                        |
|---------------------|------------|--------------------|-------------------------------------|
| UNIDADES GEOLOGICAS | D1         | 5                  | Dep. cuaternario: aluvial y fluvial |
|                     | D2         |                    | Fms. San Sebastián.                 |
|                     | D3         |                    | Formación Auzangate                 |
|                     | D4         |                    | Fm. Kayra                           |
|                     | D5         |                    | Fm Ayabacas                         |

Tabla N°41.

### Matriz de comparación de pares.

| DESCRIPTORES                        | Dep. cuaternario: aluvial y fluvial | Fms. San Sebastián. | Formación Auzangate | Fm. Kayra | Fm Ayabacas |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------|-------------|
| Dep. cuaternario: aluvial y fluvial | 1.00                                | 3.00                | 5.00                | 8.00      | 9.00        |
| Fms. San Sebastián.                 | 0.33                                | 1.00                | 3.00                | 7.00      | 8.00        |
| Formación Auzangate                 | 0.20                                | 0.33                | 1.00                | 4.00      | 6.00        |
| Fm. Kayra                           | 0.13                                | 0.14                | 0.25                | 1.00      | 2.00        |
| Fm Ayabacas                         | 0.11                                | 0.13                | 0.17                | 0.50      | 1.00        |
| SUMA                                | 1.77                                | 4.60                | 9.42                | 20.50     | 26.00       |
| 1/SUMA                              | 0.57                                | 0.22                | 0.11                | 0.05      | 0.04        |

Tabla N°42.

### Matriz de normalización de pares.

| DESCRIPTORES                        | Dep. cuaternario: aluvial y fluvial | Fms. San Sebastián. | Formación Auzangate | Fm. Kayra | Fm Ayabacas | Vector Priorizacion |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------|-------------|---------------------|
| Dep. cuaternario: aluvial y fluvial | 0.565                               | 0.652               | 0.531               | 0.390     | 0.346       | 0.497               |
| Fms. San Sebastián.                 | 0.188                               | 0.217               | 0.319               | 0.341     | 0.308       | 0.275               |
| Formación Auzangate                 | 0.113                               | 0.072               | 0.106               | 0.195     | 0.231       | 0.144               |
| Fm. Kayra                           | 0.071                               | 0.031               | 0.027               | 0.049     | 0.077       | 0.051               |
| Fm Ayabacas                         | 0.063                               | 0.027               | 0.018               | 0.024     | 0.038       | 0.034               |
|                                     | 1.000                               | 1.000               | 1.000               | 1.000     | 1.000       | 1.000               |

a) **Parámetro: distancia a la falla geológica****Tabla N°T43.****Nomenclatura distancia a la falla.**

| PARAMETRO            | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES    |
|----------------------|------------|--------------------|-----------------|
| DISTANCIA A LA FALLA | D1         | 5                  | Menor a 25 m.   |
|                      | D2         |                    | de 25 a 50 m.   |
|                      | D3         |                    | de 50 a 100 m.  |
|                      | D4         |                    | de 100 a 250 m. |
|                      | D5         |                    | Mayor a 250 m.  |

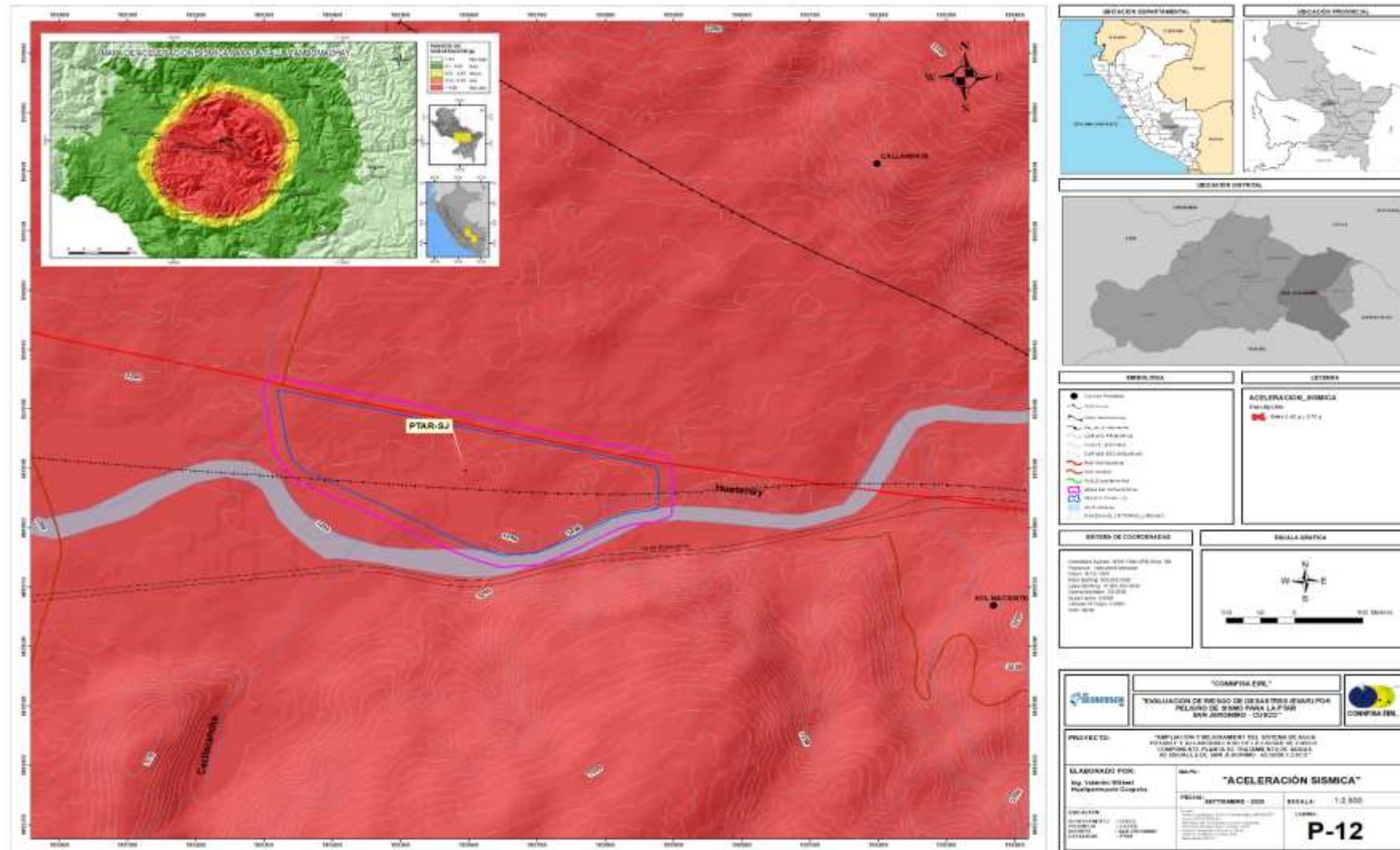
**Tabla N° 44.****Matriz de comparación de pares**

| DESCRIPTORES    | Menor a 25 m. | de 25 a 50 m. | de 50 a 100 m. | de 100 a 250 m. | Mayor a 250 m. |
|-----------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|
| Menor a 25 m.   | 1.00          | 2.00          | 5.00           | 8.00            | 9.00           |
| de 25 a 50 m.   | 0.50          | 1.00          | 3.00           | 6.00            | 8.00           |
| de 50 a 100 m.  | 0.20          | 0.33          | 1.00           | 3.00            | 5.00           |
| de 100 a 250 m. | 0.13          | 0.17          | 0.33           | 1.00            | 2.00           |
| Mayor a 250 m.  | 0.11          | 0.13          | 0.20           | 0.50            | 1.00           |
| SUMA            | 1.94          | 3.63          | 9.53           | 18.50           | 25.00          |
| 1/SUMA          | 0.52          | 0.28          | 0.10           | 0.05            | 0.04           |

**Tabla N° 45.****Matriz de Normalización de pares.**

| DESCRIPTORES    | Menor a 25 m. | de 25 a 50 m. | de 50 a 100 m. | de 100 a 250 m. | Mayor a 250 m. | Vector Priorizacion |
|-----------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|---------------------|
| Menor a 25 m.   | 0.516         | 0.552         | 0.524          | 0.432           | 0.360          | 0.477               |
| de 25 a 50 m.   | 0.258         | 0.276         | 0.315          | 0.324           | 0.320          | 0.299               |
| de 50 a 100 m.  | 0.103         | 0.092         | 0.105          | 0.162           | 0.200          | 0.132               |
| de 100 a 250 m. | 0.065         | 0.046         | 0.035          | 0.054           | 0.080          | 0.056               |
| Mayor a 250 m.  | 0.057         | 0.034         | 0.021          | 0.027           | 0.040          | 0.036               |
|                 | 1.00          | 1.00          | 1.00           | 1.00            | 1.00           | 1.00                |

**Figura N°41. Mapa de Aceleración de la PTAR-SJ**



Ing. Valentin W. Hualpaimachi Ccaspa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-CEMPEPRODIFAT  
REG. CIP 82964

Ing. Jorge Cordova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
H. J. 00034-2023-GEN-000001  
RNEC - CIP 120306

Ing. Saphir Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. Nº 00134-2020-GENEPREDAJ  
REG. CIP 97203

### 3.11. DEFINICIÓN DE ESCENARIO

De acuerdo a los resultados de los análisis de información realizados para la presente evaluación de riesgos por sismos se plantea el siguiente escenario: “Con un sismo desencadenado por la liberación de energía de magnitud de 8.5 Mw generado por el proceso de reacomodo de la Falla Pachatusan, con una profundidad hipocentral entre 11 y 30 km, epicentro ubicado a 60km de la ciudad de Cusco; en pendientes mayores de 30°, con unidades geomorfológicas de Vertiente o piedemonte Aluvio-torrencial, con una geología de depósitos aluvial - coluvial, se generarían derrumbes, licuefacción de suelos, entre otros efectos y produciría daños en los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y/o ambiental en el ámbito del PTAR SJ.

### 3.12. Identificación y análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles.

En la zona de estudio, PTAR SJ cuenta con 3 sectores de infraestructura tratamiento de aguas residuales signados como: Área de líquidos, Área de lodos y Área de gases, que pertenecen al distrito de San Jerónimo, donde se encuentran elementos expuestos susceptibles ante el impacto de peligro por sismo, como son: infraestructura puesta en valor, vidas de los trabajadores y visitantes, servicios básicos, que han sido identificados con el trabajo de campo.

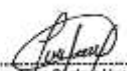
A continuación, se menciona los principales elementos expuestos susceptibles del nivel económico y social, ubicados en el área de influencia de la zona de estudio de la PTAR SJ. de recuperación del servicio de tratamiento de aguas residuales.

(Desarenador aireado, Cámara de bombeo, Sedimentador primario SP-1, Sedimentador primario SP-2, Digestor-1, Tanque de almacenamiento de lodos y gasómetro, Espesador el -1, Espesador el -2, Cámara de bombeo de lodos, Edificio de deshidratación y limpieza de estructuras, Sub estación eléctrica, Filtros percoladores primarios FPP—1 y secundarios FPS-2, Laboratorio, Casa de cloración y cámara de contacto de Cloro y otros componentes del PTAR SJ). Z

### 3.13. PARÁMETRO DE EVALUACIÓN.

Para identificación y determinación de los parámetros de evaluación se realizó la simulación para sismo y el cálculo de la aceleración sísmica.

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cuspa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPRO/INAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRO/DIA  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRO/DIA  
REG. CIP 97209

### 3.13.1. Parámetro de evaluación.

Para identificación y determinación de los parámetros de evaluación se realizó la simulación para sismo y el cálculo de la aceleración sísmica.

Tabla N°46.

#### Parámetros de evaluación.

| PARAMETRO             | DESC |
|-----------------------|------|
| MAGNITUD MOMENTO (Mw) | P1   |
| ACELERACIÓN SISMICA   | P2   |
| INTENSIDAD DE SISMO   | P3   |

Tabla N°47.

#### Matriz de comparación de pares.

| PARÁMETRO                 | MAGNITUD MOMENTO (Mw) | ACELERACIÓN SISMICA | PROFUNDIDAD DE HIPOCENTRO |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|
| MAGNITUD MOMENTO (Mw)     | 1.00                  | 2.00                | 5.00                      |
| ACELERACIÓN SISMICA       | 0.50                  | 1.00                | 3.00                      |
| PROFUNDIDAD DE HIPOCENTRO | 0.20                  | 0.33                | 1.00                      |
| SUMA                      | 1.70                  | 3.33                | 9.00                      |
| 1/SUMA                    | 0.59                  | 0.30                | 0.11                      |

Tabla N°48.

#### Matriz de normalización.

| PARÁMETRO                 | MAGNITUD MOMENTO (Mw) | ACELERACIÓN SISMICA | PROFUNDIDAD DE HIPOCENTRO | Vector Priorización |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| MAGNITUD MOMENTO (Mw)     | 0.588                 | 0.600               | 0.556                     | 0.581               |
| ACELERACIÓN SISMICA       | 0.294                 | 0.300               | 0.333                     | 0.309               |
| PROFUNDIDAD DE HIPOCENTRO | 0.118                 | 0.100               | 0.111                     | 0.110               |
|                           | 1.000                 | 1.000               | 1.000                     | 1.000               |

### 3.13.2. Parámetro: magnitud de momento

Tabla N°49.

#### Nomenclatura magnitud momento. (MW)

| PARAMETRO             | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES |
|-----------------------|------------|--------------------|--------------|
| MAGNITUD MOMENTO (Mw) | D1         | 5                  | Mayor 8.0    |
|                       | D2         |                    | 6.0 a 7.9    |
|                       | D3         |                    | 4.5 a 5.9    |
|                       | D4         |                    | 3.5 a 4.4    |
|                       | D5         |                    | Menor 3.4    |

Tabla N°50.

#### Matriz de comparación de pares.

| DESCRIPTOR | Mayor 8.0 | 6.0 a 7.9 | 4.5 a 5.9 | 3.5 a 4.4 | Menor 3.4 |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Mayor 8.0  | 1.00      | 2.00      | 4.00      | 6.00      | 9.00      |
| 6.0 a 7.9  | 0.50      | 1.00      | 2.00      | 4.00      | 7.00      |
| 4.5 a 5.9  | 0.25      | 0.50      | 1.00      | 3.00      | 5.00      |
| 3.5 a 4.4  | 0.17      | 0.25      | 0.33      | 1.00      | 2.00      |
| Menor 3.4  | 0.11      | 0.14      | 0.20      | 0.50      | 1.00      |
| SUMA       | 2.03      | 3.89      | 7.53      | 14.50     | 24.00     |
| 1/SUMA     | 0.49      | 0.26      | 0.13      | 0.07      | 0.04      |

Tabla N°51.

#### Matriz de normalización

| DESCRIPTOR | Mayor 8.0 | 6.0 a 7.9 | 4.5 a 5.9 | 3.5 a 4.4 | Menor 3.4 | Vector Priorización |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| Mayor 8.0  | 0.493     | 0.514     | 0.531     | 0.414     | 0.375     | 0.465               |
| 6.0 a 7.9  | 0.247     | 0.257     | 0.265     | 0.276     | 0.292     | 0.267               |
| 4.5 a 5.9  | 0.123     | 0.128     | 0.133     | 0.207     | 0.208     | 0.160               |
| 3.5 a 4.4  | 0.082     | 0.064     | 0.044     | 0.069     | 0.083     | 0.069               |
| Menor 3.4  | 0.055     | 0.037     | 0.027     | 0.034     | 0.042     | 0.039               |
|            | 1.000     | 1.000     | 1.000     | 1.000     | 1.000     | 1.000               |

### 3.14. Parámetro: aceleración sísmica

Tabla N° 52.

#### Nomenclatura aceleración sísmico.

| PARAMETRO           | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES    |
|---------------------|------------|--------------------|-----------------|
| ACELERACIÓN SISMICA | D1         | 5                  | > 0.75 g        |
|                     | D2         |                    | 0.45 g - 0.75 g |
|                     | D3         |                    | 0.25 g - 0.45 g |
|                     | D4         |                    | 0.10 g - 0.25 g |
|                     | D5         |                    | < 0.10 g        |

Tabla N°53.

#### Matriz de comparación de pares.

| DESCRIPTORES    | > 0.75 g | 0.45 g - 0.75 g | 0.25 g - 0.45 g | 0.10 g - 0.25 g | < 0.10 g |
|-----------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
| > 0.75 g        | 1.00     | 2.00            | 6.00            | 8.00            | 9.00     |
| 0.45 g - 0.75 g | 0.50     | 1.00            | 3.00            | 6.00            | 8.00     |
| 0.25 g - 0.45 g | 0.17     | 0.33            | 1.00            | 3.00            | 5.00     |
| 0.10 g - 0.25 g | 0.13     | 0.17            | 0.33            | 1.00            | 2.00     |
| < 0.10 g        | 0.11     | 0.13            | 0.20            | 0.50            | 1.00     |
| SUMA            | 1.90     | 3.63            | 10.53           | 18.50           | 25.00    |
| 1/SUMA          | 0.53     | 0.28            | 0.09            | 0.05            | 0.04     |

Tabla N°54.

#### Matriz de normalización

| DESCRIPTORES    | > 0.75 g | 0.45 g - 0.75 g | 0.25 g - 0.45 g | 0.10 g - 0.25 g | < 0.10 g | Vector Priorizacion |
|-----------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|---------------------|
| > 0.75 g        | 0.526    | 0.552           | 0.570           | 0.432           | 0.360    | 0.488               |
| 0.45 g - 0.75 g | 0.263    | 0.276           | 0.285           | 0.324           | 0.320    | 0.294               |
| 0.25 g - 0.45 g | 0.088    | 0.092           | 0.095           | 0.162           | 0.200    | 0.127               |
| 0.10 g - 0.25 g | 0.066    | 0.046           | 0.032           | 0.054           | 0.080    | 0.055               |
| < 0.10 g        | 0.058    | 0.034           | 0.019           | 0.027           | 0.040    | 0.036               |
|                 | 1.000    | 1.000           | 1.000           | 1.000           | 1.000    | 1.000               |

### 3.15. PARAMETRO: PROFUNDIDAD DE HIPOCENTRO

Tabla N° 55.

