

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Determinación del Índice de Seguridad Hospitalaria en
Establecimientos de mediana y baja complejidad

Por:

Elmer Quehwarucho Troncoso

Lysbett Liliana Nina Maquera

Asesor:

Ing. Ferrer Canaza Rojas

Lima, diciembre del 2018

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Ing. Ferrer Canaza Rojas, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: "Determinación del índice de seguridad hospitalaria en establecimientos de mediana y baja complejidad" constituye la memoria que presentan los Bachilleres Elmer Quehwarucho Troncoso y Lysbett Liliana Nina Maquera para aspirar al título de Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad de los autores, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, a los 20 días, del mes de diciembre del 2018.


Ing. Ferrer Canaza Rojas

Determinación del índice de seguridad hospitalaria en
establecimientos de mediana y baja complejidad

TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Civil

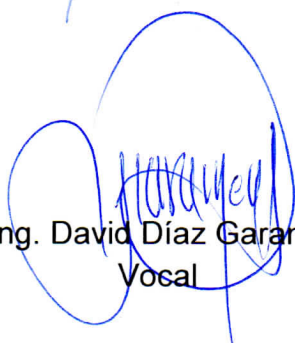
JURADO CALIFICADOR



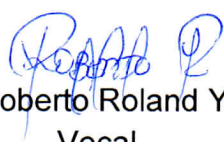
Ing. Gider Vela Vela
Presidente



Mg. Leonel Chahuares Paucar
Secretario



Ing. David Díaz Garamendi
Vocal



Ing. Roberto Roland Yoctún Ríos
Vocal



Ing. Ferrer Canaza Rojas
Asesor

Lima, 20 de diciembre de 2018

DEDICATORIA

Con mucho cariño:

A mi madre Justina y a la memoria de mi padre Juan, a ellos por su amor, sacrificio y apoyo incondicional.

A mi hermana Yadira, por su ejemplo de lucha y esfuerzo.

Elmer Quehvarucho Troncoso

A mis queridos padres Walter y Silveria, quienes con su enorme esfuerzo me apoyaron y motivaron a alcanzar mis metas.

A mi hermano Jhonatan por el apoyo incondicional.

Lysbett Liliana Nina Maquera

AGRADECIMIENTO

“El corazón del hombre traza su rumbo, pero sus pasos los dirige el señor” (Prov. 16:9).

Agradecemos a Dios porque siempre ha estado con nosotros, y nos ha esforzado, ayudado y sustentado durante todo este tiempo.

De manera muy especial a nuestro asesor de tesis, Ing. Ferrer Canaza Rojas, por habernos motivado, guiado y aconsejado, no solo en la elaboración de esta tesis, sino a lo largo de nuestra vida universitaria. Asimismo a los docentes de la Universidad Peruana Unión, por las enseñanzas y por despertar en nosotros los deseos de ser Ingenieros que marquen la diferencia.

A nuestros padres y familiares, por el apoyo y compañía durante la realización de esta tesis.

A nuestros amigos, por el apoyo y motivación, Jaime, Dennis y Alex. Y a todos aquellos que de alguna u otra manera formaron parte de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	xvii
RESUMEN.....	xix
CAPITULO I: EL PROBLEMA	21
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.2. OBJETIVOS.....	23
1.2.1. Objetivo General	23
1.2.2. Objetivos Específicos	23
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	23
CAPITULO II: MARCO TEORICO	25
2.1. ANTECEDENTES.....	25
2.2. ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	28
2.2.1. Categorización de Establecimientos de Salud	29
2.3. AMENAZAS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD SEGÚN UBICACIÓN GEOGRÁFICA	30
2.3.1. Amenazas Geológicas.	31
2.3.2. Amenazas Hidrometeorológicos	38
2.3.3. Fenómenos Sociales.....	41
2.3.4. Fenómenos Sanitario – Ecológico.....	42
2.3.5. Fenómenos Químico – Tecnológicos.....	43
2.4. AMENAZAS GEOTÉCNICAS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	45
2.4.2. Licuefacción.	45
2.4.3. Suelos Arcillosos	46
2.4.4. Talud Inestable.....	46
2.5. EL INDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA	46
2.5.1. Seguridad Estructural.....	48
2.5.2. Seguridad no Estructural.....	48
2.5.3. Seguridad Funcional.	48
2.5.4. Formularios de Evaluación.....	49

2.5.5.	Modelo Matemático	49
2.5.5.1.	Variables, Secciones y Componentes	50
2.5.5.2.	Ingreso de datos en el Modelo Matemático.....	53
CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION		55
3.1.	TIPO DE INVESTIGACION	55
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	55
3.3.	FORMULACION DE LA HIPOTESIS.....	55
3.3.1.	Hipótesis General.....	55
3.4.	IDENTIFICACION DE VARIABLES	55
3.5.	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	56
3.6.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	58
3.6.1.	Aspectos Ambientales del Lugar de Estudio	58
3.7.	METODOLOGIA.....	59
3.7.1.	Análisis y Evaluación de la Peligrosidad.....	60
3.7.1.1.	Peligro Sísmico.....	61
3.7.1.2.	Lluvias Torrenciales.....	75
3.7.2.	Análisis del Índice de Seguridad Hospitalaria.....	112
3.7.2.1.	Aplicación de Formularios de Evaluación.....	112
3.7.2.2.	Resumen Formulario N° 2	164
3.7.2.3.	Modelo Matemático.....	176
CAPITULO IV: PROPUESTA ARQUITECTÓNICA Y ESTRUCTURAL		178
4.1.	PROPUESTA ARQUITECTÓNICA.....	178
4.2.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	180
4.2.1.	Predimensionamiento de Elementos Estructurales.....	180
4.3.	ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO Y DINÁMICO	184
4.3.1.	Materiales.....	184
4.3.2.	Modelamiento de la Estructura.....	185
4.3.3.	Metrado de Cargas.....	189
4.3.4.	Cálculo del Peso Sísmico Efectivo según la NTE E.030-2016.....	190
4.3.5.	Cálculo del Cortante Estático en la Base.....	193
4.3.6.	Cálculo del Cortante Dinámico.....	197
4.4.	DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS DE PISO	200
4.5.	FUERZA CORTANTE MÍNIMA.....	206
CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		208
5.1.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD.....	208
5.1.1.	Resultado del Análisis del Peligro Sísmico Probabilístico	208
5.1.2.	Resultado del Estudio Hidrológico.....	212

5.2. RESULTADOS DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA	218
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	221
6.1. CONCLUSIONES	221
6.2. RECOMENDACIONES.....	223
REFERENCIAS	224
ANEXOS.....	227

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de atención	29
Tabla 2. Categoría de los establecimientos de salud.....	30
Tabla 3. Recomendaciones generales de intervención	54
Tabla 4. Punto de análisis del peligro sísmico	62
Tabla 5. Coordenadas geográficas de las fuentes de interface	66
Tabla 6. Coordenadas geográficas de las fuentes de intraplaca.....	67
Tabla 7. Coordenadas geográficas de las fuentes continentales.....	69
Tabla 8. Parámetros sismológicos de las fuentes sismogénicas	72
Tabla 9. Estaciones hidrológicas.....	78
Tabla 10. Análisis de doble masa	80
Tabla 11. Análisis de saltos.....	84
Tabla 12. Análisis de tendencias.....	85
Tabla 13. Distribución Log. Normal de 2 parámetros, estación Desaguadero	87
Tabla 14. Distribución Log. Normal de 3 parámetros, estación Desaguadero	88
Tabla 15. Distribución Log. Pearson tipo III, estación Desaguadero	89
Tabla 16. Distribución Gumbel, estación Desaguadero	91
Tabla 17. Resumen de precipitaciones máximas, estación Desaguadero.....	92
Tabla 18. Orden de la distribución estación Desaguadero	95
Tabla 19. Prueba de error cuadrático mínimo, estación Desaguadero.....	96
Tabla 20. Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov - Smirnov, Distribución log normal de 2 parámetros, estación Desaguadero	98
Tabla 21. Prueba de bondad del ajuste de Kolmogorov - Smirnov, Distribución log normal de 3 parámetros, estación Desaguadero	99
Tabla 22. Prueba de bondad del ajuste de Kolmogorov - Smirnov, Distribución Gumbel estación Desaguadero	101
Tabla 23. Selección de función de distribución Est. Desaguadero	102
Tabla 24. Precipitaciones máximas en base al periodo de retorno.....	103
Tabla 25. Distribución SCS de la Cuenca Callaccame $Tr=2$ años	105
Tabla 26. Distribución SCS de la Intercuenca 0155 $Tr=2$ años	107
Tabla 27. Datos de intensidad - duración - frecuencia (I-D-F) (mm/hr.) de 1 a 24 horas de la Cuenca Callaccame	110
Tabla 28. Datos de intensidad - duración - frecuencia (I-D-F) (mm/hr.) de 1 a 24 horas de la Intercuenca 0155.....	111
Tabla 29. Predimensionamiento de losas aligeradas.....	180
Tabla 30. Predimensionamiento de losa maciza.....	181

Tabla 31. Predimensionamiento de vigas principales	182
Tabla 32. Predimensionamiento de vigas secundarias.....	182
Tabla 33. Predimensionamiento de columnas	183
Tabla 34. Cargas equivalentes de tabiquería.....	189
Tabla 35. Resumen de cargas y valores	190
Tabla 36. Porcentaje reducible según categoría.....	191
Tabla 37. Alturas	191
Tabla 38. Metrado de cargas de columnas	191
Tabla 39 Metrado de cargas de vigas	191
Tabla 40. Metrado de cargas de losas aligeradas	192
Tabla 41. Carga muerta	192
Tabla 42. Carga viva	192
Tabla 43. Carga viva techo	192
Tabla 44. Peso sísmico efectivo calculado	193
Tabla 45. Resumen peso sísmico efectivo.....	193
Tabla 46. Peso total	195
Tabla 47. Resumen de fuerza cortante en la base (X – Y)	196
Tabla 48. Espectro de aceleración sísmica.....	198
Tabla 49. Fuerza cortante dinámico en la base	199
Tabla 50. Derivas inelásticas módulo I. (Dir. X)	200
Tabla 51. Derivas inelásticas módulo II. (Dir. X)	201
Tabla 52. Derivas inelásticas módulo III.A (Dir. X).....	201
Tabla 53. Derivas inelásticas módulo III.B (Dir. X).....	201
Tabla 54. Derivas inelásticas módulo III.C (Dir. X).....	201
Tabla 55. Derivas inelásticas módulo IV.A (Dir. X)	202
Tabla 56. Derivas inelásticas módulo IV.B (Dir. X)	202
Tabla 57. Derivas inelásticas módulo V.A (Dir. X)	202
Tabla 58. Derivas inelásticas módulo V.B (Dir. X)	202
Tabla 59. Derivas inelásticas módulo I (Dir. Y)	203
Tabla 60. Derivas inelásticas módulo II (Dir. Y)	204
Tabla 61. Derivas inelásticas módulo III.A (Dir. Y).....	204
Tabla 62. Derivas inelásticas módulo III.B (Dir. Y).....	204
Tabla 63. Derivas inelásticas módulo III.C (Dir. Y).....	204
Tabla 64. Derivas inelásticas módulo IV.A (Dir. Y)	205
Tabla 65. Derivas inelásticas módulo IV.B (Dir. Y)	205
Tabla 66. Derivas inelásticas módulo V.A (Dir. Y)	205
Tabla 67. Derivas inelásticas módulo V.B (Dir. Y)	205

Tabla 68. Cortante estático y dinámico en la dirección X	207
Tabla 69. Cortante estático y dinámico en la dirección Y	207
Tabla 70. Escala de Mercalli Modificada (MM).	211
Tabla 71. Precipitación media según Polígonos de Thiessen de la cuenca Callaccame.	212
Tabla 72. Precipitación media según Isoyetas de la cuenca Callaccame.....	212
Tabla 73. Precipitación media según Polígonos de Thiessen de la Intercuenca 0155	213
Tabla 74. Precipitación media según Isoyetas de la Intercuenca 0155.	213
Tabla 75. Precipitación máxima para un Tr = 2 años, Cuenca Callaccame	214
Tabla 76. Precipitación máxima para un Tr = 5 años, Cuenca Callaccame	214
Tabla 77. Precipitación máxima para un Tr = 10 años, Cuenca Callaccame	215
Tabla 78. Precipitación máxima para un Tr = 20 años, Cuenca Callaccame	215
Tabla 79. Precipitación máxima para un Tr = 50 años, Cuenca Callaccame	215
Tabla 80. Precipitación máxima para un Tr = 100 años, Cuenca Callaccame	216
Tabla 81. Precipitación máxima para un Tr = 2 años, Intercuenca 0155.....	216
Tabla 82. Precipitación máxima para un Tr = 5 años, Intercuenca 0155.....	216
Tabla 83. Precipitación máxima para un Tr = 10 años, Intercuenca 0155.....	217
Tabla 84. Precipitación máxima para un Tr = 20 años, Intercuenca 0155.....	217
Tabla 85. Precipitación máxima para un Tr = 50 años, Intercuenca 0155.....	217
Tabla 86. Precipitación máxima para un Tr = 100 años, Intercuenca 0155.....	217
Tabla 87. Categorización de Índice de Seguridad	220

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipo de sismos. Adaptado de conferencia “Análisis de peligro sísmico en el Perú” por Dr. Aguilar, 2016.	34
Figura 2. Escalas de intensidades sísmicas y su equivalencia. Fuente Reiter (1990). 35	
Figura 3. Identificación de variables, secciones y componentes. Adaptado de “Guía del evaluador de hospitales seguros” por OPS, 2008, p. 29.....	50
Figura 4. Multiplicación de variables con los pesos. Adaptado de “Guía del evaluador de hospitales seguros” por OPS, 2008, p. 29.	50
Figura 5. Pesos ponderados. Adaptado de “Guía del evaluador de hospitales seguros” por OPS, 2008, p. 29.....	51
Figura 6. Ponderación vertical. Adaptado de “Guía del evaluador de hospitales seguros” por GAMiD/OPS, 2008, p. 29.	52
Figura 7. Ponderación horizontal. Adaptado de “Guía del evaluador de hospitales seguros” por GAMiD/OPS, 2008, p. 29.	52
Figura 8. Mapa de Ubicación del Centro de salud de Kelluyo. (Elaboración propia con ArcGIS v. 10.5). Ver Anexo A.....	58
Figura 9. Ubicación de la cuenca. (Elaboración propia con ArcGIS v.10.5).	77
Figura 10. Gráfica temporal de precipitación máxima en 24 horas estación Desaguadero. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).	78
Figura 11. Diagrama de doble masa de las estaciones de estudio. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).	82
Figura 12. Distribución Log. Normal de 2 parámetros Estación Desaguadero. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).	93
Figura 13. Distribución Log. Normal de 3 parámetros Estación Desaguadero. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).	93
Figura 14. Distribución Log. Pearson Tipo III Estación Desaguadero. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).	94
Figura 15. Distribución Gumbel Estación Desaguadero. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).	94
Figura 16. Hietograma Tipo II Distribución SCS de la Cuenca Callaccame $Tr=2$ años. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).	106
Figura 17. Hietograma Tipo II Distribución SCS de la Intercuenca 0155 $Tr=2$ años. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).	108
Figura 18. Curvas IDF. (Elaboración con Microsoft Excel v.13).	110
Figura 19. Curvas IDF. (Elaboración con Microsoft Excel v.13).	111
Figura 20. Organigrama Estructural. Adaptado de “Diresa Puno”.	114

Figura 21. Mapa del Distrito de Kelluyo. (Elaboración propia con ArcGIS 10.5). Ver Anexo A.....	115
Figura 22. Mapa del Centro de salud de Kelluyo. (Elaboración propia con ArcGIS 10.5). Ver Anexo A.	116
Figura 23. Mapa de peligro sísmico – Kelluyo. (Elaboración propia con R-CRISIS v.18.4.1).	122
Figura 24. Cuenca Callaccame e Intercuenca 0155. (Elaboración propia con ArcGIS 10.5).	123
Figura 25. Presencia de grieta en uniones de los muros del Módulo II. (Elaboración propia).	126
Figura 26. Nueva construcción sin junta de dilatación. (Elaboración propia).	126
Figura 27. Falla vertical en muro portante. (Elaboración propia).	127
Figura 28. Unidades de adobe. (Elaboración propia).	128
Figura 29. Ambientes que no presentan juntas de dilatación. (Elaboración propia)..	129
Figura 30. Presencia de redundancia y discontinuidad en la estructura. (Elaboración propia).	129
Figura 31. Grietas en conexiones, techo – muro. (Elaboración propia).....	130
Figura 32. Irregularidad en planta – Módulo II. (Elaboración propia).....	131
Figura 33. Tablero general. (Elaboración propia).	133
Figura 34. Pararrayo. (Elaboración propia).....	133
Figura 35. Cable eléctrico expuesto, Oficinas. (Elaboración propia).	134
Figura 36. Comunicación interna - altoparlante. (Elaboración propia).....	135
Figura 37. Tanque de agua. (Elaboración propia).	136
Figura 38. Accesorios sanitarios. (Elaboración propia).	137
Figura 39. Balón de oxígeno sin sujeción - internamiento. (Elaboración propia).....	138
Figura 40. Ubicación inadecuada del balón de oxígeno. (Elaboración propia).....	139
Figura 41. Depósito de desechos expuestos. (Elaboración propia).	140
Figura 42. Canaleta con presencia de corrosión y sin mantenimiento. (Elaboración propia).	140
Figura 43. Canal revestido de concreto. (Elaboración propia).....	141
Figura 44. Canal obstruido y sin mantenimiento. (Elaboración propia).	141
Figura 45. Estantes y armarios sin fijación - Enfermería. (Elaboración propia).....	142
Figura 46. Armario sin anclaje - Admisión. (Elaboración propia).....	143
Figura 47. Mobiliarios inseguros. (Elaboración propia).....	143
Figura 48. Sala de internamiento. (Elaboración propia).	144
Figura 49. Equipos médicos sin medios de sujeción - Sala de parto. (Elaboración propia).	145

Figura 50. Equipos médicos desprotegidos y sin anclaje - Odontología. (Elaboración propia).	145
Figura 51. Puerta con presencia de corrosión - Laboratorio. (Elaboración propia). ..	146
Figura 52. Presencia de grieta cerca a la ventana. (Elaboración propia).	147
Figura 53. Muro perimetral inseguro. (Elaboración propia).	147
Figura 54. Cobertura de calamina. (Elaboración propia).	148
Figura 55. Entrada principal Centro de Salud Kelluyo. (Elaboración propia).	149
Figura 56. Sala de espera. (Elaboración propia).	149
Figura 57. Presencia de humedad en el Cielo falso. (Elaboración propia).	150
Figura 58. Sistema contra incendios (Sala de espera). (Elaboración propia).	151
Figura 59. Señalización de salida. (Elaboración propia).	152
Figura 60. Entrevista a un miembro de comité de emergencias. (Elaboración propia).	153
Figura 61. Sistema de alerta del establecimiento de salud. (Elaboración propia).	155
Figura 62. Ambulancia del establecimiento de salud. (Elaboración propia).	156
Figura 63. Sistema de coordinación externa del establecimiento de salud. (Elaboración propia).	157
Figura 64. Personal encargado de brindar información al público y a la prensa. (Elaboración propia).	158
Figura 65. Horario de trabajo del establecimiento de salud. (Elaboración propia). ...	158
Figura 66. Sistema de alarma. (Elaboración propia).	159
Figura 67. Sistema de alarma de conraincendios. (Elaboración propia).	161
Figura 68. Verificación de existencia de medicamentos. (Elaboración propia).	161
Figura 69. Almacén de reserva de medicamentos. (Elaboración propia).	162
Figura 70. Presencia de fisuras horizontales en el Almacén. (Elaboración propia). ..	163
Figura 71. Insumos médicos desprotegidos. (Elaboración propia).	163
Figura 72. Modelo matemático. Adaptado de “Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad” por la OPS, 2010.	177
Figura 73. Vista de la propuesta del nuevo Centro de Salud (Ver Anexo I). Adaptado de “Centro de aplicación - UPeU, 2016.	179
Figura 74. Vista de la propuesta del nuevo Centro de Salud (Ver Anexo I). Adaptado de “Centro de aplicación - UPeU, 2016.	179
Figura 75. Vista 3D del módulo I. (Elaboración propia con Etabs v.16).	185
Figura 76. Vista 3D del módulo II. (Elaboración propia con Etabs v.16).	185
Figura 77. Vista 3D del módulo III.A. (Elaboración propia con Etabs v.16).	186
Figura 78. Vista 3D del módulo III.B. (Elaboración propia con Etabs v.16).	186

Figura 79. Vista 3D del módulo III.C. (Elaboración propia con Etabs v.16).....	187
Figura 80. Vista 3D del módulo IV.A. (Elaboración propia con Etabs v.16).....	187
Figura 81. Vista 3D del módulo IV.B. (Elaboración propia con Etabs v.16).....	188
Figura 82. Vista 3D del módulo V.A. (Elaboración propia con Etabs v.16).....	188
Figura 83. Vista 3D del módulo V.B. (Elaboración propia con Etabs v.16).....	189
Figura 84. Peso sísmico efectivo M III.A. (Elaboración propia con Etabs v.16).	193
Figura 85. Fuerza Cortante en la Base. (Elaboración propia con Etabs v.16).....	195
Figura 86. Zonificación según análisis de peligro sísmico. (Elaboración propia con R- CRISIS v.18.4.1).	197
Figura 87. Espectro de aceleración sísmica. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).	199
Figura 88. Derivas inelásticas en dirección X [Análisis Dinámico]. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).	203
Figura 89. Derivas inelásticas en dirección Y [Análisis Dinámico]. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).	206
Figura 90. Rejilla de puntos y el lugar de análisis utilizado en la presente investigación. (Elaboración propia con R-CRISIS V.18.4.1).	208
Figura 91. Parámetros globales. (Elaboración propia con R-CRISIS V.18.4.1).	209
Figura 92. Mapa de peligro sísmico. (Elaboración propia con R-CRISIS V.18.4.1). .	209
Figura 93. Mapa de isoaceleración del distrito de Kelluyo, para T=0.000 segundos y 475 años de periodo de retorno. (Elaboración propia con R-CRISIS V.18.4.1).	210
Figura 94. Tasas de excedencia y espectro de peligro uniforme del distrito de Kelluyo para T=0.000 segundos y 475 años de periodo de retorno. (Elaboración propia con R-CRISIS V.18.4.1).	210
Figura 95. Seguridad estructural. Adaptado de “Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad” por la OPS, 2010.	218
Figura 96. Seguridad no estructural. Adaptado de “Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad” por la OPS, 2010.	219
Figura 97. Seguridad funcional. Adaptado de “Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad” por la OPS, 2010.	219
Figura 98. Índice de Seguridad del Centro de Salud – Kelluyo. Adaptado de “Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad” por la OPS, 2010.	220

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Plano de Ubicación del Centro de Salud Kelluyo.....	228
ANEXO B: Plano Topográfico del Centro de Salud Kelluyo.	230
ANEXO C: Plano de Distribución Física del Centro de Salud Kelluyo.	232
ANEXO D: Análisis del Peligro Sísmico.	238
ANEXO E: Estudio Hidrológico.	249
ANEXO F: Plano de Ubicación Cuencas.	256
ANEXO G: Estudio de Mecánica de Suelos.....	260
ANEXO H: Ensayo a la Compresión en Unidades.....	273
ANEXO I: Propuesta del Nuevo Centro de Salud	275
ANEXO J: Constancias de Autorización	280

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

A	: Área.
ANA	: Autoridad Nacional del Agua.
CENEPRED	: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
Cs	: Coeficiente de asimetría.
D	: Duración.
EsSALUD	: Seguro Social de Salud.
F	: Frecuencia.
F(Z)	: Función de distribución observada.
G.L.	: Grado de libertad.
GAMiD	: Grupo Asesor en Mitigación de Desastres.
I	: Intensidad.
IGP	: Instituto Geofísico del Perú.
INDECI	: Instituto Nacional de Desastres.
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
ISH	: Índice de Seguridad Hospitalaria.
MINSA	: Ministerio de Salud.
MM	: Escala de Mercalli Modificada.
n	: Número de datos.
OMS	: Organización Mundial de la Salud.
OPS	: Organización Panamericana de la Salud.
P	: Precipitación.
P(X)	: Función de distribución estimada.
PGA	: Peak Ground Acceleration.
PSHA	: Probabilistic Seismic Hazard Analysis.
R	: Coeficiente de Correlación.
S	: Desviación Estándar.
SCS	: Servicio de Conservación de Suelos.
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
SISRA	: Sismicidad de la Región Andina.
Sp	: Desviación Estándar Ponderada.
Tc	: T Calculada.
Tr	: Periodo de retorno.
Tt	: T tabulada.
Xo	: Parámetro de posición inicial.

α : Parámetro de escala.
 γ : Parámetro de forma.
M : Parámetro de posición.
mm : Milímetro.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con el fin de determinar el Índice de Seguridad Hospitalaria en establecimientos de mediana y baja complejidad, aplicando la herramienta de evaluación propuesta por la Organización Panamericana de la Salud, denominada “Índice de Seguridad Hospitalaria”. Esta herramienta está conformada por dos formularios; el primero describe los datos generales del Centro de Salud y su capacidad de atención. El segundo está dividido en cuatro componentes (ubicación geográfica, seguridad estructural, no estructural y funcional), donde se evalúa 93 aspectos o variables, cada uno con tres niveles de seguridad: alto, medio y bajo. En el primer componente se caracterizó las amenazas o peligros, generados por fenómenos, que fueron los sismos y las lluvias torrenciales, para determinar el nivel de amenaza de los peligros identificados, se realizó el Análisis del Peligro Sísmico Probabilístico y el Estudio Hidrológico de la zona de estudio, con el fin de hallar la aceleración máxima del suelo y las precipitaciones máximas, respectivamente. También se consideró el tipo de suelo del área geográfica del establecimiento de salud (EMS). El componente Estructural, está relacionado con la seguridad del establecimiento en función al tipo de estructura, material y antecedentes de exposición a amenazas y/o de otro tipo, para determinar la resistencia del material predominante o verificar en qué estado esta, se realizó el ensayo de la Resistencia a la Compresión de la Unidad, aplicando las condiciones que muestra la NTE E.080 (adobe). Para el aspecto no Estructural, se evaluaron, líneas vitales, equipamiento, elementos arquitectónicos, vías de acceso y las circulaciones internas y externas, entre otros. Por último, para el aspecto funcional se evaluó, el nivel de organización de la institución, la implementación de planes y programas para responder ante situaciones adversas, la disponibilidad de recursos y el grado de capacitación de su personal.

Luego del llenado de la lista de verificación, se aplicó el modelo matemático, dando como resultado el Índice de Seguridad de 0.32, que lo ubica en la categoría “C” según la OPS. Así mismo indica un grado de seguridad bajo. Los peligros críticos analizados fueron los sismos y las lluvias torrenciales. La aceleración máxima del suelo obtenida fue de 0.245 g. la precipitación media y máxima para diferentes periodos de retorno de la cuenca Callaccame e Intercuenca 0155, superan los 100 mm. Finalmente se realizó un análisis estructural basado en una propuesta arquitectónica.

Palabras Clave: Índice de seguridad hospitalaria, peligro sísmico probabilístico, precipitaciones máximas, componente estructural, no estructural y funcional.

Abstract

The present investigation was developed with the finality of determine the Hospitable Security Index in establishments of medium and low complexity, applying the tool of evaluation proposal by the Pan American Organization of the Health, designated "Hospitable Security Index". This tool is conformed by two forms; the first describe the general data of the Health Center and its attention capacity. The second is divided in four components (geographic location, structural, not structural and functional security), where is evaluated 93 aspects or variables, each with three levels of security: high, medium and low. In the first component it was characterized the threats or dangers, generated by phenomena, that were earthquakes and torrential rains, to determine the level of threat of the dangers identified, it has been made the analysis of the Probabilistic Seismic Hazard and the Hydrological Study of the zone of study, with the finality of find the maximum acceleration of the soil and the maximum precipitations, respectively. Also it was considered the type of soil of the geographic area of the establishment of health (EMS). The component structural, it's related with the security of the establishment in function the type of structure, material and background of exposure to threats and / or other types, for determine the resistance of the predominant material or verify in what state it's, It has been made the test of the Compression Resistance of the Unit, applying the conditions shows the NTE E.080 (adobe). For the aspect not structural, vital lines, equipment, architectural elements, access roads and circulations internal and external, among others. Finally, for the functional aspect, the level of organization of the institution, the implementation of plans and programs to respond to adverse situations, the availability of resources and the grade of training of it's staff.

After completing the checklist, it was applied the mathematical model, resulting the Security Index of 0.32, who locates it in the category "C" according to the PAHO. It also indicates a degree of security low. The critical hazards analyzed were earthquakes and torrential rains. The maximum acceleration of the soil obtained was 0.245 g. the precipitation medium for different return periods of the catchment area Callacame and Intercuenca 0155, surpass the 100 mm. Finally was made a analysis structural based on a architectural proposal.

Key words: Hospitable security index, seismic hazard probabilistic, maximum precipitation, component structural, not-structural and functional component.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Perú es considerado como un país de alto riesgo ante la ocurrencia de amenazas naturales por estar ubicado en el círculo de fuego del pacífico y cerca de la zona intertropical, donde se originan las mayores amenazas, como los terremotos, huracanes, inundaciones, fallas de suelo, actividad volcánica, etc. que ocasionan daños y pérdidas económicas, sociales y de vidas.

A lo largo de la historia, nuestro país se ha visto afectado por diversas amenazas tales como ocurrieron en el año 1982 - 1983 con el fenómeno El Niño, donde se registraron daños en 101 establecimientos de salud mientras que 557 fueron afectados por el mismo fenómeno en los años 1997 - 1998. Por otro lado, el terremoto del 2001 afectó 246 establecimientos en la zona sur del Perú, y el sismo del 2007 ocasionó daños a 84 establecimientos, incluyendo a los hospitales del Ministerio de Salud y del Seguro Social de Salud – EsSalud, en tres provincias de la región Ica, los cuales fueron severamente dañados y salieron de operación obligando a la implementación de estrategias para asegurar la continuidad de la atención. (Comité Nacional de Hospitales Seguros Frente a los Desastres / Ministerio de Salud [MINSAL], 2010, p. 15).

A esto se suma los datos registrados por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), donde menciona que desde diciembre de 2016 hasta el 27 de marzo de 2017, a nivel nacional El Niño Costero ha dañado 126 establecimientos de salud. Cabe resaltar que la zona norte fue la más afectada por lluvias y huaicos. (Flores J. , 2017)

En cuanto a la región de Puno se ha registrado en los últimos años bajas temperaturas (heladas) y precipitaciones en sus diversas provincias, hechos que se dan en la temporada de lluvia entre los meses de setiembre a mayo. Siendo estos eventos los que generan daños no solo en las edificaciones destinadas a viviendas, sino a diversos usos como colegios, establecimientos de salud, comisarías, etc. (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED], 2016).

Asimismo según informes del Instituto Geofísico del Perú (IGP), se registraron 39 sismos en diferentes provincias, como Melgar, El Collao, San Román, Puno, Chucuito y Lampa, dándose en este último un sismo de 6.0 grados en escala Richter el 01 de

diciembre del 2016, ocasionando daños a 275 viviendas, 2 iglesias y 3 instituciones educativas y 134 viviendas colapsadas, asimismo se han reportado 15 heridos y una persona fallecida. Cabe mencionar que el 14 de agosto del 2016, en Caylloma, provincia de Arequipa ocurrió un sismo de 5.2 grados en la escala de Richter, lugar impensable para la ocurrencia de un sismo. (Tavera, Fernández, & Cuya, 2016).

En el Perú, con el paso de los años la población ha tenido un crecimiento promedio anual del 1% según lo menciona el INEI, lo que origina la necesidad de nuevos establecimientos de salud con mejoras en su prestación de servicios, y seguros ante desastres. (INEI, 2018, p. 9)

Dentro de este marco, la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2000), en su estudio de fundamentos para la mitigación, menciona que los hospitales y los establecimientos de la salud en general son sistemas expuestos que pueden sufrir graves daños como consecuencia de la ocurrencia de fenómenos naturales intensos. (p. 3)

Por otro lado, Kuroiwa (1996), indica que los hospitales y otras facilidades de salud deben ser adecuadamente protegidas contra todos los fenómenos naturales que los amenacen (...). Idealmente deben seguir prestando servicios a la comunidad, durante y después de la ocurrencia de un evento destructivo. (p. 3).

En nuestro país la seguridad hospitalaria en centros de salud de primer nivel ante desastres es desconocida, Por tanto, es necesario aplicar los procedimientos que permitan determinar el Índice de Seguridad hospitalaria.

Atendiendo estas consideraciones, se decide analizar el establecimiento de salud de Kelluyo – Chucuito – Puno. Esta provincia se caracteriza por presentar exceso de lluvias, además de encontrarse en la zona 3 según la zonificación sísmica del Perú.

Así mismo, en la zona de estudio no se contempló los criterios de diseño y construcción de la NTE E.080, esto se debe a que la edificación cuenta con más de 35 años de antigüedad, siendo su propósito inicial cubrir las necesidades de una posta medica de salud, dándose a años posteriores la adecuación y utilización de un centro de salud de primer nivel I-3.

Entonces se puede considerar que el riesgo en los establecimientos de salud puede llegar a ser alto, por consiguiente es preciso determinar la seguridad hospitalaria de las edificaciones existentes, con el fin de identificar sus debilidades y así planificar, diseñar y ejecutar las intervenciones físicas que sean necesarias.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Determinar el Índice de Seguridad Hospitalaria del Centro de Salud de primer nivel de atención I-3 de Kelluyo frente a desastres.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Establecer el grado de seguridad del componente estructural, no estructural y funcional del establecimiento de salud de primer nivel I-3 de Kelluyo.
- Caracterizar los peligros generados por fenómenos de origen natural en la zona de estudio.
- Determinar la aceleración máxima del suelo para un periodo de exposición de 50 años con una probabilidad de excedencia del 10%.
- Determinar la precipitación media y máxima de la cuenca interviniente para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años.
- Realizar un análisis estructural en base a una propuesta arquitectónica en respuesta al grado de seguridad que se obtenga.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se realiza con la finalidad de determinar el índice de seguridad hospitalaria del centro de salud de primer nivel de atención I-3 de Kelluyo, mediante la herramienta “Índice de Seguridad Hospitalaria”, ya que por muchos años se ha visto que los daños por eventos adversos en edificaciones esenciales han ocasionado pérdidas de vidas humanas, económicas y de funcionalidad.

Prado, Brun, y Garcia (2015) sostienen que los eventos adversos representan una amenaza latente (...), dado que es imposible detectar la fecha en que muchos de ellos se presentaran; la tendencia del mundo actual es estar preparado para reducir los daños, realizando acciones de prevención y mitigación que cobran cada día mayor

importancia. Estas acciones tienen el propósito de que los establecimientos de salud continúen funcionando para proteger la vida y el bienestar de la población, en especial después de ocurrido algún evento adverso. (p. 4).

En tal sentido la OPS (2008) afirma que la determinación del índice de seguridad hospitalaria permite contar con una estimación general y aproximada de la situación de seguridad del establecimiento de salud evaluado, tomando en cuenta su entorno y la red de servicios de salud en la que se encuentra. (p. 8).

Además el índice de seguridad hospitalaria no sólo estima la probabilidad operativa de un hospital durante y después de un evento destructivo, sino que, al establecer rangos de seguridad, permite priorizar a los establecimientos de salud cuya intervención es crítica porque podría poner en riesgo la vida de sus ocupantes, cuya seguridad debe ser mejorada para limitar las pérdidas de equipamiento, o que requiere medidas de mantenimiento para asegurar su funcionamiento en casos de desastre. (OPS, 2017)

Asimismo para que todos los establecimientos de salud sean seguros frente a los desastres representa un gran reto para todos los países, no solo por la cantidad de establecimientos de salud y la inversión necesaria, sino por la falta de información sobre su estado de seguridad actual frente a las amenazas de origen natural. (OPS, 2008, p. 15).

En consecuencia la evaluación del índice de seguridad hospitalaria del Centro de Salud de primer nivel de atención I-3 de Kelluyo, “nos permitirá conocer las áreas vulnerables y críticas, tomando en cuenta su entorno; y proporcionándonos los elementos básicos necesarios para una estimación general mediante la identificación de sus características y confirmar o descartar la presencia de riesgos inminentes”. (Prado, Brun, & Garcia, 2015, p. 4).

Además esta investigación, permitirá realizar una estimación rápida, confiable, y de bajo costo, donde implicara la evaluación Estructural, no Estructural y Funcional del centro de salud de Kelluyo, también se identificara la red de servicio de salud al que pertenece, con la finalidad de hallar el grado de seguridad, y la capacidad de responder a emergencias de gran magnitud.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

Los desastres ocasionan daños intensos a las comunidades y requieren que sus servicios críticos continúen operando para proteger la vida y el bienestar de la población, en especial en los momentos inmediatamente después de ocurrido el evento adverso. “El funcionamiento ininterrumpido de los servicios de salud suele marcar la diferencia entre la vida y la muerte y, por lo tanto, es prioritario lograr que todos los establecimientos de salud cuenten con una edificación que sea resistente a los embates de los fenómenos naturales, que su equipamiento no sufra daños, que sus líneas vitales (agua, electricidad, gases medicinales, etc.) sigan funcionando y que su personal sea capaz de continuar brindando atención médica en los momentos que más se necesita”. (OPS, 2008, p. 7).

Ante esta realidad, Los países de las Américas acordaron adoptar “hospitales seguros frente a los desastres” como una política nacional de reducción de riesgos con el fin de lograr que todos los hospitales nuevos se construyan con un nivel de protección que garantice mejor su capacidad de seguir funcionando en las situaciones de desastre, y que implanten medidas adecuadas de mitigación para reforzar los establecimientos de salud existentes, especialmente los que brindan atención primaria. La Organización Panamericana de la Salud con el apoyo de un grupo de expertos de diferentes países, elaboró el “Índice de Seguridad Hospitalaria” como una herramienta de evaluación rápida y confiable, que proporciona una idea inmediata del nivel de seguridad de un hospital, como instalación fundamental en su jurisdicción y que por lo tanto debe seguir funcionando luego de un evento adverso. (OPS, 2008, p. 7).

En el 2008 la Organización Panamericana de la Salud, elaboro la “Guía del evaluador de hospitales seguros”, que explica en detalle cada uno de los pasos para la aplicación de la lista de verificación que conduce a la obtención del índice de seguridad hospitalaria. (OPS, 2008). Asimismo en el 2010 la OPS, desarrollo la “Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad”, este documento permite trabajar en mejorar el nivel de seguridad de los establecimientos menores. En esta guía, se define como establecimiento menor a aquellas instalaciones de salud de menor nivel de complejidad, que junto a los hospitales principales conforman las redes de salud. Entre ellas se tiene a hospitales primarios que atienden algunas especialidades básicas (gineco-obstetricia, pediatría, medicina interna y cirugía

general), con menos de 20 camas o sin hospitalización, centros de salud, policlínicos, clínicas, etc. (OPS, 2010).

En el año 2015 el Ministerio de salud Emergencias y Desastres del Perú, realizó la evaluación del Índice de Seguridad Hospitalaria de acuerdo a la Política Nacional de Hospitales Seguros, en el Hospital de San Juan de Lurigancho Nivel II-2 en la localidad del mismo nombre, teniendo como resultado 0.39, en una escala de 0 a 1, que corresponde a la categoría B. (Prado, Brun, & Garcia, 2015)

En el año 2015, el Ministerio de Salud – Perú, realizó la evaluación del Índice de Seguridad Hospitalaria del Instituto Nacional de Salud del Niño, de acuerdo al instrumento de la Organización Panamericana de la Salud, lo que contribuyó al análisis de la vulnerabilidad del establecimiento de salud, en el marco del programa presupuestal 068: “Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres” y la política de “Hospitales Seguros frente a los Desastres”, teniendo como resultado 0.47, en una escala de 0 a 1, que corresponde a la categoría B. (Moreno, Gonzales, & Vargas, 2015)

De la misma manera Flores, Guerrero, y Sandoval, (2014), en El Salvador realizaron la evaluación del Hospital Nacional San Juan de Dios de Santa Ana, en su tesis de pregrado, la evaluación se llevó a cabo mediante los criterios del Índice de Seguridad Hospitalaria de la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud, a través de formularios de evaluación, realizando visitas periódicas al Hospital y utilizando el método de inspección por observación, evaluando de esta forma tres componentes del Hospital. El valor del índice de seguridad hospitalaria fue de 0.47, lo que indicó que el Hospital se encuentra en la categoría B.

Por otro lado, la evaluación del peligro sísmico en el Perú ha sido realizada por diversos investigadores, uno de los pioneros en realizar este trabajo fue Castillo (1994), presentado en la tesis de pregrado “Peligro Sísmico en el Perú”, fue realizado aplicando la metodología desarrollada por A. Cornell en 1968 en términos probabilísticos, metodología que fue modificada e implementada en el programa de computo RISK por McGuire (1976). El resultado es una curva de peligro sísmico, donde se relaciona la aceleración y su probabilidad anual de excedencia. (Castillo, 1994).

En el 2014, la dirección de sismología del Instituto Geofísico del Perú (IGP) realizó la evaluación de peligro sísmico probabilístico en el Perú haciendo uso de eventos sísmicos para el periodo de 1960 al 2012 proveniente de la unificación de los catálogos del IGP, del United States Geological Survey (USGS) y de Engdahl y Viseñor (2002). La metodología empleada fue la propuesta por Esteva (1968), Cornell (1968) y el programa de cómputo CRISIS (2007). Este estudio identificó y definió 33 fuentes sismogénicas asociadas a la sismicidad interfase, deformación cortical y sismicidad intraplaca. Para las leyes de atenuación se utilizaron las propuestas de Young et al (1997) y Sadigh et al (1997). El IGP definió mapas de isoaceleraciones espectrales para 10 % de probabilidad de excedencia en 50 y 100 años de exposición a nivel de PGA ($T=0.0$ s) con el fin de actualizar la actual norma de diseño sismorresistente E.030, 2016. (Tavera et al., de Roncal 2017, p. 21).

Roncal, (2017), realizó su tesis de pregrado “Determinación del Peligro Sísmico en el territorio Nacional y elaboración de Aplicativo Web”, en este estudio utilizó data sísmica compilada del Instituto Geofísico del Perú (IGP), del National Earthquake Information Center (NEIC), del International Seismological Centre (ISC), del United States Geological Survey (USGS), del National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), y del Global Centroid Moment Tensor (Global CMT) la cual ha sido actualizada hasta el 01 de enero de 2016. Esta data sísmica fue homogenizada a magnitud momento M_w y depurado de eventos dependientes a los eventos principales tales como los eventos antecesores y réplicas.

El autor definió 29 fuentes sísmicas tipo área, El análisis de recurrencia sísmica fue realizado considerando el modelo de Gutenberg y Richter (G-R) así como el ajuste de máxima verosimilitud propuesto por Weichert (1980). La evaluación del peligro sísmico ha sido desarrollada con el programa CRISIS 2015 v.2.2 sobre una malla de puntos equiespaciados 0.1° geográficos sobre el territorio nacional; teniendo como resultado las aceleraciones espectrales de las principales ciudades del país, 0.33 g en Áncash; 0.43 g en Lima; 0.52 g en Ica; 0.42 g en Arequipa; 0.23 g en Puno y 0.48 g en Tacna, para un periodo $T=0.00$ (PGA), con un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años. (Roncal, 2017)

Según el informe presentado por CENEPRED (2016), “Escenario de riesgos ante la temporada de lluvias 2016 – 2017”, la temporada de lluvias o periodo lluvioso en nuestro país se desarrolla entre los meses de setiembre a mayo, presentándose la mayor cantidad de precipitaciones en los meses de verano.

Las primeras manifestaciones en la temporada de lluvias se dan con la ocurrencia de inundaciones y movimientos en masa (flujos, deslizamientos, etc.), que ocasionan el deterioro de carreteras y puentes, generando en algunos casos el aislamiento de ciudades. El sector agrícola, principal fuente de alimento e ingresos económicos en la mayoría de familias del ámbito rural, también es afectado. La escasez de alimentos, así como su inadecuada manipulación, conlleva al incremento de diversas enfermedades. Por otro lado, el sector vivienda, educación y salud también se verán afectadas ante esta amenaza.

A esto se suma el documento técnico presentado por el Ministerio de Salud (2017), que menciona que el Perú por su ubicación geográfica está expuesto a la ocurrencia de peligros naturales comprometiendo la seguridad de las poblaciones y la infraestructura de los servicios públicos, entre estos peligros naturales se encuentran las lluvias y sus efectos. La temporada de lluvia comienza cada año aproximadamente en el mes de setiembre y cuya mayor intensidad se registra durante los meses de diciembre a febrero. (MINSa, 2017).

2.2. ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

Se entiende, por centro de salud a aquel establecimiento o institución en el cual se imparten los servicios y la atención de salud básica y principal. Los centros de salud son una versión reducida o simplificada de los hospitales y de los sanatorios ya que si bien cuentan con los elementos y recursos básicos para las curaciones, no disponen de grandes tecnologías ni de espacios complejos que sí existen en hospitales. (Definición ABC, 2010).

Los centros de salud varían en tamaño y en los diferentes elementos disponibles con los que cuentan. Sin embargo, por lo general todos ellos tienen acceso a recursos y ofrecen servicios básicos tales como la guardia general y algunas especialidades comunes como traumatología, odontología, oftalmología, pediatría, etc. Normalmente, especialidades más complejas no se encuentran presentes en el espacio del centro de salud y los casos que requieran de tal atención son siempre derivados a los hospitales, sanatorios o clínicas más cercanos para permitir que la persona sea allí atendida con mayor eficacia. (Definición ABC, 2010).

2.2.1. Categorización de Establecimientos de Salud

La Dirección General de Salud de las Personas, a través de la Dirección Ejecutiva de Servicios de Salud del Ministerio de Salud, ha elaborado el Documento Técnico-Normativo de Categorías de Establecimientos de Salud del Ministerio de Salud (2004), con la finalidad de contribuir al proceso de organización de la oferta de servicios de salud. Es así que de acuerdo al comportamiento de la demanda, se reconocen tres niveles de atención. (p. 11).

Primer Nivel: Donde se atiende el 70-80% de la demanda del sistema. Aquí la severidad de los problemas de salud plantea una atención de baja complejidad con una oferta de gran tamaño y con menor especialización y tecnificación de sus recursos. En este nivel, se desarrollan principalmente actividades de promoción y protección específica, diagnóstico precoz y tratamiento oportuno de las necesidades de salud más frecuentes.

Segundo Nivel: Donde se atiende el 12 al 22 % de la demanda, portadora de necesidades de salud que requieren atención de complejidad intermedia.

Tercer Nivel: Donde se atiende el 5 al 10% de la demanda, la cual requiere de una atención de salud de alta complejidad con una oferta de menor tamaño, pero de alta especialización y tecnificación.

Tabla 1.

Niveles de atención

Niveles de Atención	Niveles de Complejidad	Categorías de Establecimientos de Salud
Primer Nivel de Atención	1° Nivel de complejidad	I - 1
	2° Nivel de complejidad	I - 2
	3° Nivel de complejidad	I - 3
	4° Nivel de complejidad	I - 4
Segundo Nivel de Atención	5° Nivel de complejidad	II - 1
	6° Nivel de complejidad	II - 2
Tercer Nivel de Atención	7° Nivel de complejidad	III - 1
	8° Nivel de complejidad	III - 2

Nota: Adaptado de "Norma técnica - Categorías de establecimientos de sector salud" por MINSA, 2004, p. 11.

La categorización es el proceso que conduce a homogenizar los diferentes establecimientos de salud, en base a niveles de complejidad y a características funcionales, que deben responder a las necesidades de salud de la población que atiende. En este proceso no se debe considerar los elementos que indiquen tamaño, ya que éstos dependen del volumen de las necesidades de salud de la población, lo que es variable según la realidad sanitaria local. (MINSa, 2004, p. 12).

Las Categorías consideradas para los Establecimientos del Sector Salud son:

Tabla 2.

Categoría de los establecimientos de salud

Cartegorías del Sector Salud	Ministerio de Salud
I - 1	Puesto de Salud
I - 2	Puesto de Salud con Médico
I - 3	Centro de Salud sin Internamiento
I - 4	Centro de Salud con Internamiento
II - 1	Hospital I
II - 2	Hospital II
III - 1	Hospital III
III - 2	Instituto Especializado

Nota: Adaptado de “Norma técnica - Categorías de establecimientos de sector salud” por MINSa, 2004, p. 16.

La categoría considerada del establecimiento a evaluarse es el siguiente: “Centro de Salud, sin internamiento, categoría I – 3”. Pertenece al primer nivel de atención, presenta un ámbito de acción con una población y territorio asignado y referencial, es parte de la Micro red de salud y es el centro de referencia del Puesto de Salud con Medico.

2.3. AMENAZAS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD SEGÚN UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La amenaza o peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente. (INDECI, 2006, p. 13).

La presencia del denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico” en la ubicación de nuestro país, es caracterizada por generar gran actividad sísmica, lo que lo hace susceptible a continuos temblores y terremotos, su extenso litoral lo expone a posibles tsunamis, su geología accidentada y la presencia de la cordillera de los Andes lo expone a derrumbes, aluviones, avalanchas, desbordamientos de sus ríos e inundaciones. (MINSA, 2010)

Ante esta realidad los establecimientos de la salud en general son sistemas expuestos que pueden sufrir graves daños como consecuencia de estos fenómenos naturales. En otras palabras, el riesgo de los establecimientos de la salud puede llegar a ser alto. (OPS/OMS, 2000)

Los fenómenos naturales que pueden generar situaciones de desastre se clasifican en geológicas, hidrometeorológicas, sociales, sanitario - ecológicas y las químico – tecnológicas. (Kuroiwa, 2002, p. 4). A continuación se describirá cada uno de estos fenómenos.

2.3.1. Amenazas Geológicas.

A. Sismos.

Son el resultado de movimientos de la corteza terrestre, que generan deformaciones en las rocas del interior de la tierra y acumulan energía que es liberada súbitamente en forma de ondas que sacuden la superficie. (OPS, 2010).

El origen de los sismos ha sido asignado a diversas fuentes muy diferentes a lo largo de la historia, tales como explosiones, actividad volcánica, derrumbe de cavernas subterráneas o por actividad tectónica, siendo esta última descrita en la Tectónica de Placas donde se estudia el movimiento de las placas tectónicas producto de las fuerzas que se originan en el interior de la Tierra.

Efecto en los Establecimientos de Salud:

Según la OPS, (2010), la capacidad de destrucción de un sismo depende de la combinación de magnitud, distancia al hipocentro, características del suelo resistencia de los elementos físicos y grado de preparación de las personas, pudiendo ocasionar: (p. 17).

- Elevado número de defunciones.
- Afluencia masiva de heridos, (ya sea por lesiones graves o contusiones de menor importancia).
- Graves daños en los establecimientos de salud (posibles fisuras en columnas, vigas, muros, techos y pisos; grietas en muros, roturas de vidrios, obstrucción de puertas; daño en equipos, caída de mobiliario, pérdidas de insumos, desprendimiento de tabiques, caída de postes de luz, entre otros).
- interrupción de las vías de acceso así como en la provisión de servicios básicos.

A.1. Sismos Tectónicos.

Los sismos llamados tectónicos son aquellos producidos por rupturas de grandes dimensiones en la zona de contacto entre placas tectónicas (sismos de interplaca) o bien en zonas internas de estas (sismos de intraplaca) y también existe sismos en el continente dado por procesos orogénesis (sismos de Corteza Superficial). (Cruz, 2011, p. 26)

A.1.1. Sismos de Interplaca.

Si el sismo ocurre por movimiento de capas o interacción, o en las zonas de contacto de las placas tectónicas, se le denomina Sismo de Interplaca. Suelen producirse en zonas donde la concentración de fuerzas generadas por los límites de las placas tectónicas da lugar a movimientos de reajuste en el interior y en la superficie de la Tierra. Su influencia puede alcanzar desde pequeñas hasta grandes regiones, pero su hipocentro suele encontrarse localizado a profundidades mayores de 20 Km, a veces de hasta 70 kilómetros. Se caracterizan por tener una alta magnitud (>7), y una gran liberación de energía.