Nomenclatura de profundidad de Hipocentro.

| PARAMETRO                 | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES (°) |
|---------------------------|------------|--------------------|------------------|
| PROFUNDIDAD DE HIPOCENTRO | D1         | 5                  | Menor a 30 Km.   |
|                           | D2         |                    | de 31 a 70 Km.   |
|                           | D3         |                    | de 71 a 150 Km.  |
|                           | D4         |                    | de 151 a 300 Km. |
|                           | D5         |                    | Mayor a 300 km.  |

Tabla N°56.

Matriz de comparación de pares

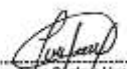
| DESCRIPTORES (°) | Menor a 30 Km. | de 31 a 70 Km. | de 71 a 150 Km. | de 151 a 300 Km. | Mayor a 300 km. |
|------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Menor a 30 Km.   | 1.00           | 2.00           | 4.00            | 7.00             | 9.00            |
| de 31 a 70 Km.   | 0.50           | 1.00           | 3.00            | 6.00             | 8.00            |
| de 71 a 150 Km.  | 0.25           | 0.33           | 1.00            | 3.00             | 5.00            |
| de 151 a 300 Km. | 0.14           | 0.17           | 0.33            | 1.00             | 3.00            |
| Mayor a 300 km.  | 0.11           | 0.13           | 0.20            | 0.33             | 1.00            |
| <b>SUMA</b>      | 2.00           | 3.63           | 8.53            | 17.33            | 26.00           |
| <b>1/SUMA</b>    | 0.50           | 0.28           | 0.12            | 0.06             | 0.04            |

Tabla N°57.

Matriz de normalización.

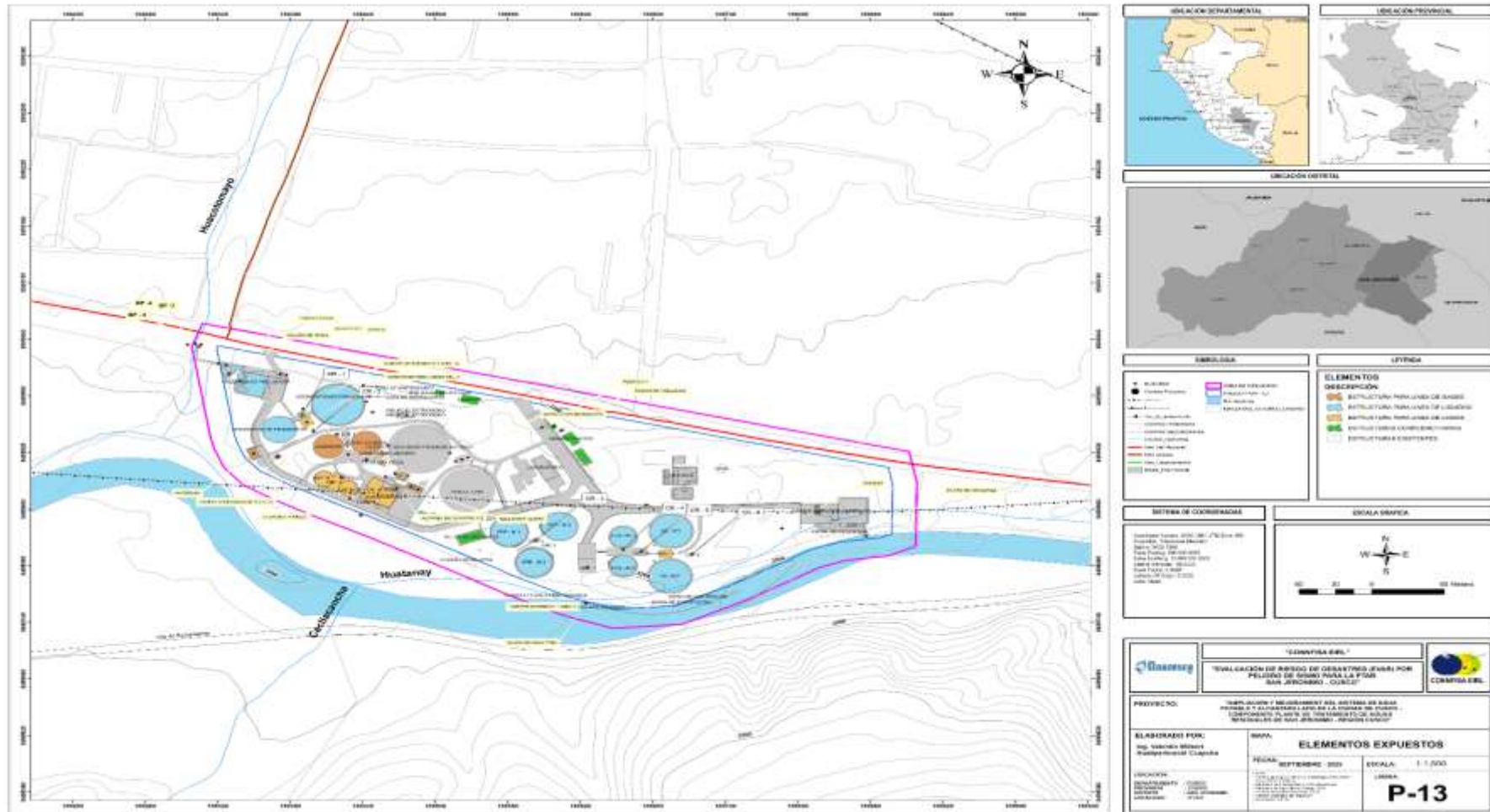
| DESCRIPTORES (°) | Menor a 30 Km. | de 31 a 70 Km. | de 71 a 150 Km. | de 151 a 300 Km. | Mayor a 300 km. | Vector Priorización |
|------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------------|
| Menor a 30 Km.   | 0.499          | 0.552          | 0.469           | 0.404            | 0.346           | 0.454               |
| de 31 a 70 Km.   | 0.250          | 0.276          | 0.352           | 0.346            | 0.308           | 0.306               |
| de 71 a 150 Km.  | 0.125          | 0.092          | 0.117           | 0.173            | 0.192           | 0.140               |
| de 151 a 300 Km. | 0.071          | 0.046          | 0.039           | 0.058            | 0.115           | 0.066               |
| Mayor a 300 km.  | 0.055          | 0.034          | 0.023           | 0.019            | 0.038           | 0.034               |
|                  | 1.000          | 1.000          | 1.000           | 1.000            | 1.000           | 1.000               |

  
 Ing. Valentin W. Hualpamachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPRODMAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODMAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODMAT  
 REG. CIP 97209

Figura N° 42. Mapa de Elementos Expuestos de la PTAR SJ.



  
**Ing. Valentin W. Hualpaínachi Ccapcha**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2023-GENEPRO/DMAT  
 REG. CIP 82954

  
**Ing. Jorge Cordova Huamani**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.N. N° 0018-2023-GENEPRO/DMAT  
 REG. CIP 12008

  
**Ing. Santos Quispel Ccanta**  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.N. N° 0018-2023-GENEPRO/DMAT  
 REG. CIP 97269

### 3.16. NIVELES DE PELIGRO

Tabla N° 58.

Matriz de peligro.

| FACTORES CONDICIONANTES (FC) |       |                          |       |            |       |                     |       |       |      | FACTOR DESENCADENANTE (FD) |      |
|------------------------------|-------|--------------------------|-------|------------|-------|---------------------|-------|-------|------|----------------------------|------|
| CONDICIONES GEOMECÁNICAS     |       | UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS |       | PENDIENTES |       | UNIDADES GEOLÓGICAS |       | VALOR | PESO | DISTANCIA A LA FALLA       |      |
| Ppar (1)                     | Pdesc | Ppar (1)                 | Pdesc | Ppar (1)   | Pdesc | Ppar (1)            | Pdesc |       |      | VALOR                      | PESO |
| 0.579                        | 0.530 | 0.233                    | 0.516 | 0.121      | 0.530 | 0.067               | 0.503 | 0.525 | 0.60 | 0.477                      | 0.40 |
| 0.579                        | 0.238 | 0.233                    | 0.286 | 0.121      | 0.238 | 0.067               | 0.260 | 0.250 | 0.60 | 0.299                      | 0.40 |
| 0.579                        | 0.126 | 0.233                    | 0.103 | 0.121      | 0.126 | 0.067               | 0.134 | 0.121 | 0.60 | 0.132                      | 0.40 |
| 0.579                        | 0.074 | 0.233                    | 0.058 | 0.121      | 0.074 | 0.067               | 0.068 | 0.070 | 0.60 | 0.056                      | 0.40 |
| 0.579                        | 0.033 | 0.233                    | 0.037 | 0.121      | 0.033 | 0.067               | 0.035 | 0.034 | 0.60 | 0.036                      | 0.40 |

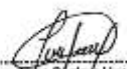
En la siguiente Tabla, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Tabla N°59.

Parámetros de evaluación

| SUSCEPTIBILIDAD (S)                            |      | PARÁMETROS DE EVALUACIÓN (PE) |      |                     |      |                                     |      |
|------------------------------------------------|------|-------------------------------|------|---------------------|------|-------------------------------------|------|
| VALOR<br>(VALOR FC*PESO FC)+(VALOR FD*PESO FD) | PESO | MAGNITUD MOMENTO (Mw)         |      | ACELERACIÓN SISMICA |      | VALOR PARAMETRGENERAL DE EVALUACION | PESO |
|                                                |      | VALOR                         | PESO | VALOR               | PESO |                                     |      |
| 0.506                                          | 0.80 | 0.465                         | 0.50 | 0.488               | 0.50 | 0.477                               | 0.20 |
| 0.270                                          | 0.80 | 0.267                         | 0.50 | 0.294               | 0.50 | 0.280                               | 0.20 |
| 0.126                                          | 0.80 | 0.160                         | 0.50 | 0.127               | 0.50 | 0.144                               | 0.20 |
| 0.064                                          | 0.80 | 0.069                         | 0.50 | 0.055               | 0.50 | 0.062                               | 0.20 |
| 0.035                                          | 0.80 | 0.039                         | 0.50 | 0.036               | 0.50 | 0.037                               | 0.20 |

  
 Ing. Valentin W. Huapimachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2023-GENEPROVINTAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVINTAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVINTAT  
 REG. CIP 97209

Tabla N°60.

## Niveles de Peligro.

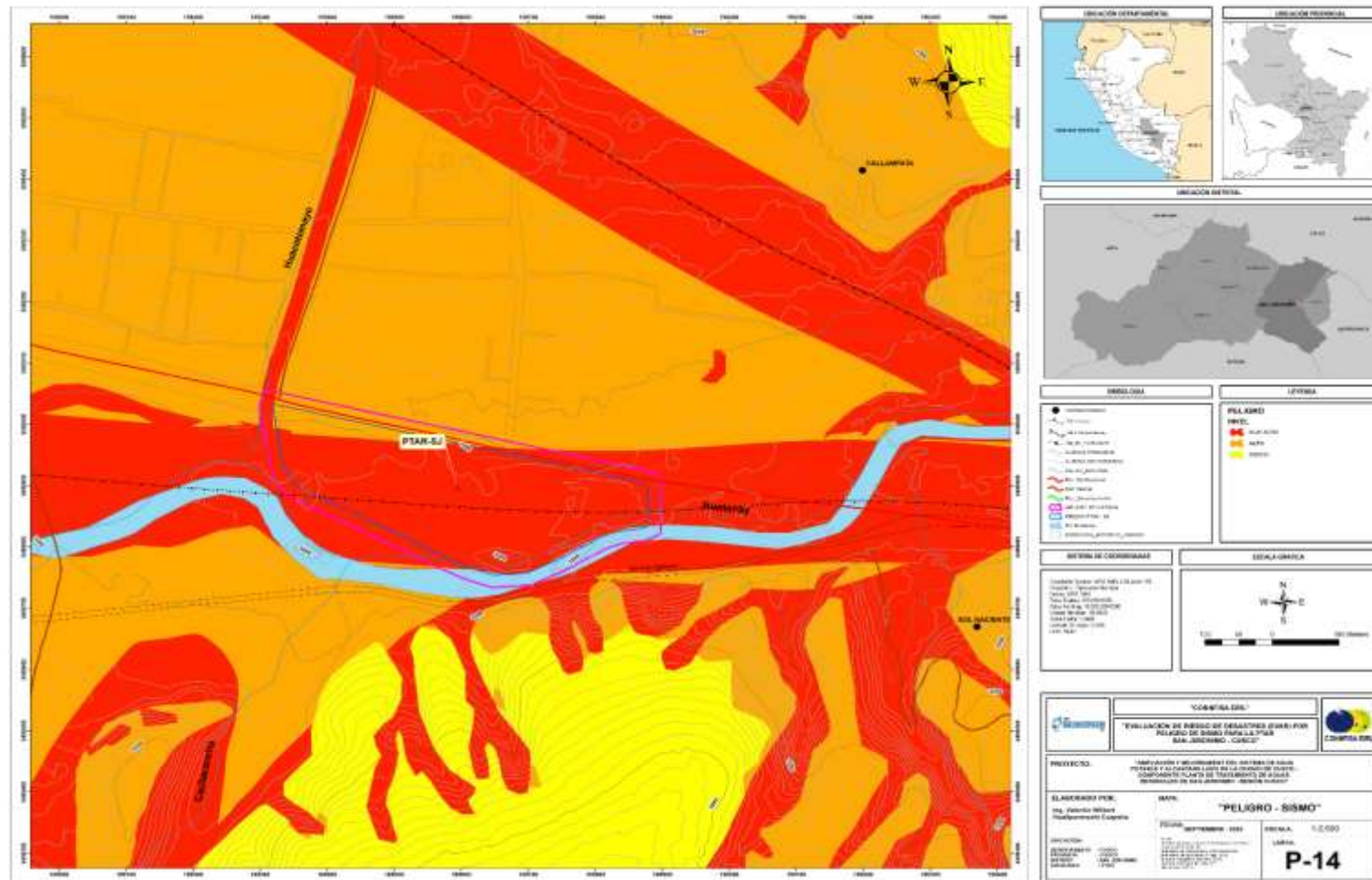
| NIVEL    | RANGO |               |       |
|----------|-------|---------------|-------|
| MUY ALTO | 0.272 | $< P \leq$    | 0.500 |
| ALTO     | 0.129 | $< P \leq$    | 0.272 |
| MEDIO    | 0.064 | $< P \leq$    | 0.129 |
| BAJO     | 0.035 | $\leq P \leq$ | 0.064 |

## 3.17. Estrato Nivel de Peligrosidad

Tabla N°61. Matriz Nivel de Peligrosidad

| NIVEL            | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | RANGO                     |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| PELIGRO MUY ALTO | Sismo de gran magnitud entre (8.1 a 9 Mw), Intensidad VIII o más respecto al peligro con un sismo desencadenado por la liberación de energía de magnitud de 8.5 Mw generado por el proceso de reacomodo de la falla Pachatusan que está a menos de 10 m, del peligro, con una pendiente mayor de 30°, con unidad geológica de depósitos aluviales y fluviales y unidad geomorfológica de vertiente o pie de monte aluvio torrencial | $0.288 \leq P \leq 0.475$ |
| PELIGRO ALTO     | Sismo de magnitud (6.1 a 8.0 Mw), Intensidad VIII, con una pendiente mayor entre 20° a 30°, con unidad geológica de Formación San Sebastián y Formación Ayabaca, con unidad geomorfológica de vertiente o pie de monte aluvio torrencial.                                                                                                                                                                                           | $0.138 \leq P < 0.288$    |
| PELIGRO MEDIO    | Sismo de magnitud (5.1 a 6.0 Mw), Intensidad VII, con una pendiente mayor a 10° a 20°, con unidad geológica Formación San Jerónimo y Formación Kayra con unidad geomorfológica de roca sedimentaria.                                                                                                                                                                                                                                | $0.062 \leq P < 0.138$    |
| PELIGRO BAJO     | Sismo de magnitud entre (4.1 a 5.0 Mw), Intensidad V, con una pendiente mayor a 0° a 5°, con unidad geológica de secuencia de roca sedimentaria, con unidad geomorfológica de colina en roca sedimentaria.                                                                                                                                                                                                                          | $0.037 \leq P < 0.062$    |

**Figura N°43**                      **Mapa de Peligro Sísmico PTAR-SJ**



Ing. Valentin W. Huallparimachi Cusapcha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res Dir N° 00018-2023-GENEPREDIFAT  
REG. CIP 82954

ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
H. J. N. 0036-2020-GENEPROD/  
RNCI. CIP 120306

Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. Nº 00134-2020-GENPREUJ  
REG. CIP 97203



## EVAR

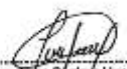
**"ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGO POR SISMO DE LA  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN  
JERONIMO PTAR-SJ, DISTRITO DE SAN JERONIMO – PROVINCIA  
Y DEPARTAMENTO DE CUSCO"**

# CAP.04



## ANALISIS DE VULNERABILIDAD

  
Ing. Valentin W. Hualpaimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2023-CEPREVOT/MT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVOT/MT  
REG. CIP 12088

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVOT/MT  
REG. CIP 97209

**CAPITULO IV****4. ANALISIS DE VULNERABILIDAD**

La vulnerabilidad es la susceptibilidad de la población de la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. El crecimiento poblacional y los procesos de urbanización son las tendencias en la ocupación del territorio, el proceso de empobrecimiento de importantes segmentos de la población, la utilización de sistemas organizacionales inadecuados y la presión sobre los recursos naturales, han hecho aumentar en forma continua la vulnerabilidad de la población frente a una amplia diversidad de fenómenos de origen natural.

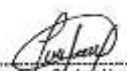
En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM), se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza (CENEPRED - 2014).

**4.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD**

La metodología para analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos respecto al ámbito de estudio, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en sus tres dimensiones, física, económica y ambiental, utilizando los parámetros de evaluación según se detalla en la siguiente figura:



Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2020-CENEPRED/AT  
REG. CIP 82964



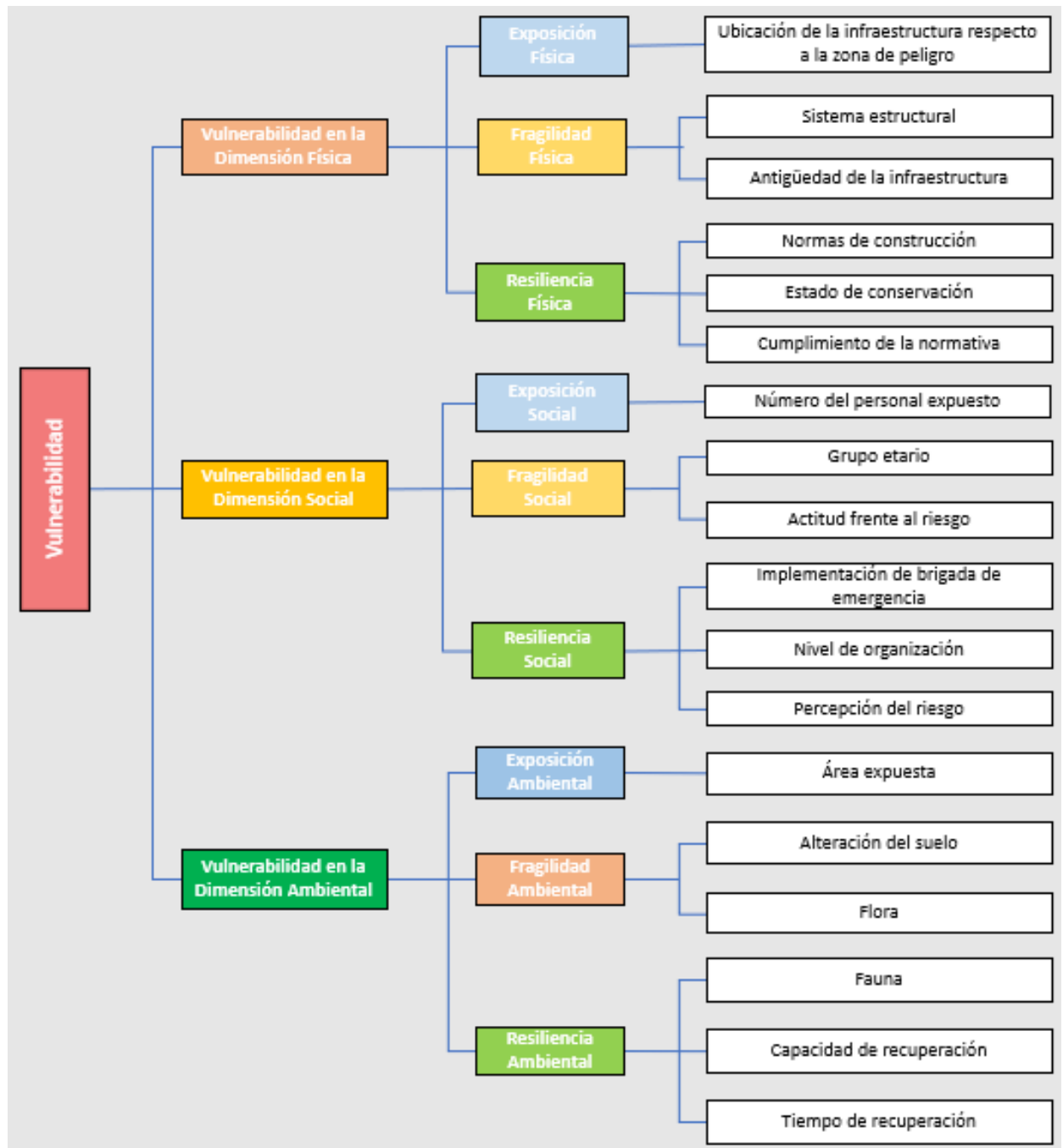
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/DJ  
REG. CIP 12008



Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/DJ  
REG. CIP 97209

Figura N°44.

## Flujograma General del Análisis de Vulnerabilidad



## 4.2. PONDERACION DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD

Tabla N°62.

Matriz de comparación de pares.

| DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD | DIMENSION FISICA | DIMENSION SOCIAL | DIMENSION AMBIENTAL |
|----------------------------------|------------------|------------------|---------------------|
| DIMENSION FISICA                 | 1.00             | 2.00             | 3.00                |
| DIMENSION SOCIAL                 | 0.50             | 1.00             | 2.00                |
| DIMENSION AMBIENTAL              | 0.33             | 0.50             | 1.00                |
| SUMA                             | 1.83             | 3.50             | 6.00                |
| 1/SUMA                           | 0.55             | 0.29             | 0.17                |

Tabla N° 63.

Matriz de normalización

| DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD | DIMENSION FISICA | DIMENSION SOCIAL | DIMENSION AMBIENTAL | Vector Priorización |
|----------------------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| DIMENSION FISICA                 | 0.545            | 0.571            | 0.500               | 0.539               |
| DIMENSION SOCIAL                 | 0.273            | 0.286            | 0.333               | 0.297               |
| DIMENSION AMBIENTAL              | 0.182            | 0.143            | 0.167               | 0.164               |
|                                  | 1.000            | 1.000            | 1.000               | 1.000               |

## 4.3. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN FISICA

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión física, se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla N°64.

Parámetros Físicos

Parámetros para utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión física.

| Dimensión Física                                                                                                |                                                                                                                    |                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Exposición                                                                                                      | Fragilidad                                                                                                         | Resiliencia                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación de la Infraestructura Respecto a la Zona de Peligro</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Antigüedad de la Infraestructura</li> <li>Estado de conservación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema Estructural</li> <li>SAT</li> <li>Cumplimiento de la normativa</li> </ul> |

#### 4.3.1. Análisis de la exposición en la dimensión Física de la vulnerabilidad.

En el análisis de la dimensión física se identificó los indicadores más relevantes de la PTAR-SJ, que está conformado por la infraestructura, emplazada en el área de evaluación.

**Tabla N°65.**

#### Matriz de Comparación de Pares

| FISICA        | Exposición | Fragilidad | Resiliencia |
|---------------|------------|------------|-------------|
| Exposición    | 1.00       | 2.00       | 3.00        |
| Fragilidad    | 0.50       | 1.00       | 2.00        |
| Resiliencia   | 0.33       | 0.50       | 1.00        |
| <b>SUMA</b>   | 1.83       | 3.50       | 6.00        |
| <b>1/SUMA</b> | 0.55       | 0.29       | 0.17        |

**Tabla N°66.**

#### Matriz de normalización.

| FISICA      | Exposición | Fragilidad | Resiliencia | Vector Priorización |
|-------------|------------|------------|-------------|---------------------|
| Exposición  | 0.545      | 0.571      | 0.500       | <b>0.539</b>        |
| Fragilidad  | 0.273      | 0.286      | 0.333       | <b>0.297</b>        |
| Resiliencia | 0.182      | 0.143      | 0.167       | <b>0.164</b>        |

**Tabla N°67.**

#### Vector suma ponderado.

|                                               |    |              |
|-----------------------------------------------|----|--------------|
| <b>ÍNDICE DE CONSISTENCIA</b>                 | IC | 0.005        |
| <b>RELACIÓN DE CONSISTENCIA &lt; 0.04 (*)</b> | RC | <b>0.009</b> |

### 4.3.2. Ponderación de los descriptores para los parámetros de exposición física.

#### Ubicación de la infraestructura respecto a la zona de peligro

Tabla N°68.

#### Matriz de comparación de pares

| UBICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA RESPECTO A LA ZONA DE PELIGRO / FALLA CUSCO | Menos de 10 m de distancia de peligro | De 10 a 20 m de distancia de peligro | De 20 a 50 m de distancia del peligro | De 50 a 100 m de distancia de peligro | Mas de 100m del area de peligro |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Menos de 10 m de distancia de peligro                                       | 1.00                                  | 2.00                                 | 5.00                                  | 7.00                                  | 9.00                            |
| De 10 a 20 m de distancia de peligro                                        | 0.50                                  | 1.00                                 | 2.00                                  | 5.00                                  | 7.00                            |
| De 20 a 50 m de distancia del peligro                                       | 0.20                                  | 0.50                                 | 1.00                                  | 2.00                                  | 5.00                            |
| De 50 a 100 m de distancia de peligro                                       | 0.14                                  | 0.20                                 | 0.50                                  | 1.00                                  | 2.00                            |
| Mas de 100m del area de peligro                                             | 0.11                                  | 0.14                                 | 0.20                                  | 0.50                                  | 1.00                            |
| SUMA                                                                        | 1.95                                  | 3.84                                 | 8.70                                  | 15.50                                 | 24.00                           |
| 1/SUMA                                                                      | 0.51                                  | 0.26                                 | 0.11                                  | 0.06                                  | 0.04                            |

Tabla N°69.

#### Matriz de normalización.

| UBICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA RESPECTO A LA ZONA DE PELIGRO / FALLA CUSCO | Mas de 100m del area de peligro | De 50 a 100 m de distancia de peligro | De 20 a 50 m de distancia del peligro | De 10 a 20 m de distancia de peligro | Menos de 10 m de distancia de peligro | Vector Priorización |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Mas de 100m del area de peligro                                             | 0.512                           | 0.520                                 | 0.575                                 | 0.452                                | 0.375                                 | 0.487               |
| De 50 a 100 m de distancia de peligro                                       | 0.256                           | 0.260                                 | 0.230                                 | 0.323                                | 0.292                                 | 0.272               |
| De 20 a 50 m de distancia del peligro                                       | 0.102                           | 0.130                                 | 0.115                                 | 0.129                                | 0.208                                 | 0.137               |
| De 10 a 20 m de distancia de peligro                                        | 0.073                           | 0.052                                 | 0.057                                 | 0.065                                | 0.083                                 | 0.066               |
| Menos de 10 m de distancia de peligro                                       | 0.057                           | 0.037                                 | 0.023                                 | 0.032                                | 0.042                                 | 0.038               |
|                                                                             | 1.000                           | 1.000                                 | 1.000                                 | 1.000                                | 1.000                                 | 1.000               |

### 4.3.3. Ponderación de los descriptores para los parámetros de fragilidad física.

#### Sistema estructural.

Tabla N°70

#### Matriz de comparación de pares.

| SISTEMA ESTRUCTURAL | CERCO GALVANIZADO | SISTEMA DYWALL | ALBAÑILERIA ARMADA | CONCRETO ARMADO | ACERO |
|---------------------|-------------------|----------------|--------------------|-----------------|-------|
| CERCO GALVANIZADO   | 1.00              | 3.00           | 5.00               | 7.00            | 9.00  |
| SISTEMA DYWALL      | 0.33              | 1.00           | 3.00               | 5.00            | 7.00  |
| ALBAÑILERIA ARMADA  | 0.20              | 0.33           | 1.00               | 3.00            | 5.00  |
| CONCRETO ARMADO     | 0.14              | 0.20           | 0.33               | 1.00            | 2.00  |
| ACERO               | 0.11              | 0.14           | 0.20               | 0.50            | 1.00  |
| SUMA                | 1.79              | 4.68           | 9.53               | 16.50           | 24.00 |
| 1/SUMA              | 0.56              | 0.21           | 0.10               | 0.06            | 0.04  |

Tabla N° 71.

#### Matriz de normalización

| SISTEMA ESTRUCTURAL | CERCO GALVANIZADO | SISTEMA DYWALL | ALBAÑILERIA ARMADA | CONCRETO ARMADO | ACERO | Vector Priorización |
|---------------------|-------------------|----------------|--------------------|-----------------|-------|---------------------|
| CERCO GALVANIZADO   | 0.560             | 0.642          | 0.524              | 0.424           | 0.375 | 0.505               |
| SISTEMA DYWALL      | 0.187             | 0.214          | 0.315              | 0.303           | 0.292 | 0.262               |
| ALBAÑILERIA ARMADA  | 0.112             | 0.071          | 0.105              | 0.182           | 0.208 | 0.136               |
| CONCRETO ARMADO     | 0.080             | 0.043          | 0.035              | 0.061           | 0.083 | 0.060               |
| ACERO               | 0.062             | 0.031          | 0.021              | 0.030           | 0.042 | 0.037               |
|                     | 1.000             | 1.000          | 1.000              | 1.000           | 1.000 | 1.000               |

#### Antigüedad de la infraestructura

Tabla N°72.

#### Matriz de comparación de pares.

| ANTIGÜEDAD DE LA INFRAESTRUCTURA | MAYOR DE 40 AÑOS | DE 30 A 40 AÑOS | DE 20 A 30 AÑOS | DE 10 A 20 AÑOS | MENOR A 10 AÑOS |
|----------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| MAYOR DE 40 AÑOS                 | 1.00             | 3.00            | 5.00            | 7.00            | 9.00            |
| DE 30 A 40 AÑOS                  | 0.33             | 1.00            | 3.00            | 5.00            | 7.00            |
| DE 20 A 30 AÑOS                  | 0.20             | 0.33            | 1.00            | 3.00            | 5.00            |
| DE 10 A 20 AÑOS                  | 0.14             | 0.20            | 0.33            | 1.00            | 2.00            |
| MENOR A 10 AÑOS                  | 0.11             | 0.14            | 0.20            | 0.50            | 1.00            |
| SUMA                             | 1.79             | 4.68            | 9.53            | 16.50           | 24.00           |
| 1/SUMA                           | 0.56             | 0.21            | 0.10            | 0.06            | 0.04            |

Tabla N°73.

## Matriz de normalización

| ANTIGÜEDAD DE LA INFRAESTRUCTURA | MENOR A 10 AÑOS | DE 10 A 20 AÑOS | DE 20 A 30 AÑOS | DE 30 A 40 AÑOS | MAYOR DE 40 AÑOS | Vector Priorización |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------|
| MENOR A 10 AÑOS                  | 0.560           | 0.642           | 0.524           | 0.424           | 0.375            | <b>0.505</b>        |
| DE 10 A 20 AÑOS                  | 0.187           | 0.214           | 0.315           | 0.303           | 0.292            | <b>0.262</b>        |
| DE 20 A 30 AÑOS                  | 0.112           | 0.071           | 0.105           | 0.182           | 0.208            | <b>0.136</b>        |
| DE 30 A 40 AÑOS                  | 0.080           | 0.043           | 0.035           | 0.061           | 0.083            | <b>0.060</b>        |
| MAYOR DE 40 AÑOS                 | 0.062           | 0.031           | 0.021           | 0.030           | 0.042            | <b>0.037</b>        |
|                                  | 1.000           | 1.000           | 1.000           | 1.000           | 1.000            | 1.000               |

## 4.3.4. Ponderación de los descriptores para los parámetros de resiliencia física.

## Normas de construcción

Tabla N° 74.

## Matriz de comparación de pares.

| NORMAS DE CONSTRUCCIÓN | NO CUMPLE   | CUMPLE POCO | CUMPLE REGULARARMENTE | CUMPLE      | CUMPLE TOTALMENTE |
|------------------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------------|
| NO CUMPLE              | <b>1.00</b> | 3.00        | 5.00                  | 7.00        | 9.00              |
| CUMPLE POCO            | 0.33        | <b>1.00</b> | 3.00                  | 5.00        | 7.00              |
| CUMPLE REGULARARMENTE  | 0.20        | 0.33        | <b>1.00</b>           | 3.00        | 5.00              |
| CUMPLE                 | 0.14        | 0.20        | 0.33                  | <b>1.00</b> | 2.00              |
| CUMPLE TOTALMENTE      | 0.11        | 0.14        | 0.20                  | 0.50        | <b>1.00</b>       |
| SUMA                   | 1.79        | 4.68        | 9.53                  | 16.50       | 24.00             |
| 1/SUMA                 | 0.56        | 0.21        | 0.10                  | 0.06        | 0.04              |

TABLA N°75.

## MATRIZ DE NORMALIZACION

| NORMAS DE CONSTRUCCIÓN | NO CUMPLE | CUMPLE POCO | CUMPLE REGULARARMENTE | CUMPLE | CUMPLE TOTALMENTE | Vector Priorización |
|------------------------|-----------|-------------|-----------------------|--------|-------------------|---------------------|
| NO CUMPLE              | 0.560     | 0.642       | 0.524                 | 0.424  | 0.375             | <b>0.505</b>        |
| CUMPLE POCO            | 0.187     | 0.214       | 0.315                 | 0.303  | 0.292             | <b>0.262</b>        |
| CUMPLE REGULARARMENTE  | 0.112     | 0.071       | 0.105                 | 0.182  | 0.208             | <b>0.136</b>        |
| CUMPLE                 | 0.080     | 0.043       | 0.035                 | 0.061  | 0.083             | <b>0.060</b>        |
| CUMPLE TOTALMENTE      | 0.062     | 0.031       | 0.021                 | 0.030  | 0.042             | <b>0.037</b>        |
|                        | 1.000     | 1.000       | 1.000                 | 1.000  | 1.000             | 1.000               |

### Estado de conservación.

Tabla N° 76.

### Matriz de comparación de pares.

| ESTADO DE CONSERVACIÓN | MUY MALO | MALO | REGULAR | BUENO | MUY BUENO |
|------------------------|----------|------|---------|-------|-----------|
| MUY MALO               | 1.00     | 3.00 | 5.00    | 7.00  | 9.00      |
| MALO                   | 0.33     | 1.00 | 3.00    | 5.00  | 7.00      |
| REGULAR                | 0.20     | 0.33 | 1.00    | 3.00  | 5.00      |
| BUENO                  | 0.14     | 0.20 | 0.33    | 1.00  | 2.00      |
| MUY BUENO              | 0.11     | 0.14 | 0.20    | 0.50  | 1.00      |
| SUMA                   | 1.79     | 4.68 | 9.53    | 16.50 | 24.00     |
| 1/SUMA                 | 0.56     | 0.21 | 0.10    | 0.06  | 0.04      |

Tabla N° 77.