La zona de subducción de interface poco profunda en el Perú está caracterizada por el acoplamiento de las placas de Nazca y Sudamericana y posee mecanismos que obedecen a procesos compresivos. La mayor parte de los sismos a nivel mundial ocurren en esta zona y se presentan entre los 40 y 50 km de profundidad aproximadamente, con magnitudes de momento Mw inclusive de 9,0. (Cruz, 2011, citado en Heaton y Kanamori, 1984).

A.1.2. Sismos de Intraplaca.

Su origen se da dentro de las placas tectónicas, en las denominadas fallas locales o geológicas. Se caracterizan por tener magnitudes pequeñas o moderadas, y porque su hipocentro es más superficial (>20km). Debido a su proceso de enfriamiento, las capas más externas de la Tierra son quebradizas o de comportamiento frágil y frente a las fuerzas tectónicas responden mediante fracturamiento. Las fallas son fracturas en cizalla (corte) en las cuales el deslizamiento ocurre en una dirección paralela a la superficie de la fractura. Este deslizamiento es resistido por la fricción debido a que las paredes de la falla se encuentran pegadas, soldadas una contra la otra, como resultado del esfuerzo compresivo que existe al interior de la Tierra a profundidades mayores que 1 a 2 Km. (Cruz, 2011, p. 26).

Cruz (2011) afirma que tomando en cuenta la diferencia en la cantidad de esfuerzos generados en los diferentes tipos de zona, es conocido que es en las Zona de Convergencia es donde ocurren los más grandes terremotos, en segundo lugar en la Zona de Transformación (que a pesar de ser muy destructivos, tienden a ser menos frecuentes) y al final en las de Divergencia. Terremotos tipo intraplaca pueden también ser destructivos, pero son menos frecuente. (p. 27).

La zona de subducción de intraplaca en el Perú, está caracterizada por eventos tensionales que ocurren en la zona descendente de la placa de Nazca, donde los sismos son ahora por fallas normales, con magnitudes de momento de Mw 8,0.

A.1.3. Sismos de Corteza Superficial.

Su origen se da dentro de la placa tectónica continental en la cual por reajustes de procesos orogénesis resulta el arrugamiento y levantamiento continental, se caracterizan por tener magnitudes elevadas, y porque su hipocentro es más superficial (<45km)

En el Perú los sismos de Corteza superficial o continentales se dan en la zona de corteza continental de la placa Sudamericana está sujeta a esfuerzos tectónicos compresionales debido a su convergencia con la placa de Nazca. Esto ha dado como resultado el arrugamiento y levantamiento del margen continental durante un proceso orogénico muy complejo, cuyo resultado final fue la formación de la cordillera de los Andes. La zona de la corteza está caracterizada por eventos moderados, con fallas con

ángulo de buzamiento pequeño y con magnitudes M_w entre 6,0 y 7,5; presentadas a lo largo de los márgenes occidental y oriental de la cordillera de los Andes. (Cruz, 2011, p. 27).

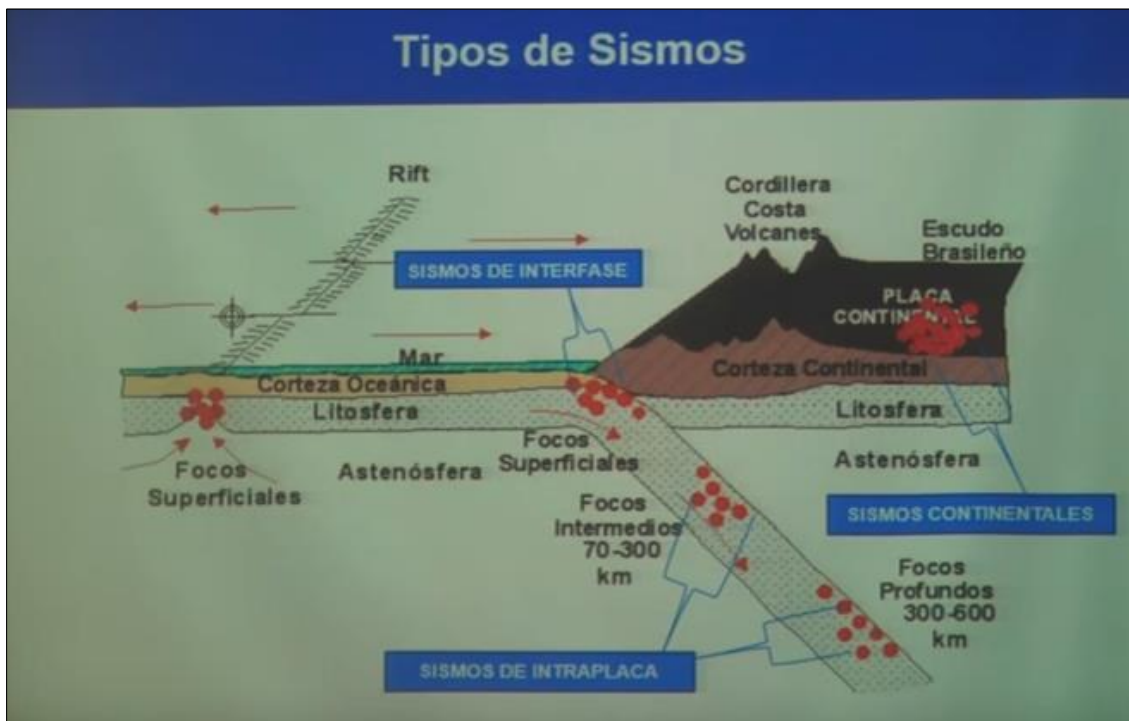


Figura 1. Tipo de sismos. Adaptado de conferencia "Análisis de peligro sísmico en el Perú" por Dr. Aguilar, 2016.

A.3. Medida de los Sismos

Según Bolaños y Monroy (2004). "Los terremotos pueden ser medidos cuantitativamente en función de la cantidad de energía liberada y cualitativamente según el grado de destrucción que ellos causan". (p. 18). En otras palabras, un evento sísmico puede ser medido en función a su intensidad o su magnitud.

A.3.1. Intensidad Sísmica

La intensidad o escala de observaciones es la medida o estimación empírica de la vibración o sacudimiento del suelo, a través de como el hombre percibe las vibraciones sísmicas en el ambiente en que vive, el grado de daños que causan en las construcciones y los efectos que tienen sobre la naturaleza. (Kuroiwa, 2002, p. 101). Es el parámetro de mayor interés en Ingeniería y se obtiene estimando cualitativamente los daños producidos por el terremoto.

Su uso se dio con los trabajos de Rossi y Forel en Italia y Suiza, respectivamente, a finales del Siglo XIX. Desde entonces se han desarrollado varias escalas que evalúan los efectos de los terremotos de una manera estrictamente cualitativa. (Herráiz, 1997, p. 54).

Para medir la intensidad se emplea la Escala de Intensidades Modificada de Mercalli que es una escala descriptiva de 12 grados. Existe también la escala MSK, elaborada por los sismólogos europeos Medvedev, Sponhever y Karnik. Esta escala precisa mejor los efectos de un sismo en las construcciones. (Bolaños & Monroy, 2004, p. 19).

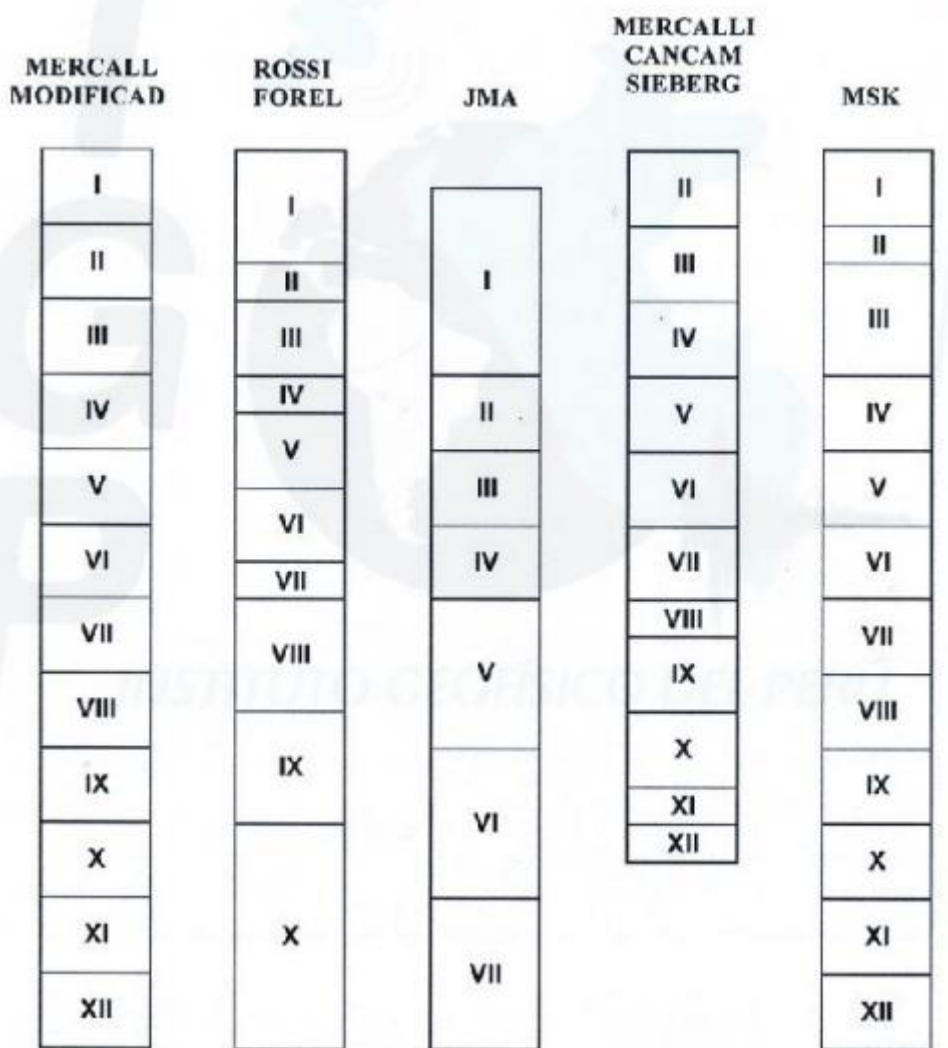


Figura 2. Escalas de intensidades sísmicas y su equivalencia. Fuente Reiter (1990).

A.3.2. Magnitud Sísmica

Kuroiwa (2002), define a la magnitud sísmica como una medida indirecta de la cantidad total de energía que se libera, por medio de las ondas sísmicas, durante el evento sísmico, la que puede estimarse de las amplitudes de las ondas sísmicas registradas en los sismógrafos, que son instrumentos muy sensibles especialmente diseñados para este fin, que generalmente se colocan sobre suelo rocoso. Los sismógrafos registran los sismos que ocurren en todo el mundo. Con los registros, llamados sismogramas, de varias estaciones, es posible determinar el epicentro, la profundidad focal y calcular la magnitud del sismo. (p. 101).

La magnitud fue inicialmente definido por Richter (1935) para los terremotos del Sur de California como el logaritmo decimal de la máxima amplitud, expresada en micrones (10^{-6}), del registro obtenido en un sismógrafo Wood – Anderson a una distancia de 100 Km. Matemáticamente es la diferencia entre los logaritmos de la máxima amplitud de la traza y del termino de corrección de la distancia, que se deduce empíricamente. El sismógrafo de torsión Wood – Anderson tiene un periodo propio de 0.85 seg, una ampliación de 2800 y un factor de amortiguamiento igual a 0.8. (Herráiz, 1997, p. 58).

Existen varias escalas para medir la magnitud de los sismos. Entre las principales están la magnitud local, la magnitud superficial, la magnitud de ondas de cuerpo y la magnitud momento.

B. Erupciones volcánicas

La erupción volcánica es la salida de roca fundida (magma), gases y cenizas, procedentes del interior de la tierra. (OPS, 2010, p. 17).

Si el material está constituido de gases y ceniza, se dice que la actividad es fumarólica. La actividad eruptiva se considera cuando el material expulsado va acompañado de sólidos derretidos y fragmentos rocosos. Los volcanes, son geomorfos o estructuras rocosas de forma cónica que se forma por la expulsión del magma sobre la superficie terrestre. (INDECI, 2006, p. 14).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

Los efectos en la salud asociados con los peligros volcánicos dependen del tipo de evento que se presente. (OPS, 2010), los cuales pueden causar:

- Elevada mortalidad.
- Posible incremento en la demanda de atención en salud, ya sea por lesiones graves que requieren tratamientos complejos (como traumatismos y quemaduras), afectaciones en vías respiratorias y ojos, e intoxicación por consumo de agua contaminada.
- Graves daños en los establecimientos de salud: destrucción de techos por peso de la ceniza; si hay flujos de lava y se encuentra en el camino, destrucción del edificio; contaminación del agua, deterioro de equipos por presencia de ceniza, entre otros.
- Interrupción de las vías de acceso así como de la provisión de servicios básicos.

C. Deslizamientos por Suelos Inestables.

Según el INDECI (2006), los deslizamientos son desplazamiento lento y progresivo de una porción de terreno, más o menos en el mismo sentido de la pendiente, que puede ser producido por diferentes factores como la erosión del terreno o filtraciones de agua. (p. 14).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

Los efectos que pueden ocasionar destrucción en los servicios de salud son:

- Elevada mortalidad.
- Incremento de la demanda de servicios por lesiones graves que requieren tratamientos complejos.
- Graves daños en los establecimientos de salud: pérdida de estabilidad, deterioro de la cimentación, destrucción de parte del edificio, ingreso de masa de lodo dentro del edificio con daño en elementos no estructurales, entre otros.

- Interrupción de las vías de acceso así como de la provisión de servicios básicos.

D. Tsunamis

Los tsunamis son olas gigantescas causadas por terremotos submarinos (maremotos) o erupciones volcánicas en el fondo del mar, que viajan importantes distancias y ocasionan destrucción a las líneas costeras y alrededores de bahías y puertos. (OPS, 2010, p. 19).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

Además la energía de un tsunami depende directamente de la magnitud del evento que lo origina, la altura de las olas y de su velocidad. Dependiendo de la hora en que se desarrolle el evento, del tipo de construcciones y de la densidad poblacional, un tsunami puede ocasionar:

- Elevada mortalidad.
- Afluencia masiva de heridos, ya sea por lesiones graves o contusiones de menor importancia.
- Graves daños en los establecimientos de salud: pérdida de estabilidad por deterioro de la cimentación, posible destrucción del edificio, ingreso de agua dentro de la edificación con daño en elementos no estructurales, pérdidas de insumos, entre otros.
- Interrupción de vías de acceso así como en la provisión de servicios básicos.

2.3.2. Amenazas Hidrometeorológicas

A. Huracanes.

La OPS (2010), sostiene que los huracanes son violentas tormentas que se presenta en las aguas cálidas tropicales y se define como un centro de baja presión donde los vientos giran en contra de las manecillas del reloj en el hemisferio norte, formando bandas nubosas en espiral, acompañadas de intensas precipitaciones. (p. 19).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

Asimismo los huracanes pueden causar destrucción en los servicios de salud como: elevada mortalidad, incremento en la demanda de servicios por lesiones graves y traumas que requieren tratamientos complejos, graves daños en los establecimientos de salud (destrucción de techos y cubiertas, deterioro de la cimentación de los edificios, daño en equipos expuestos, caída de postes de luz, deterioro dentro del edificio por presencia de agua, pérdida de insumos, entre otros) e interrupción de vías de acceso así como en la provisión de servicios básicos. (OPS, 2010, p. 20).

B. Lluvias Torrenciales

Son lluvias intensas que pueden venir acompañadas de relámpagos, rayos y truenos. Pueden inundar rápidamente áreas planas o cóncavas (como valles, hondonadas o zonas bajas de la ciudad) produciendo estancamiento de aguas; pero también pueden ocasionar (en zonas con pendiente pronunciada) flujos de alta velocidad con grandes volúmenes de agua y posibles deslizamientos. (OPS, 2010, p. 20)

El impacto que puede ocasionar las lluvias torrenciales, dependen directamente del tipo de suelo, topografía, precipitaciones y características de la cuenca.

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Un considerable número de defunciones.
- Posible incremento de pacientes por lesiones graves y traumatismos que requieren tratamientos complejos.
- Graves daños en los establecimientos de salud: si la edificación se encuentra en una ladera puede ocasionar su destrucción total, deterioro de elementos no estructurales por presencia de agua, posible daño en cimentación, entre otros.
- Interrupción de vías de acceso así como en la provisión de servicios básicos.

Uno de los impactos que tiene esta amenaza son las inundaciones, a continuación se describirá el tipo de inundaciones:

B.1. Tipos de Inundación.

Según su origen se tiene, inundaciones pluviales y fluviales.

B.1.1. Inundaciones Pluviales

Según CENEPRED, (2014), las inundaciones pluviales se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable. (p. 75).

B.1.2. Inundaciones Fluviales

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED, (2014), indica que las inundaciones fluviales son causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Es atribuida al aumento brusco del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida. (p. 75).

C. Penetración del Mar o Río

Las penetraciones de mares, ríos y lagos en terrenos secos son fenómenos que se producen por fuertes marejadas o desbordes de los ríos y lagos. Muchas inundaciones causadas por este fenómeno son parte del comportamiento normal de los ríos, es decir, de su régimen de aguas, ya que es habitual que en invierno aumente la cantidad de agua e inunde los terrenos cercanos a la orilla. (OPS, 2010, p. 21).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Limitado número de defunciones.
- Posible incremento de pacientes por lesiones y traumatismos que requieren tratamientos complejos.
- Graves daños en los establecimientos de salud, dependiendo de la cercanía de estas instalaciones a ríos y mares y su ubicación en terrenos planos:

afectación de divisiones, equipos y líneas vitales, posible socavación de cimentación, asentamientos, entre otros.

- Interrupción de vías de acceso así como en la provisión de servicios básicos.

D. Deslizamientos por Saturación del Suelo

Los movimientos en masa en laderas, son procesos de movilización lenta o rápida que involucran suelo, roca o ambos, causados por exceso de agua en el terreno y/o por efecto de la fuerza de gravedad. (CENEPRED, 2014, p. 68).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

Según la OPS, (2010), Son muchos los factores que inciden en el impacto de los deslizamientos por saturación de suelos, entre ellos destacan las precipitaciones, topografía, erosión, el tipo de suelos (su drenaje y filtración) y factores antrópicos. (p. 22).

- Limitado número de defunciones.
- Incremento de la demanda de servicios por lesiones graves que requieren tratamientos complejos.
- Graves daños en los establecimientos de salud: deterioro de la edificación por ingreso de masa de lodo, posible daño en cimentaciones, afectación en líneas vitales, entre otros.
- Interrupción de vías de acceso así como en la provisión de servicios básicos.

2.3.3. Fenómenos Sociales.

A. Concentraciones de Población.

La concentración masiva de población es una de las principales causas de vulnerabilidad social, pues -sea espontánea u organizada- puede afectar la cotidianidad de una comunidad y sus servicios, redundando en escenarios de inseguridad, violencia y desorden social. La ubicación de un establecimiento de salud en zonas de alta densidad poblacional y/o cercana a lugares de grandes concentraciones, puede incidir en la prestación de sus servicios. (OPS, 2010, p. 22).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Dificultades en las vías de acceso para la llegada de pacientes.
- Daños o disturbios en establecimientos o servicios por acción humana.
- Demanda incrementada por concentración poblacional excesiva frente al desarrollo insuficiente de la red de servicios.
- Colapso funcional en el establecimiento de salud por posible llegada masiva de víctimas.

B. Personas Desplazadas.

Son personas que se han visto forzadas a salir de su hogar o de su lugar de residencia habitual, en particular para evitar los efectos de un conflicto armado, conflicto civil, persecución o como resultado de catástrofes de origen natural o provocadas por el ser humano; que no han cruzado una frontera estatal internacionalmente reconocida y se movilizan hacia otras comunidades vecinas o áreas aisladas. (OPS, 2010, p. 23).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Posible aumento de enfermedades por condiciones de hacinamiento y desnutrición.
- Incremento de la demanda de servicios de salud, con mayor efecto en los aspectos funcionales de los establecimientos.

2.3.4. Fenómenos Sanitario – Ecológico.

A. Epidemias

La Organización Panamericana de la Salud (2010), sostiene que la epidemia es una enfermedad ampliamente extendida que afecta a muchos individuos en una población. Se evidencia porque -en una comunidad y en un lapso de tiempo determinado- se presenta un incremento significativo en el número de casos de una enfermedad con respecto al número de casos esperados. (p. 24).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Las epidemias originan un incremento de los índices de morbilidad y mortalidad, con posible colapso del sistema de salud, por la demanda de atención de los pacientes.

B. Contaminación.

La OPS (2010), describe a la contaminación como la presencia de cualquier agente (físico, químico o biológico) en lugares, formas y concentraciones que puede ser nocivo para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población. (p. 24).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Origina el incremento de la morbilidad y posible mortalidad.
- La contaminación del agua sin un adecuado manejo- puede generar enfermedades crónicas en la población.
- La presencia en el aire de dióxido de sulfuro y dióxido de nitrógeno origina desde irritación de ojos, nariz y garganta hasta infecciones respiratorias como bronquitis y neumonía y a largo plazo puede significar infecciones respiratorias crónicas, cáncer de pulmón, problemas cardíacos e incluso daño cerebral y en el sistema nervioso.

C. Plagas.

La Organización Panamericana de la Salud, define que, plaga es todo insecto o roedor que sirve para transportar microbios, gérmenes y bacterias que se encuentran en basura, excretas, etc. llevándolas en sus patas y cuerpo a los alimentos y aguas destapadas, provocando enfermedades. Ejemplo de estas plagas son: las cucarachas, los ratones, las moscas, los zancudos, etc. (OPS, 2010, p. 25).

2.3.5. Fenómenos Químico – Tecnológicos.

A. Explosiones.

Es el fenómeno originado por la expansión violenta de gases de combustión, manifestándose en forma de liberación de energía y da lugar a la aparición de efectos acústicos, térmicos y mecánicos. (INDECI, 2006, p. 17).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Un limitado número de defunciones.
- Mayor demanda de atención en salud, por lesiones graves y traumas que requieren tratamientos complejos, así como por efectos en los ojos, piel y vías respiratorias.
- Grave afectación en los establecimientos de salud: destrucción de vidrios y puertas, entre otros.

B. Incendios.

INDECI (2006), define a los incendios como la propagación libre y no programada del fuego, produciendo la destrucción total o parcial de las viviendas (casas o edificios) o establecimientos, existentes en las ciudades o centros poblados. Se pueden dividir en urbanos o domésticos, industriales y forestales. (p. 16).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Un limitado número de defunciones.
- Quemaduras y lesiones graves que requieren tratamientos complejos.
- Efectos en los ojos, piel y vías respiratorias.
- Grave afectación en los establecimientos de salud por posible llegada masiva de víctimas.

C. Fuga de Materiales Peligrosos

Los materiales peligrosos son elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas que, independientemente de su estado físico, representan un riesgo latente para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas. (OPS, 2010, p. 26).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Posibles víctimas cuyo número dependerá de la densidad poblacional a lo largo de la trayectoria de la nube tóxica y de la eficacia de las medidas de emergencia que se adopten, incluyendo la evacuación de las personas en riesgo.
- Afectación en los ojos, piel; vías respiratorias; y vía digestiva (por haber ingerido alimentos contaminados).
- Posibles efectos cancerígenos en el hígado, riñones, pulmones, torrente sanguíneo, etc.
- Grave afectación en los tres componentes de un establecimiento de salud, tanto porque puede comprometer la seguridad del edificio o por llegada masiva de víctimas que requieren tratamientos especiales de desintoxicación.

2.4. AMENAZAS GEOTÉCNICAS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

En este punto se pretende tener una idea general de la mecánica de los suelos y de los parámetros geotécnicos, así como de los problemas de cimentación inherentes al tipo de suelo. (OPS, 2010, p. 27).

2.4.2. Licuefacción.

El suelo pierde totalmente su capacidad de tomar carga y se comporta como líquido. Se presenta cuando suelos no cohesivos y saturados en agua, se separan, y el sedimento cae hacia abajo y el agua de saturación tiende a salir como una fuente hacia arriba. El resultado es un suelo con mayor plasticidad en el que los edificios pueden agrietarse o volcarse. (OPS, 2010, p. 27).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Un establecimiento de salud ubicado en un suelo de estas características, puede sufrir serios daños en su estructura. Este problema se evidencia a través de hundimiento, inclinación o a través de grandes grietas que pueden hacer fallar la edificación, con casos extremos de volcamiento de los edificios.

2.4.3. Suelos Arcillosos

Las arcillas depositadas por el viento guardan entre sus partículas grandes vacíos, por lo que un pequeño incremento de humedad puede destruir la ligazón entre ellas, perdiendo cohesión o disolviéndose, ocasionando hundimientos. Por otro lado, suelos arcillosos, secos o compactos, al ser humedecidos se hinchan, es decir que incrementa significativamente su volumen, levantando losas y muros con pocas cargas. (OPS, 2010, p. 28).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Un establecimiento de salud ubicado en un suelo arcilloso puede presentar serias grietas en muros y pisos, las cuales ponen en riesgo su estructura.

2.4.4. Talud Inestable.

La estabilidad de un talud depende de las características geológicas del terreno, del tipo de material que lo constituye, de la inclinación de la pendiente, de las condiciones hidrológicas y climáticas y de la intensidad sísmica en la zona. También puede influir, la presencia de rellenos o excavaciones tanto de obra civil, como de minería. Los taludes inestables son considerados una potencial amenaza ya que se relacionan directamente con los fenómenos de remoción en masa. (OPS, 2010, p. 28).

Efecto en los Establecimientos de Salud:

- Graves daños pero localizados en los establecimientos de salud: pérdida de estabilidad, deterioro de la cimentación, destrucción de parte del edificio, ingreso de masa de lodo dentro del edificio con daño en elementos no estructurales, entre otros.
- Probable interrupción de vías de acceso y en la provisión de servicios básicos.

2.5. EL INDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA

Hacer que todos los establecimientos de salud sean seguros frente a los desastres representa un gran reto para todos los países, no sólo por la cantidad de establecimientos de salud y la inversión necesaria, sino por la falta de información sobre

su estado de seguridad actual frente a las amenazas de origen natural. (OPS, 2008, p. 15).

Según la OPS, (2008), “Índice de seguridad hospitalaria: Guía del evaluador de hospitales seguros”, Menciona que los establecimientos de salud representan más del 70% del gasto público en salud, concentran, por lo general, al personal de salud más especializado y al equipamiento más sofisticado y costoso. Su funcionamiento continuo es indispensable, pues, en casos de desastre, la población acude de inmediato al establecimiento más cercano para obtener asistencia médica, sin tener en cuenta que estos establecimientos podrían haber colapsado o dejado de funcionar debido al impacto del fenómeno natural. (p. 15).

Es por eso que la Organización Panamericana de la Salud con el apoyo de un grupo de expertos de diferentes países, elaboró el Índice de Seguridad Hospitalaria como una herramienta de evaluación rápida y confiable, que proporciona una idea inmediata del nivel de seguridad de un hospital o un centro de salud, como instalación fundamental en su jurisdicción y que por lo tanto debe seguir funcionando luego de un evento adverso. (OPS, 2010, p. 7).

La OPS desarrollo dos instrumentos de evaluación, el primer instrumento sirve para la evaluación del Índice de Seguridad en establecimientos de salud de categorías tipo II – 1, II – 2, III – 1 y III – 2, que son los Hospitales e Institutos Especializados, verificando el nivel de seguridad de 145 aspectos o variables. El segundo instrumento sirve para la evaluación de establecimientos menores de categorías tipo I – 1, I – 2, I – 3 e I – 4, que son Puestos de Salud, Centros de Salud, Policlínicos, Clínicas, etc. Con menos de 20 camas o sin hospitalización, verificando el nivel de seguridad de 93 variables del establecimiento de salud en sus componentes estructurales, no estructurales y funcionales.

Este índice no reemplaza una evaluación exhaustiva de la vulnerabilidad, sin embargo, y debido a que es barato y fácil de aplicar, es un primer paso importante para los países, a fin de priorizar las inversiones para el mejoramiento de la seguridad de sus establecimientos de salud.

2.5.1. Seguridad Estructural.

Comprende aspectos para evaluar la seguridad del establecimiento en función al tipo de estructura, materiales y antecedentes de exposición a amenazas naturales y de otro tipo. El objetivo es definir si la estructura física cumple con las normas que le permitan seguir prestando servicios a la población, aun en caso de desastres de gran magnitud, o bien, puede ser potencialmente afectada alterando su seguridad estructural y comprometiendo, por lo tanto, su capacidad funcional. (OPS, 2008, p. 26).

2.5.2. Seguridad no Estructural.

La Organización de Panamericana de la Salud (2008), menciona que los elementos relacionados con la seguridad no estructural, por lo general, no implican peligro para la estabilidad del edificio, pero sí pueden poner en peligro la vida o la integridad de las personas dentro del edificio. El riesgo de los elementos se evalúa teniendo en cuenta si están desprendidos, si tienen la posibilidad de caerse o volcarse y afectar zonas estructurales estratégicas, verificando su estabilidad física (soportes, anclajes y depósito seguro) y la capacidad de los equipos de continuar funcionando durante y después de un desastre (almacenamiento de reserva y válvulas de seguridad, conexiones alternas, otros). Así, en este punto se analiza la seguridad relativa a las líneas vitales, los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado en áreas críticas, los equipos médicos de diagnóstico y tratamiento. (p. 27).

2.5.3. Seguridad Funcional.

Es la capacidad operativa del establecimiento durante y después de un desastre se estima también en función de la organización técnica y administrativa de su personal para responder a dichas situaciones. Este rubro evalúa el nivel de organización general del cuerpo directivo del establecimiento, la implementación de planes y programas, la disponibilidad de recursos, el grado de desarrollo y la preparación de su personal, sin pasar por alto el grado de seguridad de los servicios prioritarios para su funcionamiento. (OPS, 2008, p. 27).

2.5.4. Formularios de Evaluación

Son formularios que nos ayudaran a verificar una serie de aspectos y sus niveles de seguridad del establecimiento de salud. A continuación de forma breve se describirá los formularios de evaluación:

a. Formulario 1: “Información general del establecimiento de salud”

Según la OPS (2008). Es el formulario donde constan los datos generales y la capacidad de la institución evaluada. (p. 25).

- Datos generales: nombre, dirección, datos de contacto, nombres de las autoridades, número de camas, índice de ocupación, número de personal, croquis del establecimiento y de su entorno, posición en la red de servicios de salud de la zona, número de personas atendidas, grupo potencial, otros.
- Capacidad de atención: camas por servicio o especialidad médica y quirúrgica, y capacidad de expansión en casos de desastre.

b. Formulario 2: “Ficha de evaluación del nivel de seguridad del establecimiento de salud”

Es el documento usado para determinar el diagnóstico preliminar de seguridad frente a desastres. Contiene 93 aspectos o variables de evaluación, cada uno con tres niveles de seguridad: alto, medio y bajo. (OPS, 2008, p. 25). Está dividida en cuatro componentes o módulos:

- Ubicación geográfica del establecimiento de salud.
- Seguridad estructural.
- Seguridad no estructural.
- Seguridad con base en la capacidad funcional

2.5.5. Modelo Matemático

El modelo matemático es un conjunto de fórmulas definidas en una hoja de cálculo en Excel a través de la cual se asigna una ponderación a cada una de las preguntas de la lista de verificación (93 variables), permitiéndonos definir el grado de

seguridad de un componente estructural, no estructural o funcional de un establecimiento de salud. (OPS, 2008).

2.5.5.1. Variables, Secciones y Componentes

❖ El modelo matemático está conformado por variables, los cuales al agruparse forman una sección, y un grupo de secciones constituyen un componente.

2. Aspectos relacionados con la seguridad estructural					Componente
2.1 Seguridad debido a antecedentes del establecimiento	CONTROL	Grado de seguridad			
		BAJO	MEDIO	ALTO	
¿El establecimiento ha sufrido daños estructurales?	OK		1		Variable 01
¿El hospital ha sido construido, reparado, remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura?	OK	1			Variable 02

Figura 3. Identificación de variables, secciones y componentes. Adaptado de “Guía del evaluador de hospitales seguros” por OPS, 2008, p. 29.

❖ El valor de cada variable se multiplica por su peso relativo dentro de la sección. La suma de los valores resultantes de todas las variables de una sección da el 100% de la sección.

2. Aspectos relacionados con la seguridad estructural					PESO	=	Grado de seguridad		
2.1 Seguridad debido a antecedentes del establecimiento	CONTROL	BAJO	MEDIO	ALTO			BAJO	MEDIO	ALTO
		¿El establecimiento ha sufrido daños estructurales?	OK		1		25	0	30
¿El hospital ha sido construido, reparado, remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura?	OK	1		X	70	70	0	0	
					suma = 100%	70	30	0	

Figura 4. Multiplicación de variables con los pesos. Adaptado de “Guía del evaluador de hospitales seguros” por OPS, 2008, p. 29.

❖ Cada sección tiene un peso ponderado asignado en relación con las demás secciones del mismo componente, de tal forma que la suma del peso ponderado de las secciones da el 100% del componente respectivo.

2. Aspectos relacionados con la seguridad estructural					
2.1 Seguridad debido a antecedentes del establecimiento	CONTROL	Grado de seguridad			PESO
		BAJO	MEDIO	ALTO	
¿El establecimiento ha sufrido daños estructurales?	OK		1		25
¿El hospital ha sido construido, reparado, remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura?	OK	1			30
					70

← Peso ponderado de sección
suma de pesos de sección = 100%

2.2 Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación.	CONTROL	Grado de seguridad			PESO
		BAJO	MEDIO	ALTO	
¿En qué estado se encuentra la edificación?	OK	1			75
¿Cómo se encuentran los materiales de construcción de la estructura?	OK	1			20
¿Existe interacción de los elementos no estructurales con la estructura?	OK			1	5
					10

← Peso ponderado de sección

Figura 5. Pesos ponderados. Adaptado de “Guía del evaluador de hospitales seguros” por OPS, 2008, p. 29.

❖ Mediante este procedimiento, el porcentaje de probabilidad de la seguridad de cada sección y componente estará dada por:

$$\% PS_S = \left(\frac{PP_S}{100} \right) * \sum PP_S \quad (1)$$

Donde: $\% PS_S$ = Porcentaje de probabilidad de seguridad de cada sección.

PP_S = Peso ponderado de cada sección.

$\sum PP_S$ = Suma de pesos ponderados de cada sección.

$$\% PS_C = \% PS_{S1} + \% PS_{S2} + \% PS_{S3} \dots \% PS_{Sn} \quad (2)$$

Donde: $\% PS_C$ = Porcentaje de probabilidad de seguridad de cada componente.

$\% PS_S$ = Porcentaje de probabilidad de seguridad de cada sección.

Los resultados se obtienen individualmente, para facilitar la identificación de las áreas críticas.

❖ El componente de seguridad estructural tiene un peso correspondiente al 50% del índice, el componente no estructural tiene un peso del 30% y el componente de capacidad funcional, el 20% restante (pesos acordados por el GAMiD). La suma de los resultados ponderados de los tres módulos da como resultado el valor total de la

seguridad del hospital expresada en función del porcentaje de probabilidad de funcionamiento en casos de desastre.

Ponderación vertical	
Estructural	0.5
No-estructural	0.3
Funcional	0.2

Figura 6. Ponderación vertical. Adaptado de “Guía del evaluador de hospitales seguros” por GAMiD/OPS, 2008, p. 29.

$$\%PST = \sum \%PS_{cE} * 0.5 + \sum \%PS_{cNE} * 0.3 + \sum \%PS_{cF} * 0.2 \quad (3)$$

Donde: $\%PST$ = Porcentaje de probabilidad de seguridad total.
 $\sum \%PS_{cE}$ = Sumatoria de probabilidad de seguridad estructural (%).
 $\sum \%PS_{cNE}$ = Sumatoria de probabilidad de seguridad no estructural.
 $\sum \%PS_{cF}$ = Sumatoria de probabilidad de seguridad funcional (%).

❖ Luego de calcular la probabilidad de seguridad total, se hallara el factor de seguridad, teniendo en cuenta los pesos de ponderación horizontal.

Ponderación horizontal		
Alta probabilidad de no funcionar	1	← Extremo horizontal inferior
Probablemente funcione	2	
Alta probabilidad de funcionar	4	← Extremo horizontal superior

Figura 7. Ponderación horizontal. Adaptado de “Guía del evaluador de hospitales seguros” por GAMiD/OPS, 2008, p. 29.

$$Factor\ de\ seguridad = \frac{\%PST * PH}{100} \quad (4)$$

Donde: $\%PST$ = Porcentaje de probabilidad de seguridad total.
 PH = Ponderación horizontal.

De la ecuación 4 se tendrá el factor de seguridad final, que será la sumatoria de los factores de seguridad de cada componente.

❖ Cálculo del rango a ser usado para computar los índices de seguridad y vulnerabilidad

$$Rango = EH_{Su} - EH_{In} \quad (5)$$

Donde: EH_{Su} = Extremo horizontal superior.

EH_{In} = Extremo horizontal inferior.

❖ Cálculo del índice de seguridad y el índice de vulnerabilidad

$$\text{Índice de seguridad} = S = \frac{\text{Factor de seguridad} - EH_{In}}{Rango} \quad (6)$$

$$\text{Índice de vulnerabilidad} = 1 - S = \frac{EH_{Su} - \text{Factor de seguridad}}{Rango} \quad (7)$$

❖ Dado que cada variable tiene tres niveles de seguridad: alto, medio y bajo, y con el fin de reducir la distorsión al momento de evaluar, se asignan valores constantes a cada nivel de seguridad y mediante la ecuación 6, se establece el índice de seguridad, cuyo valor máximo es 1 y mínimo 0. Los cálculos y ponderaciones se realizan teniendo en cuenta que es muy difícil que un establecimiento de salud quede perfectamente operativo, por lo que una institución raramente puede recibir un resultado de 1 en el índice de seguridad. (OPS, 2008).

2.5.5.2. Ingreso de datos en el Modelo Matemático.

Los resultados de la lista de verificación son ingresados en el Modelo Matemático, como valor numérico (1) en las celdas correspondientes y la hoja de cálculo aplica automáticamente las fórmulas descritas en el ítem anterior. (OPS, 2008, p. 30).

Para ingresar los datos se realizan los siguientes pasos:

- ✓ Revisión automática de errores en el ingreso de la información.
- ✓ Asignación de valores ponderados para cada variable y para cada sección.
- ✓ Asignación de valores ponderados de seguridad para cada componente: estructural, no estructural y funcional.
- ✓ Cálculo de seguridad porcentual relativa para cada componente.

- ✓ Generación de gráficos de seguridad proporcional para cada componente.
- ✓ Cálculo automático del índice de seguridad hospitalaria.
- ✓ Generación del gráfico del índice de seguridad hospitalaria.
- ✓ Clasificación automática del establecimiento de salud en categoría A, B o C.

Tabla 3.

Recomendaciones generales de intervención

Índice de seguridad	Categoría	¿Qué se tiene que hacer?
0 – 0.35	C	Se requieren medidas urgentes de manera inmediata, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento no son suficientes para proteger la vida de los pacientes y el personal durante y después de un desastre.
0.36 – 0.65	B	Se requieren medidas necesarias en el corto plazo, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento pueden potencialmente poner en riesgo a los pacientes, el personal y su funcionamiento durante y después de un desastre.
0.66 – 1	A	Aunque es probable que el hospital continúe funcionando en caso de desastres, se recomienda continuar con medidas para mejorar la capacidad de respuesta y ejecutar medidas preventivas en el mediano y largo plazo, para mejorar el nivel de seguridad frente a desastres.

Nota. Adaptado de “Índice de seguridad hospitalaria: Guía del evaluador de hospitales seguros” por OPS, 2008, P. 30.

De acuerdo con la categoría de seguridad del establecimiento de salud, se establecerá recomendaciones generales de intervención.

CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. TIPO DE INVESTIGACION

El presente trabajo está enfocado en una investigación CUANTITATIVA ya que según Hernández, Fernández, & Baptista (2010), este tipo de investigación es un proceso secuencial, deductivo, probatorio y analiza la realidad objetiva, además se caracteriza porque mide fenómenos, utiliza estadística, prueba hipótesis y hace análisis de causa – efecto.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Es una investigación EXPERIMENTAL, el cual se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula. Pero, para establecer influencias se deben cubrir varios requisitos de los cuales el primer requisito es la manipulación intencional de una o más variables independientes, el segundo requisito consiste en medir el efecto que la variable independiente tiene en la variable Dependiente y el tercer requisito que todo experimento debe cumplir es el control o la validez interna de la situación experimental (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

3.3. FORMULACION DE LA HIPOTESIS

3.3.1. Hipótesis General

- El índice de seguridad hospitalaria del establecimiento de salud de primer nivel I-3, es bajo por las condiciones de seguridad estructural, no estructural y funcional.

3.4. IDENTIFICACION DE VARIABLES

Objeto de estudio	: El establecimiento de salud de primer nivel I-3.
Variable a estudiar	:
Variable Independiente	: Seguridad estructural, no estructural y funcional.
Variable Dependiente	: Índice de seguridad hospitalaria
Variable Interviniente	: Amenazas naturales

3.5. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

La siguiente ecuación define la relación que existe entre una variable Dependiente (Y), Independiente (X) e Interviniente (Z), en la que la primera es el resultado o efecto producido por la acción de la variable Independiente, la segunda es la variable que produce el efecto o es la causa de la variable dependiente y la tercera es la variable que no necesariamente está formulada en la hipótesis, pero que está presente en el objeto de estudio y una variación en sus valores podrían afectar los resultados. (Borja, 2012)

$$Y = f(X, Z)$$

Dónde:

Y = Variable Dependiente.

X = Variable Independiente.

Z = Variable Interviniente.

Muestra de variables

VARIABLE	INDICADOR	MEDICIÓN	RANGO DE VARIABILIDAD
<u>Variable Independiente:</u> (X)	• Registros de sismos históricos	Escala Mercalli Modificada (MM)	• I – XII Grados
	• Calidad de material. - Resistencia a la compresión del adobe.	Kg/cm ²	• Min 10.20 kg/cm ²
	• Propiedades físicas del suelo. - Capacidad portante. - Clasificación.	Kg/cm ² SUCS	-----
	• Criterios de configuración - Limites geométricos de muros y vanos.	m	• L+1.25H≤17.5e

VARIABLE	INDICADOR	MEDICIÓN	RANGO DE VARIABILIDAD
Seguridad No estructural	• Condición de los elementos arquitectónicos	Bajo, Medio y Alto.	-----
	• Condición de equipos médicos de laboratorio y suministros	Bajo, Medio y Alto	-----
	• Condición del mobiliario	Bajo, Medio y Alto	-----
	• Sistemas de calefacción y ventilación	Bajo, Medio y Alto	-----
	• Líneas vitales	Bajo, Medio y Alto	-----
Seguridad Funcional	• Organización del comité para desastres. • Plan operativo para desastres	Bajo, Medio y Alto	-----
	• Planes de contingencia.	Bajo, Medio y Alto	-----
	• Buena organización y operatividad.	Bajo, Medio y Alto	-----
<u>Variable Dependiente:</u> (Y)	• Grado de seguridad	Alto, Medio y Bajo	-----
Índice de Seguridad Hospitalaria	• Categorías de seguridad	Categoría A, B y C	• C: (0 - 0.35) • B: (0.36 - 0.65) • A: (0.66 - 1)
<u>Variable Interviniente:</u> Amenazas naturales	• Lluvias torrenciales - Precipitación máxima de la cuenca - Precipitación media de la cuenca	mm.	-----
	• Sismos. - Aceleración máxima del suelo	(g)	• 0.001 – 0.510 (g)

Fuente: Elaboración propia.

3.6. LUGAR DE EJECUCIÓN

El lugar donde se ejecutó la presente investigación es el establecimiento de salud de primer nivel de atención, categoría I-3, del distrito de Kelluyo. Políticamente el Distrito de Kelluyo, se encuentra ubicado en:

Departamento : Puno
Provincia : Chucuito
Distrito : Kelluyo

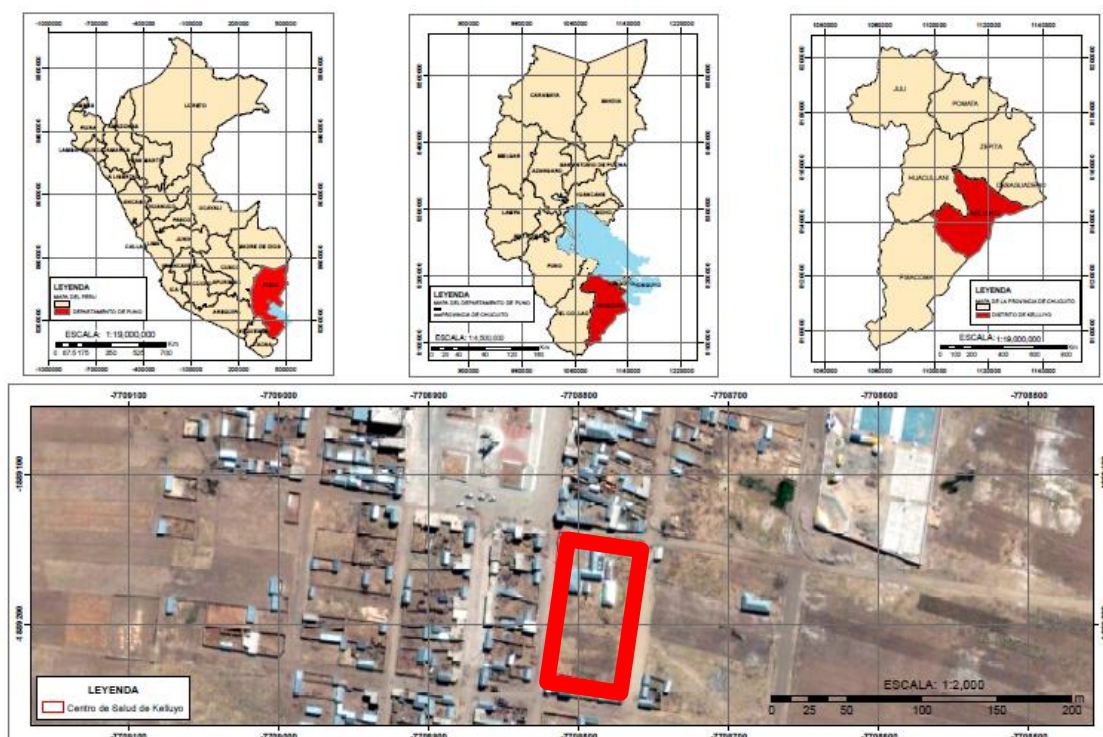


Figura 8. Mapa de Ubicación del Centro de salud de Kelluyo. (Elaboración propia con ArcGIS v. 10.5). Ver Anexo A.

3.6.1. Aspectos Ambientales del Lugar de Estudio

Altitud

El territorio del Distrito de Kelluyo se encuentra localizado a una altura que va entre 1830 a 4,800 msnm. (MDK, 2012)

Clima

MDK (2012), menciona que en todo el territorio del distrito de Kelluyo predomina el frío y seco con una temperatura promedio - 15° a 16° C, en las épocas de invierno y verano respectivamente.

En tanto, se determina, que, dada la diversidad de los pisos ecológicos, presenta microclimas variados; por lo general es frígido y ventoso; y la sub unidad alta es moderada debido a la existencia de cerros; las temperaturas más bajas en el distrito, se registran en los meses de junio y julio, con -5 grados a 9 grados °C. Con promedios anuales máximos de 15.6 grados Centígrados y mínimos acentuados -0.4 grados centígrados con dispersión al promedio anual de 7.6 grados

Relieve

El distrito de Kelluyo al estar localizado en el altiplano es una zona relativamente llana, pendientes aunque con cerros que llega a una altura de 4,800 msnm. (MDK, 2012)

Población

De acuerdo al censo nacional de 2015, este distrito cuenta con 24 415 habitantes; de ellos, el 52.33% (13,300 hab.) corresponde al género masculino y el 47.67% (12,115 hab.) al género femenino. (MDK, 2012)

Actividad Económica

La actividad económica de la zona es predominantemente agraria, el 70% de la población se avocan exclusivamente en dicha actividad, mientras que el 30% restante desarrollan otras actividades. (MDK, 2012)

3.7. METODOLOGIA

Para determinar el Índice de Seguridad del Centro de Salud de Kelluyo, se aplicó la herramienta de evaluación denominada "Índice de Seguridad Hospitalaria", elaborado por el Grupo Asesor en Mitigación de Desastres de la OPS/OMS (GAMiD) y a los aportes de diversos expertos nacionales, esta herramienta evalúa de forma rápida, confiable, y

a bajo costo; proporcionando una idea inmediata de la probabilidad de que un establecimiento de salud continúe funcionando en casos de desastre.

Al determinar el “índice de Seguridad” de un Establecimiento de salud, que también toma en cuenta el medio ambiente y la red de servicios de salud a los que pertenece, los países y responsables de tomar decisiones, tendrán una idea más amplia de su capacidad para responder a emergencias o desastres de gran magnitud.

Antes de evaluar el establecimiento de salud, se llevó a cabo una inspección preliminar de la zona de estudio. El propósito de esta inspección, fue suministrar información rápida sobre el diseño arquitectónico y el tipo de construcción de la ciudad, el impacto general que podrían originar las amenazas y las zonas de probable mayor afectación. Se apreció, del mismo modo, las vías de acceso principales y alternas al establecimiento de salud.

De la misma manera, se observó el terreno alrededor de la edificación con el propósito de identificar fallas o anomalías del terreno, o taludes cercanos. Se identificó si existen espejos de agua (mar, ríos, lagunas o lagos, entre otros) cercanos al establecimiento de salud, que puedan elevar el nivel freático.

Luego de llevarse a cabo la inspección preliminar, se pasó a evaluar y analizar las amenazas o peligros que afectan al establecimiento de salud.

3.7.1. Análisis y Evaluación de la Peligrosidad.

Nuestro país se encuentra en permanente situación de riesgo, debido a la ubicación geográfica y características especiales; frecuentemente afronta diversos eventos adversos naturales y antrópicos que generan emergencias y desastres que afectan la infraestructura de los establecimientos de salud, poniendo en peligro la vida del personal de trabajo, como la de los pacientes, quedando fuera de servicio y dejando a la población sin la posibilidad de contar con la asistencia médica en los momentos que ésta es más necesaria. (MINSA, 2010).

La presencia del denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico” en la ubicación de nuestro país, es caracterizada por generar gran actividad sísmica, lo que lo hace susceptible a continuos temblores y terremotos, su extenso litoral lo expone a posibles tsunamis, su geología accidentada y la presencia de la cordillera de los andes lo expone

a derrumbes, aluviones, avalanchas, desbordes de sus ríos e inundaciones. (MINSA, 2010).

3.7.1.1. Peligro Sísmico

El peligro sísmico se define como la probabilidad de ocurrencia de sismos en un área geográfica específica de una intensidad igual o mayor, a un cierto valor fijado, durante un intervalo de tiempo determinado.

En general, se hace extensivo el término intensidad a cualquier otra característica de un sismo, tal como su magnitud, la aceleración máxima, el valor espectral de la aceleración, el valor espectral de la velocidad, el valor espectral del desplazamiento del suelo, el valor medio de la intensidad Mercalli Modificada u otro parámetro.

Existen en la literatura especializada una variedad de investigaciones, las cuales se plantean el cálculo del Peligro Sísmico Probabilístico; Estas investigaciones se desarrollaron a mediados de los años 60, con los trabajos realizados por Riznichenko (en 1965 en Rusia) y de Cornell (en 1968 en EE.UU.); los planteamientos iniciales de estos autores dieron el posterior desarrollo del método de estimación de la peligrosidad sísmica. (Cruz, 2011).

A. Peligro Sísmico Probabilístico

El análisis de peligro sísmico probabilístico (de sus siglas en inglés PSHA) es desarrollado mediante la adecuada interpretación de la actividad sísmica en una zona de interés analizando incertidumbres tales como magnitud o tamaño del sismo, ubicación del sismo y nivel de vibración resultante en un lugar específico proveniente de la combinación de estos parámetros modelados a través de ecuaciones de predicción del movimiento (GMPE: Ground Motion Prediction Equation). (Roncal, 2017, p. 84).

El análisis probabilístico de peligro sísmico, ha sido desarrollado en base a la metodología propuesta por Cornell (1968), la cual se disuelve mediante la representación adecuada de la actividad sísmica de la zona en estudio y la elección de alguna relación entre la amplitud del movimiento del suelo o de la respuesta estructural, alguna medida del sismo (magnitud o intensidad) y la distancia entre el foco y la distancia de interés. (Roncal, 2017, p. 84).

B. Análisis del Peligro Sísmico Probabilístico

Para determinar la evaluación del peligro sísmico probabilístico, primero tenemos que conocer el lugar del emplazamiento, conocer la geología local de la zona de estudio, así como también conocer la sismicidad histórica como instrumental del emplazamiento, obtener también las fuentes sismológicas y sus parámetros respectivos de cada fuente. Seleccionar un modelo de atenuación del movimiento de suelo adecuado, para sismos de subducción y sismos continentales. Una vez conocidos los datos ya mencionados se determinara el peligro sísmico del lugar del emplazamiento, utilizando el programa de cómputo CRISIS2018 ver18.4.1, desarrollado y actualizado por Ordaz et al (2017).

B.1. Ubicación Geográfica del lugar de Análisis.

El distrito de Kelluyo está situado en la parte sudeste de Perú, en la Provincia de Chucuito, ubicada en el Departamento de Puno. Limita por el norte con los distritos de Zepita y de Desaguadero; al sur con el Distrito de Pizacoma; al este con Bolivia y al oeste con el de Huacullani. El Distrito cuenta con una población de 25 425 habitantes. (Ver Anexo 1).

El peligro sísmico se evaluó en la capital del Distrito, que es la ciudad de Kelluyo, específicamente en el establecimiento de salud. En la Tabla 4, nos muestra el lugar donde se realizó el análisis de peligro sísmico, indicando las coordenadas geográficas y UTM.

Tabla 4.

Punto de análisis del peligro sísmico

N°	Nombre de Ubicación	ZONA	UTM WGS84		GEOGRAFICAS	
			Norte	Este	Longitud	Latitud
1	Centro de salud - Kelluyo	19 K	8150557.72 m	473403.98 m	-69.250	-16.728

Nota: UTM = Sistema de Coordenadas Universal. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

B.2. Sismicidad Histórica.

La información sobre la sismicidad histórica, puede ayudar a identificar las características sísmicas de un determinado lugar. En Perú esta información fue recopilada por Silgado (1968, 1978, 1985) y Dorbath et al. (1990) de manera más completa desde el siglo XIV hasta el siglo XIX, en este periodo los eventos sísmicos de gran importancia fueron descritos en relatos, crónicas, narraciones, diarios personales, e informes basándose principalmente en la consecuencia de los daños. (Roncal, 2017).

Alva (1984) confeccionó un mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú, en el que se representan los niveles de daños producidos por los terremotos peruanos. El mapa se basó en treinta isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes. (Bolaños & Monroy, 2004, p. 52).

Existe poca cantidad de información sobre eventos producidos en las ciudades remotas del interior del país, la mayor cantidad de esta información se encuentra en la costa peruana. Según Silgado (1978), los principales terremotos ocurridos en la región de Puno entre los años 1513 y 1959 fueron. (pp. 32, 51, 93, 94).

- En 1747, Polo (1904) señala que ocurrió un fuerte sismo en una región apartada del Departamento de Puno, no se pudo obtener noticias sobre la fecha o mes. Se sabe que ocasionó grandes destrozos en Ayapata, provincia de Carabaya; agua cenagosa brotó de la tierra y pereció mucha gente.
- El 9 de Abril de 1928 se registró un movimiento sísmico con una intensidad del grado VII de la Escala MM en la provincia de Carabaya, Departamento de Puno, ocasionando la destrucción parcial del templo colonial del pueblo y las viviendas quedaron inhabilitadas. Asimismo, las poblaciones de Ituata y Macusani experimentaron serios daños. En el pueblo de Ollachea, según varios testigos, se oían detonaciones subterráneas y luego venían los sacudimientos de tierra. Del Nevado Allinocapae se desprendieron con estrépito enormes masas de hielo.
- El 15 de enero de 1958 a las 14:14, ocurrió un terremoto en Arequipa que causó 28 muertos y 133 heridos. Intensidad ligeramente superior al grado VII - MM. El movimiento fue sentido desde Chíncha (paralelo 1105) hasta Tarapacá, Chile (paralelo 210) y hacia el Este, en Cusco, Puno y en otras localidades del Altiplano.

- El 19 de julio de 1959, ocurrió un intenso y prolongado movimiento sísmico sentido a las 10:07 horas. En Arequipa, Moquegua, Cuzco, Puno, Tacna y el norte de la República de Chile, hasta Antofagasta. Ocasiónó algunos daños en las torres de los templos de Moquegua, rotura de las redes de distribución de agua potable en Arequipa. Intensidad V - VII MM.
- Los terremotos más notables en la región Sur son los ocurridos en los años 1604, 1784 y 1868, siendo este último el mejor documentado y descrito a detalle por Montessus de Ballore (1911) y Vargas (1922). Dichos destruyeron las principales ciudades del sur (Arequipa, Moquegua, Tacna y Puno) y al Norte de Chile (Arica e Iquique). Por otro lado, el terremoto de 1868 (I= Xmm) fue sentido desde Guayaquil en Ecuador hasta Concepción en Chile, generando un maremoto que alcanzó una altura de hasta 14 metros (silgado, 1978, Dorbath et al, 1990).

B.3. Sismicidad Instrumental.

En 1963 se realiza la instalación de la red sismográfica mundial en el Perú, con lo cual mejora notablemente la adquisición de la data sísmica, a partir de esa fecha, la data sísmica, es más preciso, en cuanto a su localización de hipocentros y la mayoría de los sismos tienen calculada su magnitud en función de las ondas de cuerpo; por lo que los datos de los catálogos sísmicos pueden ser considerados para la obtención de parámetros sismológicos.

La información sísmica instrumental del Perú parte de la data obtenida del catálogo sísmico revisado y actualizado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el cual es una versión revisada del Catálogo Sísmico del Proyecto SISRA – 1982 (Sismicidad de la Región Andina) para el periodo 1471 – 1982, y elaborado por el propio IGP para el periodo 1982 – 2001. Esta información ha sido complementada hasta el primero de enero de 2016 utilizando la información compilada de diversos catálogos sísmicos provenientes de las siguientes instituciones: National Earthquake Information Center (NEIC); International Seismological Center (ISC); United States Geological Survey (USGS); National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA); y el Global Centroid Moment Tensor (Global CMT). A su vez, se complementó el catálogo sísmico con data sísmica histórica proporcionada por el IGP con lo cual se cuenta con un Catálogo Sísmico Compilado desde el año 1555 hasta el primero de enero de 2016. (Roncal, 2017, pp. 54 - 55).

B.4. Fuentes Sismogénicas.

Las fuentes sismogénicas se pueden definir como la línea, área o volumen geográfico que tenga similitudes geológicas, geofísicas y sísmicas tales que se pueda considerar que posee un potencial sísmico homogéneo en toda la fuente, es decir, en las que el proceso de generación y recurrencia de sismos es espacial y temporalmente homogéneo.

En el presente estudio de peligro sísmico se ha utilizado las fuentes sismogénicas definidas por Roncal (2017). Roncal definió 29 fuentes sismogénicas basados en el mapa de distribución de epicentros, así como en las características tectónicas del área de influencia. La actividad sísmica en el Perú es la consecuencia de la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana, así como del proceso de reajustes tectónicos del aparato andino. Esto permite asociar en fuentes de subducción y fuentes corticales o continentales.

Las fuentes continentales o corticales están relacionadas con la actividad sísmica superficial andina. Se han presentado las fuentes como áreas, ya que no existen suficientes datos para presentar fallas como fuentes lineales en este ejemplo de análisis. Las fuentes sismogénicas se han determinado en base a los catálogos sísmicos, a las profundidades focales y a la sismotectónica. La mayor parte de los sismos ocurridos en el país es el producto de la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana. La placa de Nazca penetra debajo de la Sudamericana a ángulos variables y se profundiza a medida que avanza hacia el continente.

En el actual estudio, se han utilizado 20 fuentes de subducción, y estas se han diferenciado en dos mecanismos; de interfase (F1, F2, F3, F4, F5 y F6) y de intraplaca superficial (F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15 y F16) e intermedias (F17, F18, F19 y F20). Así mismo se han utilizado 9 fuentes sísmicas continentales (F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28 y F29).

Las coordenadas geográficas de las fuentes sismogénicas empleadas se detallan en la Tabla 5, 6 y 7.

Tabla 5.*Coordenadas geográficas de las fuentes de interface*

FUENTES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		PROFUNDIDAD
	LONGITUD (°W)	LATITUD (°S)	
F-1	-79.928	-1.314	50
	-79.697	-2.447	50
	-81.742	-2.217	25
	-81.670	-1.163	25
	-80.380	2.110	25
	-78.778	1.666	50
F-2	-81.851	-3.458	25
	-82.054	-5.322	25
	-80.991	-8.528	25
	-79.267	-7.740	50
	-80.368	-5.595	50
	-79.699	-2.439	50
F-3	-81.236	-2.274	25
	-80.991	-8.528	25
	-80.022	-10.322	25
	-77.184	-14.412	25
	-75.856	-13.563	60
	-77.824	-10.464	60
F-4	-79.267	-7.740	60
	-75.800	-15.800	25
	-74.360	-16.880	25
	-73.430	-16.039	65
	-75.834	-13.548	65
F-5	-77.155	-14.392	25
	-73.43	-16.039	70
	-74.36	-16.88	30
	-72.727	-18.1	30
	-71.602	-19.101	30
F-6	-70.517	-18.082	75
	-71.602	-19.101	30
	-71.334	-19.475	30
	-71.377	-22.999	50
	-69.266	-22.999	85
	-69.623	-20.786	75
	-69.9	-18.564	70
	-70.517	-18.082	70

Nota: Adaptado de “Determinación del peligro sísmico en el territorio nacional y elaboración de aplicativo web” por Roncal, 2017, p. 72.

Tabla 6.*Coordenadas geográficas de las fuentes de intraplaca.*

FUENTES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		PROFUNDIDAD
	LONGITUD (°W)	LATITUD (°S)	
F-7	-79.033	-2.129	125
	-76.989	0.998	125
	-79.222	1.809	50
	-80.031	0.162	50
	-80.600	-1.400	50
F-8	-81.334	-3.969	50
	-80.840	-5.926	50
	-79.881	-8.015	50
	-77.474	-6.920	120
	-78.667	-4.725	120
	-77.716	-2.798	200
	-80.017	-1.630	90
F-9	-78.423	-7.352	100
	-79.881	-8.015	60
	-78.003	-11.728	60
	-76.381	-13.899	60
	-74.775	-12.871	120
	-76.441	-10.831	130
F-10	-73.778	-16.347	70
	-71.584	-14.405	140
	-73.127	-13.631	125
	-74.555	-12.725	120
	-76.381	-13.899	60
	-75.782	-14.883	60
	-74.709	-15.750	60
F-11	-71.660	-17.328	70
	-70.558	-18.134	70
	-69.800	17.400	140
	-71.584	-14.405	140
	-73.778	-16.347	65
F-12	-70.480	-22.999	70
	-69.275	-22.999	100
	-67.872	-22.999	150
	-67.911	-21.766	150
	-68.560	-19.610	155
	-69.020	-18.550	150
	-69.800	-17.400	140
-70.558	-18.143	100	

FUENTES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		PROFUNDIDAD (KM)
	LONGITUD (°W)	LATITUD (°S)	
F-13	-77.716	-2.798	200
	-78.667	-4.725	120
	-76.472	-8.763	130
	-75.489	-8.120	140
	-74.558	-6.771	150
	-76.164	-4.332	130
	-75.255	-2.911	150
F-14	-76.441	-10.831	130
	-74.775	-12.871	120
	-73.794	-12.219	130
	-76.472	-8.763	130
	-77.474	-6.920	120
	-78.423	-7.352	120
F-15	-75.116	-10.513	145
	-73.794	-12.219	130
	-72.577	-11.410	135
	-73.319	-10.572	150
	-74.417	-9.331	150
	-75.489	-8.120	140
	-76.472	-8.763	130
F-16	-73.119	-13.635	120
	-71.584	-14.405	150
	-70.646	-13.766	135
	-72.575	-11.405	135
	-74.584	-12.770	125
F-17	-77.716	-2.798	200
	-76.245	-2.865	170
	-75.638	-1.914	170
	-77.119	-0.922	200
	-78.400	-1.161	125
	-79.033	-2.129	125
F-18	-75.489	-8.120	140
	-74.417	-9.331	150
	-73.051	-8.124	185
	-74.558	-6.771	180
F-19	-70.592	-16.070	150
	-69.800	-17.400	140
	-69.020	-18.550	150
	-68.246	-18.155	200
	-67.398	-17.724	250
	-70.646	-13.766	250
	-71.584	-14.405	175

FUENTES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		PROFUNDIDAD
	LONGITUD	LATITUD	
	(°W)	(°S)	
F-20	-65.943	-22.999	270
	-66.254	-19.522	270
	-66.745	-17.388	285
	-69.020	-18.550	150
	-68.560	-19.610	155
	-67.911	-21.766	150
	-67.873	-22.999	150

Nota: Adaptado de “Determinación del peligro sísmico en el territorio nacional y elaboración de aplicativo web” por Roncal, 2017, pp. 73-74.

Tabla 7.

Coordenadas geográficas de las fuentes continentales

FUENTES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		PROFUNDIDAD
	LONGITUD	LATITUD	
	(°W)	(°S)	
F-21	-79.173	-7.916	30
	-77.365	-7.009	30
	-78.581	-4.449	30
	-80.368	-5.595	30
F-22	-79.173	-7.916	30
	-77.824	-10.464	30
	-76.318	-12.881	30
	-75.677	-13.764	30
	-74.411	-12.807	30
	-75.315	-12.019	30
	-76.798	-8.551	30
-77.365	-7.009	30	
F-23	-75.677	-13.764	30
	-73.090	-16.383	30
	-72.106	-14.949	30
	-73.789	-13.349	30
	-74.411	-12.807	30
F-24	-73.090	-16.383	30
	-70.517	-18.096	30
	-69.900	-18.564	30
	-69.174	-17.909	30
	-70.484	-15.743	30
-72.106	-14.949	30	

FUENTES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		PROFUNDIDAD
	LONGITUD (°W)	LATITUD (°S)	
F-25	-79.367	-0.036	30
	-79.083	-2.408	30
	-77.139	-1.595	30
	-76.797	1.211	30
	-77.897	1.730	30
F-26	-79.083	-2.408	30
	-78.581	-4.449	30
	-78.152	-5.348	30
	-76.293	-4.598	30
	-76.661	-3.088	30
F-27	-77.139	-1.595	30
	-78.152	-5.348	30
	-77.365	-7.009	30
	-76.798	-8.551	30
	-75.145	-7.359	30
F-28	-75.430	-6.292	30
	-76.304	-4.610	30
	-76.798	-8.551	30
	-75.315	-12.019	30
	-73.789	-13.349	30
F-29	-72.276	-11.656	30
	-73.668	-10.523	30
	-74.957	-8.744	30
	-75.145	-7.359	30
	-73.789	-13.349	30
F-29	-72.106	-14.949	30
	-70.484	-15.743	30
	-69.414	-12.956	30
	-72.276	-11.656	30

Nota: Adaptado de “Determinación del peligro sísmico en el territorio nacional y elaboración de aplicativo web” por Roncal, 2017, pp. 75-76.

B.5. Parámetros Sismológicos de cada Fuente.

Para evaluar la diferenciación de las magnitudes de los eventos sísmicos que cada fuente sísmica pueda generar es inevitable conocer la recurrencia sísmica de la fuente. La recurrencia sísmica representa el número de eventos mayores o iguales a alguna dimensión dentro de la fuente y está descrita por la pendiente de la relación de

recurrencia de Gutenberg y Richter (b), la razón media anual de actividad sísmica o tasa (N), la magnitud mínima (M_{min}) y la magnitud máxima (M_{max}).

La fórmula que define la relación de recurrencia de la acción sísmica de un determinado lugar es:

$$\text{Log } N = a - b * M \quad (8)$$

Donde N es el número de sismos con magnitud mayor o igual a M , y a y b son constantes.

La ecuación anterior se puede expresar también de la siguiente forma:

$$N = \Gamma_0 e^{-\beta M} \quad (9)$$

Donde: $\Gamma_0 = 10^a$, es el número de sismos por unidad de tiempo con $M > 0$

$$\beta = b * \ln 10$$

Para determinar el valor de b y Tasa, se utilizó el método de máxima verosimilitud, que ajusta la recta al valor medio más probable del modelo en función a valores y pesos asignados de magnitud mínima y magnitud máxima. También, debido a que su formulación se fundamenta en una función de densidad de probabilidades, su uso representa mejor la muestra que el método de mínimos cuadrados.

La magnitud máxima (M_{max}) es definida como el evento más grande que pueda ocurrir en la fuente sísmica (McGuire, 1976). El criterio para establecer esta magnitud se fundamentó en que si en un área sísmica ocurrió un evento enorme, este evento puede suceder de nuevo en el futuro. La magnitud máxima inicialmente estaría dado por el valor encontrado en el volumen de influencia de cada fuente sismogénica, debido a que, en el presente estudio se consideró los eventos sísmicos históricos y aquellos sismos registrados por los instrumentos. (Roncal, 2017, p. 80).

Por otra parte, la magnitud mínima (M_{min}) de la fuente sísmica se define en función de la completitud del catálogo sísmico y corresponde al punto de inflexión de la curva de recurrencia sísmica, siendo obtenido como el punto de máxima curvatura (Wiemer and Katsumata, 1999; Wiemer and Wyss, 2000). (Roncal, 2017, p. 80).

La Tabla 8 muestra los parámetros sismológicos de recurrencia de las fuentes sismogénicas definidas por Roncal (2017).

Tabla 8.

Parámetros sismológicos de las fuentes sismogénicas

FUENTES	PARÁMETROS SISMOLÓGICOS			
	Mnim	Mmax	β	Tasa
F-1	4.300	8.100	1.286	3.100
F-2	4.500	8.000	1.302	4.200
F-3	4.800	8.600	1.732	3.980
F-4	4.400	8.400	1.730	6.620
F-5	4.800	8.400	1.473	2.580
F-6	4.500	8.400	1.344	3.530
F-7	4.100	7.900	0.991	1.300
F-8	4.400	6.600	1.990	3.380
F-9	4.500	7.300	2.040	6.470
F-10	4.500	7.000	1.805	6.570
F-11	4.800	7.800	2.251	4.850
F-12	4.800	7.600	2.580	19.000
F-13	4.300	7.400	1.491	3.710
F-14	4.200	6.600	1.280	2.070
F-15	4.600	6.000	2.334	2.520
F-16	4.100	6.900	1.307	1.250
F-17	4.400	7.300	1.697	3.870
F-18	4.800	7.100	2.413	3.130
F-19	4.800	7.000	2.307	2.920
F-20	4.500	7.700	2.352	11.700
F-21	4.000	7.100	0.580	0.461
F-22	4.100	7.200	1.068	1.320
F-23	4.500	7.000	1.384	0.675
F-24	4.400	7.400	1.314	1.280
F-25	4.200	7.000	1.133	2.040
F-26	4.600	6.700	1.384	0.889
F-27	4.800	6.800	2.162	1.270
F-28	4.500	7.000	1.667	2.850
F-29	4.300	7.000	1.259	1.420

Nota: Adaptado de “Determinación del peligro sísmico en el territorio nacional y elaboración de aplicativo web” por Roncal, 2017, p. 83.

B.6. Leyes de Atenuación Utilizadas en la Evaluación

Para considerar la expansión de las ondas sísmicas a lo amplio de su trayecto, a partir de la fuente del área de estudio, es necesario utilizar leyes de atenuación sísmica que cumplan con las características sismotectónicas del área de estudio y que permitan formar una relación muy ajustada de las aceleraciones espectrales en función de la magnitud del sismo ocurrido en una fuente y la distancia entre ésta y el área de estudio.

Luego de calcular la tasa de actividad de cada una de las fuentes sísmicas, es necesario evaluar los efectos que, en términos de intensidad sísmica, produce cada una de ellas en un área de interés. Para ello se requiere saber qué intensidad se presentará en la zona de interés, si en la *i*-ésima fuente ocurriera un sismo con magnitud dada. (Roncal, 2017)

Las ecuaciones de predicción de movimiento del suelo (de sus siglas en inglés GMPE) o también conocidas como leyes de atenuación pueden tomar muy diversas formas, para estimar el peligro sísmico se ha utilizado dos modelos de atenuación para ordenadas espectrales; estos modelos son: Youngs Chiou, Silva y Humphrey (1997), que diferencian los mecanismos focales para sismos de subducción de interfase e intraplaca en la evaluación de la máxima aceleración del suelo. (Roncal, 2017).

De esta forma también, se ha utilizado el modelo de atenuación sísmica propuesto por Sadigh Chang, Egan, Makdisi y Youngs (1997) para sismos continentales. Estas leyes de atenuación utilizan como parámetro de distancia, la calculada entre el sitio y el área de rompimiento, en lugar de la distancia epicentral o hipocentral.

B.6.1. Ley de Atenuación de Aceleraciones de Subducción

Para los sismos de subducción se ha utilizado la ley de atenuación de aceleraciones propuestas por Youngs, Chiou, Silva y Humphrey (1997).

Youngs et al (1997), desarrollaron leyes de atenuación para zonas de subducción de sismos de interfase e intraplaca, usando datos registrados de sismos de Alaska, Chile, Cascadia, Japón, México, Perú y las islas Salomón, los datos de Perú fueron extraídos de 14 registros, para distancias entre 10 y 500 km, teniendo en cuenta las características del área de estudio, clasificándolas en tres grupos: roca, suelo duro

poco profundo y suelo profundo. Al mismo tiempo comentan que el estudio de esta relación de atenuación es apropiada para sismos mayores a $M > 5$. (Roncal, citado de Youngs et al 1997, 68[1]).

- **Ley de atenuación para roca:**

$$\ln(Sa) = 0.2418 + 1.414 * M + C_1 + C_2(10 - M)^3 + C_3 * \ln(\Gamma_{rup} + 1.7818 * e^{0.554 * M}) + 0.00607 * H + 0.3846 * Zt \quad (10)$$

- **Ley de atenuación para suelo:**

$$\ln(Sa) = -0.6687 + 1.438 * M + C_1 + C_2(10 - M)^3 + C_3 * \ln(\Gamma_{rup} + 1.097 * e^{0.617 * M}) + 0.00648 * H + 0.3843 * Zt \quad (11)$$

Con desviación estándar de $\ln(Sa) = C_4 + C_5 * M$, donde:

- Sa = Aceleración espectral expresada en g .
- M = Magnitud de momento sísmico (M_w).
- Γ_{rup} = Distancia más cercana al área de rotura km .
- H = Profundidad focal km .
- Zt = 0 para sismos de interfase, 1 para sismos de intraplaca.

B.6.2. Ley de Atenuación de Aceleraciones Continentales

Para los sismos continentales se ha utilizado la ley de atenuación, definidos por Sadigh, Chang, Egan, Makdisi y Youngs (1997). Esta correlación está basada principalmente en sismos de la Costa Oeste de los Estados Unidos y en datos obtenidos de los sismos de Gazli (Rusia, 1976) y Tabas (Irán, 1978), por medio de un estudio de regresión utilizando una plataforma de datos de 121 acelerogramas de terremotos. La medida del tamaño del evento fue caracterizada por la magnitud momento ($M_w > 3.8$), registrados en sitios dentro de los 200 kilómetros de la zona de ruptura; la distancia empleada en el modelo, es definida como la mínima distancia a la ruptura. (Cruz, citado de Sadigh et al 1997, 68[1]).

Este modelo de atenuación de aceleraciones espectrales se aplica a sismos continentales.

- **Ley de atenuación para roca:**

$$\ln(y) = C_1 + C_2 * M + C_3(8.5 - M)^{2.5} + C_4 * \ln(\Gamma_{rup} + \exp(C_5 + C_6 * M)) + C_7 * \ln(\Gamma_{rup} + 2) \quad (12)$$

- **Ley de atenuación para suelo profundo:**

$$\ln(y) = C_1 + C_2 * M - C_3 * \ln(\Gamma_{rup} + C_4 * e^{C_5 * M}) + C_6 + C_7(8.5 - M)^{2.5} \quad (13)$$

Donde:

- y = Aceleración espectral expresada en g .
- M = Magnitud momento (M_w).
- Γ_{rup} = Distancia más cercana al área de rotura (km).

3.7.1.2. Lluvias Torrenciales.

CENEPRED (2017), sostiene que la temporada de lluvias o periodo lluvioso en nuestro país se desarrolla entre los meses de setiembre a mayo, presentándose la mayor cantidad de precipitaciones en los meses de verano. La intensidad de las lluvias estará sujeta al comportamiento del océano y la atmósfera en sus diferentes escalas, ocasionando cantidades superiores o inferiores a sus valores normales, llegando a presentar situaciones extremas en determinado espacio y tiempo. (p. 1).

La situación de riesgo aumenta cuando las precipitaciones son muy intensas y su duración es mayor. Y para conocer los riesgos de las lluvias torrenciales es necesario conocer las características físicas, sociales y económicas del territorio, y el comportamiento de las precipitaciones de la zona de estudio. Además, es importante analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos a dichos eventos. (CENEPRED, 2017, p. 1).

Para determinar el escenario de riesgo de lluvias torrenciales que presentará el establecimiento de salud de Kelluyo fue necesario seguir la siguiente metodología.

A. Estudio Hidrológico

A.1. Información Fisiográfica de la Zona de Estudio

Entre los parámetros fisiográficos principales de una cuenca hidrológica tenemos los siguientes: área de la cuenca, perímetro de la cuenca, longitud del río principal, forma de la cuenca (ancho promedio de la cuenca, coeficiente de compacidad, factor de forma, y rectángulo equivalente), sistema de drenaje (grado de ramificación, densidad de drenaje, frecuencia de ríos) y pendiente de la cuenca (pendiente media del río principal) y altura media del río principal. (Villón, 2002).

Para el estudio hidrológico fue necesario la identificación y obtención de la información fisiográfica de la cuenca Callaccame e Intercuenca 0155, para lo cual se determinó las características físicas, propiedades superficiales y propiedades de la red hídrica de la cuenca.

Las características físicas halladas fueron el área y perímetro de la cuenca; las propiedades superficiales de la cuenca fueron la cota o altura mayor y menor, el centroide de masas, la altitud media, la altitud más frecuente, la altitud de frecuencia media y la pendiente de la cuenca.

Siendo así que la cuenca Callaccame tiene un área de 1282.45 km² con un perímetro de 233.51 km, presenta una zona elevada a 4700 m.s.n.m. y su zona baja a 3825 m.s.n.m. La longitud del curso principal de la red hídrica es de 75.68 km, y la longitud de la red hídrica es de 2048.90 km; asimismo la cuenca comprende una pendiente promedio 14.42 %, siendo el factor de forma de la cuenca de 0.024. El número de orden de la cuenca es 6.

Asimismo la Intercuenca 0155 tiene un área de 456.47 km² con un perímetro de 153.50 km, presenta una zona elevada a 4680 m.s.n.m. y su zona baja a 3823 m.s.n.m. La longitud del curso principal de la red hídrica es de 45.55 km, y la longitud de la red hídrica es de 293.71 km; asimismo la cuenca comprende una pendiente promedio 9.95 %, siendo el factor de forma de la cuenca de 0.00. El número de orden de la cuenca es 4.

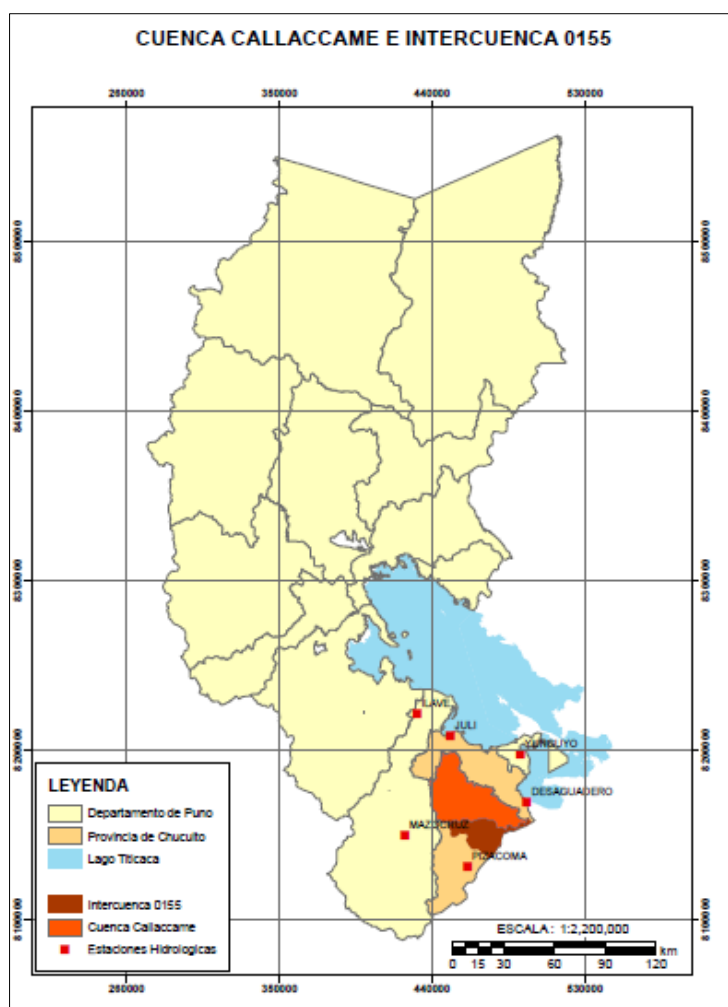


Figura 9. Ubicación de la cuenca. (Elaboración propia con ArcGIS v.10.5).

A.2 Recopilación y Análisis de la Información Recopilada

A.2.1. Información Meteorológica

La información meteorológica corresponde a un conjunto de 06 estaciones las cuales son estación de Pizacoma, Desaguadero, Mazocruz, Illave, Juli y Yunguyo. Teniendo en consideración que la serie histórica de precipitaciones máximas mensuales, es la información básica para el modelamiento hidrológico y la generación de intensidad, duración y frecuencia máxima en la zona en estudio, la información meteorológica fue dispuesta por SENAMHI. El periodo de registro de la precipitación media mensual histórica de las estaciones ya antes mencionadas abarca un periodo de 51 años (1967 – 2017).

Tabla 9.

Estaciones hidrológicas

Estación	Ubicación*	
Estación Pizacoma	16°54'25.3"S	69°22'06.8"E
Estación Desaguadero	16°33'48.06"S	69°02'19.8"E
Estación Mazocruz	16°44'20.4"S	69°42'55.7"E
Estación llave	16°05'17.7"S	69°38'42.0"E
Estación Juli	16°12'13.6"S	69°27'35.7"E
Estación Yunguyo	16°18'28.2"S	69°04'29.0"E

Nota: Latitud, Longitud de estaciones hidrológicas. Fuente SENAMHI, 2017.

A.2.2. Análisis de Información

Antes de proceder con los cálculos fue necesario saber que el análisis de consistencia de la información es una técnica que permite detectar, corregir y eliminar errores sistemáticos y aleatorios que se presentan en series hidrometeorológicas, la serie analizada debe ser homogénea, consistente y confiable. (Aliaga, 1983).

A.2.2.1. Análisis Visual de Hidrogramas

Se aprecia un comportamiento hidrológico similar en todos los hidrogramas, no existiendo picos o saltos; en este análisis no debe confundirse un salto con un periodo seco y húmedo, porque ellos son eventos extremos realmente ocurridos y se presentan generalmente en todas las variables meteorológicas. En la Figura 10 se muestra el hidrograma de la estación Desaguadero.

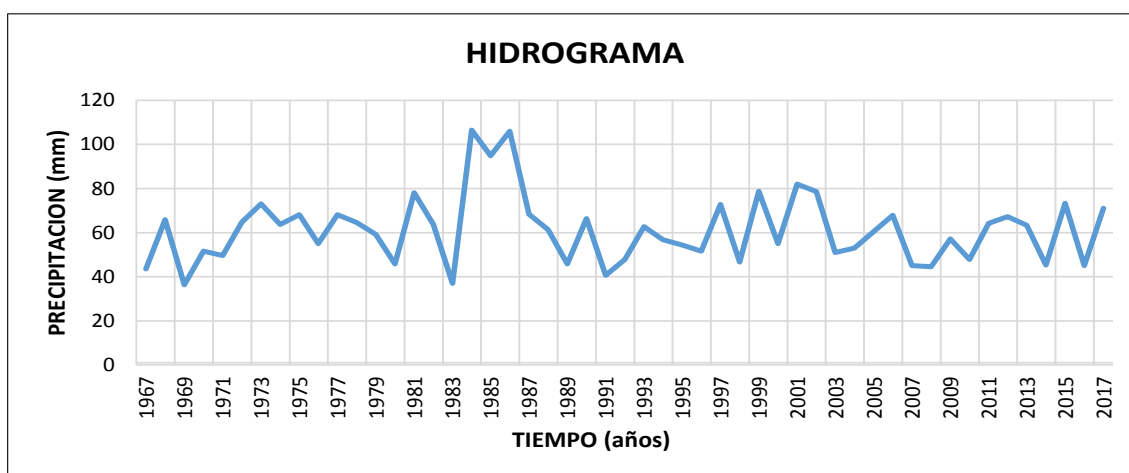


Figura 10. Gráfica temporal de precipitación máxima en 24 horas estación Desaguadero. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

A.2.2.2 Análisis de Doble Masa

Según ANA (2010), después de haber analizado los hidrogramas de las series respectivas se realiza el análisis de doble masa. El diagrama de doble masa se obtiene planteando en el eje de las abscisas el volumen anual promedio acumulado de la variable pluviométrica de las estaciones en unidades respectivas y en el eje de las ordenadas los volúmenes anuales acumulados de la variable pluviométrica en unidades correspondientes de cada una de las estaciones consideradas en el estudio. (p. 158).

Para este análisis se ha tomado como base la estación de Desaguadero, esto debido a que se encuentra más cercana a la zona en estudio, en el análisis de doble masa no debe confundirse los quiebres de los periodos secos y húmedos, y por lo general no debe corregirse porque son eventos extremos naturalmente ocurridos que se muestran en todas las estaciones de registro meteorológico (Tabla 10).

Tabla 10.

Análisis de doble masa

Estaciones	Pizacoma		Desaguadero		Mazocruz		Ilave		Juli		Yunguyo		Promedio	
	Año	P	P Acum.	P	P Acum.	P	P Acum.	P	P Acum.	P	P Acum.	P	P Acum.	P
1967	26.76	26.76	43.57	43.57	33.35	33.35	50.27	50.27	67.11	67.11	71.78	71.78	48.81	48.81
1968	55.25	82.02	65.88	109.45	59.96	93.31	61.58	111.85	69.72	136.83	63.80	135.58	62.70	111.50
1969	31.60	113.61	36.40	145.85	34.41	127.72	54.96	166.81	52.72	189.54	44.50	180.08	42.43	153.93
1970	51.58	165.20	51.57	197.42	40.86	168.58	63.63	230.44	71.22	260.76	44.72	224.80	53.93	207.87
1971	78.12	243.32	49.61	247.04	50.88	219.46	54.86	285.29	78.32	339.08	55.15	279.95	61.16	269.02
1972	70.17	313.48	64.71	311.74	59.11	278.57	55.04	340.33	78.65	417.73	48.93	328.87	62.77	331.79
1973	63.31	376.79	73.05	384.79	52.08	330.65	70.39	410.72	78.64	496.38	79.18	408.05	69.44	401.23
1974	91.04	467.83	63.72	448.51	64.99	395.64	70.16	480.88	92.71	589.09	78.99	487.04	76.94	478.16
1975	60.15	527.98	68.08	516.59	45.66	441.30	72.18	553.06	95.55	684.64	103.51	590.56	74.19	552.36
1976	39.18	567.16	55.03	571.62	37.40	478.70	61.07	614.13	75.88	760.53	85.61	676.16	59.03	611.38
1977	44.91	612.07	68.11	639.73	45.80	524.50	64.87	679.00	84.27	844.79	62.63	738.80	61.77	673.15
1978	44.57	656.64	64.62	704.34	45.12	569.62	52.13	731.12	63.20	908.00	62.97	801.77	55.43	728.58
1979	44.38	701.02	59.19	763.54	35.38	604.99	38.48	769.61	78.29	986.29	67.35	869.12	53.85	782.43
1980	33.29	734.31	45.78	809.31	36.48	641.48	47.18	816.78	74.91	1061.20	50.02	919.13	47.94	830.37
1981	50.78	785.08	78.13	887.44	39.53	681.00	57.61	874.39	61.14	1122.34	55.45	974.58	57.11	887.47
1982	53.98	839.06	63.78	951.23	42.85	723.85	63.23	937.62	70.67	1193.00	56.28	1030.87	58.47	945.94
1983	62.09	901.15	36.95	988.18	16.21	740.06	65.96	1003.58	72.95	1265.95	60.92	1091.78	52.51	998.45
1984	59.15	960.30	106.52	1094.69	83.31	823.37	85.92	1089.50	75.96	1341.91	60.78	1152.56	78.60	1077.05
1985	67.24	1027.54	94.85	1189.54	58.73	882.10	99.86	1189.35	100.40	1442.31	61.60	1214.16	80.45	1157.50
1986	91.20	1118.74	105.93	1295.48	76.63	958.73	80.50	1269.85	77.78	1520.10	66.77	1280.92	83.13	1240.64
1987	59.15	1177.89	68.40	1363.88	27.58	986.31	51.06	1320.91	66.93	1587.02	49.57	1330.49	53.78	1294.42
1988	81.48	1259.37	61.32	1425.19	24.59	1010.90	53.00	1373.91	79.97	1666.99	69.77	1400.26	61.69	1356.10
1989	53.33	1312.70	45.78	1470.97	57.08	1067.99	58.04	1431.95	67.68	1734.66	78.81	1479.07	60.12	1416.22
1990	31.62	1344.32	66.44	1537.41	24.38	1092.36	59.13	1491.08	62.51	1797.17	75.03	1554.10	53.18	1469.41
1991	48.81	1393.13	40.70	1578.11	35.02	1127.38	44.11	1535.19	57.08	1854.26	56.68	1610.78	47.07	1516.47
1992	33.98	1427.11	47.90	1626.01	17.14	1144.52	40.09	1575.28	47.15	1901.41	55.10	1665.88	40.23	1556.70
1993	44.55	1471.66	62.75	1688.76	44.18	1188.70	55.84	1631.12	71.28	1972.69	83.25	1749.13	60.31	1617.01
1994	69.13	1540.78	56.74	1745.50	36.20	1224.90	50.15	1681.27	64.21	2036.90	75.07	1824.20	58.58	1675.59
1995	33.58	1574.36	54.35	1799.85	25.57	1250.47	44.72	1725.98	53.03	2089.93	66.13	1890.32	46.23	1721.82
1996	38.82	1613.18	51.57	1851.42	39.91	1290.38	56.93	1782.92	63.99	2153.92	66.23	1956.55	52.91	1774.73

Estaciones	Pizacoma		Desaguadero		Mazocruz		Ilave		Juli		Yunguyo		Promedio	
	Año	P	P Acum.	P	P Acum.	P	P Acum.	P	P Acum.	P	P Acum.	P	P Acum.	P
1997	60.43	1673.60	72.85	1924.27	60.92	1351.29	82.80	1865.72	86.43	2240.35	67.73	2024.28	71.86	1846.59
1998	26.88	1700.48	46.75	1971.02	29.36	1380.66	39.28	1905.00	53.41	2293.76	51.49	2075.77	41.20	1887.78
1999	47.91	1748.38	78.72	2049.74	57.08	1437.73	68.28	1973.28	95.40	2389.16	74.09	2149.87	70.24	1958.03
2000	44.89	1793.27	55.07	2104.80	44.18	1481.91	64.29	2037.58	74.53	2463.68	67.63	2217.49	58.43	2016.45
2001	61.34	1854.61	81.98	2186.78	55.73	1537.63	82.45	2120.03	95.24	2558.92	86.98	2304.47	77.29	2093.74
2002	46.59	1901.20	78.63	2265.41	54.22	1591.85	92.08	2212.10	83.49	2642.41	76.03	2380.50	71.84	2165.58
2003	45.36	1946.56	50.94	2316.35	35.72	1627.57	53.51	2265.61	78.40	2720.82	64.71	2445.21	54.77	2220.35
2004	38.33	1984.89	52.98	2369.33	41.74	1669.31	55.53	2321.14	70.58	2791.40	64.12	2509.32	53.88	2274.23
2005	62.00	2046.89	60.43	2429.76	48.38	1717.69	50.62	2371.76	61.93	2853.33	59.04	2568.37	57.07	2331.30
2006	48.48	2095.37	67.87	2497.63	61.01	1778.70	69.49	2441.25	89.24	2942.57	66.02	2634.38	67.02	2398.32
2007	42.29	2137.66	45.03	2542.66	41.19	1819.90	53.16	2494.41	69.55	3012.12	48.68	2683.07	49.99	2448.30
2008	48.33	2185.98	44.54	2587.20	37.86	1857.76	53.41	2547.82	65.83	3077.95	53.25	2736.32	50.54	2498.84
2009	36.65	2222.63	57.18	2644.39	37.70	1895.46	55.87	2603.68	80.69	3158.64	49.94	2786.26	53.01	2551.84
2010	46.46	2269.09	47.84	2692.23	30.76	1926.22	54.68	2658.37	69.62	3228.26	65.15	2851.41	52.42	2604.26
2011	54.84	2323.93	64.18	2756.40	50.04	1976.27	55.52	2713.88	106.07	3334.33	75.63	2927.03	67.71	2671.97
2012	60.14	2384.07	67.21	2823.61	59.14	2035.41	73.77	2787.65	98.98	3433.30	85.58	3012.61	74.14	2746.11
2013	57.55	2441.62	63.29	2886.90	54.56	2089.97	54.87	2842.52	66.66	3499.96	60.03	3072.63	59.49	2805.60
2014	30.18	2471.81	45.27	2932.17	35.32	2125.28	50.63	2893.15	63.86	3563.82	55.90	3128.53	46.86	2852.46
2015	46.43	2518.24	73.33	3005.49	44.24	2169.52	57.43	2950.57	83.93	3647.75	60.58	3189.11	60.99	2913.45
2016	41.88	2560.12	45.13	3050.62	32.03	2201.55	42.53	2993.11	58.79	3706.54	51.24	3240.35	45.27	2958.71
2017	49.03	2609.14	71.01	3121.63	45.70	2247.25	63.59	3056.70	85.06	3791.60	63.77	3304.12	63.03	3021.74

Nota: P = Precipitación, P Acum = Precipitación Acumulada. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

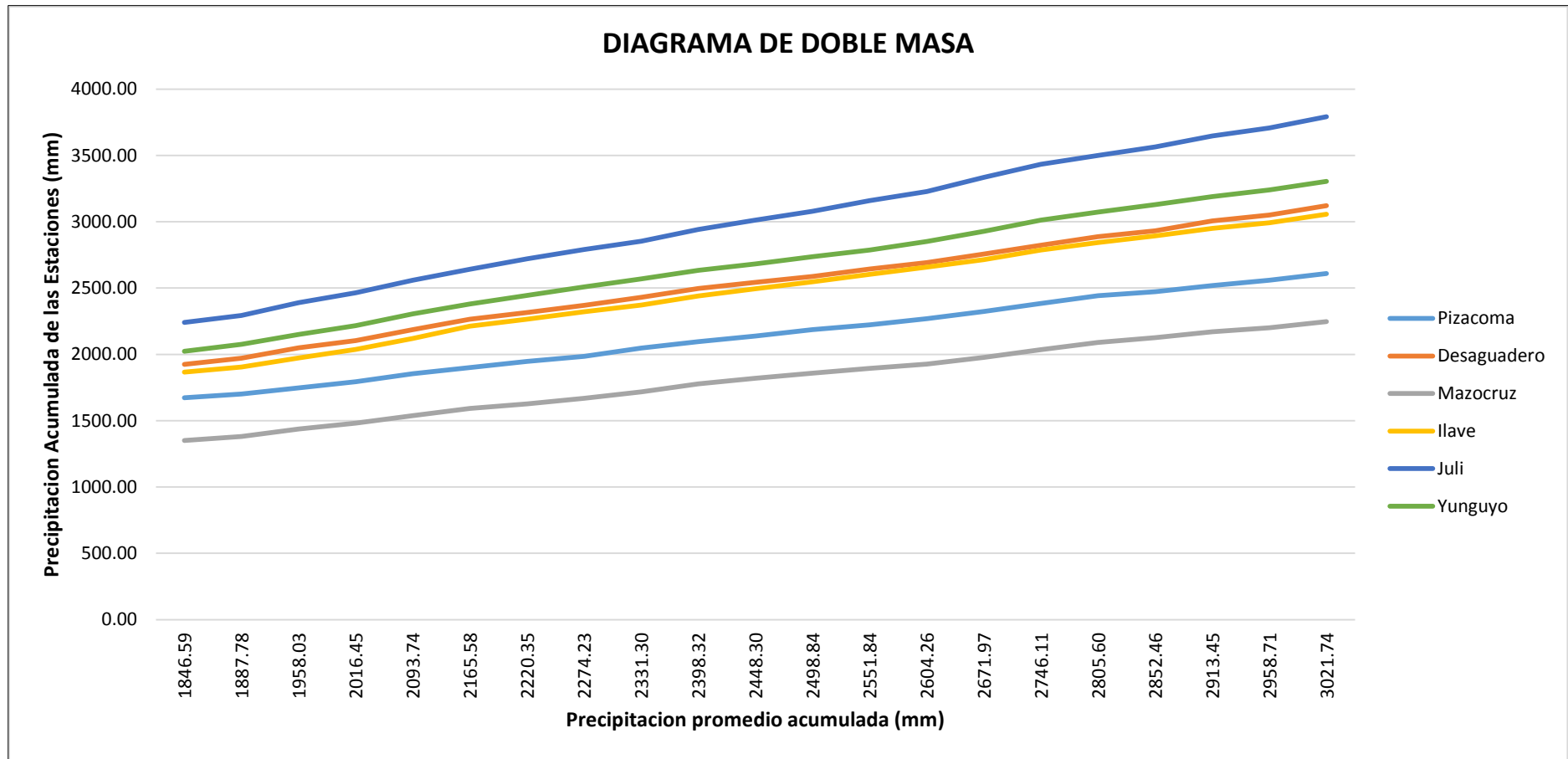


Figura 11. Diagrama de doble masa de las estaciones de estudio. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

A.2.2.3. Análisis Estadístico

Según ANA (2010), después de haber analizado los hidrogramas originales y los diagramas de doble masa se obtiene los períodos de posible corrección y los períodos de datos que se mantendrán con sus valores originales, se procede al análisis estadístico de saltos, en los parámetros como la media y la desviación estándar.

a) Análisis de Saltos

Según ANA (2010), la consistencia en la media se realiza mediante la prueba estadística "T" de Students y para la desviación estándar el análisis estadístico consiste en probar, mediante la prueba estadística de "F" de Fisher. Si los parámetros de la media y la desviación estándar de los períodos considerados en el análisis son iguales estadísticamente, entonces no se corrige la información de lo contrario se debe corregir. Después de todo el análisis respectivo la información es una serie homogénea, confiable y consistente al 95% de probabilidad. (p. 167).

a.1. Consistencia en la Media

El análisis estadístico consiste en probar, mediante la prueba T student (prueba de hipótesis), si los valores medios (\bar{X}_1 , \bar{X}_2) de las submuestras, son estadísticamente iguales o diferentes con una probabilidad del 95% y 5% de nivel de significación.

a.2. Consistencia en la Desviación Estándar

El análisis estadístico consiste en probar, mediante la prueba Fisher, si los valores de las desviaciones estándar de las submuestras son estadísticamente iguales o diferentes, con un 95% de probabilidad y 5% de nivel de significación.

b) Análisis de Tendencias

Según ANA (2010), una vez analizado los saltos tanto en la media y desviación estándar de la información pluviométrica se procede a evaluar las tendencias en los dos parámetros determinísticos. Para saber si la tendencia es significativa o no, se analiza el coeficiente de correlación "R" mediante la prueba estadística de T de Student. Generalmente la tendencia en la desviación se presenta en los datos semanales o mensuales pero no en datos anuales. (p. 168).

Tabla 11.

Análisis de saltos

Estación	Periodo de análisis	Número de datos, Promedio y desviación estándar					Consistencia en la media			Consistencia en la desviación estándar					
		N° Datos	Media	Desv. Est. (S)	Desv. Est. ponderada (Sp)	Desv. Est. de las diferencias	T calculada Tc	T tabla (95%) Tt	Comparación	Diferencia significativa	F calculada Fc	F tabla (95%) Ft	Comparación	Diferencia significativa	
Pizacoma	n_1 ENE. 1967 - DIC. 1991	288	56.01	76.05											
	n_2 ENE.1992 - AGOS. 2017	324	46.85	62.69	69.30	5.61	1.63	1.967	[Tc] < Tt	NO	1.47	1.22	[Fc] < Ft	SI	
Desaguadero	n_1 ENE. 1967 - DIC. 1991	300	63.12	78.55											
	n_2 ENE.1992 - AGOS. 2017	312	59.37	71.80	75.18	6.08	0.62	1.967	[Tc] < Tt	NO	1.20	1.22	[Fc] < Ft	NO	
Mazocruz	n_1 ENE. 1967 - DIC. 1991	300	45.10	64.85											
	n_2 ENE.1992 - AGOS. 2017	312	43.07	55.64	60.33	4.88	0.41	1.967	[Tc] < Tt	NO	1.36	1.22	[Fc] ≤ Ft	SI	
llave	n_1 ENE. 1967 - DIC. 1991	300	61.41	67.45											
	n_2 ENE.1992 - AGOS. 2017	311	58.53	68.26	67.86	5.49	0.52	1.967	[Tc] < Tt	NO	1.02	1.22	[Fc] < Ft	NO	
Juli	n_1 ENE. 1967 - DIC. 1991	300	74.17	81.83											
	n_2 ENE.1992 - AGOS. 2017	312	74.51	84.03	82.96	6.71	-0.05	1.967	[Tc] < Tt	NO	1.05	1.22	[Fc] < Ft	NO	
Yunguyo	n_1 ENE. 1967 - DIC. 1991	300	64.43	67.05											
	n_2 ENE.1992 - AGOS. 2017	312	65.13	67.87	67.47	5.46	-0.13	1.967	[Tc] < Tt	NO	1.02	1.22	[Fc] < Ft	NO	

Nota: S = Desviación estándar, SP = Desviación estándar ponderado, Tc = T student Calculada, Tt = T student tabulada, Fc = Fisher calculada, Ft = Fisher tabulada, n_1 = Número de datos del primer periodo, n_2 = Número de datos del segundo periodo. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 12.