### Matriz de normalización.

| ESTADO DE CONSERVACIÓN | MUY MALO | MALO  | REGULAR | BUENO | MUY BUENO | Vector Priorización |
|------------------------|----------|-------|---------|-------|-----------|---------------------|
| MUY MALO               | 0.560    | 0.642 | 0.524   | 0.424 | 0.375     | 0.505               |
| MALO                   | 0.187    | 0.214 | 0.315   | 0.303 | 0.292     | 0.262               |
| REGULAR                | 0.112    | 0.071 | 0.105   | 0.182 | 0.208     | 0.136               |
| BUENO                  | 0.080    | 0.043 | 0.035   | 0.061 | 0.083     | 0.060               |
| MUY BUENO              | 0.062    | 0.031 | 0.021   | 0.030 | 0.042     | 0.037               |
|                        | 1.000    | 1.000 | 1.000   | 1.000 | 1.000     | 1.000               |

## 4.4. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

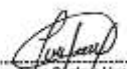
Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros.

Tabla N°78.

Parámetros para utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social.

| Dimensión Social                                                    |                                                                              |                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Exposición                                                          | Fragilidad                                                                   | Resiliencia                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Personal Expuesto</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema de Alerta Temprano</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Actitud del Personal Expuesto.</li> </ul> |

  
 Ing. Valentin W. Huapimachi Cuspa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00918-2020-GENEPRODMAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODMAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODMAT  
 REG. CIP 97209

#### 4.4.1. Análisis de la exposición en la dimensión social de la vulnerabilidad

Ponderación de los descriptores para los parámetros de fragilidad social.

a) Parámetro: Número de personal expuesto. Este parámetro caracteriza el número de personas presentes en la PTAR-SJ, expuestas frente al peligro por Sismo. Para ponderar la importancia de este parámetro, hemos considerado a los cinco grupos de personas expuestas como criterios, según las relaciones que figuran en el cuadro siguiente.

**Tabla N° 79.**

#### Matriz de comparación de pares

| NUMERO DEL PERSONAL EXPUESTO | MAYOR A 40 | 30-40 | 20-30 | 11-20 | 1-11  |
|------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MAYOR A 40                   | 1.00       | 2.00  | 3.00  | 4.00  | 5.00  |
| 30-40                        | 0.50       | 1.00  | 2.00  | 3.00  | 4.00  |
| 20-30                        | 0.33       | 0.50  | 1.00  | 2.00  | 3.00  |
| 11-20                        | 0.25       | 0.33  | 0.50  | 1.00  | 2.00  |
| 1-11                         | 0.20       | 0.25  | 0.33  | 0.50  | 1.00  |
| SUMA                         | 2.28       | 4.08  | 6.83  | 10.50 | 15.00 |
| 1/SUMA                       | 0.44       | 0.24  | 0.15  | 0.10  | 0.07  |

**Tabla N° 80.**

#### Matriz de normalización

| NUMERO DEL PERSONAL EXPUESTO | MAYOR A 40 | 30-40 | 20-30 | 11-20 | 1-11  | Vector Priorización |
|------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| MAYOR A 40                   | 0.438      | 0.490 | 0.439 | 0.381 | 0.333 | 0.416               |
| 30-40                        | 0.219      | 0.245 | 0.293 | 0.286 | 0.267 | 0.262               |
| 20-30                        | 0.146      | 0.122 | 0.146 | 0.190 | 0.200 | 0.161               |
| 11-20                        | 0.109      | 0.082 | 0.073 | 0.095 | 0.133 | 0.099               |
| 1-11                         | 0.088      | 0.061 | 0.049 | 0.048 | 0.067 | 0.062               |
|                              | 1.000      | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000               |

## b) Parámetro: grupo etario.

Tabla N°81.

## Matriz de comparación de pares.

| GRUPO ETARIO       | MAYOR DE 60 AÑOS | ENTRE 50 Y 60 AÑOS | ENTTE 35 Y 50 AÑOS | ENTRE 25 Y 35 AÑOS | ENTRE 18 Y 25 AÑOS |
|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| MAYOR DE 60 AÑOS   | 1.00             | 3.00               | 5.00               | 7.00               | 9.00               |
| ENTRE 50 Y 60 AÑOS | 0.33             | 1.00               | 3.00               | 5.00               | 7.00               |
| ENTTE 35 Y 50 AÑOS | 0.20             | 0.33               | 1.00               | 3.00               | 5.00               |
| ENTRE 25 Y 35 AÑOS | 0.14             | 0.20               | 0.33               | 1.00               | 2.00               |
| ENTRE 18 Y 25 AÑOS | 0.11             | 0.14               | 0.20               | 0.50               | 1.00               |
| SUMA               | 1.79             | 4.68               | 9.53               | 16.50              | 24.00              |
| 1/SUMA             | 0.56             | 0.21               | 0.10               | 0.06               | 0.04               |

Tabla N°82.

## Matriz de normalización.

| GRUPO ETARIO       | MAYOR DE 60 AÑOS | ENTRE 50 Y 60 AÑOS | ENTTE 35 Y 50 AÑOS | ENTRE 25 Y 35 AÑOS | ENTRE 18 Y 25 AÑOS | Vector Priorización |
|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| MAYOR DE 60 AÑOS   | 0.560            | 0.642              | 0.524              | 0.424              | 0.375              | 0.505               |
| ENTRE 50 Y 60 AÑOS | 0.187            | 0.214              | 0.315              | 0.303              | 0.292              | 0.262               |
| ENTTE 35 Y 50 AÑOS | 0.112            | 0.071              | 0.105              | 0.182              | 0.208              | 0.136               |
| ENTRE 25 Y 35 AÑOS | 0.080            | 0.043              | 0.035              | 0.061              | 0.083              | 0.060               |
| ENTRE 18 Y 25 AÑOS | 0.062            | 0.031              | 0.021              | 0.030              | 0.042              | 0.037               |
|                    | 1.000            | 1.000              | 1.000              | 1.000              | 1.000              | 1.000               |

## c) Actitud frente al riesgo.

Tabla N°83.

## Matriz de comparación de pares.

| ACTITUD FRENTE AL RIESGO | FATALISTA | PESIMISTA, INDIFERENTE | PARCIALMENTE PREVISORIA | MEDIANAMENTE PREVISORIA | TOTALMENTE PREVISORIA |
|--------------------------|-----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| FATALISTA                | 1.00      | 3.00                   | 5.00                    | 7.00                    | 9.00                  |
| PESIMISTA, INDIFERENTE   | 0.33      | 1.00                   | 3.00                    | 5.00                    | 7.00                  |
| PARCIALMENTE PREVISORIA  | 0.20      | 0.33                   | 1.00                    | 3.00                    | 5.00                  |
| MEDIANAMENTE PREVISORIA  | 0.14      | 0.20                   | 0.33                    | 1.00                    | 3.00                  |
| TOTALMENTE PREVISORIA    | 0.11      | 0.14                   | 0.20                    | 0.33                    | 1.00                  |
| SUMA                     | 1.79      | 4.68                   | 9.53                    | 16.33                   | 25.00                 |
| 1/SUMA                   | 0.56      | 0.21                   | 0.10                    | 0.06                    | 0.04                  |

Tabla N°84.

## Matriz de normalización.

| ACTITUD FRENTE AL RIESGO | FATALISTA | PESIMISTA, INDIFERENTE | PARCIALMENTE PREVISORIA | MEDIANAMENTE PREVISORIA | TOTALMENTE PREVISORIA | Vector Priorización |
|--------------------------|-----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| FATALISTA                | 0.560     | 0.642                  | 0.524                   | 0.429                   | 0.360                 | 0.503               |
| PESIMISTA, INDIFERENTE   | 0.187     | 0.214                  | 0.315                   | 0.306                   | 0.280                 | 0.260               |
| PARCIALMENTE PREVISORIA  | 0.112     | 0.071                  | 0.105                   | 0.184                   | 0.200                 | 0.134               |
| MEDIANAMENTE PREVISORIA  | 0.080     | 0.043                  | 0.035                   | 0.061                   | 0.120                 | 0.068               |
| TOTALMENTE PREVISORIA    | 0.062     | 0.031                  | 0.021                   | 0.020                   | 0.040                 | 0.035               |
|                          | 1.000     | 1.000                  | 1.000                   | 1.000                   | 1.000                 | 1.000               |

4.4.2. Análisis de la resiliencia en la dimensión social de la vulnerabilidad Ponderación de los descriptores para los parámetros de resiliencia social. Parámetro: implementación de brigada de emergencia.

Tabla N°85.

## Matriz de comparación de pares.

| IMPLEMENTACION DE BRIGADAS DE EMERGENCIA             | NOTIENE BRIGADAS DE EMERGENCIA | CONFORMACION DE BRIGADAS | BRIGADISTAS NO CAPACITADOS | BRIGADISTAS CAPACITADOS | BRIG.CAPACITADOS Y CRONOGRAMA DE ENTRENAMIENTO ANUAL |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|
| NOTIENE BRIGADAS DE EMERGENCIA                       | 1.00                           | 2.00                     | 4.00                       | 6.00                    | 7.00                                                 |
| CONFORMACION DE BRIGADAS                             | 0.50                           | 1.00                     | 2.00                       | 4.00                    | 6.00                                                 |
| BRIGADISTAS NO CAPACITADOS                           | 0.25                           | 0.50                     | 1.00                       | 2.00                    | 4.00                                                 |
| BRIGADISTAS CAPACITADOS                              | 0.17                           | 0.25                     | 0.50                       | 1.00                    | 2.00                                                 |
| BRIG.CAPACITADOS Y CRONOGRAMA DE ENTRENAMIENTO ANUAL | 0.14                           | 0.17                     | 0.25                       | 0.50                    | 1.00                                                 |
| SUMA                                                 | 2.06                           | 3.92                     | 7.75                       | 13.50                   | 20.00                                                |
| 1/SUMA                                               | 0.49                           | 0.26                     | 0.13                       | 0.07                    | 0.05                                                 |

Tabla N°86.

## Matriz de normalización.

| IMPLEMENTACIÓN DE BRIGADAS DE EMERGENCIA             | NOTIENE BRIGADAS DE EMERGENCIA | CONFORMACION DE BRIGADAS | BRIGADISTAS NO CAPACITADOS | BRIGADISTAS CAPACITADOS | BRIG.CAPACITADOS Y CRONOGRAMA DE ENTRENAMIENTO ANUAL | Vector Priorización |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|
| NOTIENE BRIGADAS DE EMERGENCIA                       | 0.486                          | 0.511                    | 0.516                      | 0.444                   | 0.350                                                | 0.461               |
| CONFORMACION DE BRIGADAS                             | 0.243                          | 0.255                    | 0.258                      | 0.296                   | 0.300                                                | 0.270               |
| BRIGADISTAS NO CAPACITADOS                           | 0.121                          | 0.128                    | 0.129                      | 0.148                   | 0.200                                                | 0.145               |
| BRIGADISTAS CAPACITADOS                              | 0.081                          | 0.064                    | 0.065                      | 0.074                   | 0.100                                                | 0.077               |
| BRIG.CAPACITADOS Y CRONOGRAMA DE ENTRENAMIENTO ANUAL | 0.069                          | 0.043                    | 0.032                      | 0.037                   | 0.050                                                | 0.046               |
|                                                      | 1.000                          | 1.000                    | 1.000                      | 1.000                   | 1.000                                                | 1.000               |

Parámetro: nivel de organización.

Tabla N°87.

## Matriz de comparación de pares.

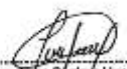
| NIVEL DE ORGANIZACIÓN | SIN ORGANIZACIÓN | BAJA | MEDIANA | ALTA  | MUY ALTA |
|-----------------------|------------------|------|---------|-------|----------|
| SIN ORGANIZACIÓN      | 1.00             | 3.00 | 5.00    | 7.00  | 9.00     |
| BAJA                  | 0.33             | 1.00 | 3.00    | 5.00  | 7.00     |
| MEDIANA               | 0.20             | 0.33 | 1.00    | 3.00  | 5.00     |
| ALTA                  | 0.14             | 0.20 | 0.33    | 1.00  | 2.00     |
| MUY ALTA              | 0.11             | 0.14 | 0.20    | 0.50  | 1.00     |
| SUMA                  | 1.79             | 4.68 | 9.53    | 16.50 | 24.00    |
| 1/SUMA                | 0.56             | 0.21 | 0.10    | 0.06  | 0.04     |

Tabla N°88.

## Matriz de normalización.

| NIVEL DE ORGANIZACIÓN | SIN ORGANIZACIÓN | BAJA  | MEDIANA | ALTA  | MUY ALTA | Vector Priorización |
|-----------------------|------------------|-------|---------|-------|----------|---------------------|
| SIN ORGANIZACIÓN      | 0.560            | 0.642 | 0.524   | 0.424 | 0.375    | 0.505               |
| BAJA                  | 0.187            | 0.214 | 0.315   | 0.303 | 0.292    | 0.262               |
| MEDIANA               | 0.112            | 0.071 | 0.105   | 0.182 | 0.208    | 0.136               |
| ALTA                  | 0.080            | 0.043 | 0.035   | 0.061 | 0.083    | 0.060               |
| MUY ALTA              | 0.062            | 0.031 | 0.021   | 0.030 | 0.042    | 0.037               |
|                       | 1.000            | 1.000 | 1.000   | 1.000 | 1.000    | 1.000               |

  
 Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cuspa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2020-GENPREVIMAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENPREVIMAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENPREVIMAT  
 REG. CIP 97209

**Parámetro: Percepción del riesgo.****Tabla N°89.****Matriz de comparación de pares.**

| PERCEPCIÓN DE RIESGO                                                                                                     | La totalidad de los trabajadores desconoce los peligros y no percibe el riesgo del área de trabajo | La mayoría de los trabajadores conoce los peligros, pero no percibe el riesgo existente del área de trabajo | Los trabajadores conocen los peligros de su área de trabajo percibe el riesgo existente | Los trabajadores conocen los peligros de su área de trabajo y se siente segura ante el impacto de los riesgos existentes | Los trabajadores están protegidos y responde al impacto de los peligros que se presenta en su área de trabajo |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| La totalidad de los trabajadores desconoce los peligros y no percibe el riesgo del área de trabajo                       | 1.00                                                                                               | 2.00                                                                                                        | 4.00                                                                                    | 6.00                                                                                                                     | 8.00                                                                                                          |
| La mayoría de los trabajadores conoce los peligros, pero no percibe el riesgo existente del área de trabajo              | 0.50                                                                                               | 1.00                                                                                                        | 2.00                                                                                    | 4.00                                                                                                                     | 6.00                                                                                                          |
| Los trabajadores conocen los peligros de su área de trabajo percibe el riesgo existente                                  | 0.25                                                                                               | 0.50                                                                                                        | 1.00                                                                                    | 2.00                                                                                                                     | 4.00                                                                                                          |
| Los trabajadores conocen los peligros de su área de trabajo y se siente segura ante el impacto de los riesgos existentes | 0.17                                                                                               | 0.25                                                                                                        | 0.50                                                                                    | 1.00                                                                                                                     | 2.00                                                                                                          |
| Los trabajadores están protegidos y responde al impacto de los peligros que se presenta en su área de trabajo            | 0.13                                                                                               | 0.17                                                                                                        | 0.25                                                                                    | 0.50                                                                                                                     | 1.00                                                                                                          |
| SUMA                                                                                                                     | 2.04                                                                                               | 3.92                                                                                                        | 7.75                                                                                    | 13.50                                                                                                                    | 21.00                                                                                                         |
| 1/SUMA                                                                                                                   | 0.49                                                                                               | 0.26                                                                                                        | 0.13                                                                                    | 0.07                                                                                                                     | 0.05                                                                                                          |

Tabla N°90.

## Matriz de normalización.

| PERCEPCIÓN DE RIESGO                                                                                                     | La totalidad de los trabajadores desconoce los peligros y no percibe el riesgo del área de trabajo | La mayoría de los trabajadores conoce los peligros, pero no percibe el riesgo existente del área de trabajo | Los trabajadores conocen los peligros de su área de trabajo percibe el riesgo existente | Los trabajadores conocen los peligros de su área de trabajo y se siente segura ante el impacto de los riesgos existentes | Los trabajadores están protegidos y responde al impacto de los peligros que se presenta en su área de trabajo | Vector Priorización |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| La totalidad de los trabajadores desconoce los peligros y no percibe el riesgo del área de trabajo                       | 0.490                                                                                              | 0.511                                                                                                       | 0.516                                                                                   | 0.444                                                                                                                    | 0.381                                                                                                         | 0.468               |
| La mayoría de los trabajadores conoce los peligros, pero no percibe el riesgo existente del área de trabajo              | 0.245                                                                                              | 0.255                                                                                                       | 0.258                                                                                   | 0.296                                                                                                                    | 0.286                                                                                                         | 0.268               |
| Los trabajadores conocen los peligros de su área de trabajo percibe el riesgo existente                                  | 0.122                                                                                              | 0.128                                                                                                       | 0.129                                                                                   | 0.148                                                                                                                    | 0.190                                                                                                         | 0.144               |
| Los trabajadores conocen los peligros de su área de trabajo y se siente segura ante el impacto de los riesgos existentes | 0.082                                                                                              | 0.064                                                                                                       | 0.065                                                                                   | 0.074                                                                                                                    | 0.095                                                                                                         | 0.076               |
| Los trabajadores están protegidos y responde al impacto de los peligros que se presenta en su área de trabajo            | 0.061                                                                                              | 0.043                                                                                                       | 0.032                                                                                   | 0.037                                                                                                                    | 0.048                                                                                                         | 0.044               |
|                                                                                                                          | 1.000                                                                                              | 1.000                                                                                                       | 1.000                                                                                   | 1.000                                                                                                                    | 1.000                                                                                                         | 1.000               |

**4.4.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental de la vulnerabilidad ponderación de los descriptores para los parámetros de exposición ambiental.**  
**parámetro: área expuesta.**

Tabla N°91.