Análisis de tendencias

Estación	Tendencia en la	Media, Desv. estándar, coeficientes de regresión y número de datos de las tendencias en la media y desviación estándar							Análisis estadístico de la tendencia en la media y en la desviación estándar			
		Parámetros		Coeficientes de regresión			Coeficiente de correlación R	N° datos	Estadístico T		Comparación	Tendencia significativa
		Media	Desv. Est.	Am	Bm	Cm			T calculada	T tabla (95%) Tt		
Pizacoma	Media (Tm)	42.84	620.71	47.34	-0.173		-0.004	51	-0.029	2.012	[Tc] < Tt	No
	Desv. Est. (Ts)	12.92	3.72	14.27	-0.052		-0.208	51	-1.491	2.012	[Tc] < Tt	No
Desaguadero	Media (Tm)	61.21	945.03	62.09	-0.034		-0.001	51	-0.004	2.012	[Tc] < Tt	No
	Desv. Est. (Ts)	18.46	4.68	18.72	-0.010		-0.033	51	-0.228	2.012	[Tc] < Tt	No
Mazocruz	Media (Tm)	42.19	692.16	43.36	-0.045		-0.001	51	-0.007	2.012	[Tc] < Tt	No
	Desv. Est. (Ts)	12.72	3.59	13.07	-0.014		-0.056	51	-0.394	2.012	[Tc] < Tt	No
llave	Media (Tm)	59.94	923.89	61.63	-0.065		-0.001	51	-0.007	2.012	[Tc] < Tt	No
	Desv. Est. (Ts)	18.07	3.98	18.58	-0.020		-0.073	51	-0.515	2.012	[Tc] < Tt	No
Juli	Media (Tm)	74.35	1228.50	72.48	0.072		0.001	51	0.006	2.012	[Tc] < Tt	No
	Desv. Est. (Ts)	22.42	4.01	21.85	0.022		0.080	51	0.563	2.012	[Tc] < Tt	No
Yunguyo	Media (Tm)	64.79	981.05	65.37	-0.022		0.000	51	0.000	2.012	[Tc] < Tt	No
	Desv. Est. (Ts)	19.53	3.71	19.71	-0.007		-0.027	51	-0.189	2.012	[Tc] < Tt	No

Nota: Am, Bm, Cm = Coeficientes de los polinomios de regresión, Tm = Tendencia en la media, Ts= Tendencia en la desviación estándar, T = T student. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

A.2.2.4. Análisis de Frecuencia

El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos. Entre las funciones de distribución de probabilidad usadas en hidrología, se encuentran las siguientes: (Ugarte, 2012, p. 31).

- Distribución normal
- Distribución Log Normal 2 parámetros
- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Log Pearson tipo III
- Distribución Gumbel

El desarrollo del proceso de análisis de distribución estadística y el análisis de frecuencia se consideraron las 6 estaciones de la cuenca en estudio, en las Tablas 13, 14, 15 y 16 solo se visualizará el análisis de distribución de la estación de Desaguadero, siendo ésta la más cercana a la zona de estudio, y los demás análisis de estaciones son similares.

Es importante realizar las funciones de distribución ya que con su aplicación se podrá determinar las precipitaciones máximas diarias, para diferentes periodos de retorno, en nuestro estudio determinaremos las precipitaciones para periodos de retorno $T= 2, 5, 10, 20, 50$ y 100 años.

Todo este trabajo se realizó en las plantillas de Excel elaboradas, así también se comprobó los resultados con el software de Hidroesta 2. En la Tabla 18 se detalla el análisis de distribución de la estación de Desaguadero, por otro lado se consideró el mismo proceso de análisis para las otras estaciones.

Tabla 13.*Distribución Log. Normal de 2 parámetros, estación Desaguadero*

m	P	TR	Xi	Yi = ln Xi
1	0.0192	52.00	431.10	6.06634
2	0.0385	26.00	424.40	6.05068
3	0.0577	17.33	345.40	5.84470
4	0.0769	13.00	340.00	5.82895
5	0.0962	10.40	338.80	5.82541
6	0.1154	8.67	299.40	5.70178
7	0.1346	7.43	298.40	5.69843
8	0.1538	6.50	289.60	5.66850
9	0.1731	5.78	282.10	5.64226
10	0.1923	5.20	270.40	5.59990
11	0.2115	4.73	269.30	5.59583
12	0.2308	4.33	269.00	5.59471
13	0.2500	4.00	266.20	5.58425
14	0.2692	3.71	261.60	5.56682
15	0.2885	3.47	260.90	5.56414
16	0.3077	3.25	248.80	5.51665
17	0.3269	3.06	236.10	5.46426
18	0.3462	2.89	235.80	5.46298
19	0.3654	2.74	231.20	5.44328
20	0.3846	2.60	228.10	5.42978
21	0.4038	2.48	227.30	5.42627
22	0.4231	2.36	226.60	5.42319
23	0.4423	2.26	224.20	5.41254
24	0.4615	2.17	223.20	5.40807
25	0.4808	2.08	221.90	5.40223
26	0.5000	2.00	221.70	5.40133
27	0.5192	1.93	218.60	5.38724
28	0.5385	1.86	218.30	5.38587
29	0.5577	1.79	217.81	5.38362
30	0.5769	1.73	215.20	5.37157
31	0.5962	1.68	213.30	5.36270
32	0.6154	1.63	212.70	5.35988
33	0.6346	1.58	211.20	5.35281
34	0.6538	1.53	209.30	5.34377
35	0.6731	1.49	207.20	5.33368
36	0.6923	1.44	203.40	5.31517
37	0.7115	1.41	202.10	5.30876
38	0.7308	1.37	197.60	5.28624
39	0.7500	1.33	197.30	5.28473
40	0.7692	1.30	192.10	5.25802
41	0.7885	1.27	188.50	5.23910

m	P	TR	Xi	Yi = ln Xi
42	0.8077	1.24	181.00	5.19850
43	0.8269	1.21	179.80	5.19185
44	0.8462	1.18	174.20	5.16020
45	0.8654	1.16	171.90	5.14691
46	0.8846	1.13	165.10	5.10655
47	0.9038	1.11	162.80	5.09252
48	0.9231	1.08	159.91	5.07461
49	0.9423	1.06	146.20	4.98498
50	0.9615	1.04	124.40	4.82350
51	0.9808	1.02	117.10	4.76303
n	51		Media	5.41
			Desv. Est.	0.26

Nota: m = Número de orden, p = Probabilidad, TR = Tiempo de retorno, Xi = Variable hidrológica en estudio, Yi = Función densidad (Elaboración propia con Hidroesta2)

Tabla 14.

Distribución Log. Normal de 3 parámetros, estación Desaguadero

m	P	TR	Xi	Yi = ln (Xi - Xo)
1	0.0192	52.00	431.10	6.0364
2	0.0385	26.00	424.40	6.0203
3	0.0577	17.33	345.40	5.8072
4	0.0769	13.00	340.00	5.7909
5	0.0962	10.40	338.80	5.7872
6	0.1154	8.67	299.40	5.6584
7	0.1346	7.43	298.40	5.6549
8	0.1538	6.50	289.60	5.6237
9	0.1731	5.78	282.10	5.5962
10	0.1923	5.20	270.40	5.5518
11	0.2115	4.73	269.30	5.5475
12	0.2308	4.33	269.00	5.5464
13	0.2500	4.00	266.20	5.5354
14	0.2692	3.71	261.60	5.5171
15	0.2885	3.47	260.90	5.5142
16	0.3077	3.25	248.80	5.4643
17	0.3269	3.06	236.10	5.4090
18	0.3462	2.89	235.80	5.4076
19	0.3654	2.74	231.20	5.3868
20	0.3846	2.60	228.10	5.3725
21	0.4038	2.48	227.30	5.3688
22	0.4231	2.36	226.60	5.3655
23	0.4423	2.26	224.20	5.3542
24	0.4615	2.17	223.20	5.3495
25	0.4808	2.08	221.90	5.3433

m	P	TR	Xi	Yi = ln (Xi - Xo)
26	0.5000	2.00	221.70	5.3423
27	0.5192	1.93	218.60	5.3274
28	0.5385	1.86	218.30	5.3259
29	0.5577	1.79	217.81	5.3235
30	0.5769	1.73	215.20	5.3107
31	0.5962	1.68	213.30	5.3013
32	0.6154	1.63	212.70	5.2983
33	0.6346	1.58	211.20	5.2908
34	0.6538	1.53	209.30	5.2812
35	0.6731	1.49	207.20	5.2704
36	0.6923	1.44	203.40	5.2507
37	0.7115	1.41	202.10	5.2439
38	0.7308	1.37	197.60	5.2198
39	0.7500	1.33	197.30	5.2182
40	0.7692	1.30	192.10	5.1896
41	0.7885	1.27	188.50	5.1693
42	0.8077	1.24	181.00	5.1258
43	0.8269	1.21	179.80	5.1186
44	0.8462	1.18	174.20	5.0845
45	0.8654	1.16	171.90	5.0702
46	0.8846	1.13	165.10	5.0265
47	0.9038	1.11	162.80	5.0113
48	0.9231	1.08	159.91	4.9919
49	0.9423	1.06	146.20	4.8941
50	0.9615	1.04	124.40	4.7158
51	0.9808	1.02	117.10	4.6482
n	51		Media	5.35
mediana	221.70		Desv. Est.	0.28
			Xo	12.6996

Nota: m = Número de orden, p = Probabilidad, TR = Tiempo de retorno, Xi = Variable hidrológica en estudio, Yi = Función densidad. (Elaboración propia con Hidroesta2)

Tabla 15.

Distribución Log. Pearson tipo III, estación Desaguadero

m	P	TR	Xi	Yi = ln Xi
1	0.0192	52.00	431.10	6.06634
2	0.0385	26.00	424.40	6.05068
3	0.0577	17.33	345.40	5.84470
4	0.0769	13.00	340.00	5.82895
5	0.0962	10.40	338.80	5.82541
6	0.1154	8.67	299.40	5.70178
7	0.1346	7.43	298.40	5.69843
8	0.1538	6.50	289.60	5.66850

m	P	TR	Xi	Yi = ln Xi
9	0.1731	5.78	282.10	5.64226
10	0.1923	5.20	270.40	5.59990
11	0.2115	4.73	269.30	5.59583
12	0.2308	4.33	269.00	5.59471
13	0.2500	4.00	266.20	5.58425
14	0.2692	3.71	261.60	5.56682
15	0.2885	3.47	260.90	5.56414
16	0.3077	3.25	248.80	5.51665
17	0.3269	3.06	236.10	5.46426
18	0.3462	2.89	235.80	5.46298
19	0.3654	2.74	231.20	5.44328
20	0.3846	2.60	228.10	5.42978
21	0.4038	2.48	227.30	5.42627
22	0.4231	2.36	226.60	5.42319
23	0.4423	2.26	224.20	5.41254
24	0.4615	2.17	223.20	5.40807
25	0.4808	2.08	221.90	5.40223
26	0.5000	2.00	221.70	5.40133
27	0.5192	1.93	218.60	5.38724
28	0.5385	1.86	218.30	5.38587
29	0.5577	1.79	217.81	5.38362
30	0.5769	1.73	215.20	5.37157
31	0.5962	1.68	213.30	5.36270
32	0.6154	1.63	212.70	5.35988
33	0.6346	1.58	211.20	5.35281
34	0.6538	1.53	209.30	5.34377
35	0.6731	1.49	207.20	5.33368
36	0.6923	1.44	203.40	5.31517
37	0.7115	1.41	202.10	5.30876
38	0.7308	1.37	197.60	5.28624
39	0.7500	1.33	197.30	5.28473
40	0.7692	1.30	192.10	5.25802
41	0.7885	1.27	188.50	5.23910
42	0.8077	1.24	181.00	5.19850
43	0.8269	1.21	179.80	5.19185
44	0.8462	1.18	174.20	5.16020
45	0.8654	1.16	171.90	5.14691
46	0.8846	1.13	165.10	5.10655
47	0.9038	1.11	162.80	5.09252
48	0.9231	1.08	159.91	5.07461
49	0.9423	1.06	146.20	4.98498
50	0.9615	1.04	124.40	4.82350
51	0.9808	1.02	117.10	4.76303
n	51		Media	5.41
Cs	0.1401		Desv. Est.	0.26

Nota: m = Número de orden, p = Probabilidad, TR = Tiempo de retorno, Xi = Variable hidrológica en estudio, Yi = Función densidad. Cs = Coeficiente de simetría. (Elaboración propia con Hidroesta2)

Tabla 16.

Distribución Gumbel, estación Desaguadero

m	P	TR	Xi
1	0.0192	52.00	431.10
2	0.0385	26.00	424.40
3	0.0577	17.33	345.40
4	0.0769	13.00	340.00
5	0.0962	10.40	338.80
6	0.1154	8.67	299.40
7	0.1346	7.43	298.40
8	0.1538	6.50	289.60
9	0.1731	5.78	282.10
10	0.1923	5.20	270.40
11	0.2115	4.73	269.30
12	0.2308	4.33	269.00
13	0.2500	4.00	266.20
14	0.2692	3.71	261.60
15	0.2885	3.47	260.90
16	0.3077	3.25	248.80
17	0.3269	3.06	236.10
18	0.3462	2.89	235.80
19	0.3654	2.74	231.20
20	0.3846	2.60	228.10
21	0.4038	2.48	227.30
22	0.4231	2.36	226.60
23	0.4423	2.26	224.20
24	0.4615	2.17	223.20
25	0.4808	2.08	221.90
26	0.5000	2.00	221.70
27	0.5192	1.93	218.60
28	0.5385	1.86	218.30
29	0.5577	1.79	217.81
30	0.5769	1.73	215.20
31	0.5962	1.68	213.30
32	0.6154	1.63	212.70
33	0.6346	1.58	211.20
34	0.6538	1.53	209.30
35	0.6731	1.49	207.20
36	0.6923	1.44	203.40
37	0.7115	1.41	202.10

m	P	TR	Xi
38	0.7308	1.37	197.60
39	0.7500	1.33	197.30
40	0.7692	1.30	192.10
41	0.7885	1.27	188.50
42	0.8077	1.24	181.00
43	0.8269	1.21	179.80
44	0.8462	1.18	174.20
45	0.8654	1.16	171.90
46	0.8846	1.13	165.10
47	0.9038	1.11	162.80
48	0.9231	1.08	159.91
49	0.9423	1.06	146.20
50	0.9615	1.04	124.40
51	0.9808	1.02	117.10
n	51	Media	232.52
		Desv. Est.	64.00

Nota: m = Número de orden, p = Probabilidad, TR = Tiempo de retorno, Xi = Variable hidrológica en estudio. (Elaboración propia con Hidroesta2)

Tabla 17.

Resumen de precipitaciones máximas, estación Desaguadero

TR (Años)	Prob.	Log. Normal 2 parámetros	Log. Normal 3 parámetros	Log. Pearson Tipo III	Gumbel
2	0.5	224.64	224.17	223.26	222.01
5	0.2	280.35	280.26	279.78	278.57
10	0.1	314.80	315.30	315.96	316.01
20	0.05	346.41	347.66	349.97	351.93
50	0.02	385.79	388.23	393.43	398.43
100	0.01	414.50	417.97	425.86	433.27

Nota: prob. = Probabilidad, TR = Tiempo de retorno, Log. = Logaritmo. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13)

Una vez calculada las precipitaciones máximas diarias, para diferentes periodos de retorno, se realiza como siguiente paso la selección de la función de distribución que más se ajusta a las diferentes pruebas que se mencionan seguidamente.

a) **Análisis Grafico**

Según Aparicio (1998), un primer método que se usa para seleccionar la función consiste simplemente en inspeccionar una gráfica donde se haya dibujado cada una de las diferentes funciones junto con los puntos medidos. (p. 270). La función de

distribución de probabilidad que se seleccione será la que se apegue visualmente mejor a los datos medidos.

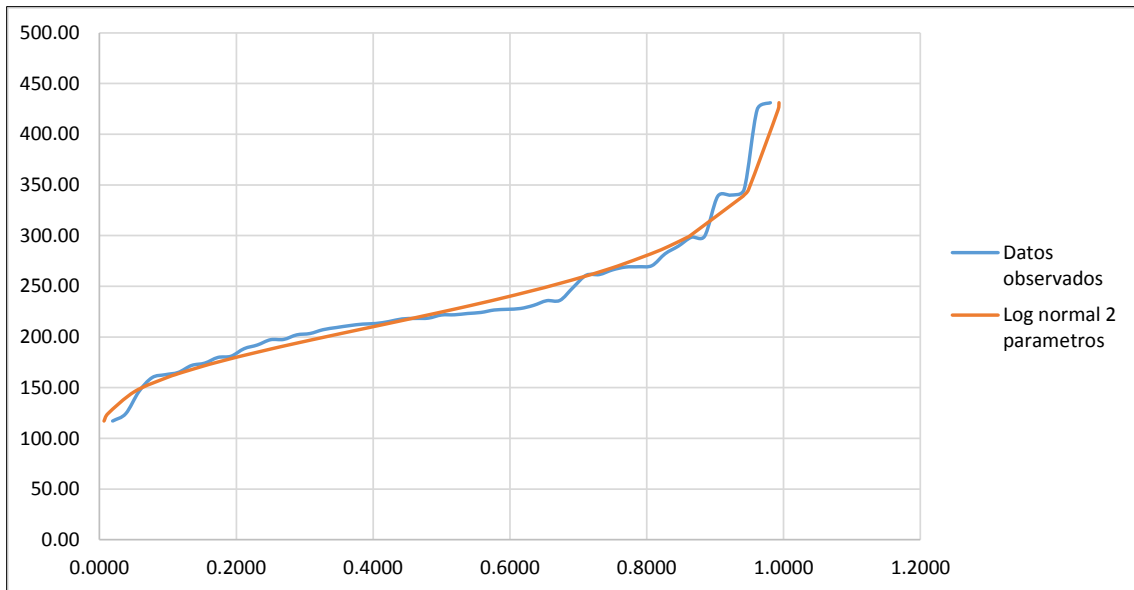


Figura 12. Distribución Log. Normal de 2 parámetros Estación Desaguadero. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

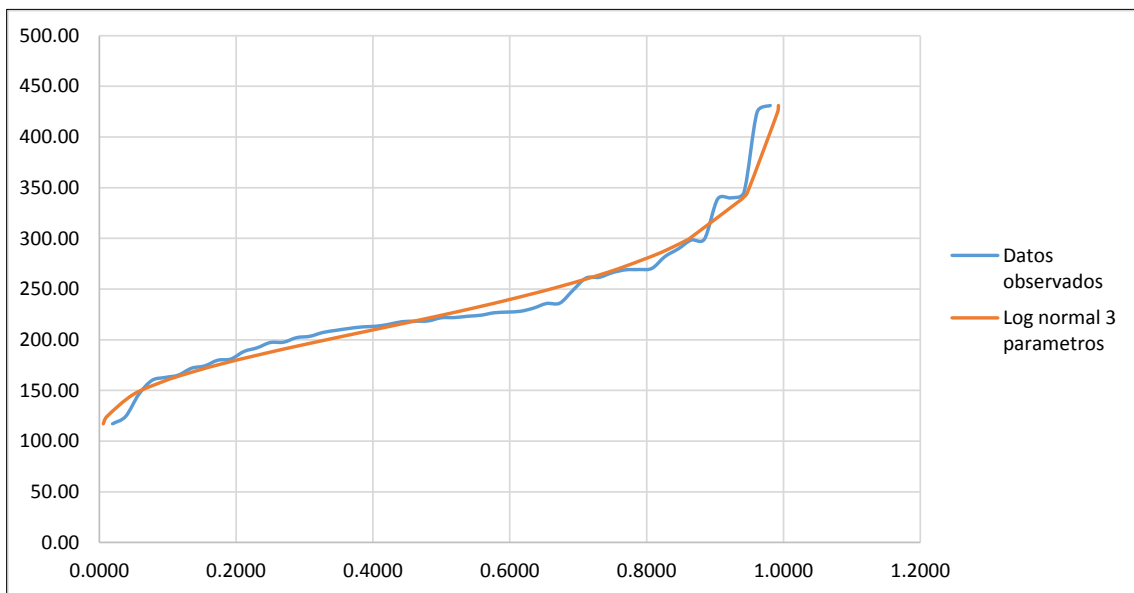


Figura 13. Distribución Log. Normal de 3 parámetros Estación Desaguadero. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

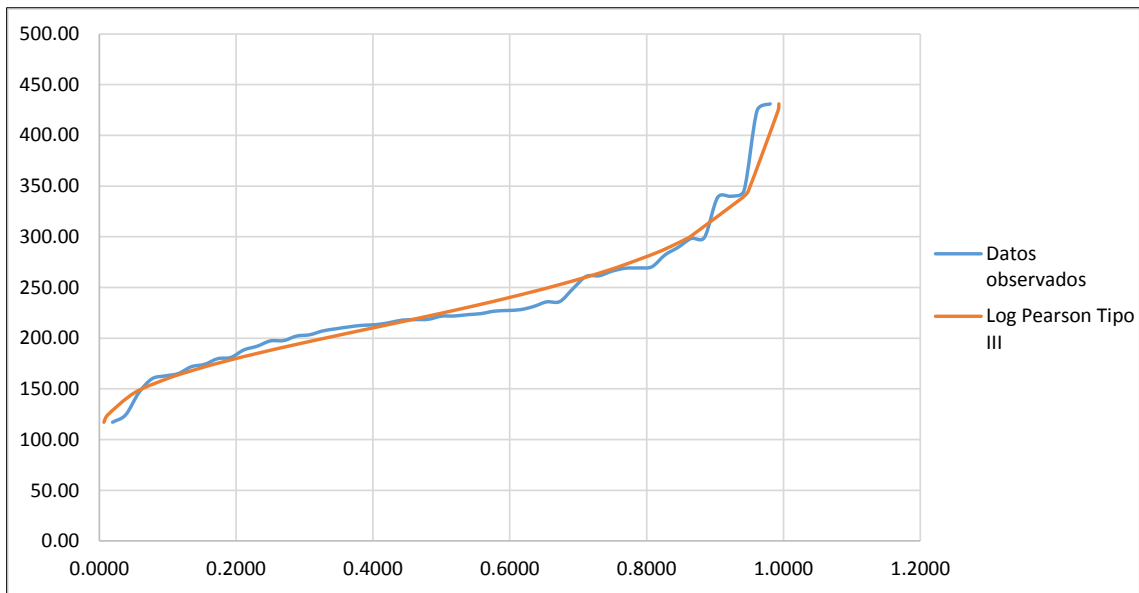


Figura 14. Distribución Log. Pearson Tipo III Estación Desaguadero. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

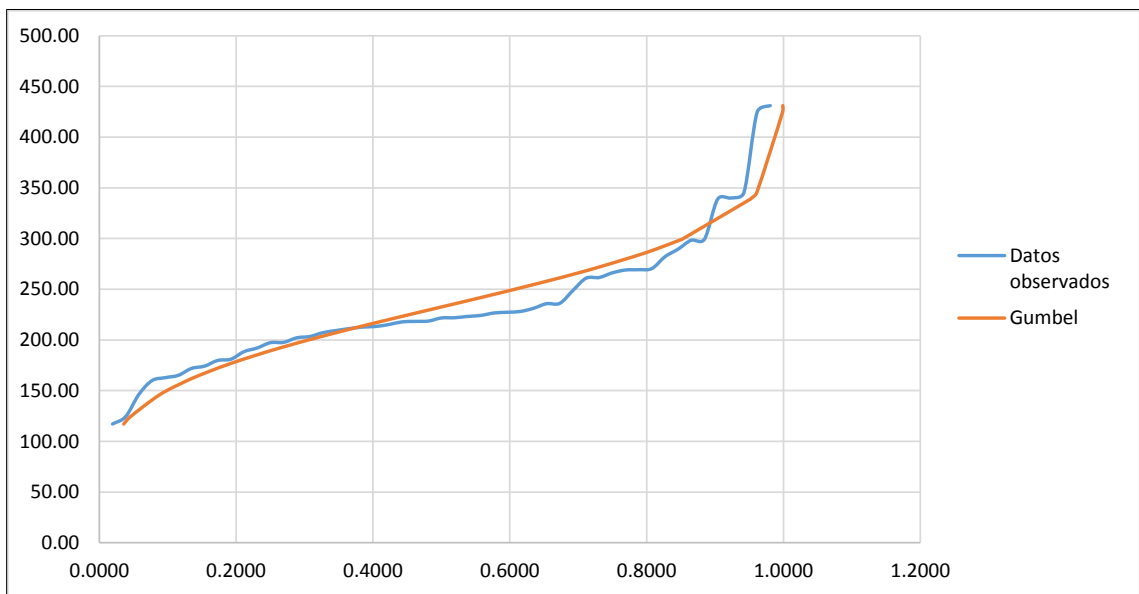


Figura 15. Distribución Gumbel Estación Desaguadero. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

b) Método del Error Cuadrático Mínimo

Este método es el más aplicable para la estimación de los parámetros de una ecuación de regresión lineal donde la suma de los cuadrados, de los errores de los valores puede minimizarse derivando parcialmente en función de cada variable. (Villón, 2011).

La función de distribución elegida será la que tenga menos error cuadrático, siendo ésta menos subjetiva que la anterior (análisis gráfico); resultado que se puede visualizar en la Tabla 19.

c) Prueba de Bondad y Ajuste

La prueba de ajuste Smirnov Kolmogorov consiste en comparar las diferencias existentes, entre la probabilidad empírica de los datos de la muestra y la probabilidad teórica, tomando el valor máximo del valor absoluto, de la diferencia entre el valor observado y el valor de la recta teórica del modelo. (Aliaga, 1985, p. 46).

Para este estudio se realizó la prueba de bondad y ajuste de Kolmogorov Smirnov la cual como sabemos consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia $\Delta=|F(Z)-P(X)|$, entre la función de distribución observada y la estimada, respecto a una probabilidad, para este ajuste se tuvo que ordenar los datos en forma ascendente (de menor a mayor), todos estos datos fueron realizados mediante el programa Microsoft Excel v.13, y comprobados mediante el programa Hidroesta 2. Proceso que se repitió para las 06 estaciones en estudio; sin embargo los resultados de la Tabla 20, 21, 22 solo es de la estación pluviométrica de Desaguadero.

Finalizado la prueba de bondad y ajuste de Kolmogorov Smirnov se procedió a elegir la función de distribución que mayor diferencia presente entre el valor máximo menos el valor crítico, proceso que se repitió para las 06 estaciones en estudio; sin embargo a continuación solo se muestra los resultados para la estación pluviométrica de Desaguadero (Tabla 18).

Tabla 18.

Orden de la distribución estación Desaguadero

Distribución	Δ_{max}	Δ_0	Diferencia	Ajuste	Orden
Log. Normal 2 parámetro:	0.0834	0.1904	0.1070	Bueno	3
Log. Normal 3 parámetro:	0.0805	0.1904	0.1099	Bueno	2
Pearson tipo III	-----	-----	-----	-----	
Gumbel	0.0801	0.1904	0.1103	Bueno	1

Nota: Δ_{max} . = Valor máximo, Δ_0 = Valor crítico (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 19.

Prueba de error cuadrático mínimo, estación Desaguadero

m	TR (años)	P(X<x)	Datos observados (Xo (mm))	Log Normal de 2 Param.		Log Normal de 3 Param.		Log Pearson tipo III		Gumbel	
				Xe	(Xo - Xe)^2	Xe	(Xo - Xe)^2	Xe	(Xo - Xe)^2	Xe	(Xo - Xe)^2
1	52.00	0.9808	431.10	387.44	1906.54	389.93	1694.74	395.27	1283.67	400.40	942.35
2	26.00	0.9615	424.40	357.91	4421.26	359.48	4214.87	362.53	3827.33	365.32	3490.18
3	17.33	0.9423	345.40	340.05	28.66	341.13	18.22	343.06	5.47	344.59	0.66
4	13.00	0.9231	340.00	327.01	168.63	327.78	149.28	329.01	120.77	329.73	105.56
5	10.40	0.9038	338.80	316.65	490.74	317.19	467.14	317.93	435.65	318.07	429.60
6	8.67	0.8846	299.40	307.98	73.54	308.34	79.92	308.72	86.90	308.45	81.88
7	7.43	0.8654	298.40	300.48	4.32	300.70	5.31	300.81	5.81	300.22	3.31
8	6.50	0.8462	289.60	293.84	18.00	293.95	18.96	293.84	18.01	293.01	11.64
9	5.78	0.8269	282.10	287.86	33.23	287.88	33.44	287.60	30.24	286.58	20.04
10	5.20	0.8077	270.40	282.41	144.16	282.35	142.71	281.92	132.74	280.75	107.17
11	4.73	0.7885	269.30	277.37	65.09	277.24	63.04	276.70	54.77	275.42	37.42
12	4.33	0.7692	269.00	272.67	13.50	272.49	12.17	271.85	8.15	270.49	2.21
13	4.00	0.7500	266.20	268.27	4.28	268.03	3.36	267.32	1.26	265.89	0.10
14	3.71	0.7308	261.60	264.11	6.28	263.83	4.97	263.05	2.12	261.57	0.00
15	3.47	0.7115	260.90	260.15	0.56	259.84	1.12	259.01	3.56	257.50	11.54
16	3.25	0.6923	248.80	256.38	57.42	256.03	52.33	255.17	40.54	253.64	23.41
17	3.06	0.6731	236.10	252.76	277.51	252.39	265.32	251.49	236.83	249.96	191.97
18	2.89	0.6538	235.80	249.28	181.58	248.88	171.15	247.96	147.84	246.43	112.98
19	2.74	0.6346	231.20	245.91	216.39	245.50	204.45	244.56	178.43	243.04	140.21
20	2.60	0.6154	228.10	242.65	211.68	242.22	199.42	241.27	173.45	239.77	136.27
21	2.48	0.5962	227.30	239.48	148.33	239.04	137.80	238.08	116.25	236.61	86.73
22	2.36	0.5769	226.60	236.39	95.82	235.94	87.21	234.98	70.25	233.55	48.24
23	2.26	0.5577	224.20	233.37	84.05	232.91	75.88	231.96	60.20	230.56	40.46
24	2.17	0.5385	223.20	230.41	51.96	229.95	45.52	229.00	33.68	227.65	19.79
25	2.08	0.5192	221.90	227.50	31.37	227.04	26.39	226.11	17.70	224.80	8.41
26	2.00	0.5000	221.70	224.64	8.63	224.17	6.12	223.26	2.44	222.01	0.09

m	TR (años)	P(X<x)	Datos observados (Xo (mm))	Log Normal de 2 Param.		Log Normal de 3 Param.		Log Pearson tipo III		Gumbel	
				Xe	(Xo - Xe)^2	Xe	(Xo - Xe)^2	Xe	(Xo - Xe)^2	Xe	(Xo - Xe)^2
27	1.93	0.4808	218.60	221.81	10.33	221.35	7.57	220.46	3.46	219.26	0.44
28	1.86	0.4615	218.30	219.02	0.52	218.56	0.07	217.70	0.36	216.55	3.05
29	1.79	0.4423	217.81	216.25	2.43	215.80	4.04	214.96	8.10	213.88	15.45
30	1.73	0.4231	215.20	213.50	2.89	213.06	4.59	212.25	8.68	211.23	15.75
31	1.68	0.4038	213.30	210.76	6.44	210.33	8.82	209.56	13.98	208.60	22.05
32	1.63	0.3846	212.70	208.03	21.82	207.61	25.90	206.88	33.87	205.99	45.05
33	1.58	0.3654	211.20	205.30	34.86	204.89	39.78	204.20	48.93	203.38	61.17
34	1.53	0.3462	209.30	202.56	45.49	202.17	50.85	201.53	60.41	200.77	72.78
35	1.49	0.3269	207.20	199.80	54.76	199.43	60.31	198.84	69.85	198.15	81.90
36	1.44	0.3077	203.40	197.02	40.67	196.68	45.17	196.14	52.68	195.52	62.17
37	1.41	0.2885	202.10	194.22	62.17	193.90	67.30	193.42	75.39	192.86	85.47
38	1.37	0.2692	197.60	191.37	38.84	191.08	42.55	190.66	48.15	190.16	55.36
39	1.33	0.2500	197.30	188.47	77.97	188.21	82.62	187.86	89.09	187.42	97.65
40	1.30	0.2308	192.10	185.51	43.43	185.28	46.45	185.01	50.29	184.62	55.99
41	1.27	0.2115	188.50	182.47	36.34	182.29	38.62	182.09	41.12	181.74	45.69
42	1.24	0.1923	181.00	179.34	2.76	179.19	3.26	179.08	3.68	178.77	4.98
43	1.21	0.1731	179.80	176.09	13.78	175.99	14.50	175.97	14.65	175.68	16.99
44	1.18	0.1538	174.20	172.69	2.27	172.65	2.40	172.73	2.16	172.43	3.12
45	1.16	0.1346	171.90	169.11	7.77	169.13	7.66	169.32	6.64	169.00	8.43
46	1.13	0.1154	165.10	165.30	0.04	165.39	0.08	165.70	0.36	165.30	0.04
47	1.11	0.0962	162.80	161.17	2.65	161.35	2.11	161.80	1.00	161.26	2.38
48	1.08	0.0769	159.91	156.62	10.79	156.89	9.09	157.51	5.75	156.71	10.21
49	1.06	0.0577	146.20	151.45	27.61	151.85	31.88	152.66	41.67	151.41	27.14
50	1.04	0.0385	124.40	145.28	435.77	145.83	459.07	146.88	505.14	144.78	415.27
51	1.02	0.0192	117.10	137.07	398.86	137.86	430.88	139.24	490.27	135.15	325.91
			Suma	10124.76		9666.42		8769.76		7586.65	
			Error cuadrático min.	100.62		98.32		93.65		87.10	
			Orden de ajuste	4		3		2		1	

Nota: m = Número de orden, TR = Tiempo de retorno, P = Probabilidad, Xo = Dato calculado con la función de distribución bajo análisis, Xe = Dato estimado. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 20.

Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov - Smirnov, Distribución log normal de 2 parámetros, estación Desaguadero

m	Ln(Xi)	P(x)=m/(n+1)	Z=(X-X)/S	F(Z)	$\Delta = F(Z)-P(X) $
1	4.76	0.0192	-2.4745	0.0058	0.0134
2	4.82	0.0385	-2.2448	0.0110	0.0275
3	4.98	0.0577	-1.6315	0.0465	0.0112
4	5.07	0.0769	-1.2910	0.0901	0.0131
5	5.09	0.0962	-1.2230	0.1017	0.0056
6	5.11	0.1154	-1.1697	0.0812	0.0342
7	5.15	0.1346	-1.0164	0.1269	0.0077
8	5.16	0.1538	-0.9659	0.1551	0.0013
9	5.19	0.1731	-0.8457	0.1855	0.0124
10	5.20	0.1923	-0.8204	0.1922	0.0001
11	5.24	0.2115	-0.6662	0.2372	0.0256
12	5.26	0.2308	-0.5944	0.2597	0.0290
13	5.28	0.2500	-0.4929	0.2937	0.0437
14	5.29	0.2692	-0.4871	0.2957	0.0265
15	5.31	0.2885	-0.4016	0.3258	0.0373
16	5.32	0.3077	-0.3772	0.3347	0.0270
17	5.33	0.3269	-0.3069	0.3606	0.0337
18	5.34	0.3462	-0.2686	0.3751	0.0290
19	5.35	0.3654	-0.2343	0.3882	0.0228
20	5.36	0.3846	-0.2074	0.3985	0.0138
21	5.36	0.4038	-0.1967	0.4026	0.0013
22	5.37	0.4231	-0.1630	0.4157	0.0073
23	5.38	0.4423	-0.1173	0.4336	0.0087
24	5.39	0.4615	-0.1087	0.4370	0.0246
25	5.39	0.4808	-0.1035	0.4390	0.0418
26	5.40	0.5000	-0.0500	0.4602	0.0398
27	5.40	0.5192	-0.0466	0.4616	0.0577
28	5.41	0.5385	-0.0244	0.4704	0.0681
29	5.41	0.5577	-0.0074	0.4771	0.0806
30	5.42	0.5769	0.0330	0.5330	0.0439
31	5.43	0.5962	0.0447	0.5377	0.0585
32	5.43	0.6154	0.0581	0.5430	0.0724
33	5.44	0.6346	0.1094	0.5633	0.0713
34	5.46	0.6538	0.1842	0.5925	0.0613
35	5.46	0.6731	0.1890	0.5944	0.0787
36	5.52	0.6923	0.3880	0.6692	0.0231
37	5.56	0.7115	0.5684	0.7316	0.0201

m	Ln(Xi)	P(x)=m/(n+1)	Z=(X-X)/S	F(Z)	$\Delta = F(Z)-P(X) $
38	5.57	0.7308	0.5786	0.7350	0.0043
39	5.58	0.7500	0.6448	0.7561	0.0061
40	5.59	0.7692	0.6845	0.7685	0.0007
41	5.60	0.7885	0.6888	0.7699	0.0186
42	5.60	0.8077	0.7043	0.7746	0.0331
43	5.64	0.8269	0.8652	0.8197	0.0072
44	5.67	0.8462	0.9648	0.8446	0.0015
45	5.70	0.8654	1.0785	0.9488	0.0834
46	5.70	0.8846	1.0912	0.9642	0.0796
47	5.83	0.9038	1.5608	0.9462	0.0423
48	5.83	0.9231	1.5743	0.9477	0.0246
49	5.84	0.9423	1.6341	0.9537	0.0114
50	6.05	0.9615	2.4165	0.9931	0.0316
51	6.07	0.9808	2.4760	0.9942	0.0134
Media	5.41			Valor max.	0.0834
Desv. Est.	0.26				
n	51			$\Delta_{max} =$	0.0834
				$\Delta_o =$	0.1904
				ajuste es bueno $\Delta_{max} < \Delta_o$	

Nota: m = Número de orden, Ln = Logaritmo natural, F(Z) = Probabilidad ajustada, P(X) = Probabilidad experimental o empírica, Δ = Valor estadístico de Smirnov Kolmogorov, Δ_{max} = Valor máximo, Δ_o = Valor crítico. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 21.

Prueba de bondad del ajuste de Kolmogorov - Smirnov, Distribución log normal de 3 parámetros, estación Desaguadero

m	Ln(Xi-Xo)	P(x)=m/(n+1)	Z=(X-X)/S	F(Z)	$\Delta = F(Z)-P(X) $
1	4.65	0.0192	-2.5251	0.0050	0.0142
2	4.72	0.0385	-2.2833	0.0099	0.0286
3	4.89	0.0577	-1.6455	0.0452	0.0125
4	4.99	0.0769	-1.2958	0.0892	0.0123
5	5.01	0.0962	-1.2263	0.1011	0.0050
6	5.03	0.1154	-1.1719	0.0830	0.0324
7	5.07	0.1346	-1.0157	0.1277	0.0069
8	5.08	0.1538	-0.9644	0.1555	0.0016
9	5.12	0.1731	-0.8425	0.1864	0.0133
10	5.13	0.1923	-0.8169	0.1932	0.0009
11	5.17	0.2115	-0.6609	0.2388	0.0273
12	5.19	0.2308	-0.5884	0.2617	0.0309
13	5.22	0.2500	-0.4862	0.2960	0.0460
14	5.22	0.2692	-0.4804	0.2981	0.0288
15	5.24	0.2885	-0.3944	0.3284	0.0400
16	5.25	0.3077	-0.3699	0.3374	0.0297
17	5.27	0.3269	-0.2993	0.3634	0.0365

m	Ln(Xi-Xo)	P(x)=m/(n+1)	Z=(X-X)/S	F(Z)	$\Delta = F(Z)-P(X) $
18	5.28	0.3462	-0.2609	0.3781	0.0319
19	5.29	0.3654	-0.2265	0.3912	0.0258
20	5.30	0.3846	-0.1996	0.4015	0.0168
21	5.30	0.4038	-0.1888	0.4057	0.0018
22	5.31	0.4231	-0.1551	0.4188	0.0042
23	5.32	0.4423	-0.1093	0.4367	0.0056
24	5.33	0.4615	-0.1008	0.4401	0.0215
25	5.33	0.4808	-0.0956	0.4421	0.0386
26	5.34	0.5000	-0.0421	0.4634	0.0366
27	5.34	0.5192	-0.0387	0.4647	0.0545
28	5.35	0.5385	-0.0165	0.4735	0.0650
29	5.35	0.5577	0.0004	0.5201	0.0376
30	5.37	0.5769	0.0408	0.5361	0.0408
31	5.37	0.5962	0.0525	0.5408	0.0554
32	5.37	0.6154	0.0658	0.5460	0.0693
33	5.39	0.6346	0.1169	0.5662	0.0684
34	5.41	0.6538	0.1914	0.5954	0.0585
35	5.41	0.6731	0.1962	0.5972	0.0758
36	5.46	0.6923	0.3940	0.6714	0.0209
37	5.51	0.7115	0.5728	0.7331	0.0216
38	5.52	0.7308	0.5829	0.7365	0.0057
39	5.54	0.7500	0.6484	0.7573	0.0073
40	5.55	0.7692	0.6877	0.7695	0.0003
41	5.55	0.7885	0.6919	0.7708	0.0176
42	5.55	0.8077	0.7072	0.7755	0.0322
43	5.60	0.8269	0.8660	0.8199	0.0070
44	5.62	0.8462	0.9642	0.8445	0.0017
45	5.65	0.8654	1.0762	0.9459	0.0805
46	5.66	0.8846	1.0887	0.9611	0.0765
47	5.79	0.9038	1.5493	0.9449	0.0411
48	5.79	0.9231	1.5624	0.9464	0.0233
49	5.81	0.9423	1.6210	0.9525	0.0102
50	6.02	0.9615	2.3831	0.9925	0.0309
51	6.04	0.9808	2.4409	0.9936	0.0128
Media	5.35			Valor max.	0.0805
Mediana	221.70				
Desv. Est.	0.28			$\Delta_{max} =$	0.0805
n	51			$\Delta_o =$	0.1904
Xo	12.6996			ajuste es bueno $\Delta_{max} < \Delta_o$	

Nota: m = Número de orden, Ln = Logaritmo natural, F(Z) = Probabilidad ajustada, P(X) = Probabilidad experimental o empírica, Δ = Valor estadístico de Smirnov Kolmogorov, Δ_{max} = Valor máximo, Δ_o = Valor crítico, n = Número de datos, Xo = Dato calculado con la función de distribución bajo análisis. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 22.

Prueba de bondad del ajuste de Kolmogorov - Smirnov, Distribución Gumbel estación Desaguadero

m	Xi	P(x)=m/(n+1)	y=(Xi-μ)/α	F(x)	Δ = F(Z)-P(X)
1	117.10	0.0192	-1.7359	0.0034	0.0158
2	124.40	0.0385	-1.5896	0.0074	0.0310
3	146.20	0.0577	-1.1527	0.0421	0.0156
4	159.91	0.0769	-0.8780	0.0902	0.0133
5	162.80	0.0962	-0.8200	0.1033	0.0071
6	165.10	0.1154	-0.7739	0.1144	0.0010
7	171.90	0.1346	-0.6377	0.1508	0.0161
8	174.20	0.1538	-0.5916	0.1642	0.0103
9	179.80	0.1731	-0.4794	0.1989	0.0258
10	181.00	0.1923	-0.4553	0.2067	0.0144
11	188.50	0.2115	-0.3050	0.2575	0.0460
12	192.10	0.2308	-0.2329	0.2830	0.0523
13	197.30	0.2500	-0.1287	0.3207	0.0707
14	197.60	0.2692	-0.1226	0.3229	0.0536
15	202.10	0.2885	-0.0325	0.3559	0.0675
16	203.40	0.3077	-0.0064	0.3655	0.0578
17	207.20	0.3269	0.0697	0.3935	0.0666
18	209.30	0.3462	0.1118	0.4089	0.0628
19	211.20	0.3654	0.1499	0.4228	0.0574
20	212.70	0.3846	0.1800	0.4337	0.0491
21	213.30	0.4038	0.1920	0.4381	0.0342
22	215.20	0.4231	0.2301	0.4518	0.0287
23	217.81	0.4423	0.2824	0.4705	0.0282
24	218.30	0.4615	0.2922	0.4740	0.0124
25	218.60	0.4808	0.2982	0.4761	0.0047
26	221.70	0.5000	0.3603	0.4979	0.0021
27	221.90	0.5192	0.3643	0.4992	0.0200
28	223.20	0.5385	0.3904	0.5082	0.0302
29	224.20	0.5577	0.4104	0.5151	0.0426
30	226.60	0.5769	0.4585	0.5314	0.0455
31	227.30	0.5962	0.4725	0.5361	0.0600
32	228.10	0.6154	0.4886	0.5415	0.0739
33	231.20	0.6346	0.5507	0.5618	0.0728
34	235.80	0.6538	0.6429	0.5911	0.0628
35	236.10	0.6731	0.6489	0.5930	0.0801
36	248.80	0.6923	0.9034	0.6668	0.0255
37	260.90	0.7115	1.1459	0.7276	0.0161
38	261.60	0.7308	1.1599	0.7309	0.0001
39	266.20	0.7500	1.2521	0.7513	0.0013
40	269.00	0.7692	1.3082	0.7631	0.0061
41	269.30	0.7885	1.3142	0.7644	0.0241

m	Xi	P(x)=m/(n+1)	y=(Xi-μ)/α	F(x)	Δ = F(Z)-P(X)
42	270.40	0.8077	1.3363	0.7689	0.0388
43	282.10	0.8269	1.5707	0.8123	0.0146
44	289.60	0.8462	1.7210	0.8362	0.0099
45	298.40	0.8654	1.8974	0.8607	0.0046
46	299.40	0.8846	1.9174	0.8633	0.0213
47	338.80	0.9038	2.7070	0.9354	0.0316
48	340.00	0.9231	2.7310	0.9369	0.0138
49	345.40	0.9423	2.8393	0.9432	0.0009
50	424.40	0.9615	4.4224	0.9881	0.0265
51	431.10	0.9808	4.5567	0.9896	0.0088
Media	232.52			Valor max.	0.0801
Desv. Est.	64.00				
n	51			Δmax=	0.0801
α	49.90			Δo=	0.1904
μ	203.72			ajuste es bueno Δmax < Δo	

Nota: m = Número de orden, F(x) = Probabilidad de la distribución teórica F(Z) = Probabilidad ajustada, P(X) = Probabilidad experimental o empírica, Δ = Valor estadístico de Smirnov Kolmogorov, Δmax = Valor máximo, Δo = Valor crítico, n = Número de datos, Xi = Variable hidrológica en estudio. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

Una vez realizada las pruebas para la selección de función de distribución se procede a elegir la distribución que más se ajusta a las pruebas de análisis gráfico, método del error cuadrático mínimo, y la prueba de bondad y ajuste de Kolmogorov - Smirnov.

La estación Desaguadero (Tabla 23), luego de realizar las pruebas antes mencionadas se concluye que la distribución que más se ajusta a los datos analizados es la distribución Gumbel.

Tabla 23.

Selección de función de distribución Est. Desaguadero

Distribución	Análisis gráfico	Error cuadrático	Kolmogorov Smirnov
Log. Normal 2 parámetros	2	4	3
Log. Normal 3 parámetros	1	3	2
Pearson tipo III	3	2	
Gumbel	4	1	1

Nota: (Elaboración propia)

Una vez seleccionada la distribución se tiene las precipitaciones para diferentes periodos de retorno, tomando como base la distribución Gumbel en el caso de la estación de Desaguadero y Juli; log normal de 3 parámetros para la estación de Pizacoma, Mazocruz e llave; log Pearson tipo III para la estación de Yunguyo.

Los datos mostrados son calculados mediante factores de frecuencia, para diferentes periodos de retorno y son mostrados en la Tabla 24 con la única diferencia de que solo se muestran de la función seleccionada.

Tabla 24.

Precipitaciones máximas en base al periodo de retorno

TR (años)	Prob.	Pizacoma	Desaguadero	Mazocruz	llave	Juli	Yunguyo
2	0.5	154.42	222.01	146.79	205.82	242.42	197.03
5	0.2	203.13	278.57	195.22	253.47	292.74	245.20
10	0.1	235.42	316.01	222.51	278.99	326.05	276.76
20	0.05	266.40	351.93	246.12	300.37	358.01	306.94
50	0.02	306.69	398.43	273.91	324.76	399.37	346.19
100	0.01	337.19	433.27	293.18	341.23	430.36	375.98

Nota: (Elaboración propia)

A.2.2.5. Distribución de Intensidades de Lluvia en 24 horas

Chow, Maidment, & Mays (1994). El Soil Conservation Service del U.S. Department of Agriculture (1986) actualmente NRCS, desarrolló hietogramas sintéticos de tormentas para utilizarse en los Estados Unidos con duraciones de tormentas de 6 a 24 horas. Estos hietogramas se dedujeron al utilizar la información presentada por Hershfield (1961) y Miller, Frederick y Tracey (1973) y datos de tormentas adicionales. Se clasificaron las tormentas de 24 horas de duración en cuatro tipos llamados Tipo I, IA, II y III, de acuerdo al clima del lugar (húmedo, seco, costero y tropical) respectivamente.

La geografía de los Estados Unidos donde dichos hietogramas podría aplicarse como los de tipo I y IA que corresponden al clima marítimo del pacífico con inviernos húmedos y veranos secos. El tipo III corresponde al golfo de México y las áreas costeras del atlántico, donde las tormentas tropicales producen lluvias de 24 horas. El tipo II corresponde al resto del país americano.

Una vez obtenida las precipitaciones diarias para diferentes periodos de retorno se procedió a distribuir las en el tiempo de 1 a 24 horas; para lo cual se empleó la distribución basada en los perfiles de lluvia SCS, aplicando la distribución Tipo II para los diferentes tiempos de retorno.

En la Tabla 25 y Figura 16 se muestra los resultados para un tiempo de retorno de 2 años, análisis realizado para la Cuenca Callaccame. Por otro lado en la Tabla 26 y Figura 17 se muestra los resultados para un tiempo de retorno de 2 años, análisis realizado para la Intercuenca 0155.

Tabla 25.*Distribución SCS de la Cuenca Callaccame Tr=2 años*

Horas	Minutos	Factor de escala Tipo II	Altura de P acumulada	Incremento de P	Intensidad (mm/hr)	Orden de Hietograma	t (hr)	I (mm/hr)	P (mm)
0	0	0.0000	0.00	0.00	0.00				
1	60	0.0110	2.30	2.30	2.30	24	1	89.38	89.38
2	120	0.0230	4.81	2.51	2.51	20	2	56.51	113.03
3	180	0.0350	7.33	2.51	2.51	19	3	41.51	124.54
4	240	0.0480	10.05	2.72	2.72	17	4	33.70	134.80
5	300	0.0640	13.40	3.35	3.35	14	5	28.38	141.91
6	360	0.0800	16.74	3.35	3.35	13	6	24.73	148.40
7	420	0.1000	20.93	4.19	4.19	10	7	22.01	154.05
8	480	0.1200	25.12	4.19	4.19	11	8	19.91	159.29
9	540	0.1470	30.77	5.65	5.65	7	9	18.21	163.89
10	600	0.1810	37.89	7.12	7.12	5	10	16.81	168.08
11	660	0.2360	49.40	11.51	11.51	3	11	15.66	172.26
12	720	0.6630	138.77	89.38	89.38	1	12	14.69	176.24
13	780	0.7760	162.43	23.65	23.65	2	13	13.81	179.59
14	840	0.8250	172.68	10.26	10.26	4	14	13.07	182.94
15	900	0.8560	179.17	6.49	6.49	6	15	12.42	186.29
16	960	0.8810	184.40	5.23	5.23	8	16	11.84	189.43
17	1020	0.9030	189.01	4.60	4.60	9	17	11.30	192.15
18	1080	0.9220	192.98	3.98	3.98	12	18	10.81	194.66
19	1140	0.9380	196.33	3.35	3.35	15	19	10.38	197.17
20	1200	0.9530	199.47	3.14	3.14	16	20	9.98	199.68
21	1260	0.9650	201.98	2.51	2.51	21	21	9.63	202.19

Horas	Minutos	Factor de escala Tipo II	Altura de P acumulada	Incremento de P	Intensidad (mm/hr)
22	1320	0.9770	204.50	2.51	2.51
23	1380	0.9890	207.01	2.51	2.51
24	1440	1.0000	209.31	2.30	2.30
				209.31	

Orden de Hietograma	t (hr)	I (mm/hr)	P (mm)
18	22	9.30	204.71
21	23	9.11	209.52
23	24	8.72	209.31

Nota: P = precipitación, t = Tiempo, I = Intensidad. (Elaboración propia).