## Matriz de comparación de pares.

| AREA EXPUESTA | > A 25 Has | 10 a 25 Has | 5 a 10 Has | 2 a 5 Has | < a 2 Has |
|---------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|
| > A 25 Has    | 1.00       | 2.00        | 3.00       | 4.00      | 5.00      |
| 10 a 25 Has   | 0.50       | 1.00        | 2.00       | 3.00      | 4.00      |
| 5 a 10 Has    | 0.33       | 0.50        | 1.00       | 2.00      | 3.00      |
| 2 a 5 Has     | 0.25       | 0.33        | 0.50       | 1.00      | 2.00      |
| < a 2 Has     | 0.20       | 0.25        | 0.33       | 0.50      | 1.00      |
| SUMA          | 2.28       | 4.08        | 6.83       | 10.50     | 15.00     |
| 1/SUMA        | 0.44       | 0.24        | 0.15       | 0.10      | 0.07      |

  
 Ing. Valentin W. Huapimachi Caspacha  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000114-2020-CEPREVIMAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CEPREVIMAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CEPREVIMAT  
 REG. CIP 97203

Tabla N° 92.

## Matriz de normalización.

| AREA EXPUESTA | > A 25 Has | 10 a 25 Has | 5 a 10 Has | 2 a 5 Has | < a 2 Has | Vector Priorización |
|---------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|---------------------|
| > A 25 Has    | 0.438      | 0.490       | 0.439      | 0.381     | 0.333     | 0.416               |
| 10 a 25 Has   | 0.219      | 0.245       | 0.293      | 0.286     | 0.267     | 0.262               |
| 5 a 10 Has    | 0.146      | 0.122       | 0.146      | 0.190     | 0.200     | 0.161               |
| 2 a 5 Has     | 0.109      | 0.082       | 0.073      | 0.095     | 0.133     | 0.099               |
| < a 2 Has     | 0.088      | 0.061       | 0.049      | 0.048     | 0.067     | 0.062               |
|               | 1.000      | 1.000       | 1.000      | 1.000     | 1.000     | 1.000               |

## 4.4.4. Ponderación de los descriptores para los parámetros de fragilidad ambiental. Parámetro: Alterasen del suelo.

Tabla N° 93.

## Matriz de comparación de pares.

| ALTERACIÓN DEL SUELO | Severa | Grave | Moderada | Leve  | Normal |
|----------------------|--------|-------|----------|-------|--------|
| Severa               | 1.00   | 3.00  | 5.00     | 7.00  | 9.00   |
| Grave                | 0.33   | 1.00  | 3.00     | 5.00  | 7.00   |
| Moderada             | 0.20   | 0.33  | 1.00     | 3.00  | 5.00   |
| Leve                 | 0.14   | 0.20  | 0.33     | 1.00  | 2.00   |
| Normal               | 0.11   | 0.14  | 0.20     | 0.50  | 1.00   |
| SUMA                 | 1.79   | 4.68  | 9.53     | 16.50 | 24.00  |
| 1/SUMA               | 0.56   | 0.21  | 0.10     | 0.06  | 0.04   |

Tabla N°94.

## Matriz de normalización.

| ALTERACIÓN DEL SUELO | Severa | Grave | Moderada | Leve  | Normal | Vector Priorización |
|----------------------|--------|-------|----------|-------|--------|---------------------|
| Severa               | 0.560  | 0.642 | 0.524    | 0.424 | 0.375  | 0.505               |
| Grave                | 0.187  | 0.214 | 0.315    | 0.303 | 0.292  | 0.262               |
| Moderada             | 0.112  | 0.071 | 0.105    | 0.182 | 0.208  | 0.136               |
| Leve                 | 0.080  | 0.043 | 0.035    | 0.061 | 0.083  | 0.060               |
| Normal               | 0.062  | 0.031 | 0.021    | 0.030 | 0.042  | 0.037               |
|                      | 1.000  | 1.000 | 1.000    | 1.000 | 1.000  | 1.000               |

Parámetro: flora.

Tabla N° 95.

Matriz de comparación de pares.

| FLORN     | Abundante | Alta | Moderada | Baja  | Escasa |
|-----------|-----------|------|----------|-------|--------|
| Abundante | 1.00      | 3.00 | 5.00     | 7.00  | 9.00   |
| Alta      | 0.33      | 1.00 | 3.00     | 5.00  | 7.00   |
| Moderada  | 0.20      | 0.33 | 1.00     | 3.00  | 5.00   |
| Baja      | 0.14      | 0.20 | 0.33     | 1.00  | 3.00   |
| Escasa    | 0.11      | 0.14 | 0.20     | 0.33  | 1.00   |
| SUMA      | 1.79      | 4.68 | 9.53     | 16.33 | 25.00  |
| 1/SUMA    | 0.56      | 0.21 | 0.10     | 0.06  | 0.04   |

Tabla N° 96.

Matriz de normalización.

| FLORA     | Abundante | Alta  | Moderada | Baja  | Escasa | Vector Priorización |
|-----------|-----------|-------|----------|-------|--------|---------------------|
| Abundante | 0.560     | 0.642 | 0.524    | 0.429 | 0.360  | 0.503               |
| Alta      | 0.187     | 0.214 | 0.315    | 0.306 | 0.280  | 0.260               |
| Moderada  | 0.112     | 0.071 | 0.105    | 0.184 | 0.200  | 0.134               |
| Baja      | 0.080     | 0.043 | 0.035    | 0.061 | 0.120  | 0.068               |
| Escasa    | 0.062     | 0.031 | 0.021    | 0.020 | 0.040  | 0.035               |
|           | 1.000     | 1.000 | 1.000    | 1.000 | 1.000  | 1.000               |

#### 4.4.5. Ponderación de los descriptores para los parámetros de resiliencia ambiental.

Parámetro: fauna.

Tabla N°97.

Matriz de comparación de pares.

| FAUNA     | Abundante | Alta | Moderada | Baja  | Escasa |
|-----------|-----------|------|----------|-------|--------|
| Abundante | 1.00      | 2.00 | 4.00     | 6.00  | 7.00   |
| Alta      | 0.50      | 1.00 | 2.00     | 4.00  | 6.00   |
| Moderada  | 0.25      | 0.50 | 1.00     | 2.00  | 4.00   |
| Baja      | 0.17      | 0.25 | 0.50     | 1.00  | 2.00   |
| Escasa    | 0.14      | 0.17 | 0.25     | 0.50  | 1.00   |
| SUMA      | 2.06      | 3.92 | 7.75     | 13.50 | 20.00  |
| 1/SUMA    | 0.49      | 0.26 | 0.13     | 0.07  | 0.05   |

Tabla N°98.

## Matriz de normalización.

| FAUNA     | Abundante | Alta  | Moderada | Baja  | Escasa | Vector Priorización |
|-----------|-----------|-------|----------|-------|--------|---------------------|
| Abundante | 0.486     | 0.511 | 0.516    | 0.444 | 0.350  | 0.461               |
| Alta      | 0.243     | 0.255 | 0.258    | 0.296 | 0.300  | 0.270               |
| Moderada  | 0.121     | 0.128 | 0.129    | 0.148 | 0.200  | 0.145               |
| Baja      | 0.081     | 0.064 | 0.065    | 0.074 | 0.100  | 0.077               |
| Escasa    | 0.069     | 0.043 | 0.032    | 0.037 | 0.050  | 0.046               |
|           | 1.000     | 1.000 | 1.000    | 1.000 | 1.000  | 1.000               |

## Parámetro: Capacidad de recuperación.

Tabla N°99. Matriz de comparación de pares.

| CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN | Muy baja | Baja | Mediana | Alta  | Muy alta |
|---------------------------|----------|------|---------|-------|----------|
| Muy baja                  | 1.00     | 3.00 | 5.00    | 7.00  | 9.00     |
| Baja                      | 0.33     | 1.00 | 3.00    | 5.00  | 7.00     |
| Mediana                   | 0.20     | 0.33 | 1.00    | 3.00  | 5.00     |
| Alta                      | 0.14     | 0.20 | 0.33    | 1.00  | 2.00     |
| Muy alta                  | 0.11     | 0.14 | 0.20    | 0.50  | 1.00     |
| SUMA                      | 1.79     | 4.68 | 9.53    | 16.50 | 24.00    |
| 1/SUMA                    | 0.56     | 0.21 | 0.10    | 0.06  | 0.04     |

Tabla 100.

## Matriz de normalización.

| CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN | Muy baja | Baja  | Mediana | Alta  | Muy alta | Vector Priorización |
|---------------------------|----------|-------|---------|-------|----------|---------------------|
| Muy baja                  | 0.560    | 0.642 | 0.524   | 0.424 | 0.375    | 0.505               |
| Baja                      | 0.187    | 0.214 | 0.315   | 0.303 | 0.292    | 0.262               |
| Mediana                   | 0.112    | 0.071 | 0.105   | 0.182 | 0.208    | 0.136               |
| Alta                      | 0.080    | 0.043 | 0.035   | 0.061 | 0.083    | 0.060               |
| Muy alta                  | 0.062    | 0.031 | 0.021   | 0.030 | 0.042    | 0.037               |
|                           | 1.000    | 1.000 | 1.000   | 1.000 | 1.000    | 1.000               |

**Parámetro: tiempo de recuperación.**

**Tabla N°101.**

**Matriz de comparación de pares.**

| TIEMPO DE RECUPERACIÓN | Pausada | Lenta | Gradual | Rápida | Acelerada |
|------------------------|---------|-------|---------|--------|-----------|
| Pausada                | 1.00    | 3.00  | 5.00    | 7.00   | 9.00      |
| Lenta                  | 0.33    | 1.00  | 3.00    | 5.00   | 7.00      |
| Gradual                | 0.20    | 0.33  | 1.00    | 3.00   | 5.00      |
| Rápida                 | 0.14    | 0.20  | 0.33    | 1.00   | 3.00      |
| Acelerada              | 0.11    | 0.14  | 0.20    | 0.33   | 1.00      |
| SUMA                   | 1.79    | 4.68  | 9.53    | 16.33  | 25.00     |
| 1/SUMA                 | 0.56    | 0.21  | 0.10    | 0.06   | 0.04      |

**Tabla N°102.**

**Matriz de normalización.**

| TIEMPO DE RECUPERACIÓN | Pausada | Lenta | Gradual | Rápida | Acelerada | Vector Priorización |
|------------------------|---------|-------|---------|--------|-----------|---------------------|
| Pausada                | 0.560   | 0.642 | 0.524   | 0.429  | 0.360     | 0.503               |
| Lenta                  | 0.187   | 0.214 | 0.315   | 0.306  | 0.280     | 0.260               |
| Gradual                | 0.112   | 0.071 | 0.105   | 0.184  | 0.200     | 0.134               |
| Rápida                 | 0.080   | 0.043 | 0.035   | 0.061  | 0.120     | 0.068               |
| Acelerada              | 0.062   | 0.031 | 0.021   | 0.020  | 0.040     | 0.035               |
|                        | 1.000   | 1.000 | 1.000   | 1.000  | 1.000     | 1.000               |

#### 4.5. NIVELES DE VULNERABILIDAD

Los niveles de vulnerabilidad, resultan del procesamiento de la información en formato SHP – GIS, de cada una de las dimensiones Física, Social y Ambiental, de las cuales se han dado como resultado los 04 niveles por defecto.

**Tabla N°103.**

**Niveles de Vulnerabilidad**

| NIVEL    | RANGOS |               |       |
|----------|--------|---------------|-------|
| MUY ALTO | 0.266  | $\leq V \leq$ | 0.449 |
| ALTO     | 0.151  | $\leq V <$    | 0.266 |
| MEDIO    | 0.083  | $\leq V <$    | 0.151 |
| BAJO     | 0.050  | $\leq V <$    | 0.083 |

  
 Ing. Valentin W. Huapimachi Cuspa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00918-2020-GENEPRODIFAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
 REG. CIP 97209

Tabla N° 104.

**Estratificación de la Vulnerabilidad por Sismo.**

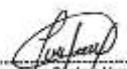
| DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RANGO                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <p>La ubicación de la infraestructura respecto a la zona de peligro con un sismo desencadenado por la liberación de energía de magnitud de 8.5 Mw generado por el proceso de reacomodo de la falla Pachatusan que está a menos de 10 m, del peligro y la fragilidad que puede tener el sistema estructural con el comportamiento sismorresistente ante un evento de sismo respecto al hipocentro menor a 30 km. con la resiliencia de no cumplimiento de la normativa sin leyes.</p> <p>En cuanto a la vulnerabilidad en la dimensión social en el caso de ser Muy alta, en la parte de exposición se tiene que el Número de trabajadores, sigue la Fragilidad que considera con la implementación de la brigada con cronograma de capacitaciones, para la Resiliencia se toma el Tipo de del trabajador.</p> <p>En lo que respecta a la vulnerabilidad en la dimensión económico en el caso de ser Muy alta como exposición económica está considerada el Tipo de señalización en el funcionamiento de áreas como secciones de lodo, gas, líquidos se considera las señales de Prohibición, sigue la Fragilidad de fondo de reserva de contingencia con 0 % de reserva.</p> | <p><b>MUY ALTA</b><br/> <math>0.266 \leq V &lt; 0.449</math></p> |
| <p>En relación a la vulnerabilidad en la dimensión física en el caso de ser Alta en el caso de la Exposición se considera el parámetro de Ubicación de la infraestructura respecto al peligro que está entre 10 a 20 metros de distancia del peligro, seguido de la Fragilidad que considera parámetros La existencia y estado del sistema estructural de la infraestructura, La Resiliencia considera el cumplimiento de la normativa.</p> <p>En cuanto a la vulnerabilidad en la dimensión social en el caso de ser Alta, en la parte de exposición La ubicación de la infraestructura respecto a la zona de peligro a menos de 20 m de distancia, sigue la Fragilidad que considera al sistema estructural, para la Resiliencia se toma el cumplimiento de la normativa deficiente cumplidas.</p> <p>En lo que respecta a la vulnerabilidad en la dimensión económico en el caso de ser Alta como exposición económica está considerada el Tipo de señalización para la evacuación de personas, se considera las señales de Advertencia, sigue la Fragilidad con el fondo de contingencia de 25% de fondo de contingencia.</p>                                            | <p><b>ALTA</b><br/> <math>0.151 \leq V &lt; 0.266</math></p>     |
| <p>En relación a la vulnerabilidad en la dimensión Física en el caso de ser Media en el caso de la Exposición se considera el parámetro de Ubicación de la infraestructura respecto al peligro que está de 20 a 100 metros de distancia del peligro, seguido de la Fragilidad que considera el parámetro La existencia y estado de la infraestructura respecto al sistema estructural de la infraestructura, La Resiliencia considera el Estado de conservación de la infraestructura, de Regular.</p> <p>En cuanto a la vulnerabilidad en la dimensión social en el caso de ser Media, en la parte de exposición se tiene personal expuesto al peligro, para la Resiliencia se toma la implementación del sistema de alerta temprana.</p> <p>En lo que respecta a la vulnerabilidad en la dimensión económico en el caso de ser Media como la dimensión económica en la fragilidad la implementación de la señalización respecto a la geotectónica., sigue la Fragilidad con el fonde de reserva y contingencia.</p>                                                                                                                                                        | <p><b>MEDIA</b><br/> <math>0.083 \leq V &lt; 0.151</math></p>    |

En relación a la vulnerabilidad e la dimensión física en el caso de la exposición ubicación de la estructura más de 100 m de distancia a la zona de peligro. En cuanto a la resiliencia el cumplimiento de la normativa estrictamente cumplidas se considera el sistema estructural respecto al peligro que está a más de 100 metros de distancia del peligro, seguido de la Fragilidad social con la implementación de la brigada de seguridad en la dimensión social de la fragilidad la implementación del SAT, y la resiliencia con la implementación de brigada con cronograma de capacitación periódico, En cuanto a la vulnerabilidad en la dimensión social en el caso de ser Baja,

En lo que respecta a la vulnerabilidad en la dimensión económico en el caso de ser Baja como exposición económico cola implementación con la señalización respecto al peligro con el fondo de reserva de 100%