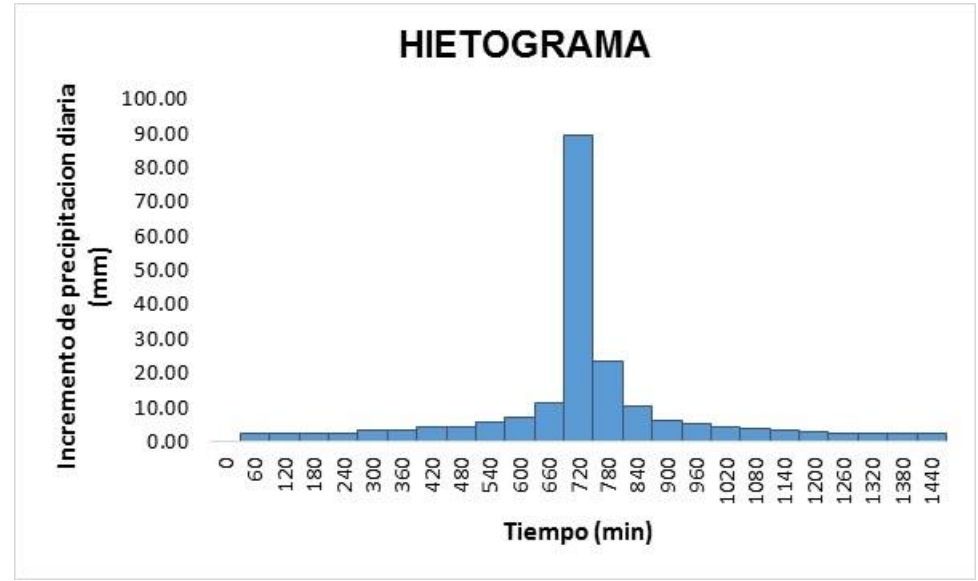


Figura 16. Hietograma Tipo II Distribución SCS de la Cuenca Callaccame Tr=2 años. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 26.*Distribución SCS de la Intercuenca 0155 Tr=2 años*

Horas	Minutos	Factor de escala Tipo II	Altura de P acumulada	Incremento de P	Intensidad (mm/hr)	Orden de Hietograma	t (hr)	I (mm/hr)	P (mm)
0	0	0.0000	0.00	0.00	0.00				
1	60	0.0110	1.83	1.83	1.83	24	1	71.02	71.02
2	120	0.0230	3.83	2.00	2.00	21	2	44.91	89.81
3	180	0.0350	5.82	2.00	2.00	20	3	32.99	98.96
4	240	0.0480	7.98	2.16	2.16	17	4	26.78	107.11
5	300	0.0640	10.64	2.66	2.66	14	5	22.55	112.76
6	360	0.0800	13.31	2.66	2.66	13	6	19.65	117.92
7	420	0.1000	16.63	3.33	3.33	10	7	17.49	122.41
8	480	0.1200	19.96	3.33	3.33	11	8	15.82	126.57
9	540	0.1470	24.45	4.49	4.49	7	9	14.47	130.23
10	600	0.1810	30.10	5.65	5.65	5	10	13.36	133.55
11	660	0.2360	39.25	9.15	9.15	3	11	12.44	136.88
12	720	0.6630	110.27	71.02	71.02	1	12	11.67	140.04
13	780	0.7760	129.06	18.79	18.79	2	13	10.98	142.70
14	840	0.8250	137.21	8.15	8.15	4	14	10.38	145.36
15	900	0.8560	142.37	5.16	5.16	6	15	9.87	148.02
16	960	0.8810	146.53	4.16	4.16	8	16	9.41	150.52
17	1020	0.9030	150.19	3.66	3.66	9	17	8.98	152.68
18	1080	0.9220	153.35	3.16	3.16	12	18	8.59	154.68
19	1140	0.9380	156.01	2.66	2.66	15	19	8.25	156.67
20	1200	0.9530	158.50	2.49	2.49	16	20	7.93	158.67
21	1260	0.9650	160.50	2.00	2.00	18	21	7.65	160.67

Horas	Minutos	Factor de escala Tipo II	Altura de P acumulada	Incremento de P	Intensidad (mm/hr)	Orden de Hietograma	t (hr)	I (mm/hr)	P (mm)
22	1320	0.9770	162.49	2.00	2.00	18	22	7.39	162.66
23	1380	0.9890	164.49	2.00	2.00	22	23	7.24	166.49
24	1440	1.0000	166.32	1.83	1.83	23	24	6.93	166.32
				166.32					

Nota: P = Precipitación, t = Tiempo, I = Intensidad. (Elaboración propia).

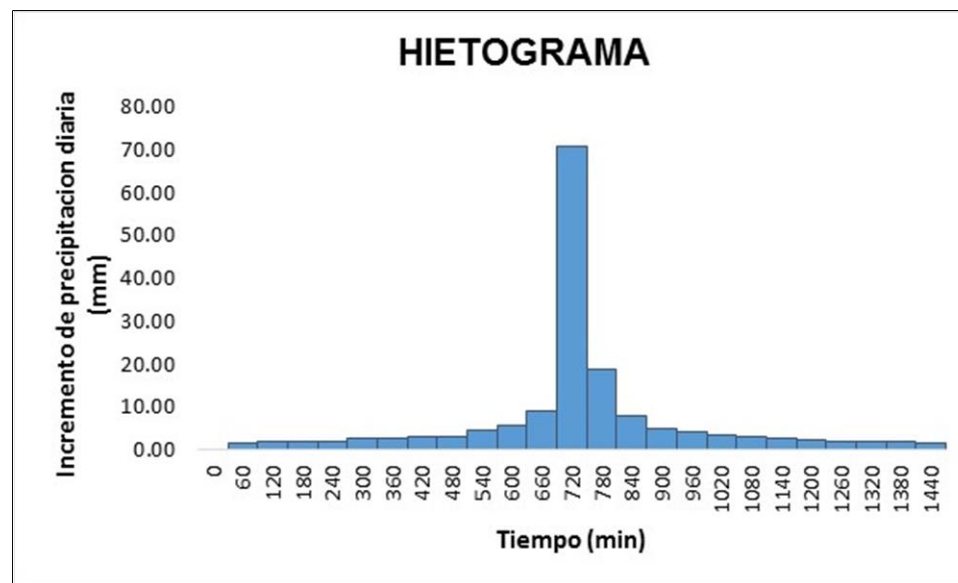


Figura 17. Hietograma Tipo II Distribución SCS de la Intercuenca 0155 Tr=2 años. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

A.2.2.6. Curvas IDF en Base a Intensidades de Lluvia Según Perfiles de Distribución SCS

Una vez generada las intensidades de lluvia según los hietogramas del método SCS se procede a graficar las curvas de intensidad para los diferentes periodos de retorno de 2 hasta 100 años, para nuestro estudio. Y duraciones de 1 hora hasta 24 horas.

Para la generación de curvas IDF se toman las intensidades calculadas por el método SCS de Estados Unidos.

En el eje de las abscisas se encuentra la duración en horas, en el eje de las ordenadas se encuentra la intensidad de milímetros por hora, y cada curva representa a datos agrupados con un mismo periodo de retorno. Seguidamente se detallan en la Tabla 27 y Figura 18 los valores obtenidos para la Cuenca Callaccame, así mismo en la Tabla 28 y Figura 19 se muestran los valores obtenidos para la Intercuenca 0155.

Tabla 27.

Datos de intensidad - duración - frecuencia (I-D-F) (mm/hr.) de 1 a 24 horas de la Cuenca Callaccame

T	Duración de intensidad en horas																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	89.38	56.51	41.51	33.70	28.38	24.73	22.01	19.91	18.21	16.81	15.66	14.69	13.81	13.07	12.42	11.84	11.30	10.81	10.38	9.98	9.63	9.30	9.11	8.72
5	111.72	70.64	51.89	42.12	35.48	30.92	27.51	24.89	22.76	21.01	19.57	18.36	17.27	16.33	15.52	14.80	14.13	13.52	12.97	12.48	12.04	11.63	11.39	10.90
10	126.14	79.76	58.59	47.56	40.06	34.91	31.06	28.10	25.70	23.72	22.10	20.73	19.50	18.44	17.53	16.71	15.95	15.26	14.65	14.09	13.59	13.13	12.86	12.31
20	139.76	88.38	64.92	52.70	44.38	38.68	34.41	31.14	28.48	26.28	24.49	22.97	21.60	20.43	19.42	18.51	17.68	16.91	16.23	15.61	15.06	14.55	14.25	13.64
50	157.19	99.40	73.01	59.27	49.92	43.50	38.71	35.02	32.03	29.56	27.54	25.83	24.30	22.98	21.84	20.82	19.88	19.02	18.25	17.56	16.93	16.37	16.02	15.34
100	170.14	107.58	79.03	64.15	54.03	47.08	41.89	37.90	34.67	32.00	29.81	27.96	26.30	24.87	23.64	22.54	21.52	20.59	19.75	19.01	18.33	17.71	17.34	16.60

Nota: (Elaboración propia).

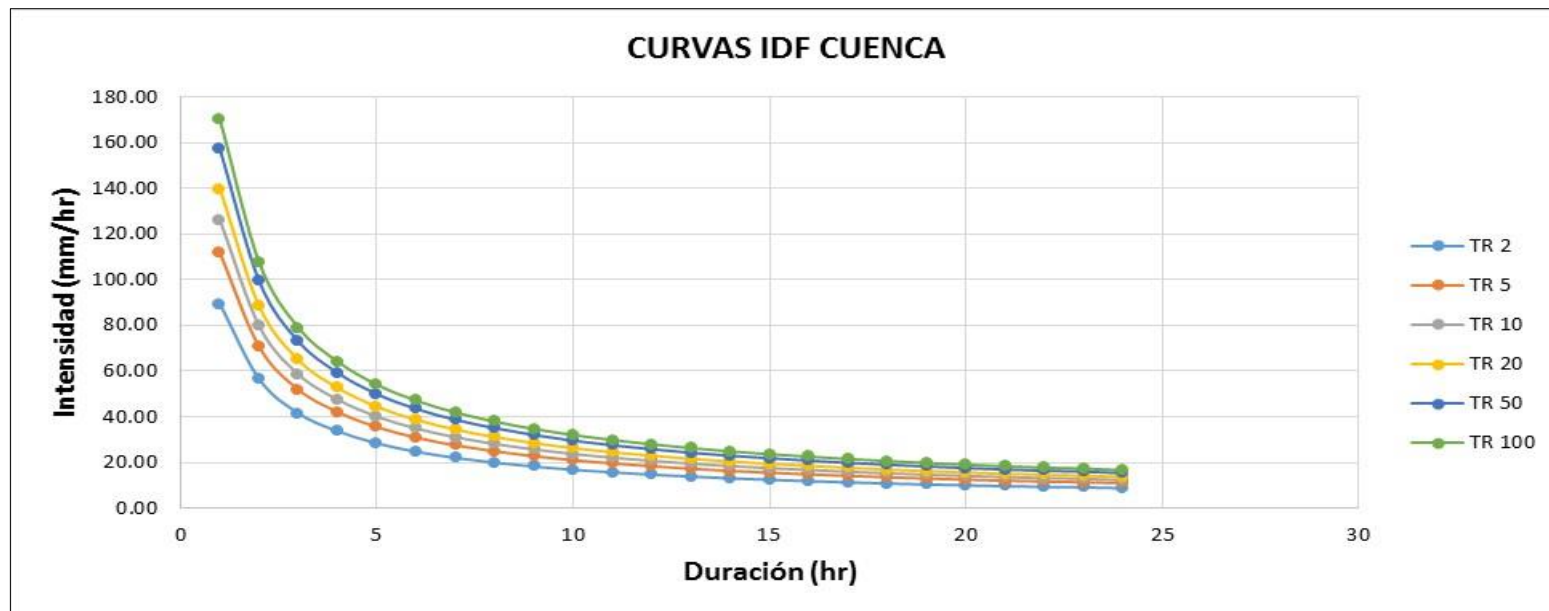


Figura 18. Curvas IDF. (Elaboración con Microsoft Excel v.13).

Tabla 28.

Datos de intensidad - duración - frecuencia (I-D-F) (mm/hr.) de 1 a 24 horas de la Intercuenca 0155.

T	Duración de intensidad en horas																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	71.02	44.91	32.99	26.78	22.55	19.65	17.49	15.82	14.47	13.36	12.44	11.67	10.98	10.38	9.87	9.41	8.98	8.59	8.25	7.93	7.65	7.39	7.24	6.93
5	92.41	58.43	42.92	34.84	29.35	25.57	22.75	20.59	18.83	17.38	16.19	15.18	14.28	13.51	12.84	12.24	11.69	11.18	10.73	10.32	9.95	9.62	9.42	9.02
10	106.58	67.40	49.51	40.19	33.85	29.50	26.25	23.74	21.72	20.04	18.68	17.51	16.47	15.58	14.81	14.12	13.48	12.90	12.38	11.91	11.48	11.10	10.86	10.40
20	120.18	75.99	55.82	45.32	38.17	33.26	29.59	26.77	24.49	22.60	21.06	19.75	18.58	17.57	16.70	15.92	15.20	14.54	13.95	13.43	12.95	12.51	12.25	11.73
50	137.85	87.17	64.03	51.98	43.78	38.15	33.94	30.71	28.09	25.92	24.15	22.65	21.31	20.15	19.16	18.26	17.43	16.68	16.01	15.40	14.85	14.35	14.05	13.45
100	151.20	95.61	70.23	57.01	48.02	41.84	37.23	33.68	30.81	28.43	26.49	24.85	23.37	22.11	21.01	20.03	19.12	18.30	17.56	16.89	16.29	15.74	15.41	14.75

Nota: (Elaboración propia).

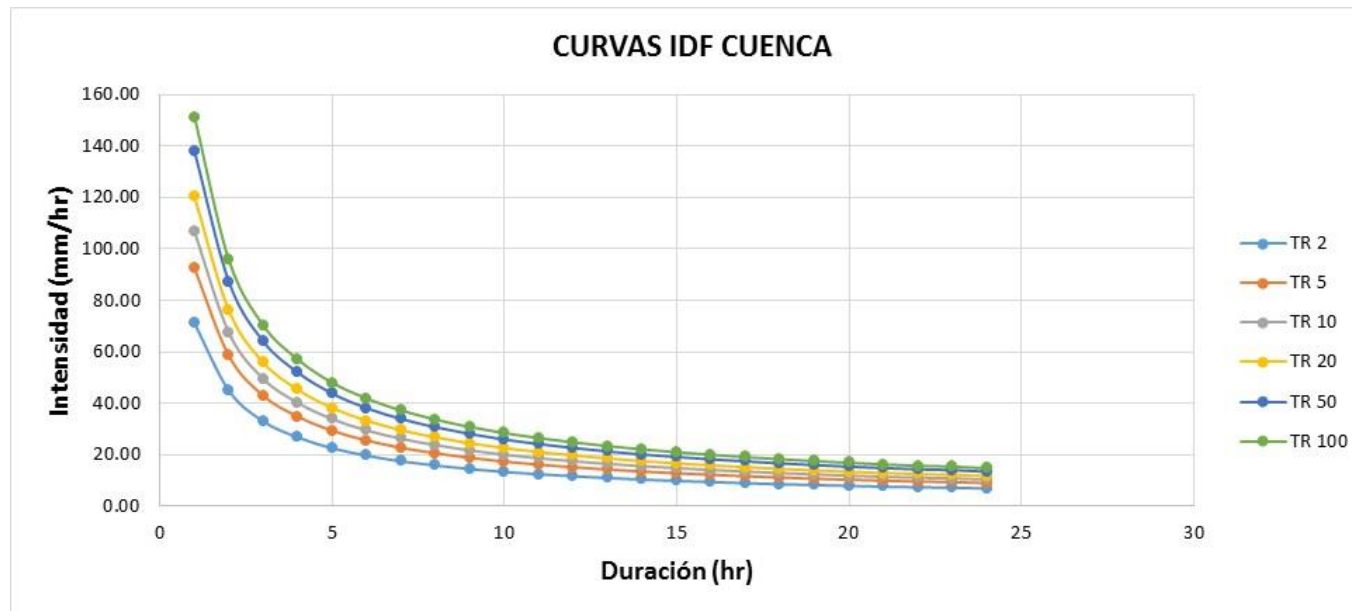


Figura 19. Curvas IDF. (Elaboración con Microsoft Excel v.13).

3.7.2. Análisis del Índice de Seguridad Hospitalaria.

Se realizó la evaluación del Centro de Salud de primer nivel de atención I-3 de Kelluyo, mediante la aplicación del Índice de Seguridad Hospitalaria, de acuerdo al instrumento de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). El Índice de Seguridad Hospitalaria es una herramienta de evaluación rápida y confiable, que proporciona una idea inmediata de la probabilidad de que el “Centro de Salud de Kelluyo” continúe funcionando en casos de desastre. Al determinar el índice de seguridad, que también toma en cuenta el medio ambiente y la red de servicios de salud a los que pertenece, los responsables de tomar decisiones, tendrán una idea más amplia de su capacidad para responder a emergencias o desastres de gran magnitud.

3.7.2.1. Aplicación de Formularios de Evaluación.

La evaluación del Índice de Seguridad Hospitalaria del “Centro de Salud de primer nivel de atención I-3 de Kelluyo”, se realizó utilizando dos formularios, desarrollados por la Organización Panamericana de la Salud (2010), los cuales son:

- Formulario 1: “Información general del establecimiento de salud”
- Formulario 2: “Evaluación del nivel de seguridad del establecimiento de salud”

A. Formulario 1: Información general del establecimiento de salud.

El propósito de este primer formulario fue obtener datos generales (nombres, dirección, datos de contacto, nombres de las autoridades, número de camas, índice de ocupación, número de personal, croquis del establecimiento y de su entorno, posición en la red de servicios de salud de la zona, número de personas atendidas, otros), y su capacidad de atención del establecimiento de salud. (OPS, 2008).

FORMULARIO N° 01

INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD

A. DATOS GENERALES

1. Nombre del establecimiento :
2. Dirección :
3. Teléfono :
4. Dirección :
5. Número de camas :
6. Índice de ocupación de camas en situaciones normales :

B. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN

El Centro de Salud de Kelluyo está ubicado en el distrito del mismo nombre, provincia de Chucuito y Departamento de Puno, pertenece a la Unidad Ejecutora: Salud Chucuito, Micro red – Desaguadero, Red – Chucuito, Diresa – Puno. Es un establecimiento de salud de tipo I-3, sin internamiento. El material predominante de construcción es el adobe, siendo las coberturas de calamina con estructura de madera (tijerales), el centro de salud de Kelluyo es de vital importancia, porque brinda servicios de medicina general, odontología, atención a adulto mayor, primeros auxilios entre otros, ayudando a las comunidades aledañas y al centro poblado.

Cuenta con 16 trabajadores entre doctores, enfermeros, obstetrices, odontólogos, biólogos, nutricionista, químico farmacéutico, técnicos en enfermería y psicólogos. Así mismo se tienen ambientes para los servicios de medicina, pediatría, odontología, farmacia, tópico, ginecobstetricia, casa materna, adulto mayor, sala de reunión, laboratorio, almacén de alimentos, sala de parto, internamiento, oficinas administrativas, cochera y servicios higiénicos. (MDK, 2012).

Organigrama Estructural – Establecimiento de Salud Kelluyo

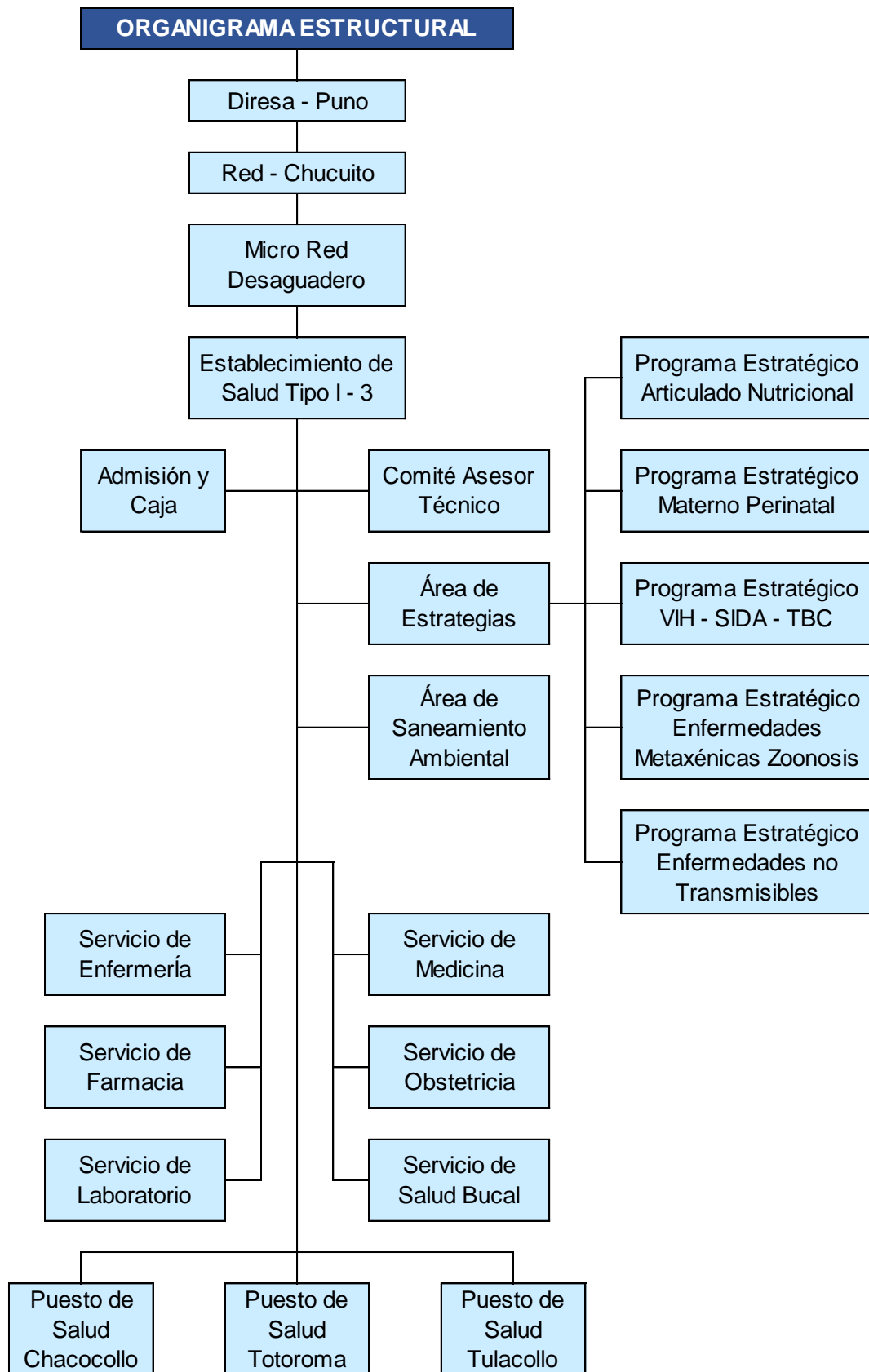


Figura 20. Organigrama Estructural. Adaptado de “Diresa Puno”.

Ubicación Geográfica

El distrito de Kelluyo es uno de los 07 distritos de la provincia de Chucuito y de la Región Puno, se encuentra ubicada en la parte sur de la provincia de Chucuito y tiene límite con Bolivia. Este distrito está situado en el extremo oriental, próximo al Lago Titicaca, en su lago más pequeño llamado Menor o Huiñamarca y es fronterizo con Bolivia formando la divisoria el Río Desaguadero en la Laguna Aguallamaya. Su posición geográfica $16^{\circ} 40' 39''$ latitud sur y $69^{\circ} 13' 52''$ longitud oeste Meridiano Greenwich. Sus límites son:

Por el Norte : con el distrito de Huacullani y Zepita

Por el Oeste : con el distrito de Huacullani y Pizacoma

Por el Este : con el distrito de Desaguadero y Bolivia

Por el Sur : con el distrito de Pizacoma y Bolivia

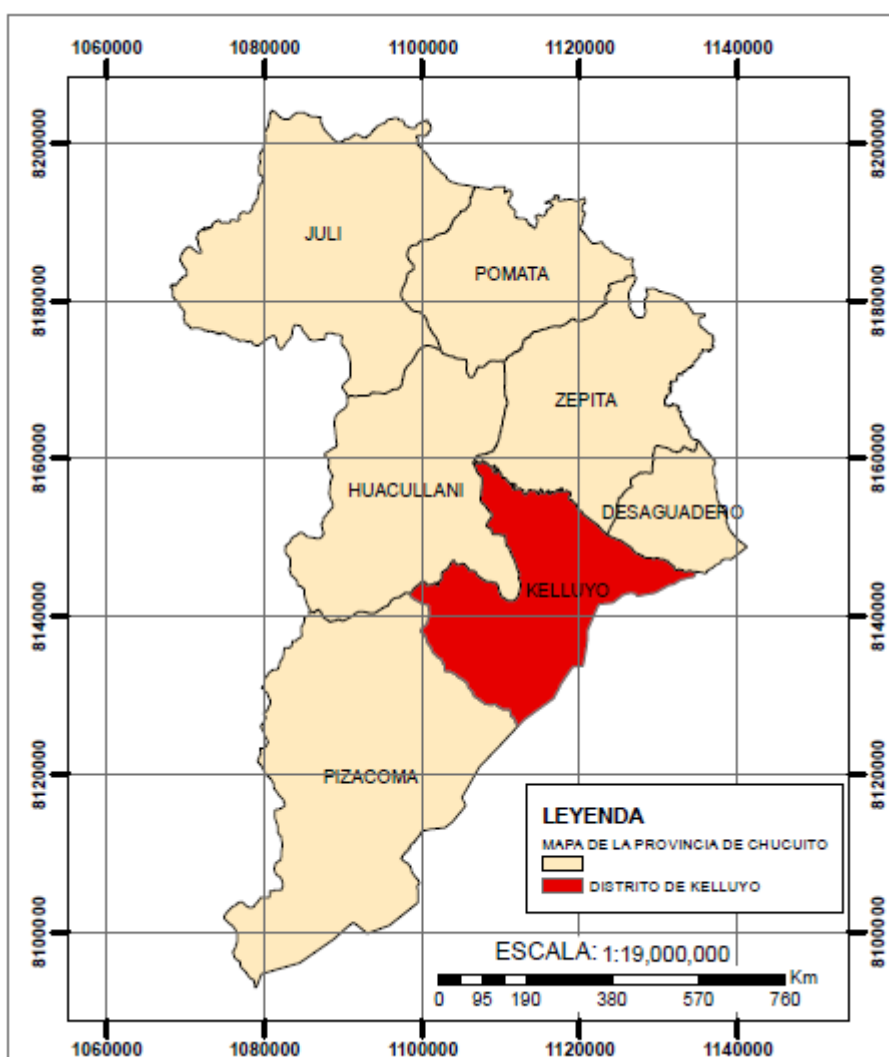


Figura 21. Mapa del Distrito de Kelluyo. (Elaboración propia con ArcGIS 10.5). Ver Anexo A.

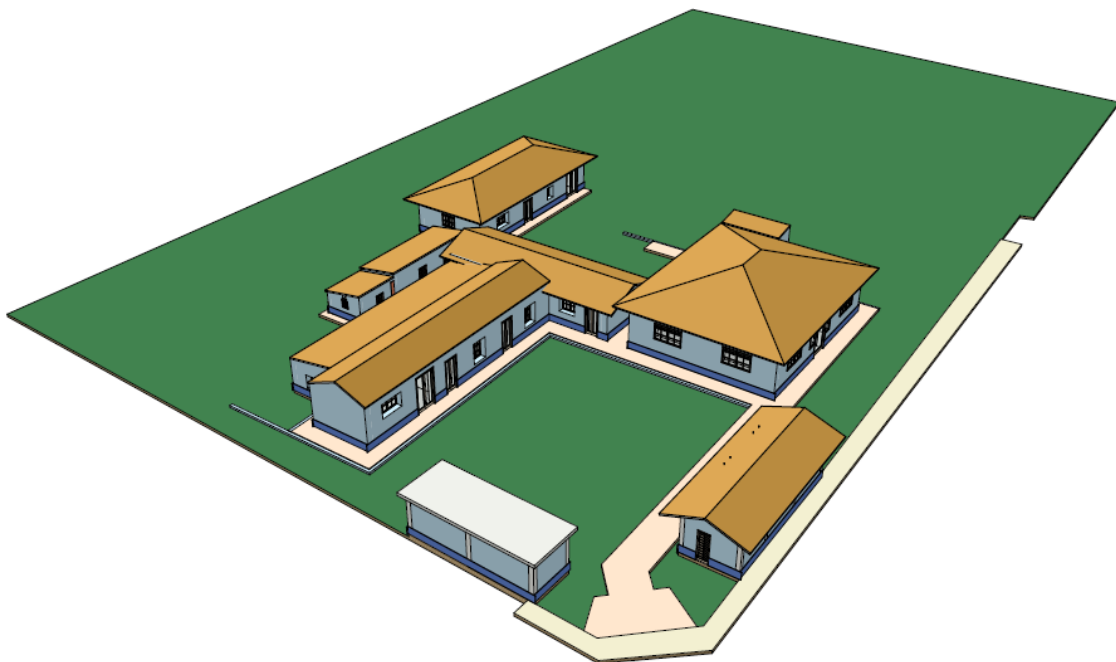


Figura 22. Mapa del Centro de salud de Kelluyo. (Elaboración propia con ArcGIS 10.5). Ver Anexo A.

C. DISTRIBUCIÓN FÍSICA

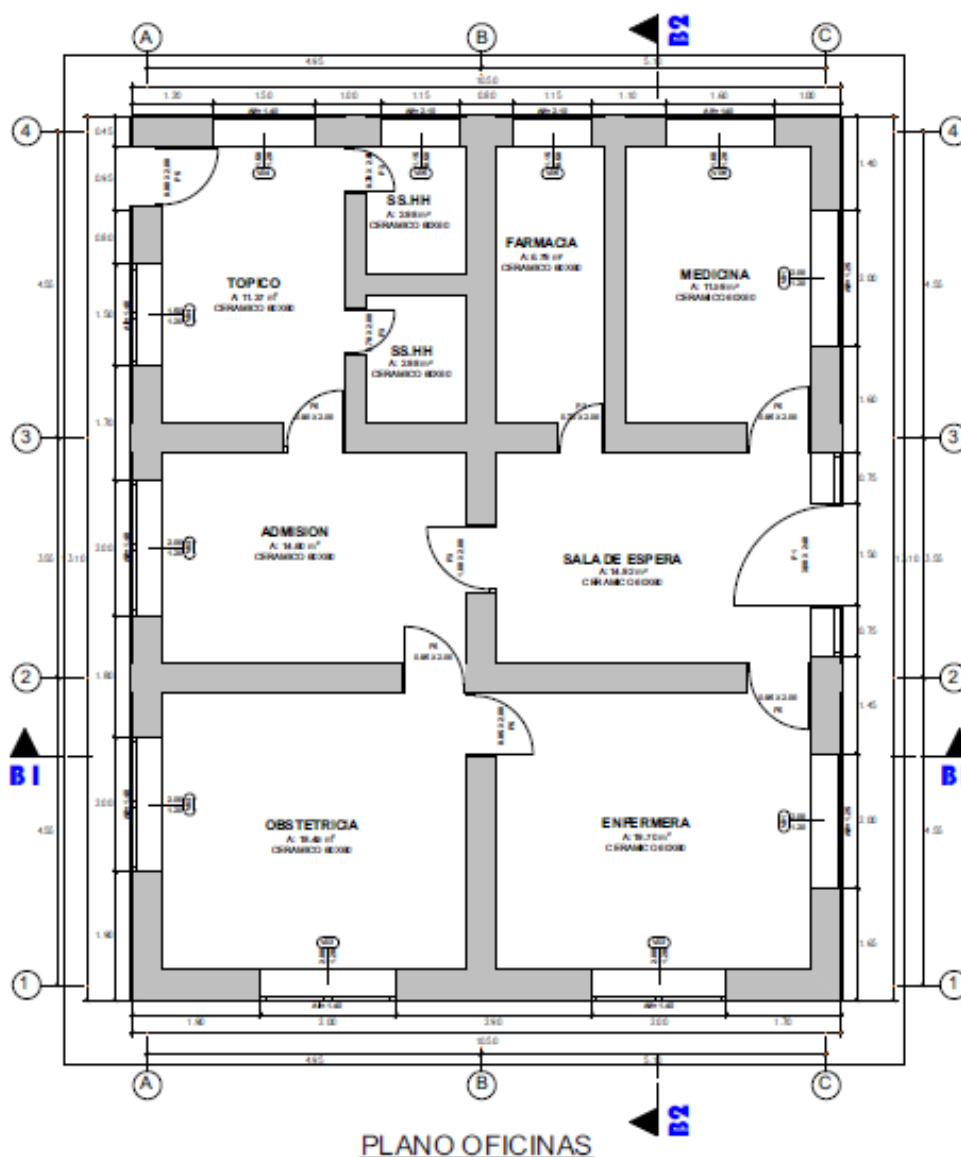
El Centro de Salud presenta un terreno regular con un área de 1451 m² inscrita en los registros públicos a favor del MINSA. La planta física de todo el Centro de Salud se organiza en un solo nivel. Cuenta con 6 módulos, distribuidos de la siguiente manera:

Plano General del Centro de Salud de Kelluyo



Fuente: Elaboración propia. (Ver Anexo C)

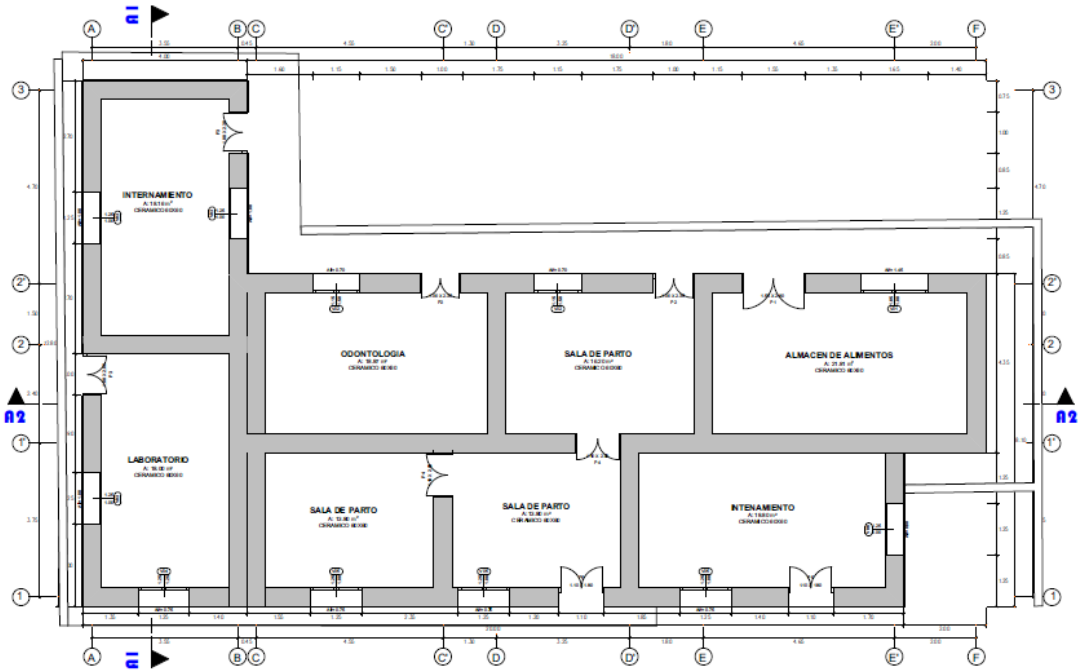
Módulo I: Distribución de oficinas



Fuente: Elaboración propia. (Ver Anexo C)

Ambientes	Área (M2)	Cantidad
Sala de espera	14.92	1
Medicina	11.59	1
Enfermería	19.79	1
Farmacia	6.79	1
Obstetricia	18.45	1
Admisión	14.60	1
Tópico	11.37	1
SS.HH.	2.98	2

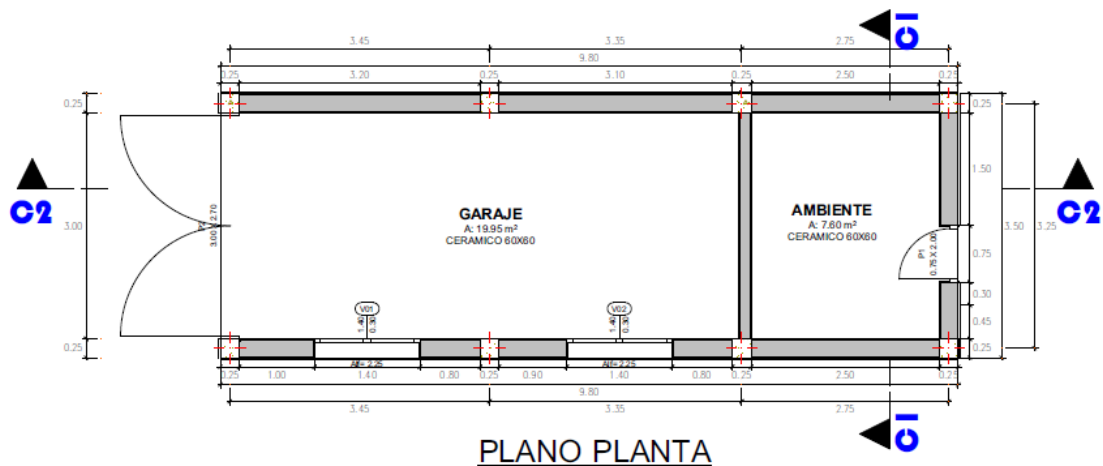
Módulo II: Áreas de atención



Fuente: Elaboración propia. (Ver Anexo C)

Ambientes	Área (M2)	Cantidad
Internamiento	18.16	1
Laboratorio	18.00	1
Odontología	18.97	1
Sala de parto	16.20	3
Almacén de alimentos	21.91	1
Internamiento	13.90	1

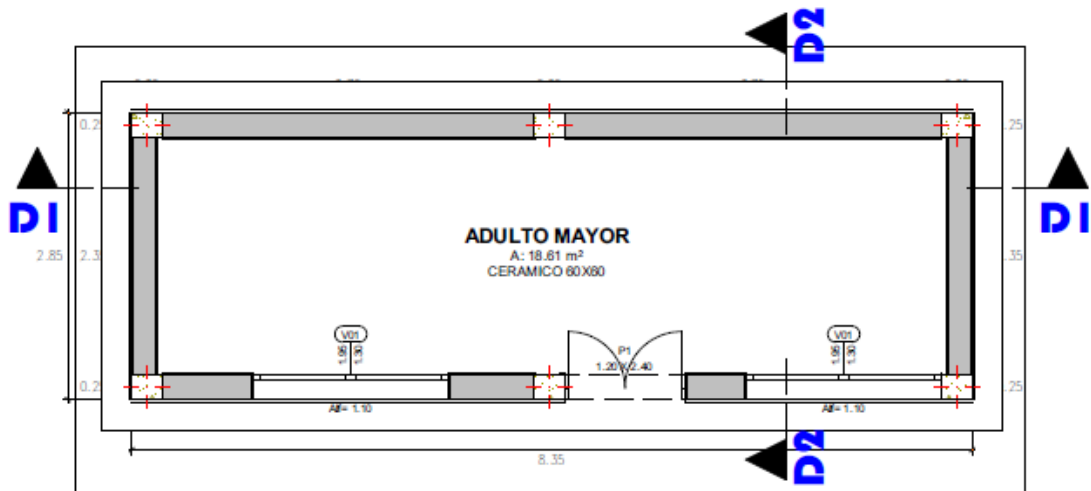
Módulo III: Garaje



Fuente: Elaboración propia. (Ver Anexo C)

Ambientes	Área (M2)	Cantidad
Cochera	19.95	1
Ambiente	7.60	1

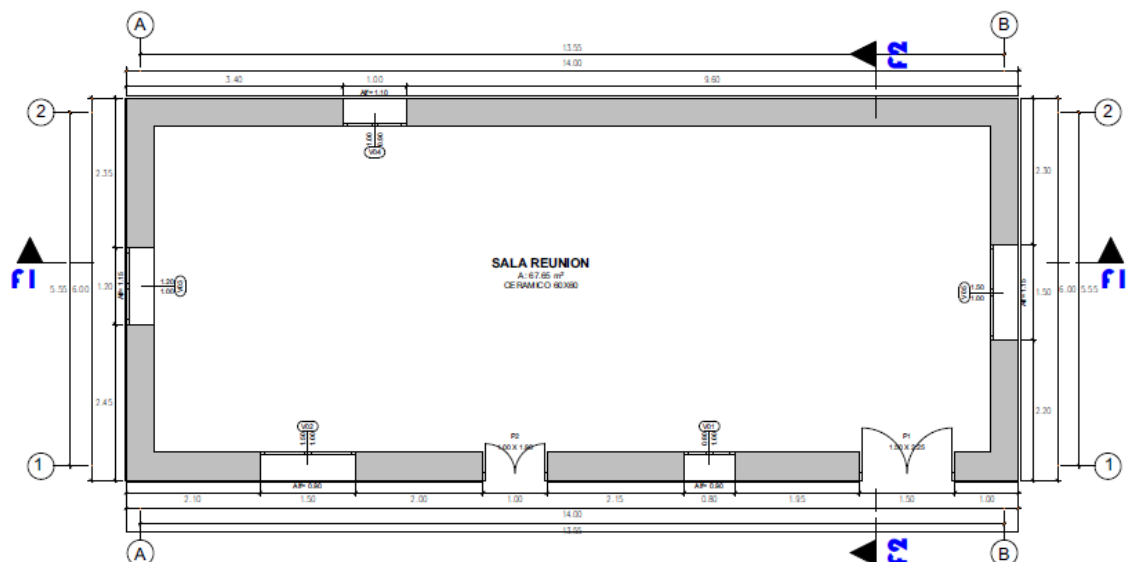
Módulo IV: Adulto mayor



Fuente: Elaboración propia. (Ver Anexo C)

Ambientes	Área (M2)	Cantidad
Adulto mayor	18.60	1

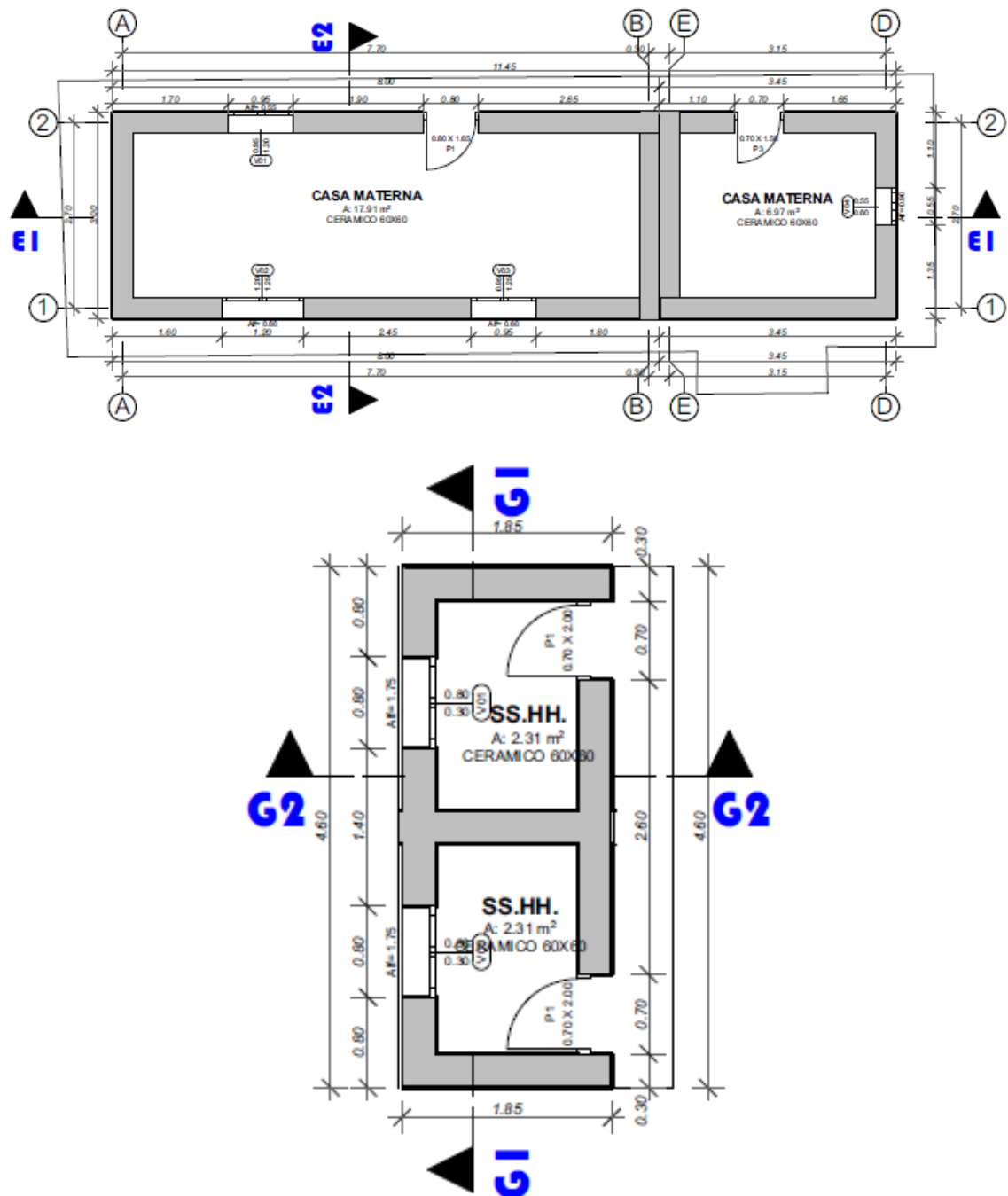
Módulo V: Sala de reunión



Fuente: Elaboración propia. (Ver Anexo C)

Ambientes	Área (M2)	Cantidad
Adulto mayor	67.65	1

Módulo VI: Casa materna y SS.HH.



Fuente: Elaboración propia. (Ver Anexo C)

Ambientes	Área (M2)	Cantidad
Casa materna	17.91	2
SS.HH. Varones	2.31	1
SS.HH. Mujeres	2.31	1

D. CAPACIDAD HOSPITALARIA

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Sala de parto	5	-----	
Total	5	-----	

B. Formulario 2: Evaluación del nivel de seguridad del establecimiento de salud.

En este punto se determinó el diagnóstico preliminar de seguridad frente a desastres, evaluándose 93 aspectos o variables, cada uno con tres niveles de seguridad: alto, medio y bajo. (OPS, 2010).

Los aspectos o variables evaluados están agrupados en cuatro componentes o módulos:

- Ubicación geográfica del establecimiento de salud.
- Seguridad estructural.
- Seguridad no estructural.
- Seguridad con base en la capacidad funcional.

FORMULARIO N° 02

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SEGURIDAD DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD

1. Aspectos relacionados con la ubicación geográfica del establecimiento

1.1. Amenazas

1.1.1. Fenómenos Geológicos.

A. Sismos.

De acuerdo al resultado del cálculo de peligro sísmico de la zona de estudio, la aceleración máxima (PGA) es de 0.245g, llegándose a evaluar una intensidad del orden de IX en la escala de Mercalli Modificada (MM), con una percepción del sismo muy destructivo. Por lo tanto el nivel de amenaza es medio.

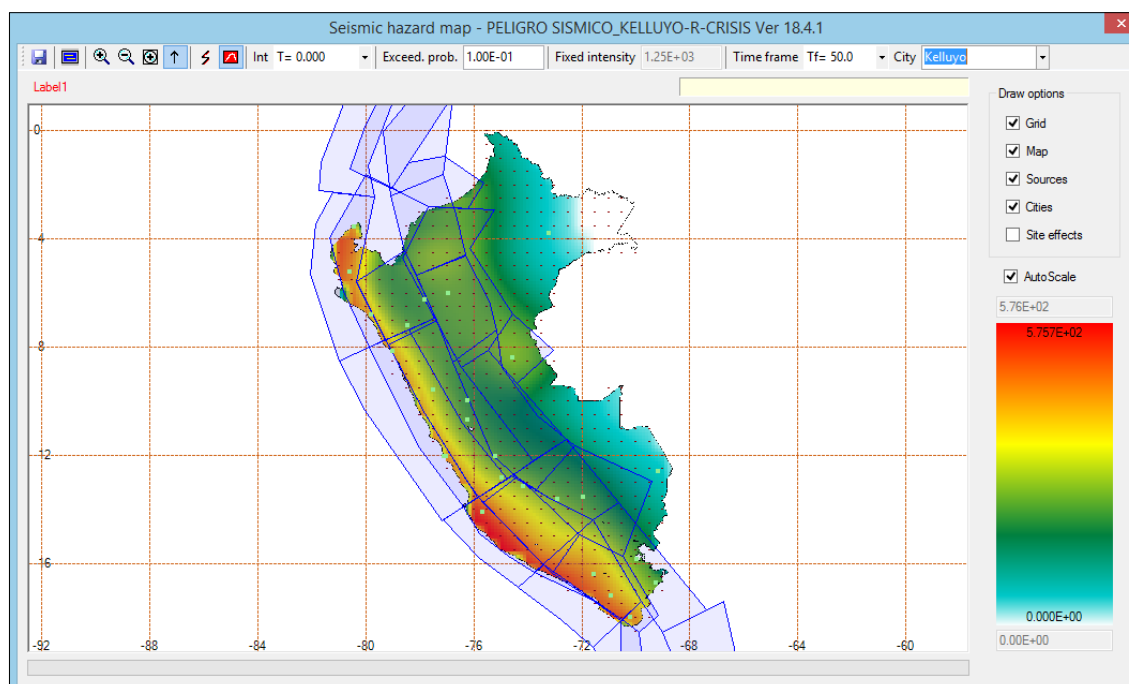


Figura 23. Mapa de peligro sísmico – Kelluyo. (Elaboración propia con R-CRISIS v.18.4.1).

1.1.2. Fenómenos Hidrometeorológicos.

A. Lluvias Torrenciales.

Según el estudio hidrológico realizado la cuenca Callaccame presenta precipitaciones máximas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años fueron 209.31 mm, 261.63 mm, 295.40 mm, 327.32 mm, 368.13 mm, 298.45 mm respectivamente. Y para la Intercuenca 0155, para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 50 años resultaron 166.32 mm, 216.41 mm, 249.61 mm, 281.46 mm, 322.84 mm, 354.10 mm respectivamente. Lo que generaría una inundación pluvial en épocas de lluvia que afectarían al establecimiento de salud. Presentando así un nivel de amenaza alto.

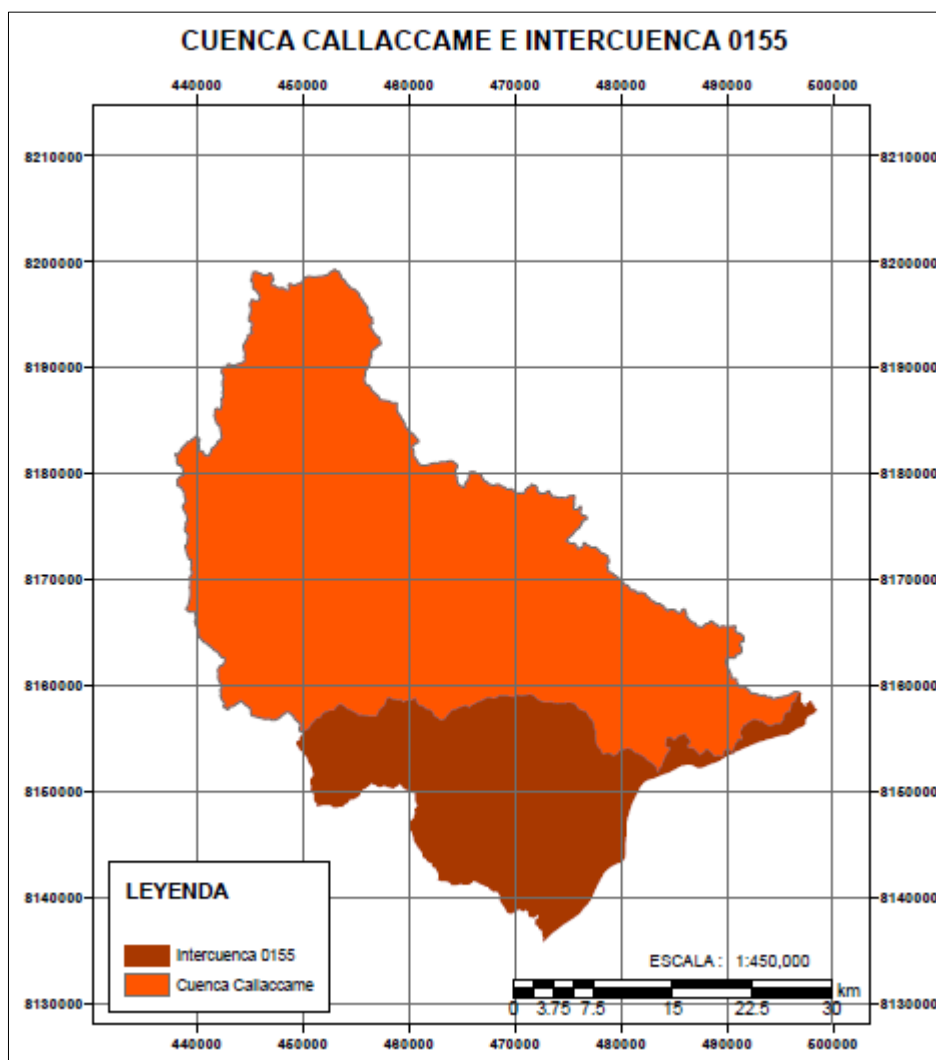


Figura 24. Cuenca Callaccame e Intercuenca 0155. (Elaboración propia con ArcGIS 10.5).