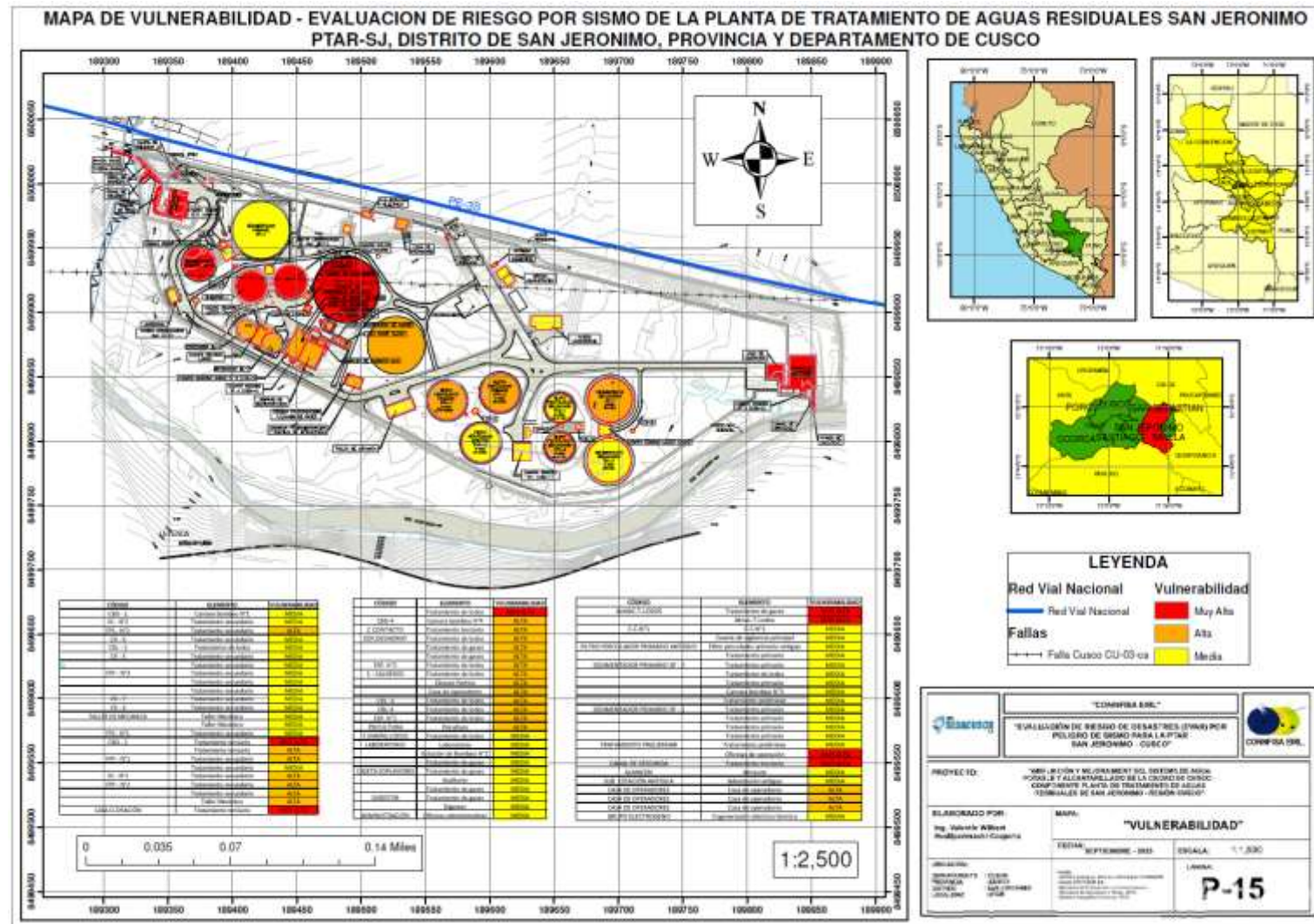
**BAJA**  
 $0.050 \leq V < 0.083$

  
 Ing. Valentin W. Hualpamachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000118-2020-GENEPRODINAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huertman  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODINAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODINAT  
 REG. CIP 97209

Figura N°45 Mapa de Vulnerabilidad por Sismo (Infraestructura)



Ing. Valente W. Huallpañamachi Ccapcha  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2023-CEPREM/INPAT  
 REG. CIP 82954

Ing. Jorge Cordova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.N. N° 0014-2023-CEPREM/INPAT  
 REG. CIP 12088

Ing. Santos Quispel Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.N. N° 00134-2023-CEPREM/INPAT  
 REG. CIP 97203



## EVAR

**"ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGO POR SISMO DE LA  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN  
JERONIMO PTAR-SJ, DISTRITO DE SAN JERONIMO – PROVINCIA  
Y DEPARTAMENTO DE CUSCO"**

# CAP.05



## CALCULO DE RIESGO

  
Ing. Valentin W. Huallpaimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2023-CEPREVOT/MT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVOT/MT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVOT/MT  
REG. CIP 97209

## CAPITULO V

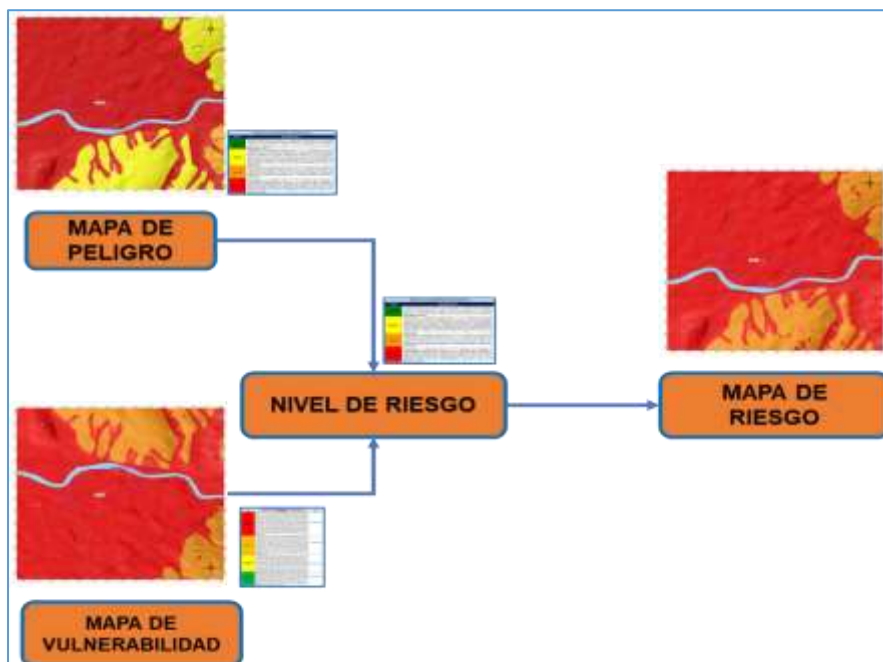
## 5.1. CALCULO DEL RIESGO

Una vez identificados y analizados los peligros a los que están expuestos el PTAR SJ, mediante el nivel de susceptibilidad ante sismo y la estimación de los respectivos parámetros de evaluación de los peligros por sismo e identificado la exposición ante el peligro y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad en sus componentes de exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio (PTAR SJ.)

## 5.2. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DEL RIESGO

Para determinar el cálculo del riesgo, se utiliza el siguiente procedimiento:

**Figura N°46. Flujograma para estimar los niveles del riesgo**



**Fuente:** Elaboración Equipo EVAR

### 5.3. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGOS

#### 5.3.1 Niveles del riesgo

Los niveles de riesgo por sismo en el área del PTAR SJ: Recuperación del servicio del PTAR SJ. de los sectores del área de Lodo, Área de Gas, Área de Líquidos, del distrito de San Jerónimo – provincia de Cusco - departamento de Cusco”, se detallan a continuación:

**Tabla N°105.**

#### Nivel del riesgo

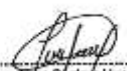
| Nivel del Riesgo |                        |
|------------------|------------------------|
| Nivel del Riesgo | Rango                  |
| Riesgo Muy alto  | $0.076 \leq R < 0.228$ |
| Riesgo Alto      | $0.020 \leq R < 0.076$ |
| Riesgo Medio     | $0.004 \leq R < 0.020$ |
| Riesgo Bajo      | $0.002 \leq R < 0.004$ |

**Fuente:** Elaboración Equipo EVAR

#### 5.3.2 Matriz del riesgo por Sismo

La matriz de riesgo por sismo en los sectores del Área del PTAR SJ. La recuperación del servicio de PTAR SJ, del distrito de San Jerónimo – provincia de Cusco - departamento de Cusco”, es el siguiente:

  
 Ing. Valentin W. Hualpaimachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000118-2020-GENEPROVIDEAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00104-2020-GENEPROVIDEAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIDEAT  
 REG. CIP 97209

Tabla N°106.

## Matriz del riesgo

| Matriz del Riesgo |          |       |                |       |       |          |
|-------------------|----------|-------|----------------|-------|-------|----------|
| Peligrosidad      | Muy alto | 0.475 | 0.034          | 0.067 | 0.126 | 0.228    |
|                   | Alto     | 0.288 | 0.020          | 0.041 | 0.076 | 0.138    |
|                   | Medio    | 0.138 | 0.010          | 0.020 | 0.037 | 0.066    |
|                   | Bajo     | 0.062 | 0.004          | 0.009 | 0.017 | 0.030    |
|                   |          |       | 0.071          | 0.141 | 0.265 | 0.480    |
|                   |          |       | Bajo           | Medio | Alto  | Muy alto |
|                   |          |       | Vulnerabilidad |       |       |          |

## 5.3.3 Estratificación del riesgo

Tabla N°107.

## Estratificación del Riesgo por Sismo.

| DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | RANGO                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <p>Caracterizado por sismo de gran magnitud entre (8.1 a 9 Mw), Intensidad VIII o más, con una pendiente mayor de 30°, con unidad geológica de depósitos aluviales y fluviales y unidad geomorfológica de cauce del río. En relación a la vulnerabilidad en la dimensión económica en el caso de ser Muy alta en el caso de la Exposición se considera el parámetros de Ubicación de la infraestructura respecto al peligro con un sismo desencadenado por la liberación de energía de magnitud de 8.5 Mw generado por el proceso de reacomodo de la falla Pachatusan que está a menos de 10 m, del peligro, seguido de la Fragilidad que considera dos parámetros La existencia y estado de la infraestructura de Muy malo y Material predominante de la infraestructura, dos parámetros Existencia y estado de la infraestructura con Material predominante de la infraestructura es de concreto, La Resiliencia considera el Estado de conservación de la infraestructura, de Muy malo.</p> <p>En cuanto a la vulnerabilidad en la dimensión social en el caso de ser Muy alta, en la parte de exposición se tiene que el Número de visitantes mensual al parque arqueológico, es mayor a 5201 turistas, sigue la Fragilidad que considera el Grupo etareo de 0 a 5 años y mayores a 66 años, para la Resiliencia se toma el Tipo de visitante a los Nacionales no pagantes.</p> <p>En lo que respecta a la vulnerabilidad en la dimensión ambiental en el caso de ser Muy alta como exposición ambiental está considerada el Tipo de señalización para el tránsito de los turistas, se considera las señales de Prohibición, sigue la Fragilidad con Cercanía de puntos de acopio de residuos sólidos con distancia Mayor a 50 metros.</p> | <p><b>MUY ALTA</b><br/> <b><math>0.070 \leq R &lt; 0.215</math></b></p> |

Sismo de magnitud (6.1 a 8.0 Mw), Intensidad VIII, con una pendiente mayor entre 20° a 30°, con unidad geológica de depósitos fluvial y depósitos aluviales, con unidad geomorfológica de cauce del río. En relación a la vulnerabilidad en la dimensión económica en el caso de ser Alta en el caso de la Exposición se considera el parámetro de Ubicación de la infraestructura respecto al peligro que está entre 5 a 20 metros de distancia del peligro, seguido de la Fragilidad que considera dos parámetros La existencia y estado de la infraestructura de Malo y Material predominante de la infraestructura de concreto, La Resiliencia considera el Estado de conservación de la infraestructura, de Malo. En cuanto a la vulnerabilidad en la dimensión social en el caso de ser Alta, en la parte de exposición se tiene que el Número de visitantes mensual al PTAR S.J., sigue la Fragilidad que considera el Grupo etareo de 55 a 65 años, para la Resiliencia se toma el Tipo de visitante al PTAR S.J.

En lo que respecta a la vulnerabilidad en la dimensión ambiental en el caso de ser Alta como exposición ambiental está considerada el Tipo de señalización para el tránsito, se considera las señales de Advertencia, sigue la Fragilidad con la Cercanía de puntos de acopio de residuos sólidos con distancia entre 30 a 50 metros.

**ALTA**  
 **$0.021 \leq R < 0.070$**

Sismo de magnitud (5.1 a 6.0 Mw), Intensidad VII, con una pendiente mayor a 10° a 20°, con unidad geológica Formación Huancané y Grupo Mitú con unidad geomorfológica de montaña en roca sedimentaria y volcánica.

En relación a la vulnerabilidad en la dimensión económica en el caso de ser Media en el caso de la Exposición se considera el parámetro de Ubicación de la infraestructura respecto al peligro que está de 20 a 50 metros de distancia del peligro, seguido de la Fragilidad que considera dos parámetros La existencia y estado de la infraestructura de Regular y Material predominante de la infraestructura de concreto, La Resiliencia considera el Estado de conservación de la infraestructura, de Regular. En cuanto a la vulnerabilidad en la dimensión social en el caso de ser Media, en la parte de exposición se tiene que el Número de trabajadores mensual del PTAR S.J. es entre 25-35, sigue la Fragilidad que considera el Grupo etareo de 25 a 45 años, para la Resiliencia se toma el Tipo de visitante a otros visitantes al PTAR S.J.

En lo que respecta a la vulnerabilidad en la dimensión ambiental en el caso de ser Media como exposición ambiental está considerada el Tipo de señalización se considera las de Regulación y Localización para el tránsito de los turistas, sigue la Fragilidad con la Cercanía de puntos de acopio de residuos sólidos con distancia entre 5 a 15 metros.

**MEDIA**  
 **$0.006 \leq R < 0.021$**

  
Ing. Valentin W. Hualpamachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00918-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 97209

Sismo de magnitud entre (4.1 a 5.0 Mw), Intensidad V, con una pendiente mayor a 0° a 5°, con unidad geológica de secuencia de la formación Ausangate, con unidad geomorfológica de colina en roca sedimentaria.

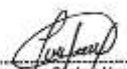
En relación a la vulnerabilidad e la dimensión económica en el caso de ser Baja en el caso de la Exposición se considera el parámetro de Ubicación de la infraestructura respecto al peligro que está a más de 100 metros de distancia del peligro, seguido de la Fragilidad que considera dos parámetros La existencia y estado de la infraestructura de Bueno a Muy bueno y Material predominante de la infraestructura Otros, La Resiliencia considera el Estado de conservación de la infraestructura, de Bueno a Muy bueno..

En cuanto a la vulnerabilidad en la dimensión social en el caso de ser Baja, en la parte de exposición se tiene que el Número de trabajadores entre, es entre 0 a 40, sigue la Fragilidad que considera el Grupo etareo de 31 a 54 años, para la Resiliencia se toma el Tipo de visitante a visitantes al PTAR S.J.

En lo que respecta a la vulnerabilidad en la dimensión ambiental en el caso de ser Baja como exposición ambiental está considerada el Tipo de señalización se considera las Informativas para el tránsito de los visitantes, sigue la Fragilidad con la Cercanía de puntos de acopio de residuos sólidos con distancia Menos de 5 metros.

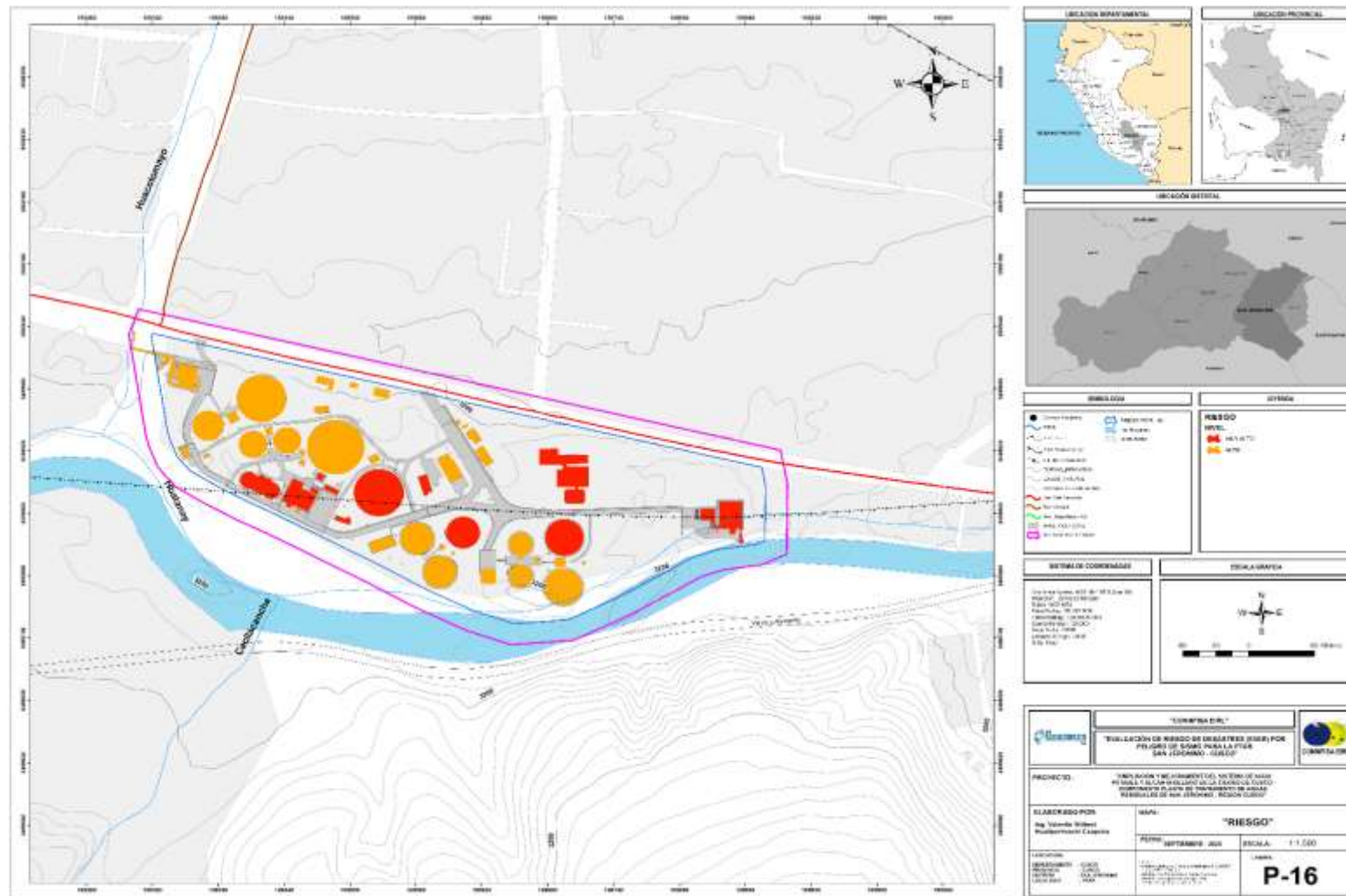
**BAJA**  
 **$0.002 \leq R < 0.006$**

  
Ing. Valentin W. Hualpaimachi Cusacha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2020-CEPREVIMAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVIMAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVIMAT  
REG. CIP 97209

Figura N° 47 Mapa de Riesgo por Sismo.