1.1.3. Fenómenos Sociales.

A. Concentración de Población.

El Centro de salud de Kelluyo tiene una población de 25 415 Habitantes, de los cuales el 52.33% son Hombres y el 47.67% son Mujeres, este Centro de Salud colapsa en atención, por falta de ambientes, en especial el día domingo, donde la población se concentra por motivos de feria. Además el Centro de Salud de Kelluyo brinda servicio de salud a tres puestos de salud (Puesto de Salud Chacocollo, Totoroma y Tulacollo).

1.1.4. Fenómenos Sanitarios – Ecológicos.

En esta zona generalmente se han registrado presencia de epidemias o plagas moderadas como el cólera, roedores y ácaros.

1.1.5. Fenómenos Químico – Tecnológico.

El establecimiento de salud no registró antecedentes de explosiones, incendios y fuga de materiales peligrosos, pero esto no quiere decir que no exista este tipo de amenazas, el nivel de amenaza es bajo,

1.2. Propiedades Geotécnicas del Suelo

En este punto se pretende tener una idea general de la mecánica de los suelos y de los parámetros geotécnicos, así como de los problemas de cimentación inherentes al tipo de suelo (OPS, 2010). Aprovechando que la Universidad Peruana Unión – Filial Juliaca, desarrolló un Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, en la zona de estudio, se tomó como referencia los resultados de este estudio.

Según el EMS, se relacionó la plasticidad del suelo con el potencial de expansión; concluyéndose que el $IP < 15$, resultando tener un potencial de expansión bajo (estimado). Por lo tanto el nivel de amenaza es bajo.

2. Aspectos relacionados con la Seguridad Estructural del Establecimiento

Comprende aspectos para evaluar la seguridad del establecimiento en función al tipo de estructura, materiales y antecedentes de exposición a amenazas naturales y de otro tipo. El objetivo es definir si la estructura física cumple con las normas que le permitan seguir prestando servicios a la población, aun en caso de desastres de gran magnitud, o bien, puede ser potencialmente afectada alterando su seguridad estructural y comprometiendo, por lo tanto, su capacidad funcional. (OPS, 2008).

Se evaluó dos sub módulos estructurales, el grado de seguridad en relación a antecedentes y el grado de seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación, valorando el grado de seguridad en B, bajo, M, medio y A, alto.

Para determinar en qué estado se encuentra el material usado en la edificación y valorar el grado de seguridad, se realizó el ensayo “Resistencia a la Compresión de la Unidad”, con el fin de hallar la resistencia del material predominante de la edificación.

2.1. Seguridad debido a antecedentes de la instalación de salud

1. ¿El establecimiento ha sufrido daños estructurales?

En el departamento de Puno se registraron sismos que dejaron pérdidas materiales como los del año 1747, donde el sismo ocasionó grandes destrozos en Ayapata, provincia de Carabaya. El 9 de Abril de 1928 se registró un movimiento sísmico con una intensidad del grado VII de la Escala MM en la provincia de Carabaya, el 15 de Enero de 1958 a las 14:14, ocurrió un terremoto en Arequipa que causó 28 muertos y 133 heridos. Intensidad ligeramente superior al grado VII - MM. El movimiento fue sentido desde Chincha (paralelo 1105) hasta Tarapacá, Chile (paralelo 210) y hacia el Este, en Cuzco, Puno y en otras localidades del Altiplano. (Silgado, 1978).

El establecimiento de salud sufrió daños moderados estructurales debido al sismo presentado en Chile el 01 de Abril del 2014 de magnitud 8.2 grados que se sintió en las fronteras de Bolivia y Perú, ocasionando grietas verticales y horizontales. Por lo tanto el grado de seguridad es medio.



Figura 25. Presencia de grieta en uniones de los muros del Módulo II. (Elaboración propia).

2. ¿El establecimiento ha sido construido, reparado, remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura?

Se ha construido un nuevo ambiente sin juntas de dilatación, esto puede generar problemas moderados en la estructura, como golpeteo entre módulos, y efectos de torsión. Por lo tanto el grado de seguridad es medio.



Figura 26. Nueva construcción sin junta de dilatación. (Elaboración propia).

2.2. Seguridad relacionada al sistema estructural y el tipo de material usado

3. ¿En qué estado se encuentra la edificación?

El estado de los muros de la edificación presenta grietas verticales, horizontales de forma parcial en los muros, debido a las cargas horizontales que se dieron y a una mala configuración geométrica de los muros y vanos, por lo tanto se tiene un grado de seguridad media.



Figura 27. Falla vertical en muro portante. (Elaboración propia).

4. ¿Cómo se encuentran los materiales de construcción de la estructura?

Para determinar la resistencia del material del establecimiento de salud, se realizó el ensayo, "Resistencia a la compresión en adobes artesanales", el ensayo se aplicó a 10 muestras extraídas del Centro de Salud, para el ensayo se usó como referencia la NTE E.080 y E.070.

Luego se promedió las resistencias y se obtuvo 9.29 kg/cm². Resultado que indica ser menor a la resistencia propuesta por la NTE E.080. Por lo tanto el grado de seguridad del material de la construcción es bajo.



Figura 28. Unidades de adobe. (Elaboración propia).

5. ¿Existe interacción de los elementos no estructurales con la estructura?

Por ser un sistema de muros portantes, los elementos no estructurales vendrían a ser los mobiliarios y equipos de oficina, los cuales no afectan en gran manera a los elementos estructurales. Se tiene un grado de seguridad alto.

6. ¿Los edificios están juntos o muy próximos?

El módulo II, no presenta juntas de dilatación, el cual puede generar durante un sismo golpeteo entre sí, hasta el deterioro de una de ellas o de ambas. Por lo tanto se tiene un grado de seguridad media.



Figura 29. Ambientes que no presentan juntas de dilatación. (Elaboración propia).

7. ¿Existe redundancia en la estructura del establecimiento?

Presenta redundancia y discontinuidad en los muros. Tres líneas de resistencia en cada dirección. Al momento del diseño no se consideró los límites geométricos de muros y vanos, generando así poca estabilidad en la estructura. Por lo tanto se tiene un grado de seguridad medio.

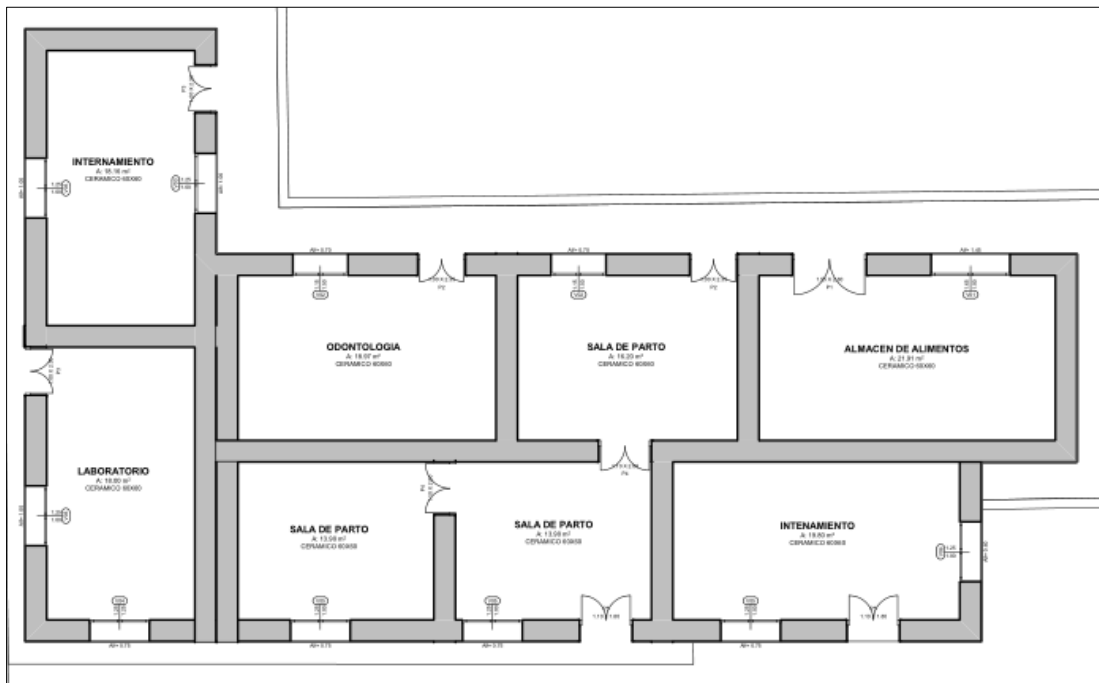


Figura 30. Presencia de redundancia y discontinuidad en la estructura. (Elaboración propia).

8. ¿Cómo se encuentran las conexiones del edificio?

En la edificación las conexiones entre los muros y el techo presentan grietas, horizontales y verticales debido a fallas en el tímpano. Ocasionadas por los sismos que se presentaron. Por lo que se tiene un grado de seguridad medio



Figura 31. Grietas en conexiones, techo – muro. (Elaboración propia).

9. ¿Cómo se encuentra la seguridad de los cimientos?

El establecimiento presenta una cimentación de dimensiones de $h=0.40$ m y $b=0.40$ m. Los materiales de los cimientos no brindan seguridad.

Según el estudio de Mecánica de Suelo, presenta un suelo con una capacidad portante de 0.85 kg/cm². Según el perfil estratigráfico se encuentra conformado por suelos granulares finos, tales como las arenas, ya sean de clasificación SUCS: SC (Arena Arcillosa), SM (Arena Limosa) y SC – SM (Arena Arcilloso - Limoso).

Por lo tanto el grado de seguridad es bajo.

10. ¿Existen irregularidades en planta?

El módulo II presenta irregularidad en planta debido a la arquitectura y construcciones añadidas. Se estima un grado de seguridad medio.

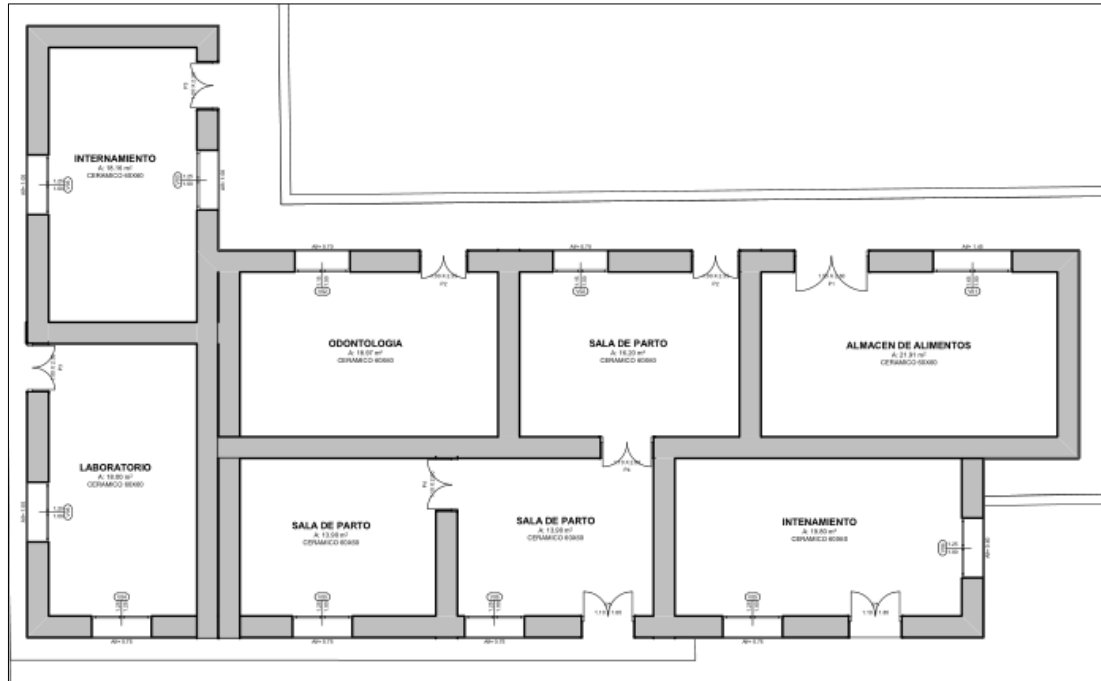


Figura 32. Irregularidad en planta – Módulo II. (Elaboración propia).

11. ¿Se presentan irregularidades en elevación?

No presenta irregularidad en altura, debido a que la construcción es de un nivel.

12. ¿La edificación contempla la adecuación de la estructura a otros fenómenos naturales?

La edificación del establecimiento de salud es vulnerable a las amenazas descritas en el aspecto relacionado con la ubicación geográfica (sismos, lluvias torrenciales), no garantiza la estabilidad y es muy propenso a sufrir daños muy graves si estas amenazas se dan. Por lo tanto el grado de seguridad es bajo.

3. Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del establecimiento

Se evaluaron los siguientes grupos de elementos no estructurales, valorando el grado de seguridad en B, bajo, M, medio y A, alto.

- ✓ Líneas vitales, también denominados servicios básicos.
- ✓ Sistema de calefacción, ventilación, aire acondicionado y/o agua caliente incluyendo equipos, conductores y tuberías.
- ✓ Mobiliario, equipo de oficina y almacenes, incluyendo medios de sujeción para los muebles.
- ✓ Equipo médico, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento.
- ✓ Elementos arquitectónicos.

3.1. Líneas vitales

3.1.1. Sistema eléctrico

13. **¿Se dispone de una fuente alternativa capaz de suministrar energía eléctrica de forma permanente por un período de 72 horas en las áreas críticas de la instalación de salud?**

No se cuenta con una fuente alternativa para suministrar energía eléctrica.

14. **¿La fuente alternativa de energía eléctrica se encuentra adecuadamente protegida de fenómenos naturales?**

No se dispone una fuente alterna de suministro de energía.

15. **¿El sistema eléctrico del establecimiento se encuentra protegido ante eventos adversos?**

El sistema eléctrico se encuentra desprotegido ante eventos adversos. Así como el tablero general se encuentra en mal estado, sin señalización y leyenda de circuito.



Figura 33. Tablero general. (Elaboración propia).

16. ¿El sistema eléctrico contempla mecanismos de protección para descargas eléctricas?

Si cuenta con medidas de protección ante descargas eléctricas, el cual está sin mantenimiento y la señalización correspondiente.



Figura 34. Pararrayo. (Elaboración propia).

17. ¿Se cuenta con un sistema de iluminación seguro por lo menos en las áreas críticas del establecimiento de salud?

El sistema de iluminación (luminarias) no es seguro, no cuentan con sujeciones adecuadas y existen cables eléctricos expuestos a la intemperie.

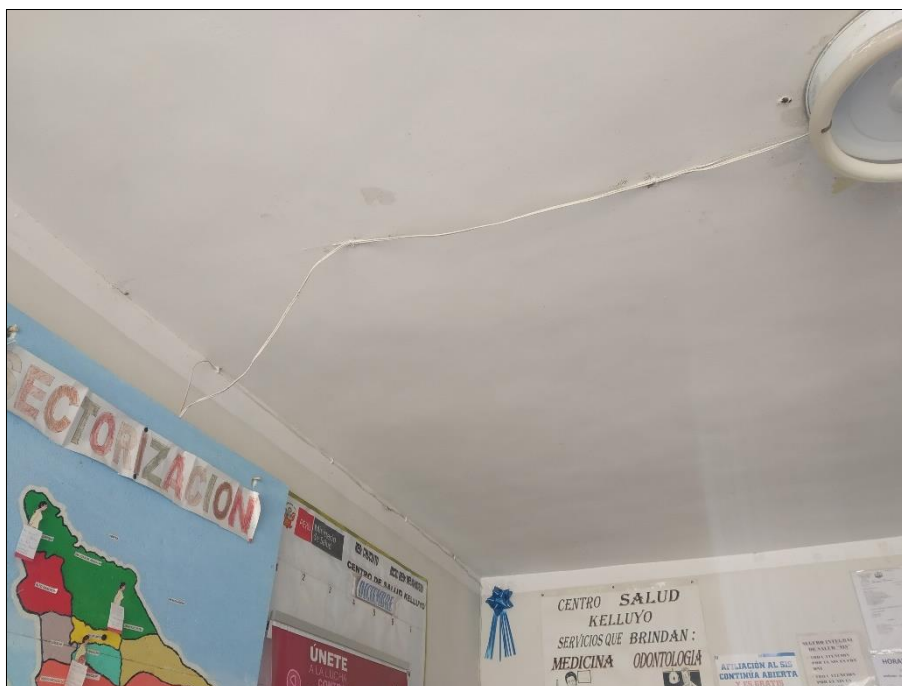


Figura 35. Cable eléctrico expuesto, Oficinas. (Elaboración propia).

3.1.2. Sistema de telecomunicaciones

18. ¿Los sistemas de comunicación del establecimiento se encuentran operativos?

Los medios de comunicación interna del establecimiento son el altoparlante y el timbre de la sirena de la ambulancia, y estos se encuentran operativos, y para la comunicación externa solo se cuenta con internet de servicio limitado (8:00am - 8:00pm), con interferencias a causa del clima.



Figura 36. Comunicación interna - altoparlante. (Elaboración propia).

19. ¿Se cuenta con un sistema alternativo de comunicación?

No disponen de un sistema alternativo de comunicación.

20. ¿Los equipos de comunicación y los cables se encuentran debidamente protegidos?

Los equipos de comunicación interna y externa están parcialmente protegidas.

3.1.3. Sistema de aprovisionamiento de agua

21. ¿Tiene reserva de agua para eventos adversos?

No cuentan con una reserva de agua. El servicio y suministro de agua (red pública) solo se da durante 1 hora al día, y a este problema se suma un tanque que no está en funcionamiento.



Figura 37. Tanque de agua. (Elaboración propia).

22. ¿Los depósitos de agua se encuentran protegidos?

El depósito de agua no se encuentra protegido, no cuenta un sistema de sujeción.

23. ¿Se cuenta con un sistema alternativo de abastecimiento de agua adicional a la red de distribución principal?

No cuenta con un sistema de almacenamiento alternativo de abastecimiento de agua.

24. ¿El sistema de distribución de agua dentro del establecimiento es seguro?

El sistema de distribución de agua (tuberías y accesorios) está parcialmente seguro, además están fuera de servicio por falta de mantenimiento.



Figura 38. Accesorios sanitarios. (Elaboración propia).

- 25. ¿El establecimiento de salud desarrolla acciones que aseguren la calidad de agua?**

Se analizan muestras periódicamente implementando las acciones correctivas. Esta acción es realizada por personal especializado de la Red Chucuito, para el descarte de la presencia de bacterias y microbios.

3.1.4. Depósito de combustible (gas, gasolina o diésel.)

- 26. ¿Se dispone de reserva de combustible con capacidad suficiente para un mínimo de cinco días en condiciones seguras?**

Se dispone de reserva de combustible. Además se tiene personal encargado de cada estrategia (ambiente), y es responsable de que no falten estas reservas.

3.1.5. Gases medicinales (Oxígeno, Nitrógeno, etc.)

- 27. ¿Se dispone de almacenaje suficiente de gases medicinales para 3 días como mínimo?**

Si se cuenta con provisiones de almacenaje de emergencia (Oxígeno).

28. ¿Los recipientes de almacenamiento de gases medicinales cuentan con medios de sujeción apropiados?

Los recipientes de almacenamiento de gases medicinales no cuentan con sistemas de sujeción.



Figura 39. Balón de oxígeno sin sujeción - internamiento. (Elaboración propia).

29. ¿El almacenamiento de los gases se encuentra en una zona segura?

No existen áreas reservadas para el almacenamiento de gases medicinales. Los balones de oxígeno están en un ambiente inadecuado y sin señalizaciones.

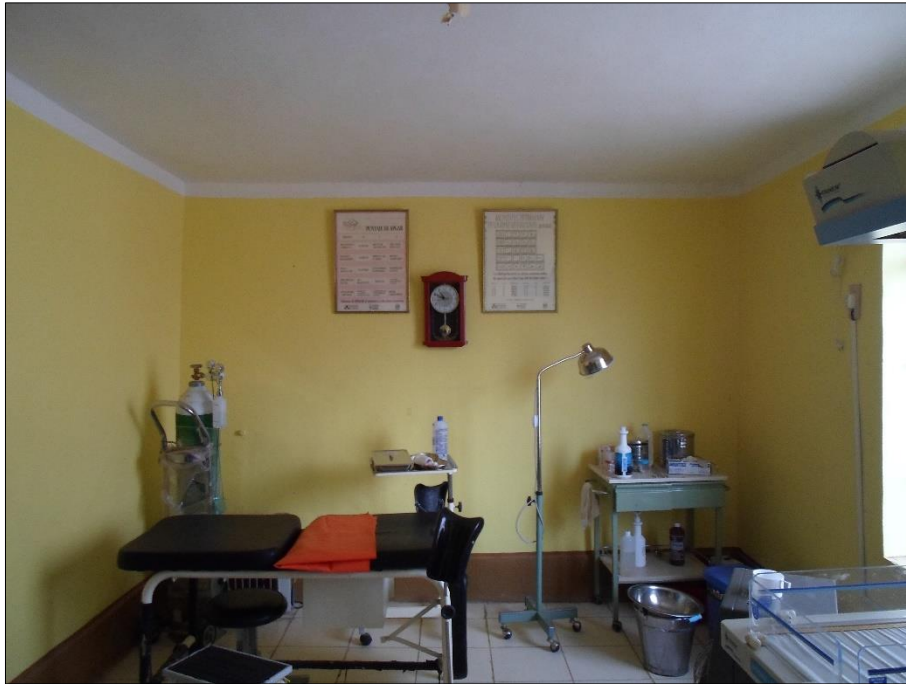


Figura 40. Ubicación inadecuada del balón de oxígeno. (Elaboración propia).

3.1.6. Sistema de saneamiento

- 30. ¿El establecimiento de salud tiene antecedentes de anegamientos por inadecuada evacuación de las aguas servidas?**

El establecimiento no tiene antecedentes de anegamiento por aguas servidas.

- 31. ¿Los depósitos de desechos - normales y patógenos- se encuentran protegidos?**

Los depósitos de desechos normales y peligrosos no se encuentran protegidos. Son reciclados sin seguridad, señalización y sin salubridad. Y son vulnerables ante inundaciones, tal como se muestra en la Figura 41.



Figura 41. Depósito de desechos expuestos. (Elaboración propia).

3.1.7. Sistema de drenaje pluvial

32. ¿El establecimiento de salud cuenta con un sistema de drenaje pluvial en buen estado?

El sistema de drenaje pluvial del estacionamiento de salud se encuentra en regular estado, además se encuentra sin mantenimiento.



Figura 42. Canaleta con presencia de corrosión y sin mantenimiento. (Elaboración propia).



Figura 43. Canal revestido de concreto. (Elaboración propia).



Figura 44. Canal obstruido y sin mantenimiento. (Elaboración propia).

3.2. Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y/o agua caliente, principalmente en áreas críticas

33. ¿Los componentes de estos sistemas se encuentran protegidos?

El establecimiento no cuenta con sistemas y equipos de calefacción, ventilación aire acondicionado y agua caliente.

34. ¿Los componentes de estos sistemas se encuentran en buen estado de conservación?

El establecimiento no cuenta con estos sistemas.

3.3. Mobiliario, equipo de oficina y almacenes

35. ¿La estantería del establecimiento de salud está anclada y sus contenidos están protegidos?

Los estantes no cuentan con medios de fijación y el contenido esta desprotegido.



Figura 45. Estantes y armarios sin fijación - Enfermería. (Elaboración propia).



Figura 46. Armario sin anclaje - Admisión. (Elaboración propia).

36. ¿Los equipos de oficina se encuentran seguros?

Los equipos de oficina no cuentan con medios de sujeción, ni anclaje a la pared, por tal motivo son inseguros ante eventos adversos como los sismos.

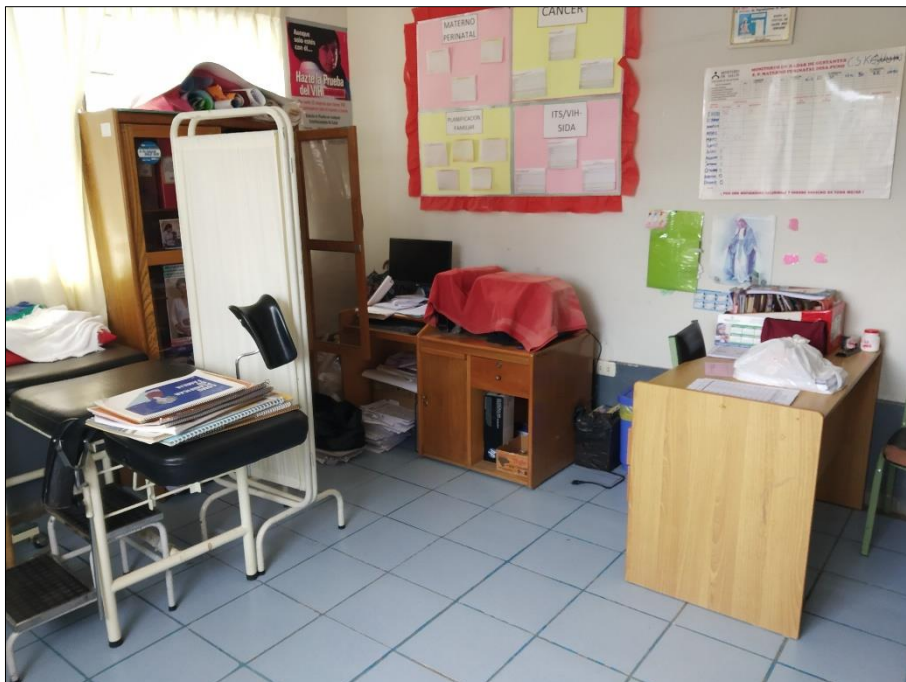


Figura 47. Mobiliarios inseguros. (Elaboración propia).

37. ¿El mobiliario del establecimiento de salud cuenta con medios de sujeción que impidan su desplazamiento?

Los mobiliarios del centro de salud, no cuentan con medios de sujeción y los muebles con ruedas parcialmente usan frenos.



Figura 48. Sala de internamiento. (Elaboración propia).

3.4. Equipos médicos, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento

38. ¿Los equipos médicos y de laboratorio se encuentran protegidos ante eventos adversos?

Los equipos médicos y de laboratorio, no se encuentran seguros ante eventos adversos.



Figura 49. Equipos médicos sin medios de sujeción - Sala de parto. (Elaboración propia).



Figura 50. Equipos médicos desprotegidos y sin anclaje - Odontología. (Elaboración propia).

39. ¿Los equipos médicos y de laboratorio se encuentran en buen estado de funcionamiento?

Los equipos médicos y de laboratorio como el Hemoqui y el Glucómetro, se encuentran en funcionamiento, pero requieren de revisiones periódicas.

3.5. Elementos arquitectónicos

40. ¿Las puertas o entradas al establecimiento son seguras y permiten su funcionamiento?

Las puertas del establecimiento de salud son metálicas y de madera, presentan corrosión y desgaste respectivamente. Permiten la circulación en el establecimiento.



Figura 51. Puerta con presencia de corrosión - Laboratorio. (Elaboración propia).

41. ¿Las ventanas del establecimiento son seguras y se encuentran en buen estado?

Las ventanas no son seguras y no se encuentran en buen estado.



Figura 52. Presencia de grieta cerca a la ventana. (Elaboración propia).

42. ¿Los elementos de cierre del establecimiento son seguros y se encuentran en buen estado?

Los elementos de cierre (muros perimetrales) no se encuentran en buen estado, y afectan la seguridad del establecimiento.



Figura 53. Muro perimetral inseguro. (Elaboración propia).

43. ¿Los techos y cubiertas del establecimiento son seguros y se encuentran en buen estado?

Las coberturas son de calamina y su estructura son tijerales de madera, y no se encuentran en buen estado. Debido a una falta de mantenimiento periódico.



Figura 54. Cobertura de calamina. (Elaboración propia).

44. ¿Los parapetos y otros elementos perimetrales del establecimiento son seguros y se encuentran en buen estado?

El establecimiento no presenta parapetos y otros elementos similares.

45. ¿Las áreas de circulación externa del establecimiento son seguras y se encuentran en buen estado?

Las vías de acceso y circulación externa presentan daños y las calles son angostas. Es decir no son seguras y están en mal estado.



Figura 55. Entrada principal Centro de Salud Kelluyo. (Elaboración propia).

46. ¿Las áreas de circulación interna del establecimiento son seguras y se encuentran en buen estado?

El área de circulación interna no se encuentra en buen estado. Los ambientes no están conectados entre sí y son estrechos.



Figura 56. Sala de espera. (Elaboración propia).

47. ¿Las particiones o divisiones internas del establecimiento son seguras y se encuentran en buen estado?

Los ambientes son muy pequeños y las divisiones no brindan seguridad ante una amenaza como los sismos.

48. ¿Los cielos falsos del establecimiento son seguros y se encuentran en buen estado?

El cielo falso está conformada por carrizo con un acabado en yeso, presenta grietas y humedad, si se desprendiera causaría grandes daños.



Figura 57. Presencia de humedad en el Cielo falso. (Elaboración propia).

49. ¿El sistema de iluminación -interno y externo- del establecimiento es seguro y se encuentra en buen estado?

La iluminación interna y externa no cuenta con un diseño adecuado y no satisface las necesidades.

50. ¿Cuentan con un sistema de protección contra incendios que sea seguro y se encuentra en buen estado?

El sistema de protección contra incendios es inseguro, y la instalación está en un solo ambiente.



Figura 58. Sistema contra incendios (Sala de espera). (Elaboración propia).

51. ¿Las escaleras y/o rampas del establecimiento son seguras y se encuentran en buen estado?

El establecimiento solo presenta una rampa en la zona de ingreso, no se cuenta con escaleras.

52. ¿Los pisos son seguros y se encuentran en buen estado?

Los pisos presentan fisuras y desprendimiento de material.

53. ¿Las vías de acceso al establecimiento de salud se encuentran en buen estado?

Las vías de acceso al establecimiento de salud se encuentran en mal estado.

54. **¿El establecimiento de salud cuenta con señales de seguridad y éstas son conocidas por el personal?**

Cuenta con señalización de seguridad y de salida, y todo el personal de salud tiene conocimiento de ellas.



Figura 59. Señalización de salida. (Elaboración propia).

55. **¿Otros elementos arquitectónicos del establecimiento son seguros y se encuentran en buen estado?**

No se presenta más elementos arquitectónicos que afecten la seguridad del establecimiento de salud.

4. Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional del establecimiento de salud

En este punto, para que el establecimiento sea seguro y siga funcionando luego de un desastre, se evaluó ciertas características que hacen, de ésta una edificación vulnerable, valorando el grado de seguridad en B, bajo, M, medio y A, alto:

- ✓ Generalmente funciona las 24 horas del día de forma ininterrumpida.
- ✓ Alberga un público diverso, que incluye pacientes con cuidado especial.
- ✓ Contiene materiales peligrosos.
- ✓ Depende de servicios básicos para funcionar.
- ✓ Posee equipamiento y otras inversiones muy costosas que resultan fundamentales para salvar la vida de las personas.

4.1. Organización del comité para desastres del establecimiento de salud

56. ¿En el establecimiento existe un comité de emergencias y desastres?

El establecimiento de salud cuenta con Brigadistas para emergencias y desastres.



Figura 60. Entrevista a un miembro de comité de emergencias. (Elaboración propia).

57. ¿Cada miembro del comité tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas?

Todos los integrantes de las brigadas y personal de trabajo, tienen conocimiento de sus responsabilidades.

58. ¿Disponen de un espacio físico implementado para montar un centro de operaciones de emergencia del establecimiento?

No cuentan con un espacio físico para monitorear las operaciones y solo cuentan con teléfonos personales como medios de comunicación.

59. ¿Se cuenta con directorio telefónico de autoridades (internas y externas) y otros contactos, actualizado y disponible?

Si cuentan con los datos telefónicos actualizados de las autoridades.

60. ¿Se tienen tarjetas de acción disponibles para todo el personal?

No cuentan con tarjetas de acción.

4.2. Plan operativo para desastres internos y externos

61. ¿El establecimiento dispone de un plan ante emergencias y desastres?

El centro de salud cuenta con plan de trabajo frente a desastres, pero no disponen documentación.

62. ¿El plan contempla emergencias tanto internas como externas?

El plan contempla las emergencias internas y externas, pero no disponen documentación.

63. ¿Se han identificado actividades específicas para reforzar los servicios esenciales del establecimiento?

No se han identificado actividades específicas para reforzar los servicios esenciales del establecimiento.

64. ¿Se tienen procedimientos específicos para la activación y desactivación del plan que está socializado entre el personal?

Se tiene establecido una alerta por el megáfono, además se cuenta con el personal responsable de activar y desactivar el plan de alerta.



Figura 61. Sistema de alerta del establecimiento de salud. (Elaboración propia).

65. ¿El plan contempla provisiones administrativas especiales para desastres?

En el plan si se contemplan provisiones administrativas especiales para desastres, pero no disponen documentación.

66. ¿Se tiene asignado en el establecimiento un presupuesto específico para la implementación del plan ante desastres?

En el plan no se contempla una programación de gastos.

67. **¿Se dispone de procedimientos para la habilitación de espacios para aumentar la capacidad de respuesta del establecimiento y/o la expansión de las áreas críticas?**

No se dispone de procedimientos para la habilitación de espacios para aumentar la capacidad de respuesta.

68. **¿Se dispone de procedimientos para admisión en emergencias y desastres, con formatos y protocolos específicos para la atención masiva de víctimas?**

No cuenta con protocolo de atención de víctimas en masa.

69. **¿Se cuenta con procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento?**

El personal está capacitado y conoce el procedimiento, pero no se cuenta con recursos y ambientes suficientes.

70. **¿El plan prevé el transporte y soporte logístico para movilizar a los pacientes?**

Se cuenta solo con una ambulancia y el soporte logístico es insuficiente.



Figura 62. Ambulancia del establecimiento de salud. (Elaboración propia).

71. ¿Existen niveles de coordinación con las demás instituciones de la red de salud local y aquellas que brindan atención pre hospitalaria?

Se tiene coordinación institucional con la red - Chucuito en caso de desastres naturales. Y brinda apoyo a los puestos de salud de Chacocollo, Totoroma y Tulacollo.

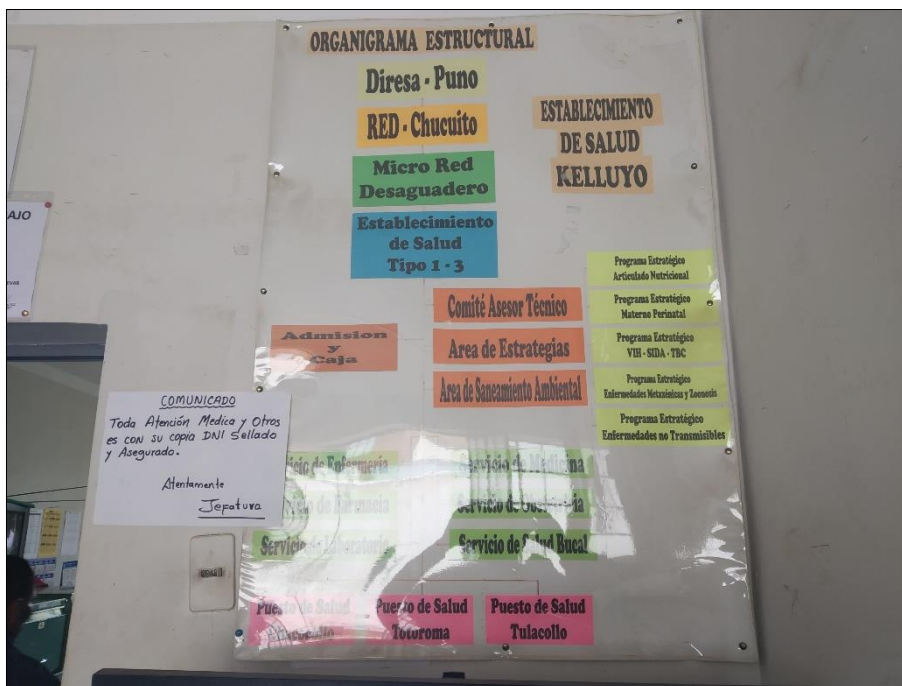


Figura 63. Sistema de coordinación externa del establecimiento de salud. (Elaboración propia).

72. ¿El plan ante desastres del establecimiento está vinculado al plan de emergencias local?

Existe un vínculo del plan de respuesta ante desastres del centro de salud y del distrito de la zona.

73. ¿Existen procedimientos específicos para la referencia y contra referencia de pacientes?

Existen procedimientos específicos para el traslado y recepción de pacientes.

74. ¿Se dispone de procedimientos de información al público y la prensa?

El director del establecimiento de salud es el encargado de brindar información al público y a la prensa.



Figura 64. Personal encargado de brindar información al público y a la prensa. (Elaboración propia).

75. ¿Se cuenta con procedimientos operativos para respuesta en turnos nocturnos, fines de semana y días feriados?

Existe el procedimiento operativo para los fines de semana y días feriados, pero no para turnos nocturnos.



Figura 65. Horario de trabajo del establecimiento de salud. (Elaboración propia).

76. ¿Se cuenta con procedimientos para la evacuación de la edificación (tanto interna como externa)?

Se practican simulacros de evacuación, sin embargo no hay puntos definidos para la evacuación.

77. ¿El personal de salud está capacitado para actuar en situaciones de desastre?

El personal sigue todos los programas de capacitación ante desastres dispuestas para la Red de Salud Chucuito.

78. ¿El establecimiento cuenta con niveles de alerta definido y socializado?

El centro de salud de Kelluyo no cuenta con niveles de alerta definidos.

79. ¿El establecimiento cuenta con un sistema de alarma definido y socializado?

Se utiliza un megáfono y todo el personal tiene conocimiento del sistema de alerta.



Figura 66. Sistema de alarma. (Elaboración propia).

80. ¿Se ha efectuado un simulacro o simulación de emergencia en el establecimiento de salud en el último año?

Se vienen realizando los simulacros periódicamente, tal como se dispone nacional y distritalmente para la Red de Salud Chucuito.

4.3. Planes de contingencia para atención médica en desastres

81. ¿Se dispone de planes de contingencia frente a diferentes eventos?

No cuentan con la documentación, el personal tiene conocimiento de los planes de contingencia, además no se cuenta con recursos suficientes.

4.4. Planes para el mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales

82. ¿Cuenta con un plan de mantenimiento para el servicio de energía eléctrica?

No cuenta con un plan de mantenimiento del servicio de energía eléctrica.

83. ¿Cuenta con un plan de mantenimiento para el sistema de agua potable?

No cuenta con un plan de mantenimiento del sistema de agua potable.

84. ¿Cuenta con un plan de mantenimiento para el sistema de comunicación?

No cuenta con un plan de mantenimiento del sistema de comunicación.

85. ¿Cuenta con un plan de mantenimiento para el sistema de aguas residuales?

No cuenta con un plan de mantenimiento del sistema de aguas residuales.

86. ¿Dispone de un plan de mantenimiento para el sistema contra incendios?

No dispone de un plan de mantenimiento del sistema contra incendios.



Figura 67. Sistema de alarma de contraincendios. (Elaboración propia).

4.5. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastres

87. ¿Se dispone de medicamentos para atender una emergencia?

Se cuenta con medicamentos para atender desastres.



Figura 68. Verificación de existencia de medicamentos. (Elaboración propia).

88. **¿El establecimiento posee reservas de insumos médicos y material de curación para la atención de emergencias?**

El establecimiento posee reservas de medicamentos y materiales de curación.



Figura 69. Almacén de reserva de medicamentos. (Elaboración propia).

89. **¿Se dispone de instrumental para atender una emergencia?**

El establecimiento posee instrumental para atender emergencias.

90. **¿Según el nivel de resolución, se dispone de equipos para soporte de vida?**

El establecimiento de salud posee equipos de soporte de vida.

91. **¿Se cuenta con equipos de protección personal para epidemias (material desechable)?**

Existe equipamiento de protección personal para epidemias.

92. **¿Las bodegas, depósitos y almacenes del establecimiento están protegidos ante sismos, inundaciones, incendios y fuertes vientos?**

El almacén no se encuentra protegido ante eventos adversos



Figura 70. Presencia de fisuras horizontales en el Almacén. (Elaboración propia).

93. ¿Los suministros e insumos médicos se encuentran protegidos?

Los suministros e insumos médicos están desprotegidos.



Figura 71. Insumos médicos desprotegidos. (Elaboración propia).

3.7.2.2. Resumen Formulario N° 2

A. Aspectos relacionados con la Ubicación Geográfica del Establecimiento de Salud.

1.1 Amenazas	Nivel de amenaza				Observaciones
	No existe amenaza	Bajo	Medio	Alto	
1.1.1 Fenómenos geológicos					
Sismos			x		De acuerdo al resultado del cálculo de peligro sísmico de la zona de estudio, la aceleración máxima (PGA) es de 0.245g, llegándose a evaluar una intensidad del orden de IX en la escala de Mercalli Modificada (MM), con una percepción del sismo muy destructivo. Por lo tanto el nivel de amenaza es medio.
Erupciones volcánicas	x				No existe esta amenaza en la zona.
Deslizamientos	x				No existe esta amenaza en la zona.
Tsunamis	x				No existe esta amenaza en la zona.
1.1.2 Fenómenos hidrometeorológicos					
Huracanes	x				No existe esta amenaza en la zona.
Lluvias torrenciales				x	Las precipitaciones máximas de la Intercuenca 0155 para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 50 años resultaron 166.32 mm, 216.41 mm, 249.61 mm, 281.46 mm, 322.84 mm, 354.10 mm respectivamente. Lo que generaría una inundación pluvial en épocas de lluvia.
Penetraciones del mar o Río	x				No existe esta amenaza en la zona.
Deslizamientos	x				No existe esta amenaza en la zona.
1.1.3 Fenómenos sociales					
Concentración de población			x		El Centro de salud de Kelluyo atiende a una población de 25 415 habitantes, de los cuales el 52.33% son Hombres y el 47.67% son Mujeres, este Centro de Salud colapsa en atención, por falta de ambientes, en especial el día domingo, donde la población se concentra por motivos de feria.

Personas desplazadas	x				No existe esta amenaza en la zona.
Otros (Especificar)					
1.1.4 Fenómenos sanitarios - ecológicos					
Epidemias				x	Presencia de influenza del cólera
Contaminación (Sistemas)			x		Contaminación del agua durante su almacenamiento
Plagas			x		Está expuesta a roedores y ácaros
Otros (Especificar)					
1.1.5 Fenómenos químicos - tecnológicos					
Explosiones	x				No se tiene antecedentes de eventos similares.
Incendios	x				No se tiene antecedentes de eventos similares.
Fuga de materiales peligrosos		x			No se tiene antecedentes de eventos similares.
Otros (Especificar)					

1.2 Propiedades geotécnicas del suelo	Nivel de amenaza				Observaciones
	No existe amenaza	Bajo	Medio	Alto	
Licuefacción	x				No existe esta amenaza en la zona
Suelo arenoso		x			Según el EMS, se relacionó la plasticidad del suelo con el potencial de expansión; concluyéndose que el IP<15, resultando tener un potencial de expansión bajo (estimado). Por lo tanto “el nivel de amenaza es bajo”.
Talud inestable	x				No existe esta amenaza en la zona.

B. Aspectos relacionados con la seguridad estructural del establecimiento de salud.

2.1 Seguridad debido a antecedentes del establecimiento de salud	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
1. ¿El establecimiento ha sufrido daños estructurales?		x		El establecimiento de salud sufrió daños moderados estructurales debido al sismo presentado en Chile el 01 de Abril del 2014 de magnitud 8.2 grados que se sintió en las fronteras de Bolivia y Perú, y ocasiono grietas verticales y horizontales.
2. ¿El establecimiento ha sido construido, reparado, remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura?		x		Se han construido nuevos ambientes sin juntas de dilatación, generando problemas estructurales.
2.2 Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación.	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
3. ¿En qué estado se encuentra la edificación?		x		El estado de los muros de la edificación presenta grietas verticales y horizontales de forma parcial en los muros.
4. ¿Cómo se encuentran los materiales de construcción de la estructura?	x			Según el ensayo, "Resistencia a la compresión en adobes artesanales", el resultado fue 9.29 kg/cm ² . Que indica un bajo grado de seguridad del material predominante.

2.2 Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación.	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
5. ¿Existe interacción de los elementos no estructurales con la estructura?			x	No presenta interacción de los elementos no estructurales
6. ¿Los edificios están juntos o muy próximos?		x		Las estructuras no presentan juntas de dilatación
7. ¿Existe redundancia en la estructura del establecimiento?		x		Presenta redundancia y discontinuidad en los muros.

8. ¿Cómo se encuentran las conexiones del edificio?		x		En la edificación, las conexiones entre los muros y el techo presenta grietas, horizontales y verticales debido a fallas en el tímpano.
9. ¿Cómo se encuentra la seguridad de los cimientos?	x			Según el EMS la cimentación estimada no es seguro.
10. ¿Existen irregularidades en planta?		x		Los módulos I y III son estructuralmente regulares en planta a diferencia del módulo II que presenta irregularidad debido a la construcción añadida.
11. ¿Se presentan irregularidades en elevación?			x	Estructuración regular
12. ¿La edificación contempla la adecuación de la estructura a otros fenómenos naturales?	x			El establecimiento de salud es vulnerable a las amenazas descritas en el aspecto relacionado con la ubicación geográfica (sismos y lluvias torrenciales), no garantiza la estabilidad y es muy propenso a sufrir daños muy graves si estas amenazas se dan.

C. Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del establecimiento de salud

3.1 Líneas vitales (instalaciones)	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
3.1.1 Sistema eléctrico				
13. ¿Se dispone de una fuente alternativa capaz de suministrar energía eléctrica de forma permanente por un período de 72 horas en las áreas críticas de la instalación de salud?	x			No se cuenta con una fuente alterna de suministro de energía.
14. ¿La fuente alternativa de energía eléctrica se encuentra adecuadamente protegida de fenómenos naturales?	x			No se dispone una fuente alterna de suministro de energía.
15. ¿El sistema eléctrico del establecimiento se encuentra protegido ante eventos adversos?		x		El sistema eléctrico se encuentra desprotegido ante eventos adversos.
16. ¿El sistema eléctrico contempla mecanismos de protección para descargas eléctricas?		x		Cuenta con medidas de protección ante descargas eléctricas, el cual está sin mantenimiento y la señalización correspondiente.
17. ¿Se cuenta con un sistema de iluminación seguro por lo menos en las áreas críticas del establecimiento de salud?		x		El sistema de iluminación no es seguro, no cuentan con sujeciones adecuadas y existen cables eléctricos expuestos.
3.1.2 Sistema de telecomunicaciones				
18. ¿Los sistemas de comunicación del establecimiento se encuentran operativos?		x		Los medios de comunicación interna y externa se encuentran operativos.
19. ¿Se cuenta con un sistema alternativo de comunicación?		x		No disponen de un sistema alternativo de comunicación.
20. ¿Los equipos de comunicación y los cables se encuentran debidamente protegidos?		x		Los equipos de comunicación interna y externa están parcialmente protegidas.
3.1.3 Sistema de aprovisionamiento de agua				

21. ¿Tiene reserva de agua para eventos adversos?	x			No cuenta con una reserva de agua. El suministro de agua (red pública) solo se da durante 1 hora al día, y a este problema se suma un tanque que no está en funcionamiento.
22. ¿Los depósitos de agua se encuentran protegidos?	x			El depósito de agua no se encuentra protegido.
23. ¿Se cuenta con un sistema alternativo de abastecimiento de agua adicional a la red de distribución principal?	x			No cuenta con un sistema de almacenamiento alternativo.
24. ¿El sistema de distribución de agua dentro del establecimiento es seguro?			x	El sistema de distribución de agua (tuberías y accesorios) está parcialmente seguro.
25. ¿El establecimiento de salud desarrolla acciones que aseguren la calidad de agua?			x	El análisis de muestras de agua es realizado por personal especializado de la Red Chucuito, para descartar la presencia de bacterias y microbios.
3.1.4 Depósito de combustible (gas, gasolina o diésel)				
26. ¿Se dispone de reserva de combustible con capacidad suficiente para un mínimo de cinco días en condiciones seguras?			x	Se dispone de reserva de combustible. Además se tiene personal encargado de que no falten estas reservas.
3.1.5 Gases medicinales (Oxígeno, Nitrógeno, etc.)				
27. ¿Se dispone de almacenaje suficiente de gases medicinales para 3 días como mínimo?			x	Si se cuenta con provisiones de almacenaje de emergencia (Oxígeno).
28. ¿Los recipientes de almacenamiento de gases medicinales cuentan con medios de sujeción apropiados?	x			Los recipientes de almacenamiento de gases medicinales no cuentan con sistemas de sujeción.
29. ¿El almacenamiento de los gases se encuentra en una zona segura?	x			No existen áreas reservadas para el almacenamiento de gases medicinales.
3.1.6 Sistema de saneamiento				
30. ¿El establecimiento de salud tiene antecedentes de anegamientos por inadecuada evacuación de las aguas servidas?			x	El establecimiento no tiene antecedentes de anegamiento por aguas servidas.
31. ¿Los depósitos de desechos normales y patógenos se encuentran protegidos?			x	Los depósitos de desechos normales y peligrosos, son reciclados sin seguridad, señalización y sin salubridad.

3.1.7 Sistema de drenaje pluvial				
32. ¿El establecimiento de salud cuenta con un sistema de drenaje pluvial en buen estado?		x		El sistema de drenaje pluvial se encuentra en regular estado, además se encuentra sin mantenimiento.
3.2 Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y/o agua caliente, principalmente en áreas críticas	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
33. ¿Los componentes de estos sistemas se encuentran protegidos?	x			No cuenta con este servicio.
34. ¿Los componentes de estos sistemas se encuentran en buen estado de conservación?	x			No cuenta con este servicio.
3.3 Mobiliario, equipo de oficina y almacenes	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
35. ¿La estantería del establecimiento de salud está anclada y sus contenidos están protegidos?	x			Los estantes no cuentan con medios de fijación y el contenido está desprotegido.
36. ¿Los equipos de oficina se encuentran seguros?	x			Los equipos de oficina no cuentan con medios de sujeción, ni anclaje o empotrado a la pared, por tal motivo son inseguros ante eventos adversos como los sismos.
37. ¿El mobiliario del establecimiento de salud cuenta con medios de sujeción que impidan su desplazamiento?		x		Los mobiliarios del centro de salud, no cuentan con medios de sujeción y los muebles con ruedas parcialmente usan frenos.
3.4 Equipos médicos, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
38. ¿Los equipos médicos y de laboratorio se encuentran protegidos ante eventos adversos?		x		Los equipos médicos y de laboratorio, no se encuentran seguros ante eventos adversos.