  
Ing. Valeria Wilson  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00018-2023-CEPREM/FAT  
REG. CIP 82954

  
Ing. Jorge Cordova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.N. N° 00134-2023-CEPREM/FAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Quispel Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.N. N° 00134-2023-CEPREM/FAT  
REG. CIP 97203

#### 5.4. CALCULO DE EFECTOS PROBABLE.

En este punto de la evaluación de riesgo, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área del PTAR SJ.: “Recuperación del servicio de la planta de tratamiento de aguas residuales, Área de Lodos, Área de gas, Área de sólidos y toda el área del PTAR SJ., distrito de San Jerónimo – provincia de Cusco - departamento de Cusco”, a consecuencia del impacto por el peligro de Sismo, desencadenado por la Magnitud.

Para la cuantificación de los efectos económicos por la ocurrencia de un evento Sísmico de gran magnitud es importante analizar la situación actual de las infraestructuras del PTAR SJ. Del distrito de San Jerónimo, con el objeto de definir los efectos y/o daños probables manifestados en el costo económico aproximado que Implica la afectación de los elementos expuestos.

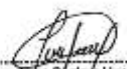
Para el siguiente cálculo se han identificado los sectores con infraestructura con fallas exteriores que se ubican en el área de líquidos, de los cuales, en su mayoría son infraestructura con material predominante de muros de concreto armado.

- **Daños Probable:** Es la probable destrucción total o parcial que sufrirían los activos físicos edificaciones, equipamiento, maquinaria y existencias (tanto de vienes finales como de vienes en proceso, materias primas, materiales y repuestos) así como los medios de transporte y almacenaje, perjuicios en las tierras de cultivo}, obras de riego, embalses, instalaciones férreas etc.
- **Perdidas probables:** Se refiere a los bienes y servicios que se dejarían de producir o de prestar a consecuencia de impactos del evento y puede prolongarse hasta su recuperación final.
- **Costo adicional probable:** Son los gastos que se requieren para a la producción de bienes y prestación de servicios a consecuencia del impacto de peligro.

##### 5.4.1. Cálculo de posibles pérdidas por sismo.

Para estimar el cálculo de los efectos probable se debe identificar los sectores y subsectores a evaluar; En este punto de la evaluación de riesgo, se estiman los efectos probables que podrían generarse en toda el área del PTAR SJ., distrito de San Jerónimo, a consecuencia del impacto del peligro por un sismo mayor a 7.9 Mw.

  
 Ing. Valentin W. Huapari Machi  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPROD/INAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/INAT  
 REG. CIP 97203

El monto total ascendería a **SI. 100,180,493.55** de los cuales **SI. 97,840,493.55** corresponde a los daños probables y **SI. 2,350,000.00**, corresponde a las pérdidas probables.

**Tabla N°108 Efectos probables a consecuencia de impacto de peligro**

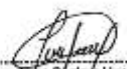
| <b>Efectos probables</b>               | <b>Cantidad</b> | <b>Costo Unitario s/.</b> | <b>Daños Probables</b> | <b>Perdidas probables</b> |
|----------------------------------------|-----------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| CÁMARAS CR1 Y CR2                      | 1               | 97,552.37                 | 97,552.37              |                           |
| SEDIMENTADOR PRIMARIO SP2              | 1               | 666,599.65                | 666,599.65             |                           |
| CONDUCCIÓN BP1 a TRATAM. PRELIMINAR    | 1               | 126,019.54                | 126,019.54             |                           |
| CONDUCCIONES LÍNEA AGUA EN SP2         | 1               | 10,579.26                 | 10,579.26              |                           |
| CÁMARA DE REJAS / DESARENADOR          | 1               | 722,452.07                | 722,452.07             |                           |
| LÍNEA DE RETORNO DE FLOTANTES, CBD3    | 1               | 42,489.69                 | 42,489.69              |                           |
| CONDUCCIÓN T. PRELIMINAR a T. PRIMARIO | 1               | 20,059.62                 | 20,059.62              |                           |
| SEDIMENTADOR PRIMARIO SP1              | 1               | 169,572.80                | 169,572.80             |                           |
| CONDUCCIONES LÍNEA AGUA EN SP1         | 1               | 10,579.26                 | 10,579.26              |                           |
| <b>SECCION 1</b>                       |                 | <b>1,865,904.26</b>       | <b>1,865,904.26</b>    |                           |
| FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO FP1         | 1               | 619,468.59                | 619,468.59             |                           |
| FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO FP2         | 1               | 619,468.59                | 619,468.59             |                           |
| FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO FP3         | 1               | 619,468.59                | 619,468.59             |                           |
| FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO FS1       | 1               | 622,588.03                | 622,588.03             |                           |
| FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO FS2       | 1               | 622,588.03                | 622,588.03             |                           |
| SEDIMENTADOR SECUNDARIO SS1            | 1               | 1,049,911.10              | 1,049,911.10           |                           |
| SEDIMENTADOR SECUNDARIO SS2            | 1               | 1,049,911.10              | 1,049,911.10           |                           |
| CÁMARA CR3                             | 1               | 111,529.92                | 111,529.92             |                           |
| CONDUCCIÓN LÍNEA AGUA CR2 a CR3        | 1               | 37,290.91                 | 37,290.91              |                           |
| CÁMARA DE BOMBEO CBD1                  | 1               | 187,924.60                | 187,924.60             |                           |
| CÁMARAS CR5 Y CR6                      | 1               | 43,086.26                 | 43,086.26              |                           |
| CONDUCCIÓN CR6 - C. CONTACTO CLORO     | 1               | 36,927.52                 | 36,927.52              |                           |
| CÁMARA CR4                             | 1               | 52,176.10                 | 52,176.10              |                           |
| LÍNEA AGUA FP-CR5-CR6                  | 1               | 46,603.70                 | 46,603.70              |                           |
| LÍNEA AGUA CR3-FP-CBD1-CR4             | 1               | 261,226.07                | 261,226.07             |                           |
| <b>SECCION 2</b>                       |                 | <b>5,980,169.11</b>       | <b>5,980,169.11</b>    |                           |
| DESINFECCIÓN                           | 1               | 511,877.88                | 511,877.88             |                           |
| CÁMARA DE BOMBEO CBD2                  | 1               | 16,814.17                 | 16,814.17              |                           |
| CANAL DE DESCARGA                      | 1               | 26,796.48                 | 26,796.48              |                           |
| LÍNEA IMPULSIÓN CBD2 AL CR3            | 1               | 62,401.78                 | 62,401.78              |                           |
| <b>SECCION 3</b>                       |                 | <b>617,890.31</b>         | <b>617,890.31</b>      |                           |
| EDIFICIO DESHIDRATACIÓN                | 1               | 184,831.99                | 184,831.99             |                           |
| ESPESADORES                            | 1               | 439,761.32                | 439,761.32             |                           |
| TANQUE ALMACENAMIENTO LODOS            | 1               | 158,906.61                | 158,906.61             |                           |
| CÁMARAS DE BOMBEO CBL3 y CBL4          | 1               | 140,254.57                | 140,254.57             |                           |
| IMPULSIÓN LODOS CBL3 y CBL4            | 1               | 8,868.22                  | 8,868.22               |                           |
| CÁMARA DE BOMBEO CBL1                  | 1               | 51,475.04                 | 51,475.04              |                           |

|                                           |   |                      |                      |  |
|-------------------------------------------|---|----------------------|----------------------|--|
| IMPULSIÓN DE LODOS PRIMARIOS              | 1 | 13,890.42            | 13,890.42            |  |
| LÍNEA LODOS DE SP2 A CBL1                 | 1 | 3,292.03             | 3,292.03             |  |
| CÁMARA DE BOMBEO CBL2 Y SUCCION           | 1 | 59,586.07            | 59,586.07            |  |
| RETORNO FLUJOS SECUNDARIOS                | 1 | 181,048.35           | 181,048.35           |  |
| LINEA LODOS SP1 A CBL1                    | 1 | 3,085.24             | 3,085.24             |  |
| <b>SECCIÓN 4</b>                          |   | <b>1,244,999.86</b>  | <b>1,244,999.86</b>  |  |
| PLANTA DIGESTOR BIOLÓGICO DE 16,000 M3    | 1 | 63,585,230.00        | 63,585,230.00        |  |
| PLANTA DE COGENERACIÓN D ENERGÍA          | 1 | 40,579.37            | 40,579.37            |  |
| CASETA DE COGENERADOR                     | 1 | 388,260.35           | 388,260.35           |  |
| OBRAS COMPLEMENTARIAS.                    | 1 | 49,926.55            | 49,926.55            |  |
| SISTEMAS DE DRENAJE                       | 1 | 40,392.96            | 40,392.96            |  |
| DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y DE PROCESO | 1 | 21,361.17            | 21,361.17            |  |
| COMPLEMENTACIÓN DE DEFENSA RIBEREÑA       | 1 | 29,400.00            | 29,400.00            |  |
| CERCO PERIMETRAL                          | 1 | 55,291.40            | 55,291.40            |  |
| LABORATORIO DE AGUAS                      | 1 | 253,578.95           | 253,578.95           |  |
| TALLER ELECTROMECÁNICO                    | 1 | 509,118.61           | 509,118.61           |  |
| CUARTO DE GRUPO ELECTRÓGENO               | 1 | 1,300,360.00         | 1,300,360.00         |  |
| REHABILITACIÓN DE EDIFICIO DE OFICINAS    | 1 | 937,107.54           | 937,107.54           |  |
| VÍAS INTERNAS                             | 1 | 157,300.00           | 157,300.00           |  |
| <b>SECCIÓN 5</b>                          |   | <b>67,367,906.90</b> | <b>67,367,906.90</b> |  |
| CERCO PERIMETRAL                          | 1 | 203,070.13           | 203,070.13           |  |
| TALLER DE MECÁNICA                        | 1 | 40,579.37            | 40,579.37            |  |
| DEFENSA RIBEREÑA                          | 1 | 388,260.35           | 388,260.35           |  |
| EDIFICIO ADMINISTRACIÓN                   | 1 | 40,089.55            | 40,089.55            |  |
| LABORATORIO                               | 1 | 49,926.55            | 49,926.55            |  |
| CASETAS DE VIGILANCIA                     | 1 | 40,392.96            | 40,392.96            |  |
| CASA OPERADORES                           | 1 | 21,361.17            | 21,361.17            |  |
| SUBESTACIÓN ELÉCTRICA                     | 1 | 29,400.00            | 29,400.00            |  |
| GRUPO ELECTRÓGENO                         | 1 | 55,291.40            | 55,291.40            |  |
| REDES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS            | 1 | 253,578.95           | 253,578.95           |  |
| INSTALACIÓN EQUIPOS LABORATORIO           | 1 | 509,118.61           | 509,118.61           |  |
| INST. EQUIPOS CONTROL Y AUTOMATIZ.        | 1 | 1,300,360.00         | 1,300,360.00         |  |
| VÍAS Y SENDEROS                           | 1 | 937,107.54           | 937,107.54           |  |
| PAISAJISMO                                | 1 | 157,300.00           | 157,300.00           |  |
| INSTALACIÓN EQUIPOS DESARENADOR           | 1 | 954,175.00           | 954,175.00           |  |
| INSTALACIÓN MEDIO MODULAR EN FP1          | 1 | 1,219,181.12         | 1,219,181.12         |  |
| INSTALACIÓN EQUIPOS EN FP1                | 1 | 545,508.64           | 545,508.64           |  |
| INSTALACIÓN MEDIO MODULAR EN FP2          | 1 | 1,219,181.12         | 1,219,181.12         |  |
| INSTALACIÓN EQUIPOS EN FP2                | 1 | 545,508.64           | 545,508.64           |  |
| INSTALACIÓN MEDIO MODULAR EN FP3          | 1 | 1,219,181.12         | 1,219,181.12         |  |
| INSTALACIÓN EQUIPOS EN FP3                | 1 | 545,508.64           | 545,508.64           |  |
| INSTALACIÓN MEDIO MODULAR EN FS1          | 1 | 1,082,611.26         | 1,082,611.26         |  |
| INSTALACIÓN EQUIPOS EN FS1                | 1 | 553,882.00           | 553,882.00           |  |
| INSTALACIÓN MEDIO MODULAR EN FS2          | 1 | 1,082,611.26         | 1,082,611.26         |  |
| INSTALACIÓN EQUIPOS EN FS2                | 1 | 553,882.00           | 553,882.00           |  |
| INSTALACIÓN EQUIPOS EN SS1                | 1 | 729,136.67           | 729,136.67           |  |
| INSTALACIÓN EQUIPOS EN SS2                | 1 | 729,136.67           | 729,136.67           |  |
| INSTALACIÓN EQUIPOS SED. PRIMARIO 1       | 1 | 1,128,474.44         | 1,128,474.44         |  |

|                                                |   |                      |                      |                       |
|------------------------------------------------|---|----------------------|----------------------|-----------------------|
| GENERADOR ELECTRICO                            | 1 | 17,500.00            | 7,500.00             |                       |
| PLAN DE MANEJO AMBIENTAL                       | 1 | 358,729.00           | 358,729.00           |                       |
| <b>SECCION 6</b>                               |   | <b>16,510,044.16</b> | <b>16,500,044.16</b> |                       |
| <b>ARRANQUE PTAR</b>                           | 1 | 4,000,000.00         | 4,000,000.00         |                       |
| <b>SECCION 7</b>                               | 1 | <b>4,000,000.00</b>  | <b>4,000,000.00</b>  |                       |
| <b>SUB TOTAL</b>                               |   | <b>97,840,493.55</b> | <b>97,830,493.55</b> |                       |
| COSTO DE ADQUISISCO DE CARPAS                  |   |                      |                      | 100,000.00            |
| COSTOS DE ADQUISICION DE MODULOS PARA OFICINAS |   |                      |                      | 1,750,000.00          |
| ATENCIOND EMERGENCIAS                          |   |                      |                      | 500,000.00            |
|                                                |   |                      |                      | <b>2,350,000.00</b>   |
| <b>TOTAL</b>                                   |   |                      |                      | <b>100,180,493.55</b> |

Fuente: expediente técnico 2010 y modificado 2012

  
 Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2023-CENEPREVIDAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huertani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CENEPREVIDA  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-CENEPREVIDA  
 REG. CIP 97209



**EVAR**

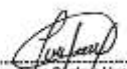
**"ESTUDIO DE EVALUACION DE RIESGO POR SISMO DE LA  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN  
JERONIMO PTAR-SJ, DISTRITO DE SAN JERONIMO – PROVINCIA  
Y DEPARTAMENTO DE CUSCO"**

# **CAP.06**



## **CONTROL DE RIESGO**

  
Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2023-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Quispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
REG. CIP 97209

## CAPITULO VI

## 6. CONTROL DEL RIESGO

## 6.1. EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS

**Tipo de Peligro:** Sismo.

**Elementos Expuestos:** Área de lodos, Área de líquidos, Área de gas, otras infraestructuras

**a) Valoración de consecuencias:** ALTA

Tabla N°109.

**Valoración de consecuencias**

| Valor | Nivel    | Descripción                                                                                                 |
|-------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4     | Muy Alta | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.                               |
| 3     | Alta     | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.        |
| 2     | Media    | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con recursos disponibles. |
| 1     | Baja     | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.           |

Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionados con apoyo externo; es decir posee nivel 3 – Alta.

**b) Valoración de frecuencia:** ALTA

Tabla N° 110.

**Valoración de la frecuencia de ocurrencia**

| Valor | Nivel    | Descripción                                                                       |
|-------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 4     | Muy Alta | Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias                                 |
| 3     | Alta     | Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias. |
| 2     | Media    | Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.              |
| 1     | Baja     | Puede ocurrir en circunstancias excepcionales                                     |

Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento por sismo, puede ocurrir en periodos medianamente largos según las circunstancias; posee el nivel 3 - Alta.

**c) Nivel de consecuencia y daños: ALTA**

El nivel Alto se obtiene de la intersección de la Consecuencia Alta y frecuencia Alta.

**Tabla N°111.**

**Nivel de consecuencia y daños**

| NIVEL DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS |            |                               |       |          |          |
|--------------------------------|------------|-------------------------------|-------|----------|----------|
| Consecuencias                  | Nivel      | Zona de Consecuencias y daños |       |          |          |
| Muy Alta                       | 4          | Alta                          | Alta  | Muy Alta | Muy Alta |
| Alta                           | 3          | Media                         | Alta  | Alta     | Muy Alta |
| Media                          | 2          | Media                         | Media | Alta     | Alta     |
| Baja                           | 1          | Baja                          | Media | Media    | Alta     |
|                                | Nivel      | 1                             | 2     | 3        | 4        |
|                                | Frecuencia | Baja                          | Media | Alta     | Muy Alta |

Fuente: CENEPRED

De lo anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de nivel 3 – Alta.

**b) Aceptabilidad y/o Tolerancia:**

INACEPTABLE

Al obtener el nivel de consecuencia y daño Alto, observamos en el siguiente cuadro que la aceptabilidad y/o tolerancia es INACEPTABLE.

El área de estudio se encuentra en una zona de vulnerabilidad Alta, relacionado a la ocurrencia de fenómenos como sismos, influenciado de sobremanera por la magnitud, que podrían modificar el comportamiento y estabilidad del suelo.

**Tabla N°112.**

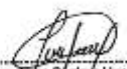
**Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia**

| Valor | Nivel       | Descripción                                                                                                     |
|-------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4     | Inaceptable | Se debe aplicar inmediatamente medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos. |
| 3     | Inaceptable | Se debe desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.                            |
| 2     | Tolerable   | Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.                                                     |
| 1     | Aceptable   | El riesgo no presenta un peligro significativo                                                                  |

Fuente: CENEPRED

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por flujo de detritos es de nivel 3 - Inaceptable

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Caspacha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00918-2020-CENEPRED/AT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/AT  
REG. CIP 12008E

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/AT  
REG. CIP 97209

La matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo se indica a continuación:

**Tabla N°113.**

**Matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia**

|                    |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Riesgo Inaceptable | Riesgo Inaceptable | Riesgo Inaceptable | Riesgo Inaceptable |
| Riesgo Tolerable   | Riesgo Inaceptable | Riesgo Inaceptable | Riesgo Inaceptable |
| Riesgo Tolerable   | Riesgo Tolerable   | Riesgo Inaceptable | Riesgo Inaceptable |
| Riesgo Tolerable   | Riesgo Tolerable   | Riesgo Inaceptable | Riesgo Inaceptable |

Fuente: CENEPRED.

**e) Prioridad de Intervención**

**Tabla N° 114**

**Prioridad de Intervención**

| Valor | Descripción | Nivel de priorización |
|-------|-------------|-----------------------|
| 4     | Inaceptable | I                     |
| 3     | Inaceptable | II                    |
| 2     | Tolerable   | III                   |
| 1     | Aceptable   | IV                    |

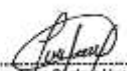
Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es **II, Inaceptable**, del cual constituye que se deben desarrollar ACTIVIDADES para el manejo de riesgos.

**6.2. MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL**

La autoridad competente tomará en consideración el presente informe de evaluación de riesgo en la aplicación de las medidas correctivas para la reducción y prevención del riesgo frente a sismos de orden estructural dentro de las que se consideran las siguientes:

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 00918-2023-CENEPRED/AT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/2  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/2  
REG. CIP 97203

- Implementación de un muro de contención con inclinación contra el talud ubicado en el talud norte del complejo de la planta de tratamiento de residuos (PETAR).
- El muro debe considerar una cimentación de no menos de 3 m, con intradós escalonado y con un sistema de drenaje suficiente para evacuar las aguas meteóricas y subterráneas del talud.
- Implementación de disipadores de energía sísmica temporales básicos de material granular controlado dispuestos en áreas no previstas para la construcción.
- Los disipadores antes mencionados deben considerar un área mínima de 30 m<sup>2</sup>, con una profundidad de relleno mínima de 2.5 m y un sistema de drenaje especializado.

### 6.3. MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

La autoridad competente tomará en consideración las siguientes medidas de orden no estructural dentro de la aplicación de las medidas correctivas para la reducción del riesgo frente a sismos dentro de las que se consideran las siguientes:

- Generar los espacios adecuados para que se lleve a cabo la transversalización de la Gestión del Riesgo en los diferentes niveles de gobierno y sus ámbitos de trabajo específicos en base a implementar medidas dentro de la gestión prospectiva y correctiva del riesgo.
- Desarrollo de instrumentos estratégicos para la gestión del riesgo de desastre en el PTAR SJ.
- Desarrollo de campañas comunicacionales para la Gestión del Riesgo de Desastres que incluyan el Sistema de Alerta Temprana frente a sismos en el PTAR SJ.
- Realizar con las capacitaciones constantes a las brigadas y grupos voluntarios para la atención frente a emergencias y desastres.
- Realizar las inspecciones de seguridad constantes por ingenieros especializados en la materia; en las infraestructuras del PTAR SJ. Que disminuyan el riesgo de colapso en el área del PTAR SJ., a consecuencias de un sismo de gran magnitud.
- Incluir en el plan de desarrollo del PTAR SJ. y planificación territorial según las competencias para su aplicación y el nivel de gobierno que corresponda.
- de evacuación y zonas seguras ante sismos.

  
 Ing. Valentin W. Huapimachi Cuspa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 000114-2020-GENEPRODIRAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIRAT  
 REG. CIP 97209

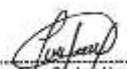
- Se recomienda el mantenimiento general de todos los componentes de la planta de tratamiento del agua residual – PTAR de San Jerónimo.

#### 6.4. CONCLUSIONES:

De lo expuesto en el presente informe para la determinación del riesgo por SISMO, se pudo determinar el nivel de peligro, vulnerabilidad y riesgo, así como se identifica la aceptabilidad y tolerancia del riesgo y el cálculo de los efectos probables, como podemos apreciar a continuación:

1. La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo “PTAR-SJ”, se encuentra ubicado dentro de la jurisdicción del distrito de San Jerónimo, provincia y departamento de Cusco, emplazado en el fondo del valle del río Huatanay, a 3,190 msnm.
2. Se identificó un nivel de PELIGRO ALTO en función a un sismo, para las áreas de influencia en orden de prioridad Tanques digestores y Casa de cloración, en el tratamiento secundario y desinfección y en los espesadores de lodos que se encuentran próximos a la falla Cusco descritas.
3. Se ha identificado que existen dos estructuras con nivel de PELIGRO ALTO que por su contenido debe ser considerados como de priorización, en caso de movimiento sísmico, detallados en la figura 45 y estos son:
  - Tanques digestores
  - Casa de cloración
4. Se ha determinado VULNERABILIDAD ALTA, para las áreas de influencia en orden de importancia, para los sectores de Tanques digestores y Casa de cloración, en el tratamiento secundario y desinfección y en los espesadores de lodos, seguido del área de influencia del sector de gases; tercero el área de líquidos todos dentro del PTAR S.J.
5. Se ha identificado que existen dos estructuras con nivel de VULNERABILIDAD ALTA que por su contenido debe ser considerados como de priorización, considerando el movimiento sísmico y la actual infraestructura y condiciones de capacitación detallados en la figura 45 y estos son:
  - Tanques digestores.
  - Casa de cloración.

  
 Ing. Valentin W. Huapimachi Cuspa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 12008

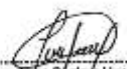
  
 Ing. Santos Guispe Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROVIMAT  
 REG. CIP 97209

6. Se concluye que la totalidad del RIESGO sísmico corresponde a un NIVEL ALTO, para las áreas de influencia en orden de prioridad, de los sectores de Tanques digestores y Casa de cloración, en el tratamiento secundario y desinfección y en los espesadores de lodos, seguido del área de influencia del sector del PTAR SJ. distrito de San Jerónimo.
7. Se ha identificado que existen dos estructuras con nivel de RIESGO ALTO que por su contenido debe ser considerados como de priorización, considerando el movimiento sísmico como peligro y de vulnerabilidad antes descritos en figura 45 y estos son:
  - Tanques digestores.
  - Casa de cloración.
8. Si bien no hay documentos públicos detallados sobre los protocolos de seguridad sísmica específicos para la planta de biogás de la PTAR San Jerónimo, la información disponible de SEDACUSCO S.A. y la práctica estándar en la industria sugieren varias medidas de seguridad.

## 6.5. RECOMENDACIONES

1. Automatizar el corte inmediato de los ductos de conexión frente a sismos en todos los sistemas de la planta de tratamiento de residuos (PETAR).
2. Monitoreo constante: La planta cuenta con un Sistema de Control y Adquisición de Datos (SCADA) que monitorea y controla digitalmente las operaciones, incluyendo la producción de biogás. Esto permite la detección temprana de anomalías, como una caída de presión o un aumento en las concentraciones de gas, que podrían indicar una fuga tras un sismo.
3. Gestión de riesgos ambientales: El plan de seguridad también debe considerar el riesgo de derrames de lodos o digestato. Se asume que existen medidas de contención para evitar la contaminación de suelos y fuentes de agua cercanas en caso de daño estructural.
4. Certificaciones y estándares: La planta ha recibido certificaciones de gestión de tratamiento de aguas residuales, lo que implica que su operación cumple con estándares de seguridad y calidad, incluyendo protocolos de emergencia.

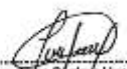
  
Ing. Valentin W. Huapimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2023-CEPREVOT/PTAR  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVOT/PTAR  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREVOT/PTAR  
REG. CIP 97209

5. Inversión en mejoras tecnológicas: SEDACUSCO S.A. ha invertido en mejoras tecnológicas para la planta. En 2017, por ejemplo, invirtió en equipos para mitigar olores, lo que demuestra un compromiso continuo con las mejoras operativas y la seguridad.
6. En resumen, la combinación de tecnología de monitoreo, sistemas automáticos de seguridad y el cumplimiento de estándares certificados sugieren que la PTAR San Jerónimo está preparada para gestionar los riesgos del biogás en un evento sísmico.
7. En Perú, las construcciones en zonas sísmicas, incluyendo las infraestructuras críticas como la PTAR San Jerónimo, se rigen por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Dentro de este reglamento, la norma más importante para el diseño sismorresistente es la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente.
8. Diseño antisísmico: La infraestructura fue diseñada y construida para soportar los movimientos telúricos de acuerdo con las normas de seguridad aplicables en la región.
9. Sistemas de detección de fugas: Se utilizan sensores electrónicos para monitorear constantemente la concentración de gas y detectar cualquier fuga potencial.
10. Inspecciones y mantenimiento: Se realizan inspecciones regulares para asegurar que todos los equipos, sellos y tuberías estén en óptimas condiciones. Después de un sismo, se inspecciona toda la planta para detectar posibles daños.
11. Capacitación del personal: El personal recibe entrenamiento específico para responder a emergencias, incluyendo protocolos para sismos, fugas de gas y derrames.
12. Aunque el biogás representa un riesgo real de explosión en caso de fugas, las plantas modernas incorporan tecnología avanzada de detección y mitigación de riesgos sísmicos para garantizar la seguridad. Los sistemas de cierre automático y la ingeniería resistente a sismos son cruciales en la protección de estas instalaciones en zonas de alta actividad sísmica.
13. Riesgos principales generados por un sismo en la PETAR:  
Fugas y explosiones: Un sismo puede dañar la infraestructura (tuberías, sellos, tanques), provocando fugas de biogás. El biogás, que contiene metano, es altamente inflamable y explosivo al mezclarse con el aire en ciertas concentraciones.

  
Ing. Valentin W. Hualpaimachi Caspacha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2020-CEPREV/INAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREV/INAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CEPREV/INAT  
REG. CIP 97209

Contaminación: El movimiento telúrico podría causar el derrame del digestato (el subproducto de la digestión), lo que afectaría el ecosistema local y las fuentes de agua si la contención fallara.

Colapso estructural: Los biodigestores y otros tanques de gran tamaño contienen grandes volúmenes de líquido y gas. Un diseño inadecuado o daños estructurales durante un sismo podrían llevar a un colapso.

14. Se recomienda la implementación de instrumentos técnicos – legales para la declaración de las zonas de riesgos por Sismo.
15. Se recomienda realizar prácticas y capacitaciones a la empresa SEDACUSCO S.A. considere en el marco de la GRD, con el apoyo de personal especializado frente al riesgo por sismos, detallando en ellos la identificación y señalización de las rutas de evacuación y zonas seguras, así como también poner en situación de resguardo a la población en condición de vulnerabilidad y priorizar su evacuación en estas prácticas, en miras de incrementar la resiliencia, con miras a afrontar el peligro sísmico de manera cooperativa y organizada.
16. Fortalecer las capacidades al personal del PTAR SJ. en materia de gestión prospectiva, correctiva y reactiva del riesgo de desastres.
17. Comprometer al personal del PTAR SJ en su propia seguridad, sensibilizándolos frente al riesgo de sismo, dándoles a conocer las medidas de prevención y reducción.
18. Tomar en cuenta la Zonificación Sísmica según la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones y las condiciones mecánicas y dinámicas de los suelos que se presenta en la zona de estudio correspondiente al PTAR SJ, seguir con asesoramiento continuo.
19. Como medida de prevención frente a sismos, identificar y colocar la señalética La colocación debe ser clara y visible, sin tapar los equipos que se quieren señalar. En general, las señales deben colocarse verticalmente encima de los equipos, salidas, salidas de emergencia o muy cercanas a ellas, de manera que no exista confusión en cuanto a su localización. De zonas seguras y de reunión en cada sector que involucre al PTAR SJ., así como elaborar los planos de evacuación e implementar la señal ética respectiva en las vías de evacuación de cada sector del PTAR SJ.

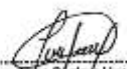
  
 Ing. Valentin W. Huapamachi Cospa  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 Res. Dir. N° 00018-2020-GENEPROD/PTAR  
 REG. CIP 82964

  
 Ing. Jorge Córdova Huamani  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/PTAR  
 REG. CIP 12008

  
 Ing. Santos Guispol Ccanta  
 EVALUADOR DE RIESGOS  
 R.J. N° 00134-2020-GENEPROD/PTAR  
 REG. CIP 97209

20. Realizar la señalización respectiva en la cámara de rejillas gruesas y finas, en el tratamiento primario 1 y 2, en el tratamiento secundario 1 y 2, en los espesadores de lodos 1 y 2, en el proceso terciario zona de cloración, en la planta de generación eléctrica y térmica y otros ambientes complementarios del PTAR SJ., zonas con riesgo como medida de prevención.
21. Se recomienda la realización de estudios específicos en caso se requiera la realización de obras y/o intervenciones como es el expediente complementario del PTAR SJ.
22. Se recomienda la reforestación con especies nativas, plantas xerófitas y/o endémicas en las partes del área verde del PTAR SJ. a los exteriores que colinda con el PTAR SJ.
23. Se recomienda emplear el presente informe de evaluación del riesgo originado por sismo, con la finalidad de prevenir y reducir el riesgo indicado, tomando en consideración las medidas estructurales y no estructurales de prevención y reducción del riesgo antes mencionados.
24. En el sector de la planta de generación eléctrica y térmica, donde se está ejecutando la planta complementaria para el sector de Collana, que está ubicado hacia la zona de cloración, se debe cercar por seguridad ante eventos sísmicos.
25. Realizar capacitaciones en temas de gestión de riesgos, a nivel del personal del PTAR Se recomienda implementar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) tal como se indica en las medidas no estructurales en el PTAR SJ.
26. Se debe realizar estudios geofísicos (Refracción sísmico, MASW 2D, Tomografía eléctrica, MAN para definir el plano de falla de los sistemas de la falla de Cusco que atraviesa por el PTAR SJ.
27. Se recomienda ejecutar simulacros y simulaciones para una adecuada preparación, de la administración de la planta de tratamiento del agua residual – PTAR San Jerónimo ante: Sismos de gran magnitud.
28. Se recomienda fortalecer las capacidades de administración de la planta de tratamiento del agua residual – PTAR San Jerónimo, en materia de sismos contemplando aspectos relacionados con el sistema de alerta temprana, rutas de evacuación.

  
Ing. Valentin W. Huapimachi Caspita  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 12008

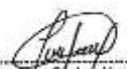
  
Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-GENEPRODIFAT  
REG. CIP 97209

**BIBLIOGRAFÍA:**

1. CENEPRED (2020). Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales versión 2.
2. INGEMMET Mapa geológico a escala 1: 50 000, del cuadrángulo de Cusco Sicuani (Hoja 29-p).
3. Municipalidad Distrital de San Jerónimo," Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del distrito de san Jerónimo al 2028". Año 2025.
4. Evaluación de Riesgo por Sismos en el Asentamiento Humano los Girasoles, Sector Pachacutec, Distrito de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao, Región Callao, 2018.  
[https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/14634\\_informe-de-evaluacion-de-riesgo-en-el-asentamiento-humano-los-girasoles-sector-pachacutec-distrito-de-ventanilla-provincia-constitucional-del-callao-r.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/14634_informe-de-evaluacion-de-riesgo-en-el-asentamiento-humano-los-girasoles-sector-pachacutec-distrito-de-ventanilla-provincia-constitucional-del-callao-r.pdf)
5. Manual para la Evaluación del Riesgo por Sismos, Lima: CENEPRED – Dirección de Gestión de Procesos, 2017.
6. Universidad Nacional de Ingeniería, Colegio de Ingenieros del Perú, Sismicidad y Registros Sísmicos en Cusco, Dr. Ing. Jorge E. Alva Hurtado.  
<https://www.jorgealvahurtado.com/files/Sismicidad%20y%20registros%20s%20C3%20ADsmicos%20en%20Cusco.pdf>
7. Instituto Nacional de Estadística e Informática; Censo Poblacional. Año 2017.
8. Imágenes satelitales disponibles en el Google Earth de diferentes años (hasta el 2023).
9. USGS (2012) United States Geological Survey's from <http://earthquake.usgs.gov/hazards/designmaps/pdfs/?code=NEHRP&edition=2009>.
10. SENAMHI, 1988. Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI, 2014, 14 pp.
11. Peligro Geológico en la Región Cusco, Boletín Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 74, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, INGEMMET, 2000.
12. Boletín N° 55, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Neotectónica y Peligro Sísmico en la Región Cusco, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Ministerio de Energía y Minas, 2013.



Ing. Valentin W. Hualpamachi Caspcha  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2023-CENEPRED/INAT  
REG. CIP 82964



Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/INAT  
REG. CIP 12008

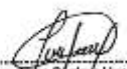


Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/INAT  
REG. CIP 97209

13. Estudio del Mapa de Peligros de la ciudad del Cusco, Proyecto Ciudades Sostenibles, Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo y el Instituto Nacional de Defensa Civil, PNUD-INDECI, 2004.
14. Estudio Geodinámico del Distrito de San Jerónimo, Cusco, Corporación Allin Puriy SAC, 2013.
15. Geología del Cuadrángulo de Cusco, Hoja 28-s, Boletín N° 138, Serie A, Carta Geológica Nacional, INGEMMET, Ministerio de Energía y Minas, 2011.
16. Manual de Evaluación de Riesgos V02 – CENEPRED, 2014.
17. Peligro Geológico en la Región Cusco, Boletín Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 74, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, INGEMMET, 2000.



Ing. Valentin W. Hualpaínachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2020-CENEPRED/MT  
REG. CIP 82964



Ing. Jorge Córdova Huamani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/DA  
REG. CIP 12008



Ing. Santos Guispe Ccanta  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPRED/DA  
REG. CIP 97209

## PANEL FOTOGRAFICO

  
Ing. Valentin W. Hualpaimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2023-CENEPREVIDEAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huertani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPREVIDEAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccarita  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPREVIDEAT  
REG. CIP 97209

## ANEXOS

  
Ing. Valentin W. Hualpaimachi Cospa  
EVALUADOR DE RIESGOS  
Res. Dir. N° 000118-2020-CENEPREVIDEAT  
REG. CIP 82964

  
Ing. Jorge Córdova Huertani  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPREVIDEAT  
REG. CIP 12008

  
Ing. Santos Guispe Ccarita  
EVALUADOR DE RIESGOS  
R.J. N° 00134-2020-CENEPREVIDEAT  
REG. CIP 97209