39. ¿Los equipos médicos y de laboratorio se encuentran en buen estado de funcionamiento?		x		Los equipos médicos y de laboratorio como el Hemoqui y el Glucómetro, se encuentran en funcionamiento, pero requieren de revisiones.
3.5 Elementos arquitectónicos	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
40. ¿Las puertas o entradas al establecimiento son seguras y permiten su funcionamiento?		x		Las puertas del establecimiento no son seguras, porque presentan corrosión y desgaste.
41. ¿Las ventanas del establecimiento son seguras y se encuentran en buen estado?		x		Las ventanas no son seguras, además no se encuentran en buen estado.
42. ¿Los elementos de cierre del establecimiento son seguros y se encuentran en buen estado?	x			Los muros perimetrales no se encuentran en buen estado y afectan la seguridad del establecimiento.
43. ¿Los techos y cubiertas del establecimiento son seguros y se encuentran en buen estado?		x		Las coberturas y su estructura no se encuentran en buen estado, requieren mantenimiento.
44. ¿Los parapetos y otros elementos perimetrales del establecimiento son seguros y se encuentran en buen estado?			x	No presentan parapetos y otros elementos similares.
45. ¿Las áreas de circulación externa del establecimiento son seguras y se encuentran en buen estado?		x		Las vías de acceso y circulación externa presentan daños y las calles son angostas.
46. ¿Las áreas de circulación interna del establecimiento son seguras y se encuentran en buen estado?		x		El área de circulación interna no se encuentra en buen estado además son estrechos.
47. ¿Las particiones o divisiones internas del establecimiento son seguras y se encuentran en buen estado?		x		Los ambientes son muy pequeños y las divisiones no brindan seguridad ante una amenaza como los sismos.
48. ¿Los cielos falsos del establecimiento son seguros y se encuentran en buen estado?		x		El cielo falso presenta grietas y humedad, si se desprendiera causaría grandes daños.

49. ¿El sistema de iluminación - interno y externo- del establecimiento es seguro y se encuentra en buen estado?		x		La iluminación interna y externa no cuenta con un diseño adecuado y no satisface las necesidades.
50. ¿Cuentan con un sistema de protección contra incendios que sea seguro y se encuentra en buen estado?		x		El sistema de protección contra incendios es inseguro, y la instalación está en un solo ambiente.
51. ¿Las escaleras y/o rampas del establecimiento son seguras y se encuentran en buen estado?		x		El establecimiento solo presenta una rampa en la zona de ingreso, no se cuenta con escaleras.
52. ¿Los pisos son seguros y se encuentran en buen estado?		x		Los pisos presentan fisuras y desprendimiento de material.
53. ¿Las vías de acceso al establecimiento de salud se encuentran en buen estado?		x		Las vías de acceso al establecimiento de salud se encuentran en mal estado.
54. ¿El establecimiento de salud cuenta con señales de seguridad y éstas son conocidas por el personal?		x		Cuenta con señalización de seguridad y de salida, y todo el personal de salud tiene conocimiento de ellas.
55. ¿Otros elementos arquitectónicos del establecimiento son seguros y se encuentran en buen estado?			x	No se presenta más elementos arquitectónicos que afecten la seguridad del establecimiento de salud.

D. Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional del establecimiento de salud.

4.1 Organización del comité para desastres del establecimiento de salud	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
56. ¿En el establecimiento existe un comité de emergencias y desastres?		x		El establecimiento de salud cuenta con Brigadistas para emergencias y desastres.
57. ¿Cada miembro del comité tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas?		x		Todos los integrantes de las brigadas y personal de trabajo tienen conocimiento de sus responsabilidades.
58. ¿Disponen de un espacio físico implementado para montar un centro de operaciones de emergencia del establecimiento?	x			No cuentan con un espacio físico para monitorear las operaciones y solo cuentan con teléfonos personales como medios de comunicación.
59. ¿Se cuenta con directorio telefónico de autoridades (internas y externas) y otros contactos, actualizado y disponible?			x	Si cuentan con los datos telefónicos actualizados de las autoridades.
60. ¿Se tienen tarjetas de acción disponibles para todo el personal?	x			No Cuentan con tarjetas de acción.
4.2 Plan operativo para desastres internos y externos	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
61. ¿El establecimiento dispone de un plan ante emergencias y desastres?		x		El centro de salud cuenta con plan de trabajo frente a desastres, pero no disponen documentación.
62. ¿El plan contempla emergencias tanto internas como externas?		x		El plan contempla las emergencias internas y externas, pero no disponen documentación.
63. ¿Se han identificado actividades específicas para reforzar los servicios esenciales del establecimiento?	x			No se han identificado actividades específicas para reforzar los servicios esenciales del establecimiento.
64. ¿Se tienen procedimientos específicos para la activación y desactivación del plan que está socializado entre el personal?		x		Se tiene establecido una alerta por el megáfono, además se cuenta con el personal responsable de activar y desactivar el plan de alerta.

65. ¿El plan contempla provisiones administrativas especiales para desastres?		x		En el plan si se contemplan provisiones administrativas especiales para desastres, pero no disponen documentación.
66. ¿Se tiene asignado en el establecimiento un presupuesto específico para la implementación del plan ante desastres?	x			En el plan no se contempla una programación de gastos.
67. ¿Se dispone de procedimientos para la habilitación de espacios para aumentar la capacidad de respuesta del establecimiento y/o la expansión de las áreas críticas?	x			No se dispone de procedimientos para la habilitación de espacios para aumentar la capacidad de respuesta.
68. ¿Se dispone de procedimientos para admisión en emergencias y desastres, con formatos y protocolos específicos para la atención masiva de víctimas?		x		No cuenta con protocolo de atención de víctimas en masa.
69. ¿Se cuenta con procedimientos para triaje, reanimación, estabilización y tratamiento?		x		El personal está capacitado y conoce el procedimiento, pero no se cuenta con recursos y ambientes suficientes.
70. ¿El plan prevé el transporte y soporte logístico para movilizar a los pacientes?		x		Se cuenta solo con una ambulancia y el soporte logístico es insuficiente.
71. ¿Existen niveles de coordinación con las demás instituciones de la red de salud local y aquellas que brindan atención pre hospitalaria?		x		Se tiene coordinación institucional con la red Chucuito en caso de desastres naturales. Y brinda apoyo a los puestos de salud de Chacocollo, Totoroma y Tulacollo.
72. ¿El plan ante desastres del establecimiento está vinculado al plan de emergencias local?		x		Existe un vínculo del plan de respuesta ante desastres.
73. ¿Existen procedimientos específicos para la referencia y contra referencia de pacientes?			x	Existen procedimientos específicos para el traslado y recepción de pacientes.
74. ¿Se dispone de procedimientos de información al público y la prensa?		x		El director del establecimiento de salud es el encargado de brindar información al público y a la prensa.
75. ¿Se cuenta con procedimientos operativos para respuesta en turnos nocturnos, fines de semana y días feriados?		x		Existe el procedimiento operativo para los fines de semana y días feriados, pero no para turnos nocturnos.
76. ¿Se cuenta con procedimientos para la evacuación de la edificación (tanto interna como externa)?		x		Se practican simulacros de evacuación, sin embargo no hay puntos definidos para la evacuación.

77. ¿El personal de salud está capacitado para actuar en situaciones de desastre?			x	El personal sigue todos los programas de capacitación ante desastres dispuestas para la Red de Salud Chucuito.
78. ¿El establecimiento cuenta con niveles de alerta definido y socializado?	x			El centro de salud de Kelluyo no cuenta con niveles de alerta definidos.
79. ¿El establecimiento cuenta con un sistema de alarma definido y socializado?			x	Se utiliza un megáfono y todo el personal tiene conocimiento del sistema de alerta.
80. ¿Se ha efectuado un simulacro o simulación de emergencia en el establecimiento de salud en el último año?			x	Se vienen realizando los simulacros periódicamente, tal como se dispone nacional y distritalmente para la Red de Salud Chucuito.
4.3 Planes de contingencia para atención médica en desastres	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
81. ¿Se dispone de planes de contingencia frente a diferentes eventos?		x		No cuentan con la documentación, el personal tiene conocimiento de los planes de contingencia, además no se cuenta con recursos suficientes.
4.4 Planes para el mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
82. ¿Cuenta con un plan de mantenimiento para el servicio de energía eléctrica?	x			No cuenta con un plan de mantenimiento del servicio eléctrico.
83. ¿Cuenta con un plan de mantenimiento para el sistema de agua potable?	x			No cuenta con un plan de mantenimiento del sistema de agua potable.
84. ¿Cuenta con un plan de mantenimiento para el sistema de comunicación?	x			No cuenta con un plan de mantenimiento del sistema de comunicación.
85. ¿Cuenta con un plan de mantenimiento para el sistema de aguas residuales?	x			No cuenta con un plan de mantenimiento del sistema de aguas residuales.
86. ¿Dispone de un plan de mantenimiento para el sistema contra incendios?	x			No dispone de un plan de mantenimiento del sistema contra incendios.

4.5 Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastres	Grado de seguridad			Observaciones
	Bajo	Medio	Alto	
87. ¿Se dispone de medicamentos para atender una emergencia?			x	Se cuenta con medicamentos para atender desastres.
88. ¿El establecimiento posee reservas de insumos médicos y material de curación para la atención de emergencias?		x		El establecimiento posee reservas de medicamentos y materiales de curación.
89. ¿Se dispone de instrumental para atender una emergencia?		x		El establecimiento posee instrumental para atender emergencias.
90. ¿Según el nivel de resolución, se dispone de equipos para soporte de vida?		x		El establecimiento posee equipos de soporte de vida.
91. ¿Se cuenta con equipos de protección personal para epidemias (material desechable)?			x	Existe equipamiento de protección personal para epidemias.
92. ¿Las bodegas, depósitos y almacenes del establecimiento están protegidos ante sismos, inundaciones, incendios y fuertes vientos?	x			El almacén no se encuentra protegido ante eventos adversos.
93. ¿Los suministros e insumos médicos se encuentran protegidos?	x			Los suministros e insumos médicos están desprotegidos.

3.7.2.3. Modelo Matemático.

Una vez aplicado los formularios de evaluación, se ingresaron los hallazgos encontrados en una hoja de cálculo donde se asignan valores numéricos (1) específicos a cada aspecto evaluado (93 variables), cada uno con tres niveles de seguridad: alto, medio y bajo. (OPS, 2008). Esta hoja de cálculo se le denomina “Modelo matemático del Índice de Seguridad Hospitalaria” (Ver Figura 72).

Esta hoja de cálculo aplica las fórmulas del Ítem (2.5.1.1.), la Ecuación (1) y (2), determinan el porcentaje de probabilidad de la seguridad de cada sección y componente.

De esta manera, para determinar el porcentaje de probabilidad de seguridad total, se aplicará la Ecuación (3), donde se multiplicara la sumatoria de probabilidad de seguridad de cada componente (estructural, no estructural y funcional) por los pesos ponderados acordados por el GAMiD (0.50, 0.30 y 0.20), respectivamente. Luego de calcular la probabilidad de seguridad total, se hallará el factor de seguridad con la Ecuación (4), teniendo en cuenta los pesos de ponderación horizontal. El Rango del Índice de Seguridad se calculará con la Ecuación (5), para así determinar el Índice de Seguridad e Índice de Vulnerabilidad, empleando la Ecuación (6) y (7) respectivamente.

Finalmente, de acuerdo con la categoría de seguridad del establecimiento de salud, se establecerá recomendaciones generales de intervención; obteniendo las conclusiones y recomendaciones.

Índice de Seguridad para Instalaciones de Salud Medianas y Pequeñas												
MODELO MATEMATICO												
2. Aspectos relacionados con la seguridad estructural												
2.1 Seguridad debido a antecedentes del establecimiento		CONTROL	Grado de seguridad			PESO						
			BAJO	MEDIO	ALTO	25	BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO
1	¿El establecimiento ha sufrido daños estructurales?	OK		1		30	0	30	0	0	25	0
2	¿El hospital ha sido construido, reparado, remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura?	OK		1		70	0	70	0	0	25	0
							0	100	0			
2.2 Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación.		CONTROL	Grado de seguridad			PESO						
			BAJO	MEDIO	ALTO	75	BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO
3	¿En qué estado se encuentra la edificación?	OK		1		20	0	20	0	30	33.75	11.25
4	¿Cómo se encuentran los materiales de construcción de la estructura?	OK	1			5	5	0	0			
5	¿Existe interacción de los elementos no estructurales con la estructura?	OK			1	10	0	0	10			
6	¿Los edificios están juntos o muy próximos?	OK		1		5	0	5	0			
7	¿Existe redundancia en la estructura del establecimiento?	OK		1		10	0	10	0			
8	¿Cómo se encuentran las conexiones del edificio?	OK		1		5	0	5	0			
9	¿Cómo se encuentra la seguridad de los cimientos?	OK	1			5	5	0	0			
10	¿Existen irregularidades en planta?	OK		1		5	0	5	0			
11	¿Se presentan irregularidades en elevación?	OK			1	5	0	0	5			
12	¿La edificación contempla la adecuación de la estructura a otros fenómenos naturales?	OK	1			30	30	0	0			
	TOTAL ESTRUCTURAL		0	3	7	2	12					
										ESTRUCTURAL		
										BAJO	MEDIO	ALTO
										30.00	58.75	11.25

Figura 72. Modelo matemático. Adaptado de “Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad” por la OPS, 2010.

CAPITULO IV: PROPUESTA ARQUITECTÓNICA Y ESTRUCTURAL

En base a los resultados obtenidos en la determinación del índice de seguridad hospitalaria del Centro de Salud de primer nivel de atención I-3 de Kelluyo frente a desastres, se realizó un análisis estructural en base a una propuesta arquitectónica de un nuevo centro de salud teniendo en consideración las normativas del Ministerio de Salud y según las normas técnicas de edificaciones E-020, E-030 y E-060.

4.1. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

La propuesta arquitectónica contempla los aspectos normativos del Ministerio de Salud, donde se consideró el clima, topografía, orientación, asoleamiento, ventilación e iluminación.

La propuesta en conjunto está situado en un área de 4,764.20 m² el cual consta de cinco módulos. Los módulos I, II y V constan de un nivel, los módulos III y IV son de dos niveles.

El módulo I contempla con los espacios de sala de operaciones, partos, espera, dilatación, limpieza, prelavado, obstetricia, depósito, servicios higiénicos tóxico, neonatología, así como los internamientos de varones y mujeres y corredor.

El módulo II contempla con los espacios de consultorios médicos, gineco – obstetricia, odontológico, triaje, hall y servicios higiénicos para varones y mujeres discapacitados.

El módulo III contempla los espacios de toma de muestras, recepción de muestras, laboratorio, farmacia, caja e informes, sala de comandos, rayos x, archivo de historias clínicas y admisión, ecografía y hall.

El módulo IV contempla los espacios de star kitchenet, dormitorios, depósito, auditorio, servicios higiénicos para varones y mujeres, hall.

El módulo V contempla con los espacios de cocina, central de gases, despensa, grupo electrógeno, depósito de cadáveres, vestidor de varones y mujeres, taller de mantenimiento, lavandería, cadena de frío, saneamiento ambiental y almacén.

Esta propuesta pretendió que los módulos cumplan con los lineamientos de política de salud y por ende dotar de espacios abiertos y confortables para las debidas atenciones médicas.



Figura 73. Vista de la propuesta del nuevo Centro de Salud (Ver Anexo I). Adaptado de “Centro de aplicación - UPeU, 2016.



Figura 74. Vista de la propuesta del nuevo Centro de Salud (Ver Anexo I). Adaptado de “Centro de aplicación - UPeU, 2016.

4.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

En base a la propuesta arquitectónica y a las condiciones actuales de la estructura existente se realizó un análisis de la estructura, con un sistema estructural de pórticos, con losa aligerada y maciza, soportada por vigas y columnas. El análisis de las estructuras, se realizó con el programa ETABS v16. Los elementos estructurales se representaron como elementos lineales y de área. Se utilizaron en el cálculo las cargas descritas en la norma E.020, los requerimientos sísmicos de la norma E.030.

4.2.1. Predimensionamiento de Elementos Estructurales

A. Predimensionamiento de Losas

Losas Aligeradas

Según la norma técnica de edificaciones E-060 para hallar el peralte de una losa aligerada en dos direcciones se utiliza la siguiente expresión:

$$h \geq \frac{L}{25} \quad (8)$$

Donde:

h : Peralte de losa

L : Longitud crítica (distancia entre cara de columnas)

Tabla 29.

Predimensionamiento de losas aligeradas

Losa Aligerada		
M - I	e = 20	cm
M - II	e = 20	cm
M - III.A	e = 20	cm
M - III.B	e = 20	cm
M - III.C	e = 20	cm
M - IV.A	e = 20	cm
M - V.A	e = 20	cm
M - V.B	e = 20	cm

Nota: (Elaboración propia).

Losas Macizas

Según la normas técnicas de edificaciones E - 060 para hallar el peralte de una losa maciza se utiliza la siguiente expresión:

$$h \geq \frac{L}{40} \quad (9)$$

Donde:

h : Peralte de losa

L : Longitud crítica (distancia entre cara de columnas)

Tabla 30.

Predimensionamiento de losa maciza

Losa Maciza		
M - IV.B	e = 15	cm

Nota: (Elaboración propia).

B. Predimensionamiento de Vigas

$$h = \frac{L}{10} \geq 0.25 \text{ m} \quad (10)$$

$$h = \frac{L}{12} \geq 0.25 \text{ m} \quad (11)$$

$$b = 0.3 h @ 0.5 h \geq 0.25 \text{ m} \quad (12)$$

Donde:

b: Base de la viga

h: Peralte de la viga

L: Longitud crítica (entre cara de columnas)

Tabla 31.*Predimensionamiento de vigas principales*

Vigas Principales			
	b	h	
M - I	25	40	cm
M - II	25	50	cm
M - III.A	30	40	cm
M - III.B	30	55	cm
M - III.C	30	30	cm
M - IV.A	25	40	cm
M - IV.B	30	75	cm
M - V.A	25	35	cm
M - V.B	25	35	cm

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 32.***Predimensionamiento de vigas secundarias*

Vigas Secundarias			
	b	h	
M - I	25	40	cm
M - II	25	50	cm
M - III.A	30	40	cm
M - III.B	30	40	cm
M - III.C	30	30	cm
M - IV.A	25	40	cm
M - IV.B	30	40	cm
M - V.A	25	35	cm
M - V.B	25	35	cm

Nota: (Elaboración propia).**C. Predimensionamiento de Columnas**

$$Pg = (WD + WL) * AT \quad (13)$$

$$P = \beta * Pg \quad (14)$$

$$bt = \frac{P}{n * f'c} \quad (15)$$

Donde:

Pg: Peso gravedad

WD: Carga muerta

WL: Carga viva

AT: Área tributaria

$\beta = 1.10$

bt: Área de columna

f'c: Resistencia del concreto

Carga permanente:

Peso de losa aligerada:	300 kg/m ²
Peso de tabiquería:	100 kg/m ²
Peso de acabados:	100 kg/m ²
Peso de vigas:	100 kg/m ²
Peso de columnas:	60 kg/m ²

Total = 660 kg/m²

Sobrecarga:

S/C: 400 kg/m²

Azotea: 100 kg/m²

Total = 500 kg/m²

Tabla 33.

Predimensionamiento de columnas

Columnas			
	b	t	
M - I	25	40	cm
M - II	25	50	cm
M - III.A	30	40	cm
M - III.B	30	50	cm
M - III.C	30	30	cm
M - IV.A	25	40	cm
M - IV.B	30	40	cm
M - V.A	30	30	cm
M - V.B	30	30	cm

Nota: (Elaboración propia).

4.3. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO Y DINÁMICO

De acuerdo a la propuesta arquitectónica, se realizó un análisis estructural con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² del material (concreto armado). Para el módulo I y II se tiene una edificación de un solo nivel, con una altura de 3.75 metros; el tercer módulo está dividido en tres partes, el módulo III.A y III.B son de dos niveles, con una altura de 3.65 metros en el primer nivel y 3.50 en el segundo, el módulo III.C es de un nivel con una altura de 3.65 metros. De la misma manera el módulo IV está dividido en IV.A y IV.B, el módulo IV.A tiene dos niveles con alturas de 2.85 y 2.70 metros respectivamente, y módulo IV.B es de un solo nivel con una altura de 3.85 y una losa maciza de 15 cm de espesor. Por último el módulo V está dividido en modulo V.A y V.B, ambos de un solo nivel con una altura de 2.85 metros.

4.3.1. Materiales

Se consideró un material de concreto armado, siendo sus propiedades:

CONCRETO ARMADO

Nombre del Material	:	f'c = 210 kg/cm²
Peso Específico	:	γm = 2400 kg/m³
Resistencia a Compresión	:	f'c = 210 kg/cm²
Módulo de Elasticidad	:	E'c = 218819.788 kg/cm²
Módulo de Corte	:	Gc = 91174.912
Módulo de Poisson	:	0.2

4.3.2. Modelamiento de la Estructura

A. Módulo I

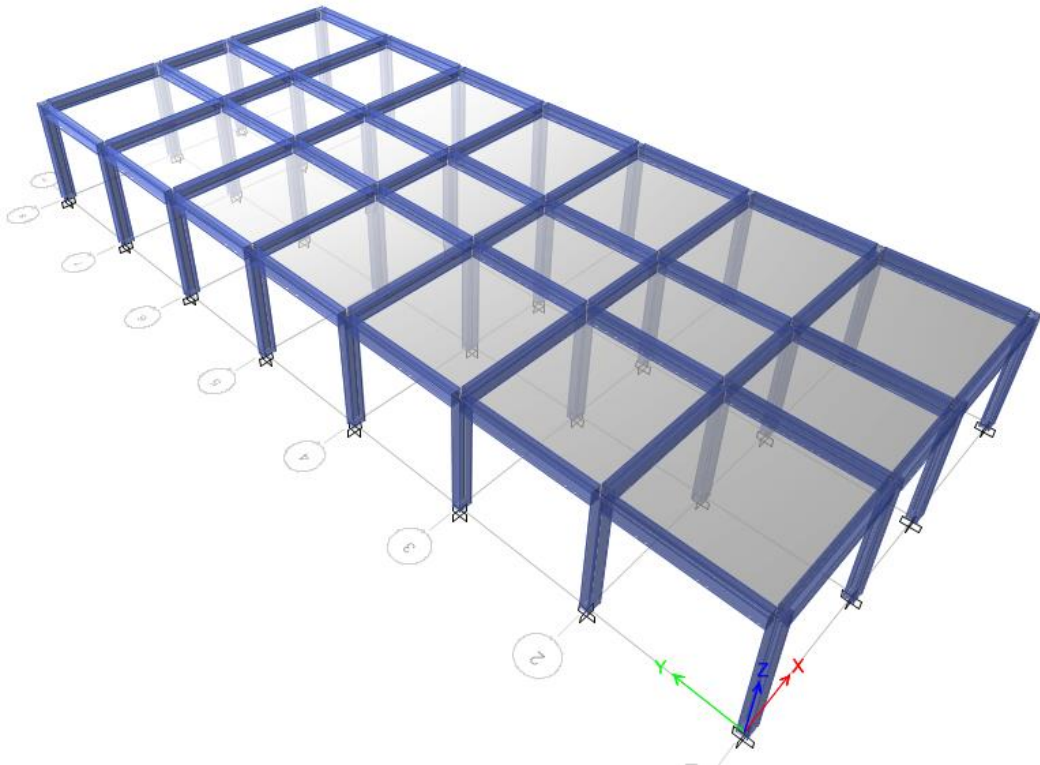


Figura 75. Vista 3D del módulo I. (Elaboración propia con Etabs v.16).

B. Módulo II

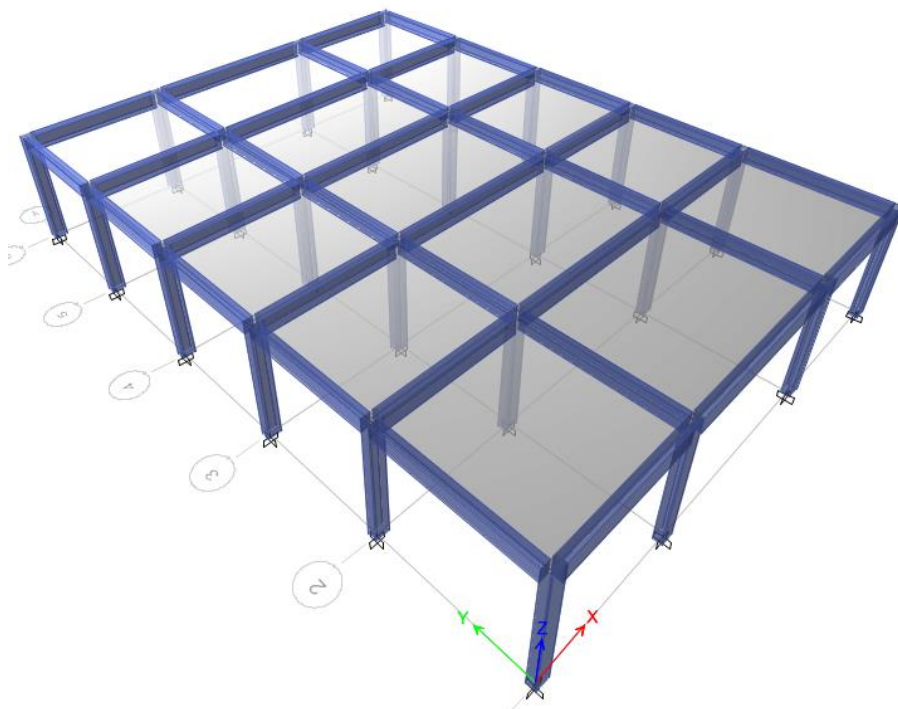


Figura 76. Vista 3D del módulo II. (Elaboración propia con Etabs v.16).

C. Módulo III.A

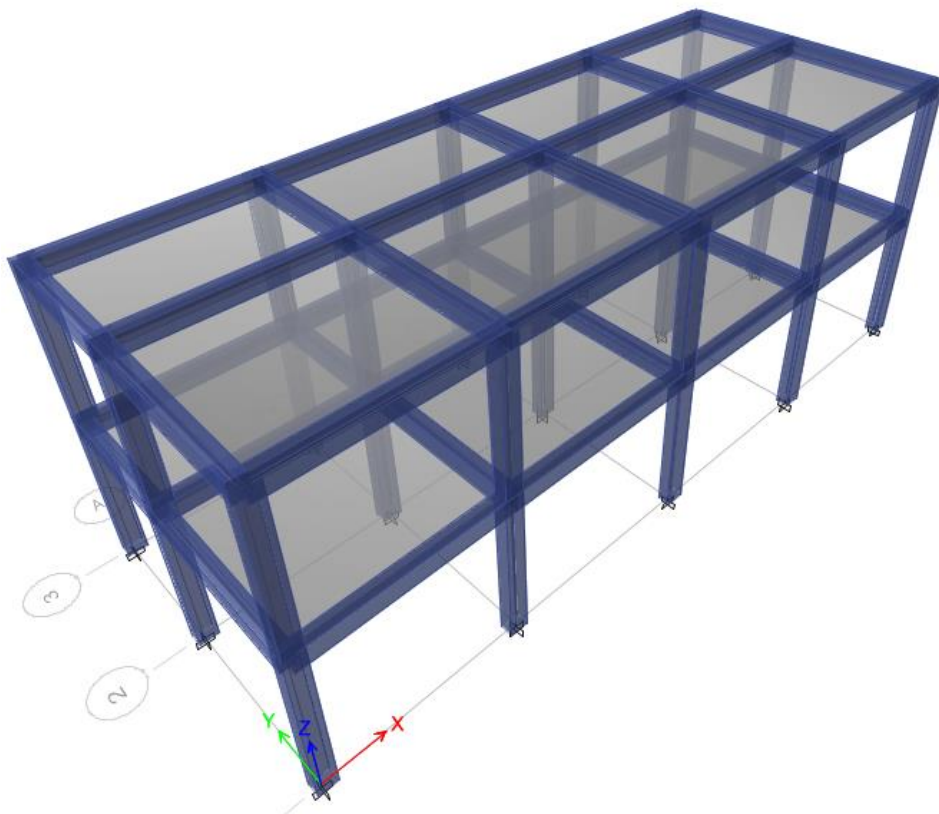


Figura 77. Vista 3D del módulo III.A. (Elaboración propia con Etabs v.16).

D. Módulo III.B

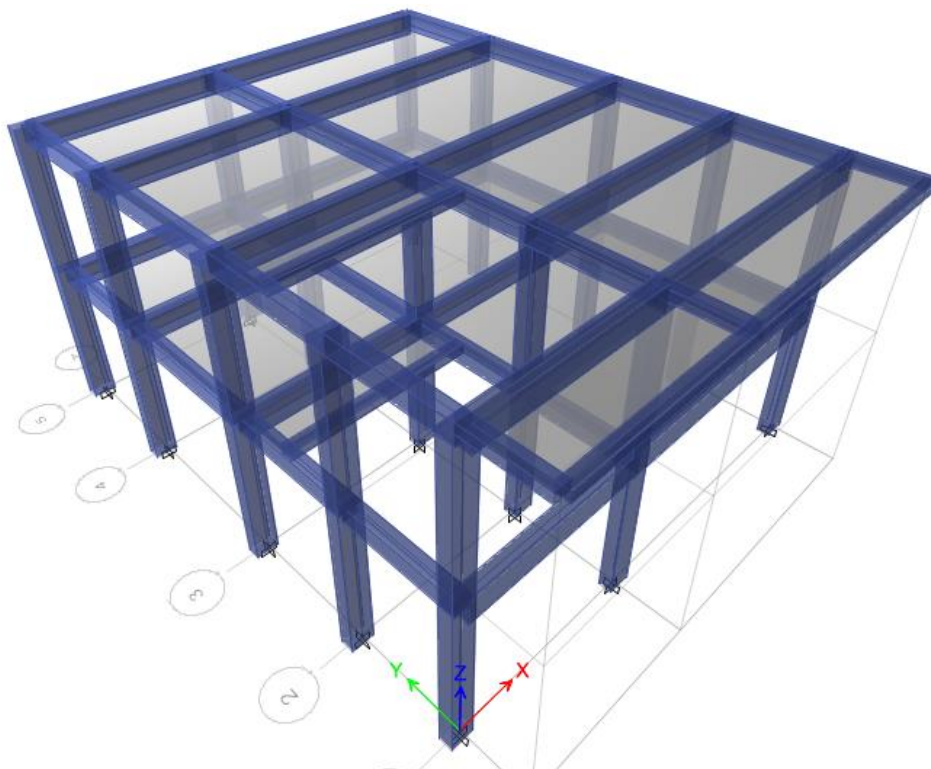


Figura 78. Vista 3D del módulo III.B. (Elaboración propia con Etabs v.16).

E. Módulo III.C

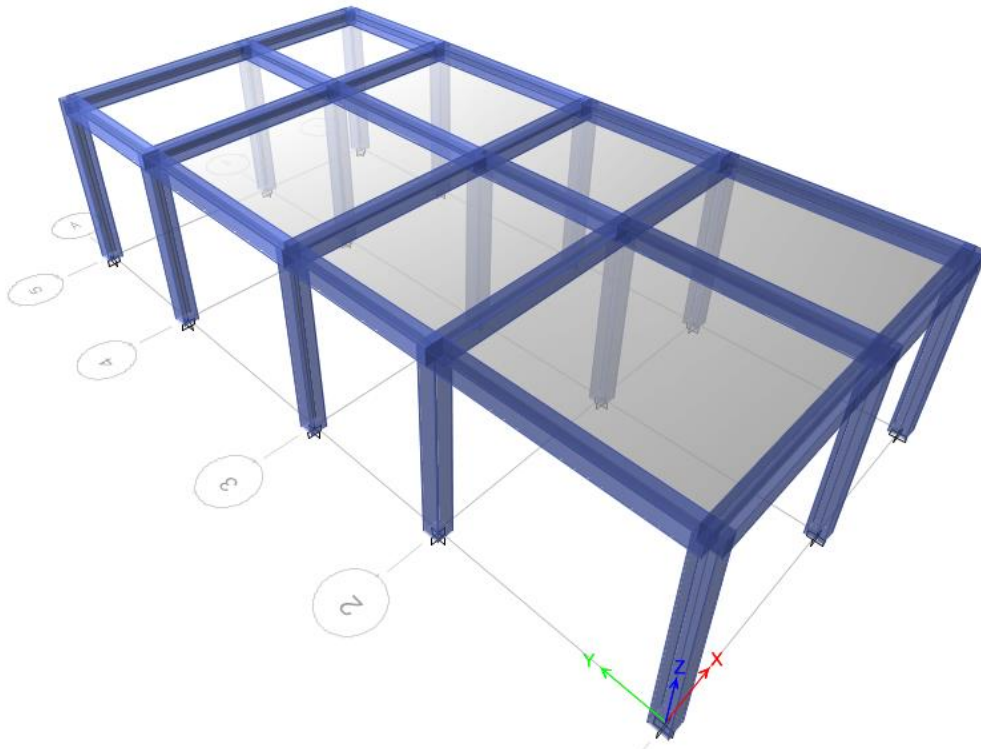


Figura 79. Vista 3D del módulo III.C. (Elaboración propia con Etabs v.16).

F. Módulo IV.A

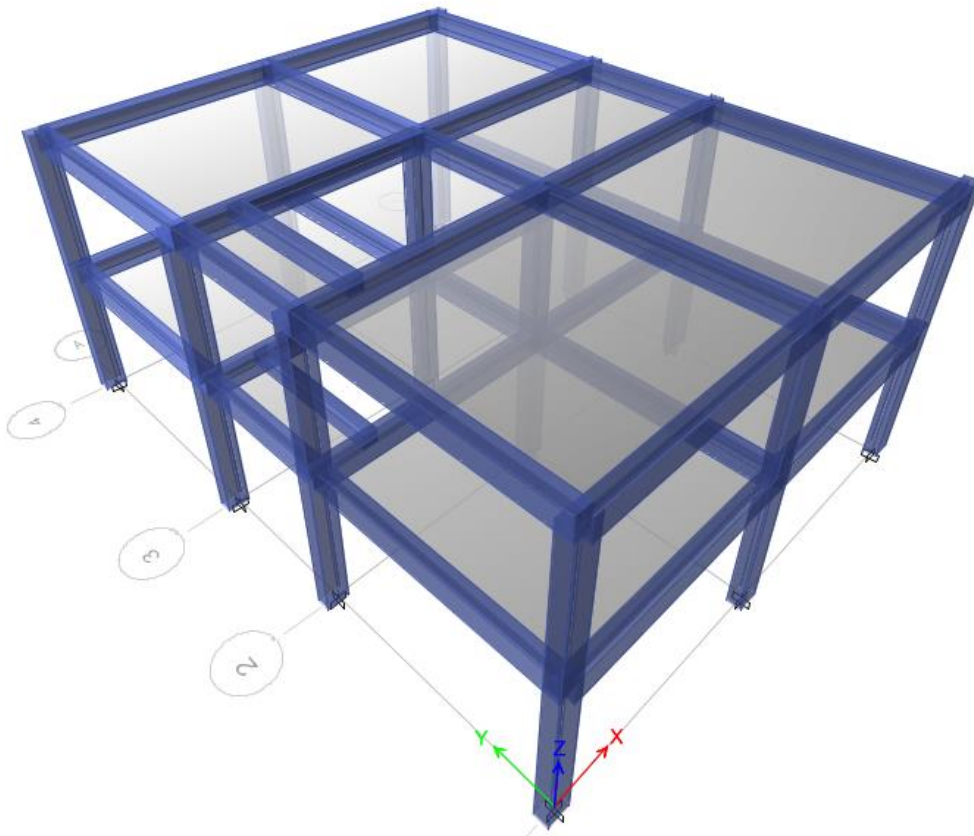


Figura 80. Vista 3D del módulo IV.A. (Elaboración propia con Etabs v.16).

G. Módulo IV.B

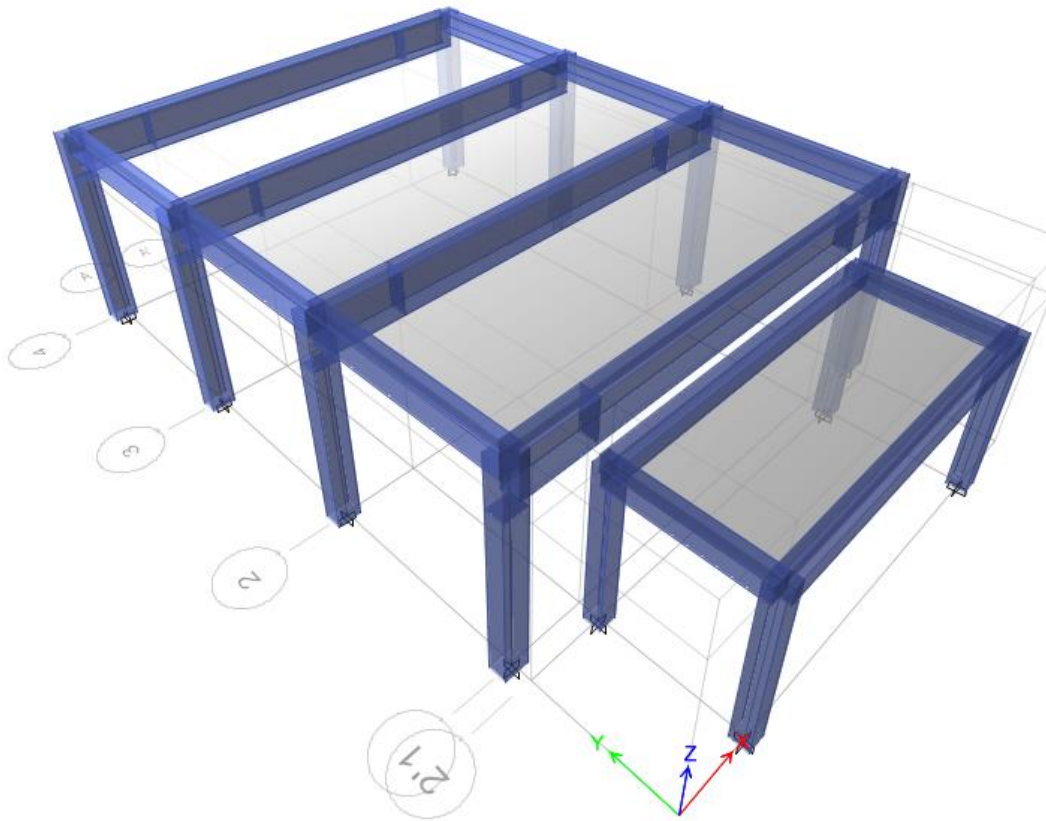


Figura 81. Vista 3D del módulo IV.B. (Elaboración propia con Etabs v.16).

H. Módulo V.A

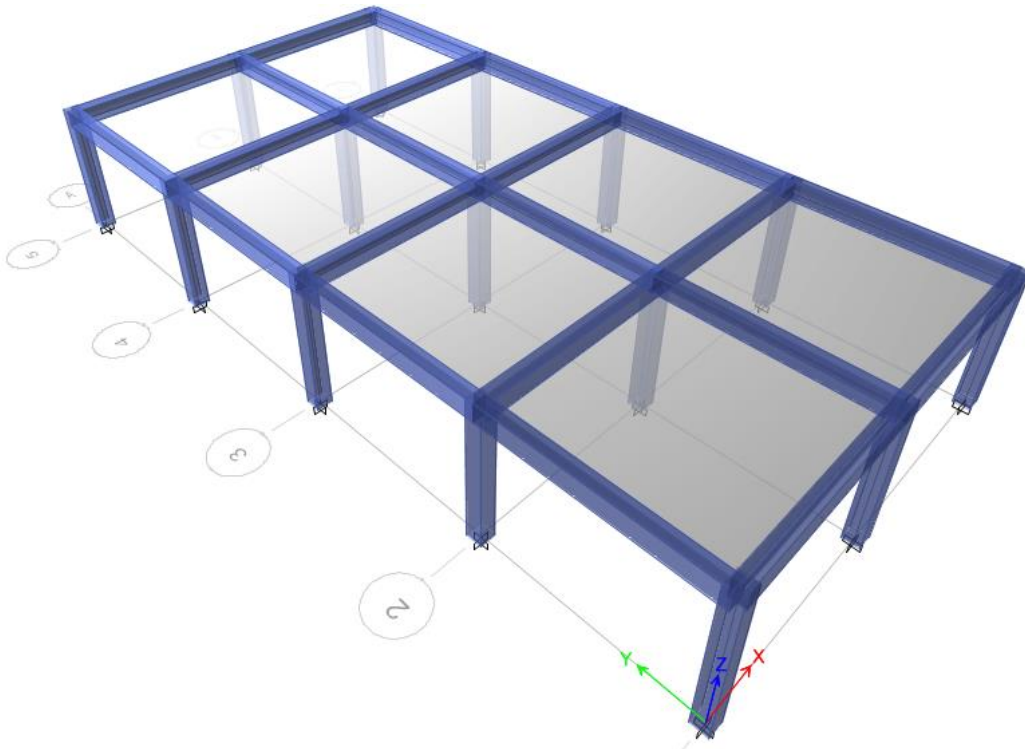


Figura 82. Vista 3D del módulo V.A. (Elaboración propia con Etabs v.16).

I. Módulo V.B

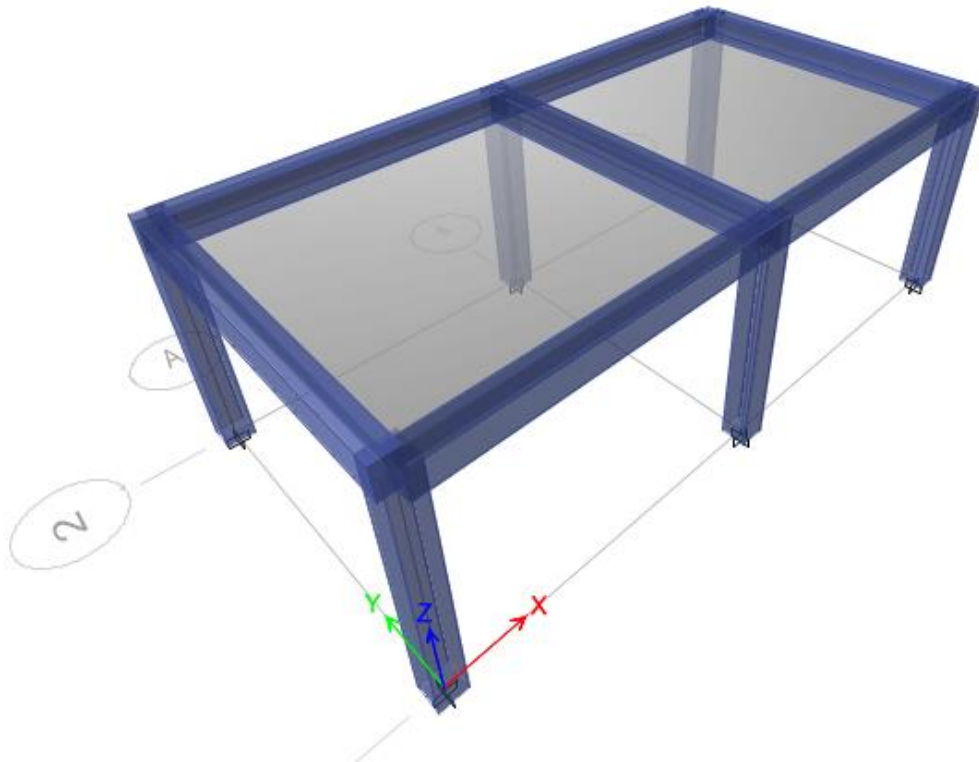


Figura 83. Vista 3D del módulo V.B. (Elaboración propia con Etabs v.16).

4.3.3. Metrado de Cargas

A. Metrado de Cargas.

Para analizar y diseñar necesitamos conocer las cargas que actuarán en una edificación, estas cargas se clasifican en: Cargas Estáticas, Cargas Dinámicas y Otras solicitaciones. (Bartolomé, 1998). La Norma E.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones, nos proporciona unas cargas equivalentes de peso propio para la tabiquería en kilogramos por metro cuadrado.

Tabla 34.

Cargas equivalentes de tabiquería

Peso de Tabique (kg/m)	Carga Equivalente (kg/m²)
< 74	30
75 - 149	60
150 - 249	90
250 - 399	150
400 - 549	210
550 - 699	270

Peso de Tabique (kg/m)	Carga Equivalente (kg/m²)
700 - 849	330
850 - 1000	390

Nota: Adaptado de "Análisis de edificios" por Bartolomé, 1998, p. 6.

Peso distribuido en la losa:

Espesor de Losa Aligerada	:	20.00 cm
Altura de Tabique entrepiso	:	3.30 m
Peso de Piso Terminado	:	100 kg/m ²
Peso Muro Albañilería	:	14 kg/m ²
Espesor de Muro	:	15.00 cm

Teniendo estos datos se calculará de la siguiente manera:

$$Peso\ Tab. = 14 \frac{kg}{m^2} * 15 * 3.30m$$

$$Peso\ Tab. = 693\ kg/m$$

Luego tenemos, según la Tabla 35, la Carga Equivalente igual a 270 kg/m² + 100 kg/m² (Peso del Piso Terminado)

Tabla 35.

Resumen de cargas y valores

Tipo de Carga	Nombre	Valor
Muerta	CM	370
Viva Entrepiso	CV	400
Viva Techo	CVT	100

Nota: Adaptado de "Manual de análisis Estático y Dinámico según la NTE E.030" por Palomino, 2016, p. 15.

4.3.4. Cálculo del Peso Sísmico Efectivo según la NTE E.030-2016

El Peso Sísmico Efectivo de la edificación se determina de acuerdo con lo indicado en el Artículo 4.3 de la NTE E.030-2016 que se muestra a continuación:

Tabla 36.*Porcentaje reducible según categoría*

Categoría de Edificación	Porcentaje de Carga Viva
A y B	50%
C (Edf. Comunes)	25%
Depósitos	80%
Azoteas y Techos	25%
Tanques, Silos	100%

Nota: Adaptado de "NTE E.030"

La edificación tendrá el uso de un Centro de Salud, por lo tanto de acuerdo con la Tabla 5 de la NTE E.030-2016, la categoría de edificación que le corresponde es del Tipo A. Luego utilizamos el Ítem 4.3 de la NTE E.030-2016, para calcular el Peso Sísmico Efectivo. De esta forma tenemos:

$$P = (Peso Propio + CM) + 0.50(CV) + 0.25(CVT) \quad (16)$$

A. Cálculo del Peso Sísmico Efectivo.**Tabla 37.***Alturas*

Piso	Totales	Entrepiso
1	3.65	3.575
2	3.50	1.75

Nota: (Elaboración propia)**Tabla 38.***Metrado de cargas de columnas*

	Número	b	t	Pesos x Piso	
				1°	2°
Columnas	15	0.3	0.4	15444	7560

Nota: (Elaboración propia)**Tabla 39***Metrado de cargas de vigas*

	Número	Longitud	b	h	Peso
V1 X-X	6	4	0.3	0.4	6912
V2 X-X	6	4.2	0.3	0.4	7257.6
V1 Y-Y	5	3.7	0.3	0.4	5328

	Número	Longitud	b	h	Peso
V2 Y-Y	5	2.7	0.3	0.4	3888
Total x Piso					23385.6

Nota: (Elaboración propia)

Tabla 40.

Metrado de cargas de losas aligeradas

Aligerados	Espesor	Losa Superior	N° Paños	LX	LY	Área	m³/m²	Peso
1 Dir.	20	5	2	4.4	4	35.2	0.0875	7392
1 Dir.	20	5	2	4.6	4	36.8	0.0875	7728
2 Dir.	20	5	2	4.4	3	26.4	0.0875	5544
2 Dir.	20	5	2	4.6	3	27.6	0.0875	5796
Total x Piso								26460

Nota: (Elaboración propia)

Tabla 41.

Carga muerta

Piso	CM	Peso
1	370	46620
2	100	12600

Nota: (Elaboración propia)

Tabla 42.

Carga viva

Piso	CV	Peso
1	400	50400
2	-	-

Nota: (Elaboración propia)

Tabla 43.

Carga viva techo

Piso	CVT	Peso
1	-	-
2	100	12600

Nota: (Elaboración propia)

Tabla 44.*Peso sísmico efectivo calculado*

Piso	Peso Propio	CM	CV(50%)	CVT(25%)	Peso x Piso
1	65289.6	46620	25200	-	137109.6
2	57405.6	12600	-	3150	73155.6
Peso Total					210265.2

Nota: (Elaboración propia)**B. Cálculo del Peso Sísmico Efectivo con Etabs V16.**

Story	Diaphragm	Mass X kg	Mass Y kg	XCM m	YCM m	Cumulative X kg	Cumulative Y kg
Techo	D1	73155.6	73155.6	9	3.5466	73155.6	73155.6
Piso D1	D1	137109.6	137109.6	9	3.5344	210265.2	210265.2

Figura 84. Peso sísmico efectivo M III.A. (Elaboración propia con Etabs v.16).

$$P = 210265.20 \text{ kg}$$

C. Resumen de Peso Sísmico Efectivo.**Tabla 45.***Resumen peso sísmico efectivo*

Peso Sismico Efectivo		
M - I	195576.00	kg
M - II	157132.50	kg
M - III.A	210265.20	kg
M - III.B	220811.00	kg
M - III.C	53083.90	kg
M - IV.A	151940.05	kg
M - IV.B	70719.30	kg
M - V.A	64425.50	kg
M - V.B	17753.14	kg

Nota: (Elaboración propia).**4.3.5. Cálculo del Cortante Estático en la Base.**

$$V = \left(\frac{Z * U * C * S}{R} \right) * P \quad (17)$$

Teniendo en cuenta en todo momento de que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125 \quad (18)$$

A. Parámetros de Diseño

$Z = 0.245$ Factor de Zona (Según estudio de Peligro Sísmico).

$U = 1.5$ Factor de Uso de edificación Tipo A. (Tabla N°5 NTE E.030)

$S = 1.15$ S2. Suelo Intermedio (Tabla N°3 NTE E.030 y Estudio de suelo)

$R_X - R_Y = 8$ Sistema Estructural Pórticos (Tabla N°7 NTE E.030)

$C = 2.5$

B. Determinación del Periodo Fundamental (T) de la Estructura.

$$T_{1-X} = 0.315 \text{ seg.}$$

$$T_{2-Y} = 0.372 \text{ seg.}$$

D. Cálculo del Valor del Factor de Amplificación Sísmica.

$$C = \begin{cases} 2.5 & , \quad T \leq T_p \\ 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) & , \quad T_p < T \leq T_L \\ 2.5 \left(\frac{T_p T_L}{T^2} \right) & , \quad T > T_L \end{cases} \quad (19)$$

De acuerdo con estas afirmaciones, los valores para el perfil de suelo S2 son:

$$T_p = 0.60 \text{ seg.}$$

$$T_L = 2.00 \text{ seg.}$$

$$T_{1-X} = 0.315 \leq T_p = 0.60$$

$$T_{2-Y} = 0.372 \leq T_p = 0.60$$

$$\therefore C_X = C_Y = 2.5$$

E. Evaluar el Valor de $C/R \geq 0.125$.

$$\frac{C}{R} = \frac{2.5}{8} = 0.3125 \geq 0.125$$

F. Determinar el Valor de Coeficiente cortante Basal C_S .

$$ZUS \frac{C}{R} = (0.245) * (1.5) * (1.15) * (0.3125) = 0.13207031$$

G. Cálculo del Valor del Factor Exponencial de Distribución.

$$k = \begin{cases} 1.0 & , T \leq 0.5s \\ 0.75 + 0.5T \leq 2.0 & , T > 0.5s \end{cases} \quad (20)$$

$$K_X = K_Y = 1.0$$

H. Cálculo del Cortante en la Base.

Tabla 46.

Peso total

Piso	Peso Propio	CM	CV(50%)	CVT(25%)	Peso x Piso
1	65289.6	46620	25200	-	137109.6
2	57405.6	12600	-	3150	73155.6
Peso Total					210265.2

Nota: (Elaboración propia)

$$P = 0.13207031 * 210265.20$$

$$V = 27.7698 \text{ Tn.}$$

Type	Direction	Eccentricity %	Ecc. Overriden	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf
Seismic	X + Ecc. Y	5	<input type="checkbox"/>	Techo	Base	0.13207	1	210.2652	27.7698
Seismic	Y + Ecc. X	5	<input type="checkbox"/>	Techo	Base	0.13207	1	210.2652	27.7698

Figura 85. Fuerza Cortante en la Base. (Elaboración propia con Etabs v.16)

Tabla 47.*Resumen de fuerza cortante en la base (X – Y)*

Fuerza Cortante en la Base		
M - I	25.8298	tn
M - II	20.7525	tn
M - III.A	27.7698	tn
M - III.B	29.1626	tn
M - III.C	7.0108	tn
M - IV.A	20.0668	tn
M - IV.B	9.3399	tn
M - V.A	8.5087	tn
M - V.B	2.3447	tn

Nota: (Elaboración propia).

4.3.6. Cálculo del Cortante Dinámico.

El cortante dinámico es determinado mediante la incorporación de un espectro de diseño, que combinando todos los efectos producidos por las formas modales mediante métodos conocidos de combinación modal se logra obtener un valor para el cortante en la base. (Palomino, 2016, p. 28).

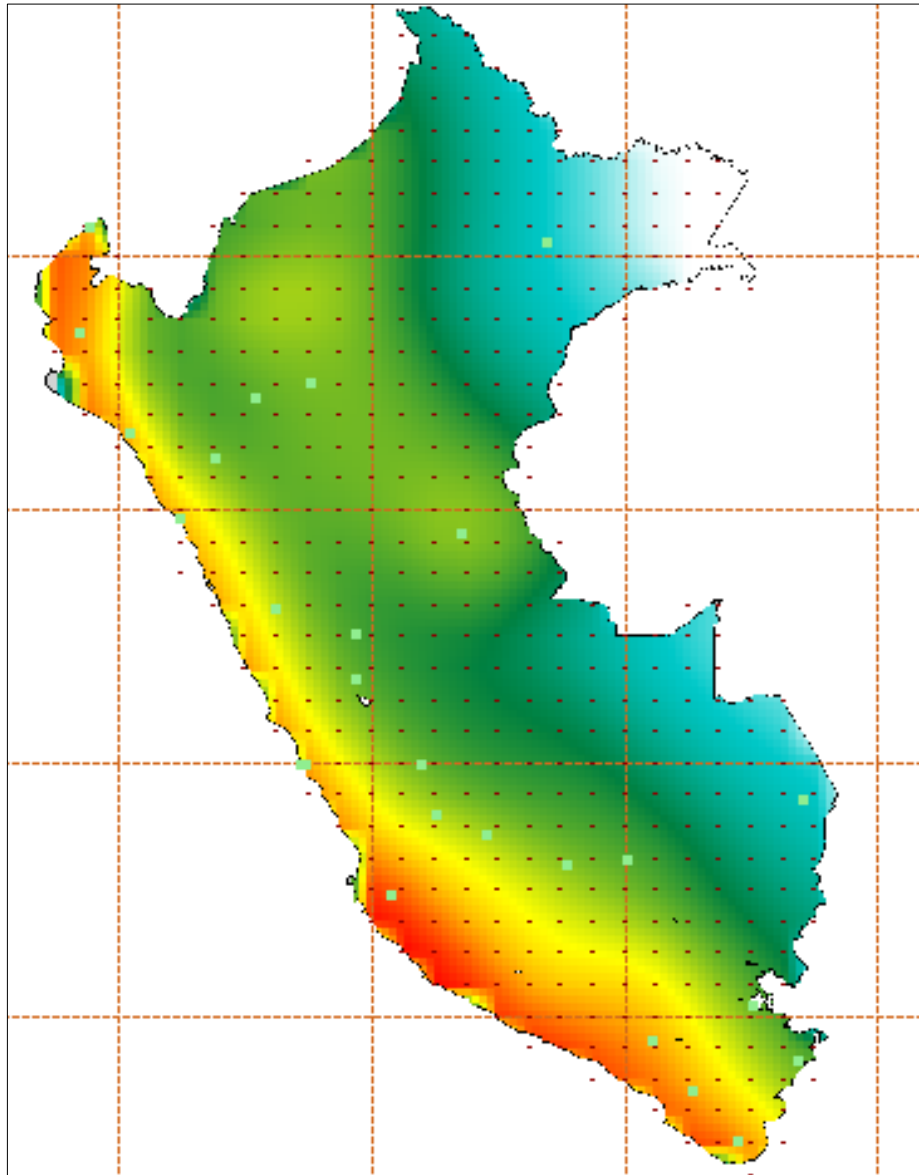


Figura 86. Zonificación según análisis de peligro sísmico. (Elaboración propia con R-CRISIS v.18.4.1).

Según el Estudio de Peligro Sísmico, se tiene un 0.245 g de aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Teniendo así nuestro nuevo factor de Zona $Z = 0.245$.

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} * g \quad (21)$$

- $Z = 0.245$ Factor de Zona (Según estudio de Peligro Sísmico).
 $U = 1.5$ Factor de Uso de edificación Tipo A. (Tabla N°5 NTP E.030)
 $S = 1.15$ S2. Suelos Intermedios (Tabla N°3 NTP E.030 y Estudio de suelo)
 $R_x - R_y = 8$ Sistema Estructural Pórticos (Tabla N°7 NTP E.030)
 $g =$ Aceleración de la Gravedad

Tabla 48.

Espectro de aceleración sísmica

Periodo (T)	Factor de Amplificación Sísmica (C)	Aceleración Espectral (ZUCS/R)	Periodo (T)	Factor de Amplificación Sísmica (C)	Aceleración Espectral (ZUCS/R)
0	2.5	0.132070313	0.65	2.307692308	0.12191106
0.02	2.5	0.132070313	0.7	2.142857143	0.11320313
0.04	2.5	0.132070313	0.75	2	0.10565625
0.06	2.5	0.132070313	0.8	1.875	0.09905273
0.08	2.5	0.132070313	0.85	1.764705882	0.0932261
0.1	2.5	0.132070313	0.9	1.666666667	0.08804688
0.12	2.5	0.132070313	0.95	1.578947368	0.08341283
0.14	2.5	0.132070313	1	1.5	0.07924219
0.16	2.5	0.132070313	1.6	0.9375	0.04952637
0.18	2.5	0.132070313	2	0.75	0.03962109
0.2	2.5	0.132070313	2.5	0.48	0.0253575
0.25	2.5	0.132070313	3	0.333333333	0.01760938
0.3	2.5	0.132070313	4	0.1875	0.00990527
0.35	2.5	0.132070313	5	0.12	0.00633938
0.4	2.5	0.132070313	6	0.083333333	0.00440234
0.45	2.5	0.132070313	7	0.06122449	0.00323438
0.5	2.5	0.132070313	8	0.046875	0.00247632
0.55	2.5	0.132070313	9	0.037037037	0.0019566
0.6	2.5	0.132070313	10	0.03	0.00158484

Nota: (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

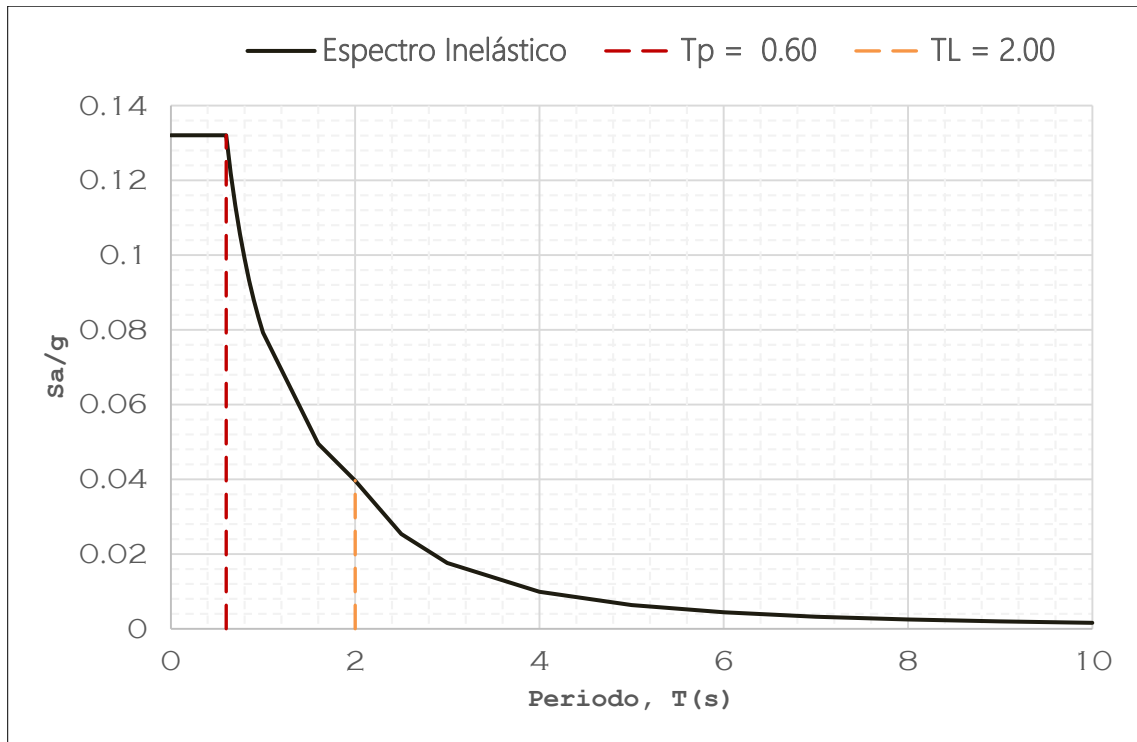


Figura 87. Espectro de aceleración sísmica. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

A. Cortante Dinámico en la Base

El cortante del análisis sísmico dinámico en la base del Centro de Salud será:

Tabla 49.

Fuerza cortante dinámico en la base

	Direccion X		Direccion Y	
M - I	22.8396	Tn	22.8396	tn
M - II	20.6337	Tn	20.7572	tn
M - III.A	25.5159	Tn	26.3281	tn
M - III.B	26.0897	Tn	27.2559	tn
M - III.C	6.9708	Tn	6.9913	tn
M - IV.A	18.4897	Tn	19.0072	tn
M - IV.B	9.342	Tn	9.342	tn
M - V.A	8.5104	Tn	8.5104	tn
M - V.B	2.3452	Tn	2.3452	tn

Nota: (Elaboración propia).

4.4. DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS DE PISO

Para tener la seguridad de que nuestra edificación o construcción sea lo suficientemente rígido ante fuerzas laterales, esto es, que no se presenten desplazamientos excesivos en las principales direcciones de análisis, en E.030-2016, el Artículo 5.1 nos indica lo siguiente:

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas.

Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 1,0 R los resultados obtenidos del análisis.

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 4.5.2 ni el cortante mínimo en la base especificado.

$$\Delta_{inelástico-i} = \begin{cases} 0.75R\Delta_{elástico-i} & \text{Regular} \\ R\Delta_{elástico-i} & \text{Irregular} \end{cases}$$

Factor de reducción (R): 8.00

A. Derivas Inelásticas en Dirección X.

Tabla 50.

Derivas inelásticas módulo I. (Dir. X)

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas $\Delta_{elástica}$	Derivas inelásticas $\Delta_{inelástica}$	Derivas inelásticas $\Delta(\%)$	Deriva límite Δ_{limite}
Techo	3.75	1.517	0.000405	0.002430	0.243	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).

Tabla 51.*Derivas inelásticas módulo II. (Dir. X)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	3.75	1.537	0.00041	0.002460	0.246	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 52.***Derivas inelásticas módulo III.A (Dir. X)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	3.50	4.823	0.000604	0.003624	0.362	0.700
Piso 1	3.65	2.723	0.000746	0.004476	0.448	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 53.***Derivas inelásticas módulo III.B (Dir. X)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	3.50	3.266	0.00045	0.002700	0.270	0.700
Piso 1	3.65	1.698	0.000465	0.002790	0.279	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 54.***Derivas inelásticas módulo III.C (Dir. X)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	3.65	1.713	0.000469	0.002814	0.281	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).

Tabla 55.*Derivas inelásticas módulo IV.A (Dir. X)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	2.70	2.802	0.000465	0.002790	0.279	0.700
Piso 1	2.85	1.554	0.000545	0.003270	0.327	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 56.***Derivas inelásticas módulo IV.B (Dir. X)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	3.85	1.34	0.000348	0.002088	0.209	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 57.***Derivas inelásticas módulo V.A (Dir. X)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	2.85	0.900	0.000316	0.001896	0.190	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 58.***Derivas inelásticas módulo V.B (Dir. X)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	2.85	0.615	0.000216	0.001296	0.130	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).

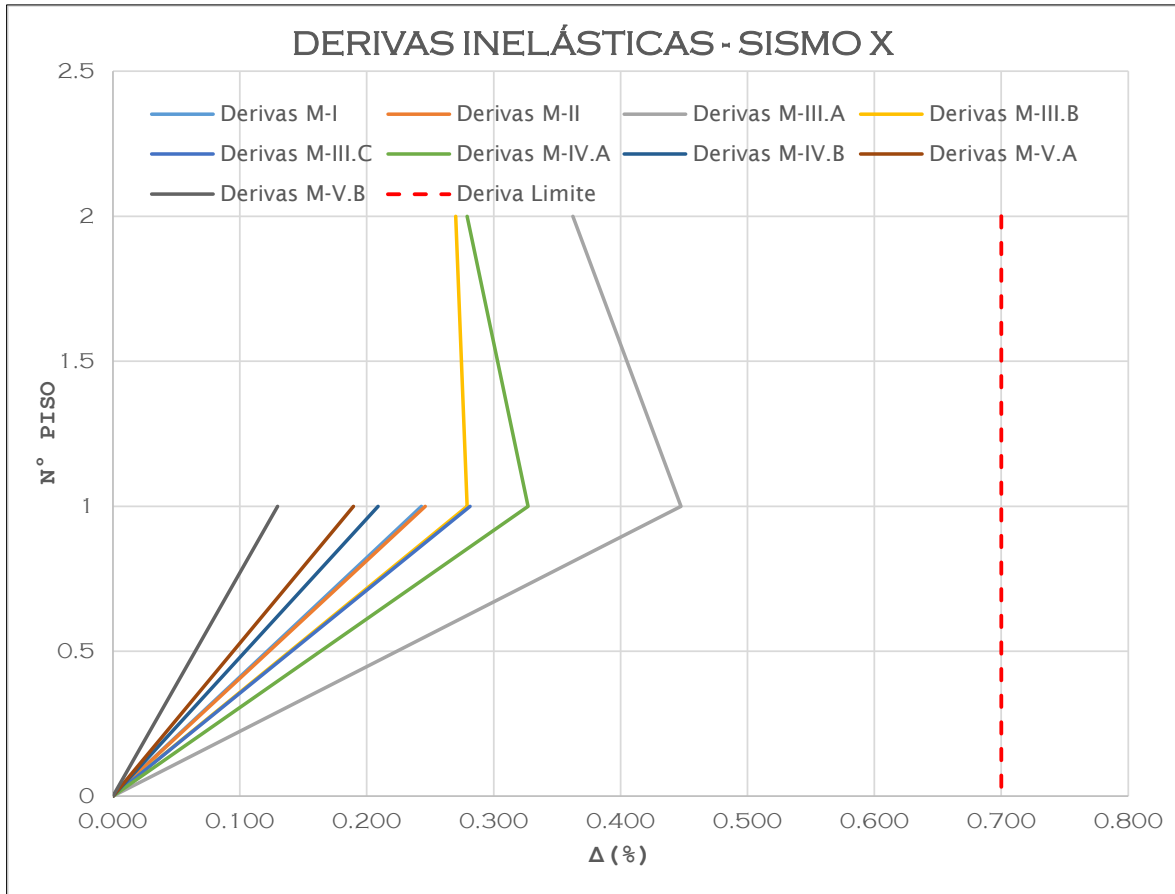


Figura 88. Derivas inelásticas en dirección X [Análisis Dinámico]. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

B. Derivas Inelásticas en Dirección Y

Tabla 59.

Derivas inelásticas módulo I (Dir. Y)

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	3.75	2.377	0.000634	0.003804	0.380	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).

Tabla 60.*Derivas inelásticas módulo II (Dir. Y)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	3.75	2.766	0.000738	0.004428	0.443	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 61.***Derivas inelásticas módulo III.A (Dir. Y)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	3.50	6.641	0.000726	0.004356	0.436	0.700
Piso 1	3.65	4.119	0.001128	0.006768	0.677	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 62.***Derivas inelásticas módulo III.B (Dir. Y)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	3.50	5.155	0.00059	0.003540	0.354	0.700
Piso 1	3.65	3.104	0.000851	0.005106	0.511	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 63.***Derivas inelásticas módulo III.C (Dir. Y)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	3.75	1.551	0.000425	0.002550	0.255	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).

Tabla 64.*Derivas inelásticas módulo IV.A (Dir. Y)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	2.70	4.426	0.000631	0.003786	0.379	0.700
Piso 1	2.85	2.734	0.000959	0.005754	0.575	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 65.***Derivas inelásticas módulo IV.B (Dir. Y)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	3.85	2.171	0.000564	0.003384	0.338	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 66.***Derivas inelásticas módulo V.A (Dir. Y)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	2.85	0.846	0.000297	0.001782	0.178	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).**Tabla 67.***Derivas inelásticas módulo V.B (Dir. Y)*

Piso	Altura m	Desp. mm	Derivas Δ elástica	Derivas inelásticas Δ inelástica	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ limite
Techo	2.85	0.635	0.000223	0.001338	0.134	0.700
Base	-	-	-	-	0	0.700

Nota: (Elaboración propia).

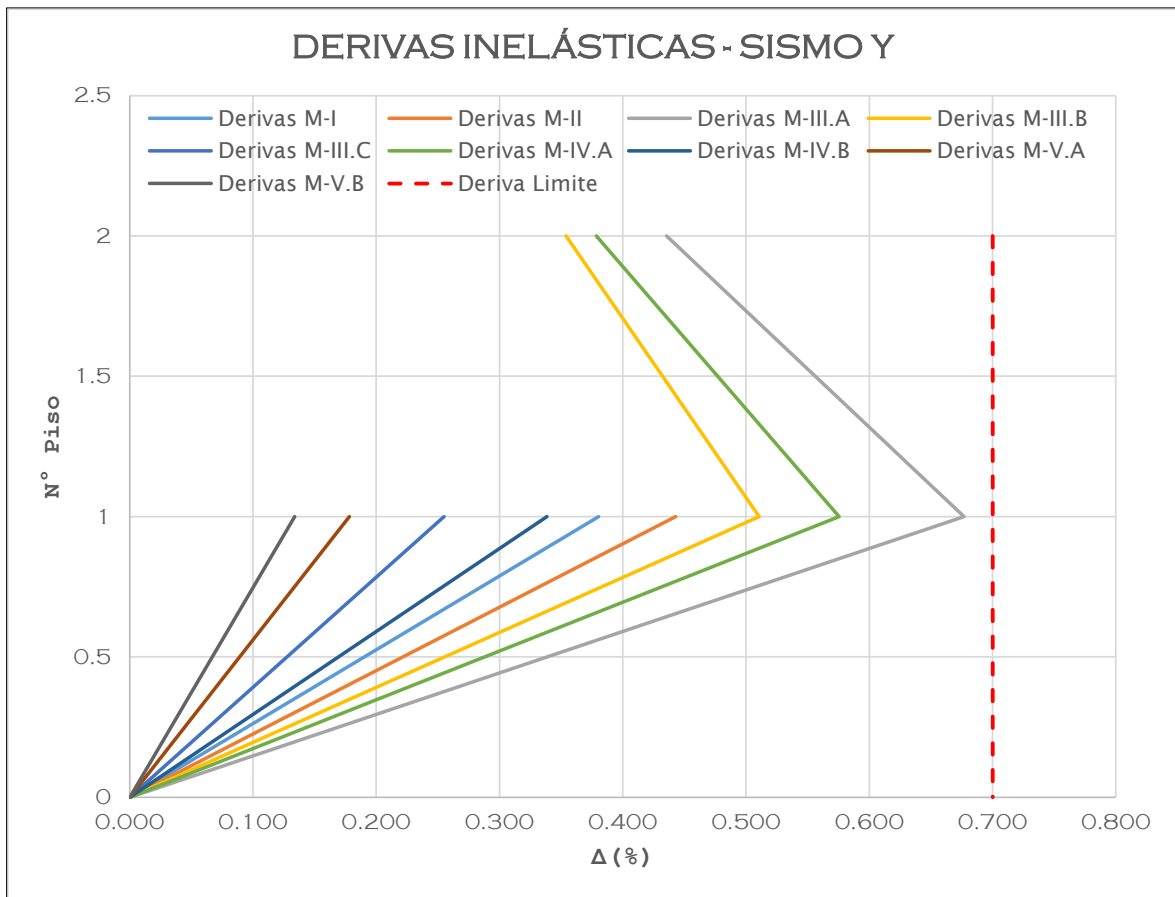


Figura 89. Derivas inelásticas en dirección Y [Análisis Dinámico]. (Elaboración propia con Microsoft Excel v.13).

4.5. FUERZA CORTANTE MÍNIMA.

Para efectos de diseño, luego de haber realizado el análisis estático y dinámico del edificio y haber realizado la verificación de la rigidez, la norma indica que debemos verificar que el cortante obtenido mediante AMRE (Artículo 4.6) debe ser igual a por lo menos como se indica en el Artículo 4.6.4 de la NTE E.030. Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares. (Palomino, 2016)

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos. Teniendo en cuenta estas afirmaciones, se tienen las siguientes reglas para verificar el cortante dinámico en la base a los porcentajes mínimos establecidos:

$$V_{Diseño} \geq \begin{cases} 0.80V_{FLEI} & \text{Regular} \\ 0.90V_{FLEI} & \text{Irregular} \end{cases}$$

De acuerdo con nuestro modelo, la estructura es totalmente regular tanto en planta como en altura, por lo tanto, $V_{DISEÑO - AMRE} = 0.80V_{ESTATICO}$.

Tabla 68.

Cortante estático y dinámico en la dirección X

Módulos	Cortante Estático (Tn)	0.80 * (VEstático)	Cortante de Diseño (Tn)	Condición VDiseño >0.80*(VEstático)
M - I	25.83	20.66	22.84	Cumple
M - II	20.75	16.60	20.63	Cumple
M - III.A	27.77	22.22	25.52	Cumple
M - III.B	29.16	23.33	26.09	Cumple
M - III.C	7.01	5.61	6.97	Cumple
M - IV.A	20.07	16.05	18.49	Cumple
M - IV.B	9.34	7.47	9.34	Cumple
M - V.A	8.51	6.81	8.51	Cumple
M - V.B	2.34	1.88	2.35	Cumple

Nota: (Elaboración propia)

Tabla 69.

Cortante estático y dinámico en la dirección Y

Módulos	Cortante Estático (Tn)	0.80 * (VEstático)	Cortante de Diseño (Tn)	Condición VDiseño >0.80*(VEstático)
M - I	25.83	20.66	22.84	Cumple
M - II	20.75	16.60	20.76	Cumple
M - III.A	27.77	22.22	26.33	Cumple
M - III.B	29.16	23.33	27.26	Cumple
M - III.C	7.01	5.61	6.99	Cumple
M - IV.A	20.07	16.05	19.01	Cumple
M - IV.B	9.34	7.47	9.34	Cumple
M - V.A	8.51	6.81	8.51	Cumple
M - V.B	2.34	1.88	2.35	Cumple

Nota: (Elaboración propia)

Como cumple con la condición del cortante mínimo en la base en ambas direcciones (X e Y), no hace falta escalar el valor mínimo.

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD

5.1.1. Resultado del Análisis del Peligro Sísmico Probabilístico

Conocidas la sismicidad de las fuentes y los modelos de atenuación de las ondas sísmicas generadas en cada una de éstas, el peligro sísmico se puede calcular considerando la suma de los efectos de la totalidad de las fuentes sismogénicas, la distancia entre cada fuente y el sitio de interés que se requiere evaluar.

La evaluación del peligro sísmico en el presente trabajo se ha realizado utilizando el programa de cómputo R-CRISIS Ver 18.4.1, desarrollado y actualizado por Ordaz et al (2017), este programa tiene suministrado en su base de datos la metodología de cálculo de la probabilidad total desarrollada por Cornell (1968).

Se suministró las coordenadas geográficas de cada capital de departamento de Perú, incluyendo la ubicación del área de estudio (Kelluyo), asimismo se calculó la rejilla de un ancho de 0.5 de incremento en ambas direcciones, desde el origen longitud -82° , latitud -19° , como se muestra en la Figura 90.

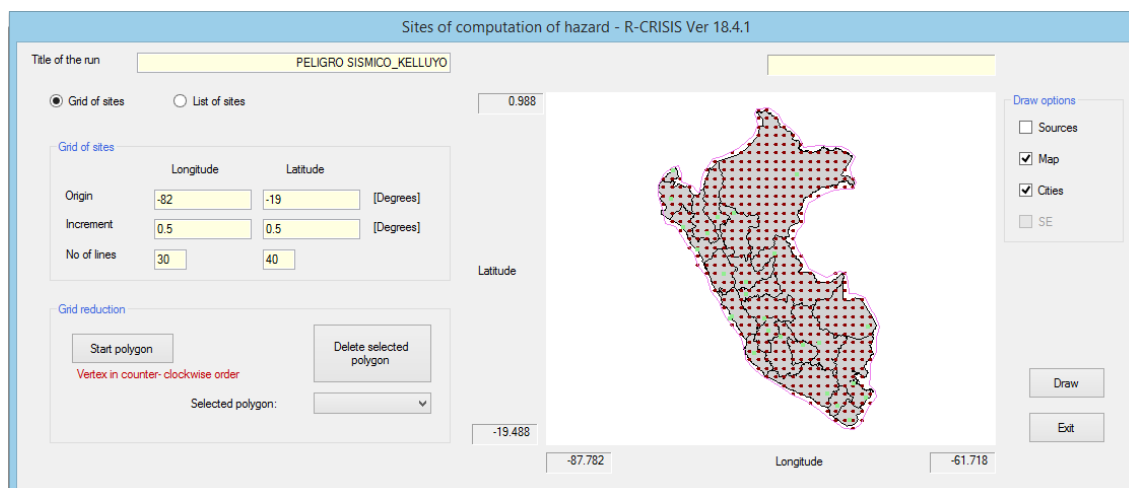


Figura 90. Rejilla de puntos y el lugar de análisis utilizado en la presente investigación. (Elaboración propia con R-CRISIS V.18.4.1).

Los parámetros globales de integración y periodos de retornos utilizados, se muestran a continuación (Figura 91).

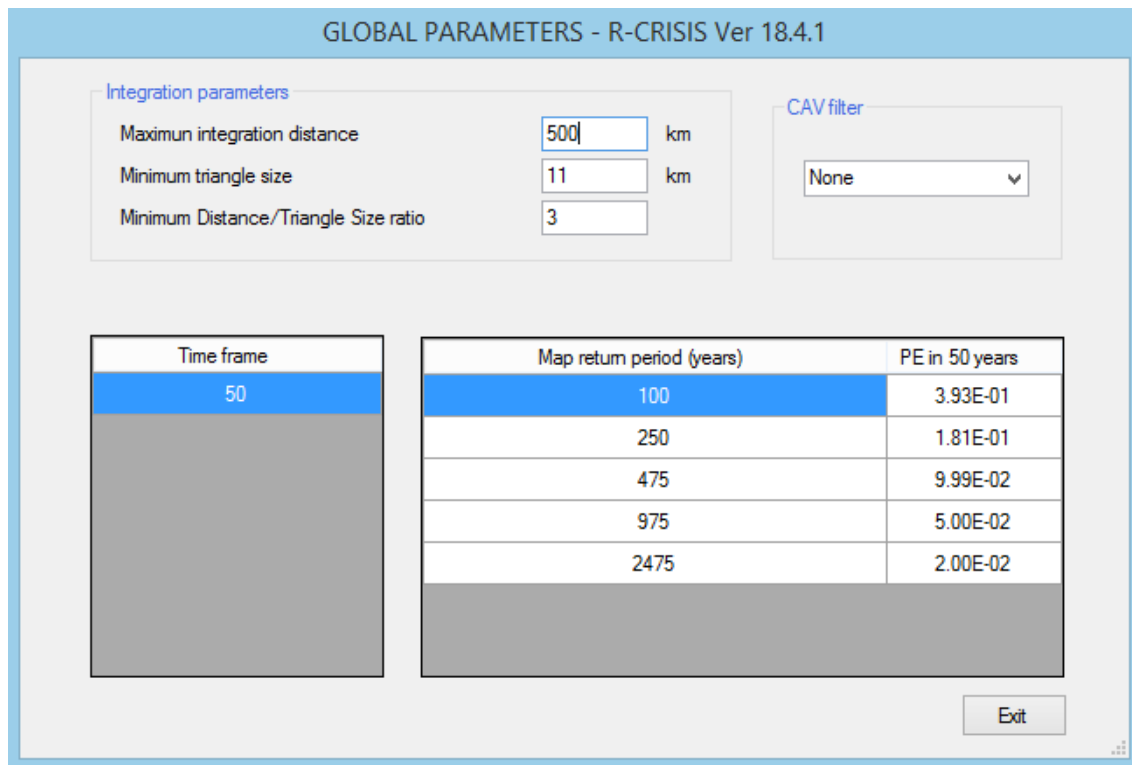


Figura 91. Parámetros globales. (Elaboración propia con R-CRISIS V.18.4.1).

Los resultados del análisis obtenido con el programa R-CRISIS 2018, son las aceleraciones horizontales esperadas para los periodos calculados de $T=0.00$ seg al $T=3.00$ segundos., correspondientes al periodo de retorno de 475 años; para el distrito de Kelluyo, para la aceleración máxima (PGA).

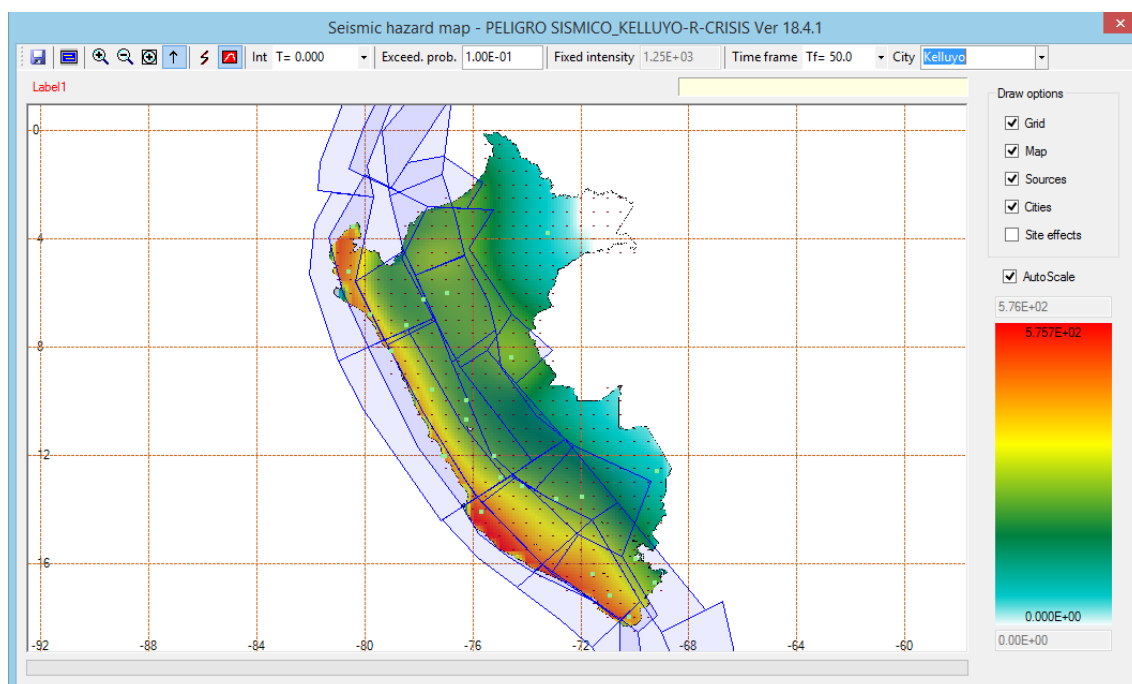


Figura 92. Mapa de peligro sísmico. (Elaboración propia con R-CRISIS V.18.4.1).

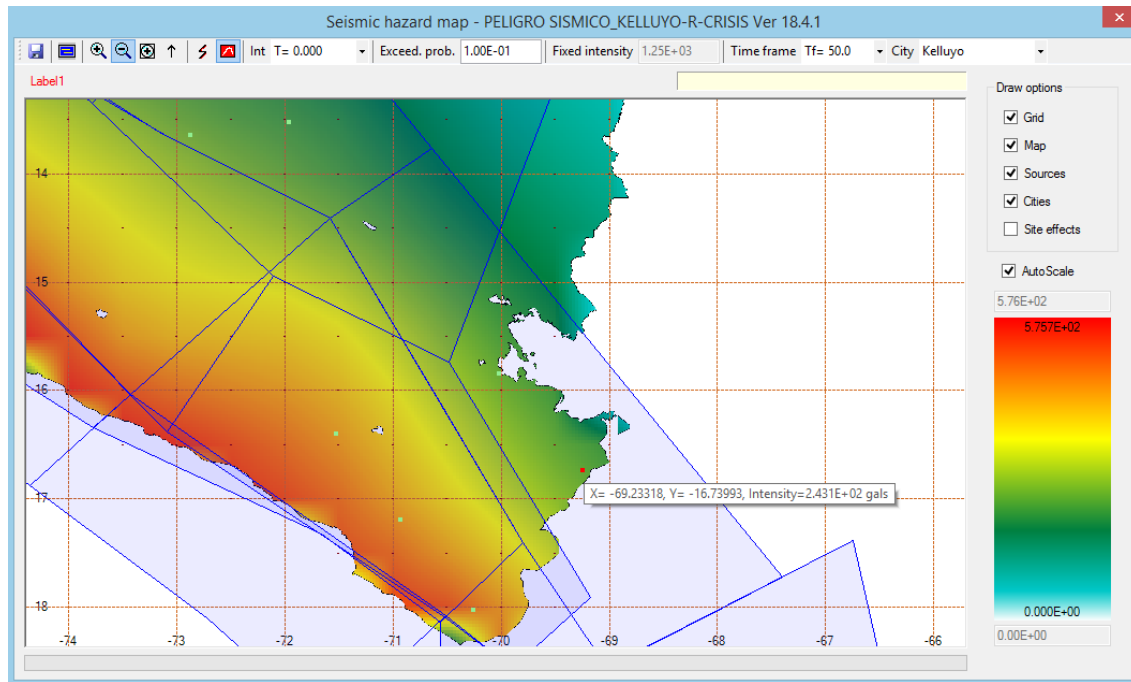


Figura 93. Mapa de isoaceleración del distrito de Kelluyo, para $T=0.000$ segundos y 475 años de periodo de retorno. (Elaboración propia con R-CRISIS V.18.4.1).

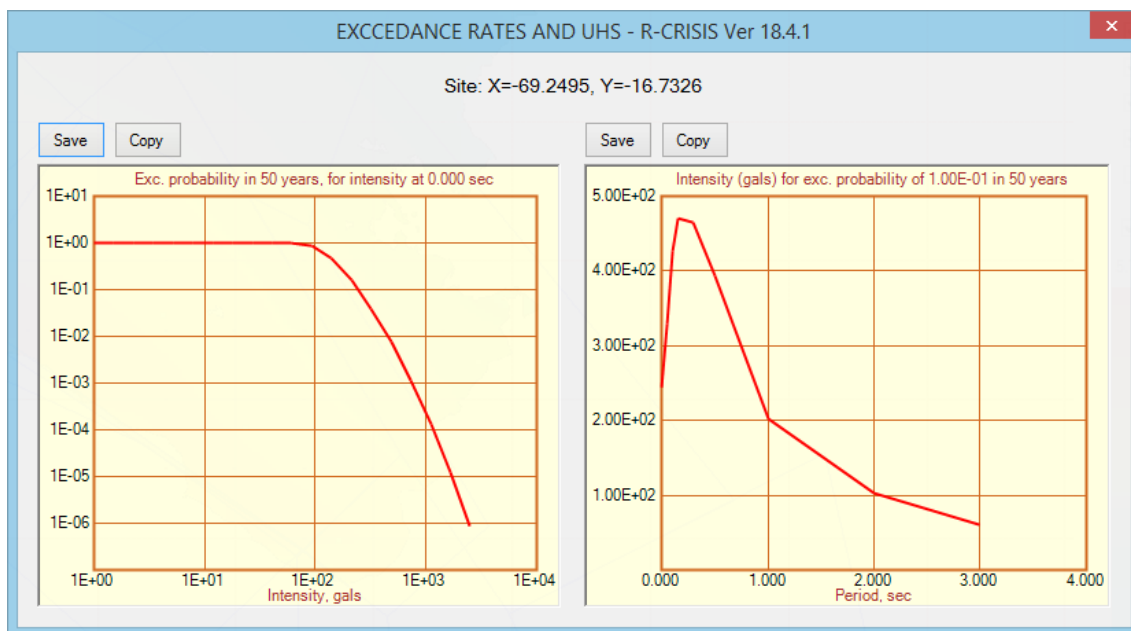


Figura 94. Tasas de excedencia y espectro de peligro uniforme del distrito de Kelluyo para $T=0.000$ segundos y 475 años de periodo de retorno. (Elaboración propia con R-CRISIS V.18.4.1).

La aceleración máxima (PGA) evaluado en suelo firme para el distrito de Kelluyo es de 0.245g. Este valor de aceleración corresponde a un periodo de retorno de 475 años, con un periodo de exposición sísmica de 50 años, para un periodo estructural $T=0.000$ segundos.

Parámetro de Evaluación

En la tabla 70, se muestra la Escala de intensidades de Mercalli Modificada (MM). La intensidad es un parámetro que nos permite medir el movimiento del suelo, evaluando los efectos producidos (daños y pérdidas) por el sismo en una zona geográfica determinada. (CENEPRED, 2014).

De acuerdo a nuestro resultado del cálculo de peligro sísmico de la zona de estudio, tenemos una aceleración máxima (PGA), de 0.245g, llegándose a evaluar una intensidad del orden de IX en la escala de Mercalli Modificada (MM), con una percepción del sismo muy destructivo.

Tabla 70.

Escala de Mercalli Modificada (MM).

Grado del Sismo	Aceleración sísmica (g)	Percepción del temblor	Potencia del daño
I	< 0.001	Muy débil	Ninguno
II	0.001 - 0.0025	Débil	Ninguno
III	0.0025 - 0.0061	Leve	Ninguno
IV	0.0061 - 0.010	Moderado	Ninguno
V	0.010 - 0.020	Poco fuerte	Muy Leve
VI	0.020 - 0.036	Fuerte	Leve
VII	0.036 - 0.061	Muy fuerte	leve a Moderado
VIII	0.061 - 0.102	Destructivo	Moderado a fuerte
IX	0.102 - 0.255	Muy destructivo	Fuerte
X	0.255 - 0.510	Desastroso	Muy fuerte
XI	> 0.510	Muy desastroso	Catastrófico
XII	-----	Catastrófico	Destrucción total

Nota: Adaptado de "Instituto Geofísico del Perú" IGP, 2012.

5.1.2. Resultado del Estudio Hidrológico

Con los datos proporcionados por el programa ArcGIS se desarrolló el cálculo de la precipitación media para la Cuenca Callaccame e intercuenca 0155, con la finalidad de determinar la altura de precipitación que presenta la zona de estudio para ello se aplicó el método de Isoyetas y polígonos de Thiessen. Para obtener la precipitación media de las cuencas (Tabla 71, 72, 73 y 74); se usó como dato base la precipitación promedio anual de cada estación y el área de influencia dentro de la cuenca.

Tabla 71.

Precipitación media según Polígonos de Thiessen de la cuenca Callaccame.

N°	Estación	P (mm)	A (km ²)	P x A	Precipitación media (mm) ($\sum P \cdot A / \sum A$)
1	Pizacoma	514.13	106.10	54549.35	726.68
2	Desaguadero	734.50	511.70	375846.05	
3	Mazocruz	506.24	236.53	119740.44	
5	Juli	892.14	426.80	380764.34	
6	Yunguyo	777.44	1.33	1030.50	
$\sum = 1282.45$				$\sum = 931930.68$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 72.

Precipitación media según Isoyetas de la cuenca Callaccame

Polígono	A (km ²)	Isoyetas de Precipitación		P (mm)	P x A	Precipitación media (mm) ($\sum P \cdot A / \sum A$)
1	10.60	860	840	850	9011.15	706.01
2	32.03	840	820	830	26585.25	
3	36.16	820	800	810	29290.70	
4	37.25	800	780	790	29425.00	
5	50.94	780	760	770	39224.81	
6	63.98	760	740	750	47982.18	
7	226.65	740	720	730	165455.19	
8	267.93	720	700	710	190231.46	
9	192.42	700	680	690	132771.21	
10	130.04	680	660	670	87124.22	
11	99.83	660	640	650	64886.34	
12	76.70	640	620	630	48323.10	

Polígono	A (km ²)	Isoyetas de Precipitación		P (mm)	P x A	Precipitación media (mm) ($\sum P \cdot A / \sum A$)
13	47.16	620	600	610	28766.51	706.01
14	10.77	600	580	590	6353.71	
$\sum = 1282.454$				$\sum = 905430.84$		

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 73.

Precipitación media según Polígonos de Thiessen de la Intercuenca 0155

N°	Estación	P (mm)	A (km ²)	P x A	Precipitación media (mm) ($\sum P \cdot A / \sum A$)
1	Pizacoma	514.13	376.00	193311.98	552.94
2	Desaguadero	734.50	80.39	59047.74	
3	Mazocruz	506.24	0.08	42.49	
		$\sum = 456.47$		$\sum = 252402.21$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 74.

Precipitación media según Isoyetas de la Intercuenca 0155.

Polígono	A (km ²)	Isoyetas de Precipitación		P (mm)	P x A	Precipitación media (mm) ($\sum P \cdot A / \sum A$)
1	6.52	740	720	730	4761.23	615.58
2	8.82	720	700	710	6264.90	
3	9.03	700	680	690	6228.84	
4	36.99	680	660	670	24780.03	
5	53.12	660	640	650	34525.52	
6	72.80	640	620	630	45865.09	
7	93.98	620	600	610	57325.56	
8	92.63	600	580	590	54654.29	
9	58.43	580	560	570	33302.77	
10	24.15	560	540	550	13283.81	
$\sum = 456.465$		$\sum = 280992.044$				

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Después de obtener la precipitación media de cada cuenca podemos decir que la zona de Kelluyo se verá relacionado con una precipitación promedio de 716.35 mm y 584.26 mm que presenta la Cuenca Callaccame e Intercuenca 0155 respectivamente.

Así mismo fue necesario determinar las precipitaciones máximas que presentará la zona de Kelluyo, las cuales fueron analizados para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años, para ello se tuvo como datos base los registrados en la Tabla 24.

Las Tablas 75, 76, 77, 78, 79 y 80 registran las precipitaciones máximas para sus respectivos periodos de análisis de la Cuenca Callaccame, resultados que están en complicidad al área de influencia de cada estación en la cuenca en estudio.

Tabla 75.

Precipitación máxima para un $Tr = 2$ años, Cuenca Callaccame

N°	Estación	P (mm)	A (km ²)	PxA	Precipitación máxima (mm) ($\sum P \cdot A / \sum A$)
1	Pizacoma	154.42	106.10	16383.71	
2	Desaguadero	222.01	511.70	113601.46	
3	Mazocruz	146.79	236.53	34719.39	209.31
5	Juli	242.42	426.80	103465.55	
6	Yunguyo	197.03	1.33	261.17	
			$\sum = 1282.45$	$\sum = 268431.29$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 76.

Precipitación máxima para un $Tr = 5$ años, Cuenca Callaccame

N°	Estación	P (mm)	A (km ²)	PxA	Precipitación máxima (mm) ($\sum P \cdot A / \sum A$)
1	Pizacoma	203.13	106.10	21551.50	
2	Desaguadero	278.57	511.70	142542.56	
3	Mazocruz	195.22	236.53	46173.78	261.63
5	Juli	292.74	426.80	124940.04	
6	Yunguyo	245.20	1.33	325.01	
			$\sum = 1282.45$	$\sum = 335532.89$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 77.*Precipitación máxima para un Tr = 10 años, Cuenca Callaccame*

N°	Estación	P (mm)	A (km2)	P*A	Precipitación máxima (mm) ($\sum P*A/\sum A$)
1	Pizacoma	235.42	106.10	24978.20	295.40
2	Desaguadero	316.01	511.70	161704.09	
3	Mazocruz	222.51	236.53	52629.24	
5	Juli	326.05	426.80	139158.02	
6	Yunguyo	276.76	1.33	366.85	
$\sum = 1282.45$				$\sum = 378836.40$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 78.*Precipitación máxima para un Tr = 20 años, Cuenca Callaccame*

N°	Estación	P (mm)	A (km2)	P*A	Precipitación máxima (mm) ($\sum P*A/\sum A$)
1	Pizacoma	266.40	106.10	28265.32	327.32
2	Desaguadero	351.93	511.70	180084.28	
3	Mazocruz	246.12	236.53	58213.78	
5	Juli	358.01	426.80	152796.25	
6	Yunguyo	306.94	1.33	406.85	
$\sum = 1282.45$				$\sum = 419766.48$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 79.*Precipitación máxima para un Tr = 50 años, Cuenca Callaccame*

N°	Estación	P (mm)	A (km2)	P*A	Precipitación máxima (mm) ($\sum P*A/\sum A$)
1	Pizacoma	306.69	106.10	32540.05	368.13
2	Desaguadero	398.43	511.70	203875.56	
3	Mazocruz	273.91	236.53	64786.31	
5	Juli	399.37	426.80	170449.53	
6	Yunguyo	346.19	1.33	458.88	
$\sum = 1282.45$				$\sum = 472110.35$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 80.*Precipitación máxima para un $Tr = 100$ años, Cuenca Callacame*

N°	Estación	P (mm)	A (km ²)	P*A	Precipitación máxima (mm) ($\sum P*A/\sum A$)
1	Pizacoma	337.19	106.10	35775.22	
2	Desaguadero	433.27	511.70	221703.78	
3	Mazocruz	293.18	236.53	69344.12	398.45
5	Juli	430.36	426.80	183678.19	
6	Yunguyo	375.98	1.33	498.37	
			$\sum = 1282.45$	$\sum = 510999.68$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Las Tablas 81, 82, 83, 84, 85 y 86 registran las precipitaciones máximas para los respectivos periodos de análisis de la Intercuenca 0155, resultados que están en complicidad al área de influencia de cada estación en la cuenca en estudio.

Tabla 81.*Precipitación máxima para un $Tr = 2$ años, Intercuenca 0155*

N°	Estación	P (mm)	A (mm)	PxA	Precipitación máxima (mm) ($\sum P*A/\sum A$)
1	Pizacoma	154.42	376.00	58060.61	
2	Desaguadero	222.01	80.39	17847.49	166.32
3	Mazocruz	146.79	0.08	12.32	
			$\sum = 456.47$	$\sum = 75920.42$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 82.*Precipitación máxima para un $Tr = 5$ años, Intercuenca 0155*

N°	Estación	P (mm)	A (mm)	PxA	Precipitación máxima (mm) ($\sum P*A/\sum A$)
1	Pizacoma	203.13	376.00	76374.20	
2	Desaguadero	278.57	80.39	22394.32	216.41
3	Mazocruz	195.22	0.08	16.38	
			$\sum = 456.47$	$\sum = 98784.90$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

Tabla 83.*Precipitación máxima para un $Tr = 10$ años, Intercuenca 0155*

N°	Estación	P (mm)	A (mm)	PxA	Precipitación máxima (mm) ($\sum P \cdot A \sum A$)
1	Pizacoma	235.42	376.00	88517.74	
2	Desaguadero	316.01	80.39	25404.71	249.61
3	Mazocruz	222.51	0.08	18.67	
			$\sum = 456.47$	$\sum = 113941.13$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).**Tabla 84.***Precipitación máxima para un $Tr = 20$ años, Intercuenca 0155*

N°	Estación	P (mm)	A (mm)	PxA	Precipitación máxima (mm) ($\sum P \cdot A \sum A$)
1	Pizacoma	266.40	376.00	100166.63	
2	Desaguadero	351.93	80.39	28292.36	281.46
3	Mazocruz	246.12	0.08	20.66	
			$\sum = 456.47$	$\sum = 128479.65$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).**Tabla 85.***Precipitación máxima para un $Tr = 50$ años, Intercuenca 0155*

N°	Estación	P (mm)	A (mm)	PxA	Precipitación máxima (mm) ($\sum P \cdot A \sum A$)
1	Pizacoma	306.69	376.00	115315.44	
2	Desaguadero	398.43	80.39	32030.11	322.84
3	Mazocruz	273.91	0.08	22.99	
			$\sum = 456.47$	$\sum = 147368.54$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).**Tabla 86.***Precipitación máxima para un $Tr = 100$ años, Intercuenca 0155*

N°	Estación	P (mm)	A (mm)	PxA	Precipitación máxima (mm) ($\sum P \cdot A \sum A$)
1	Pizacoma	337.19	376.00	126780.23	
2	Desaguadero	433.27	80.39	34831.04	354.10
3	Mazocruz	293.18	0.08	24.61	
			$\sum = 456.47$	$\sum = 161635.87$	

Nota: P = Precipitación, A = Área, \sum = Sumatoria. (Elaboración Propia con Microsoft Excel v.13).

5.2. RESULTADOS DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA

Los resultados del Índice de Seguridad Hospitalaria del Centro de Salud de primer nivel de atención I-3 de Kelluyo frente a desastres (sismo y lluvias torrenciales), resultaron de la siguiente manera:

Seguridad estructural: En la Figura 95, se aprecia que en el componente estructural prevalece el nivel medio con 59%, lo cual refleja que debemos mejorar en algunos aspectos a fin de que las instalaciones no sean vulnerables frente a un evento adverso, siendo necesario tomar medidas a corto plazo en relación a las mejoras propuestas.



Figura 95. Seguridad estructural. Adaptado de "Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad" por la OPS, 2010.

Seguridad no estructural: En la Figura 96, se observa que el grado de seguridad alto representa un 5%, el grado medio un 61% y el grado bajo un 34% relacionado a la seguridad del componente no Estructural. Lo que significa que el Centro de Salud se encuentra vulnerable e inseguro ante un evento adverso. Se requieren medidas a corto plazo para mitigar los problemas encontrados en la evaluación.



Figura 96. Seguridad no estructural. Adaptado de “Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad” por la OPS, 2010.

Seguridad funcional: En la Figura 97, se observa que el grado alto representa un 34%, el grado medio un 33% y el grado bajo un 33% relacionado a la seguridad funcional.

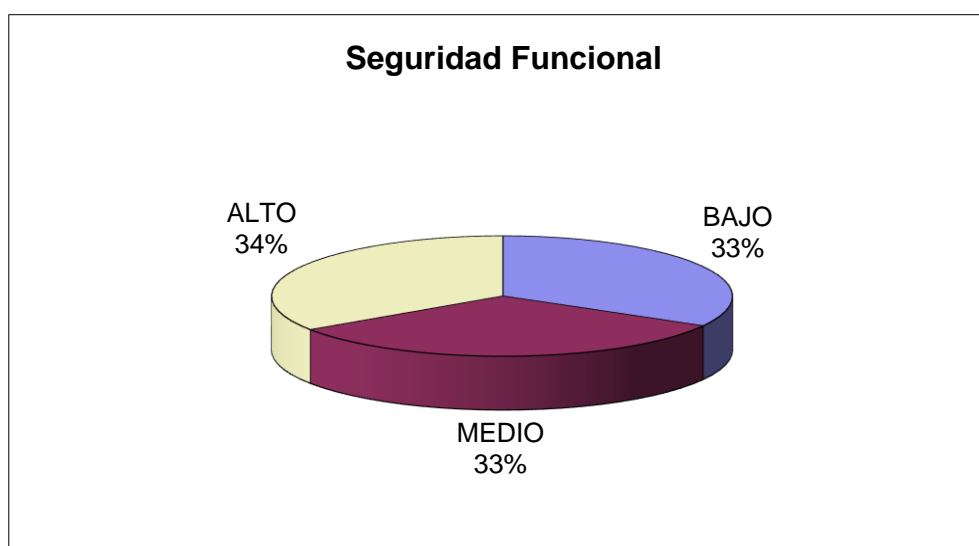


Figura 97. Seguridad funcional. Adaptado de “Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad” por la OPS, 2010.

La Figura 98, representa, en un rango de 0 a 1 el Índice de Seguridad definitivo de la institución, el cual es de 0.32, que determina la categoría “C” y 0.68 de vulnerabilidad.

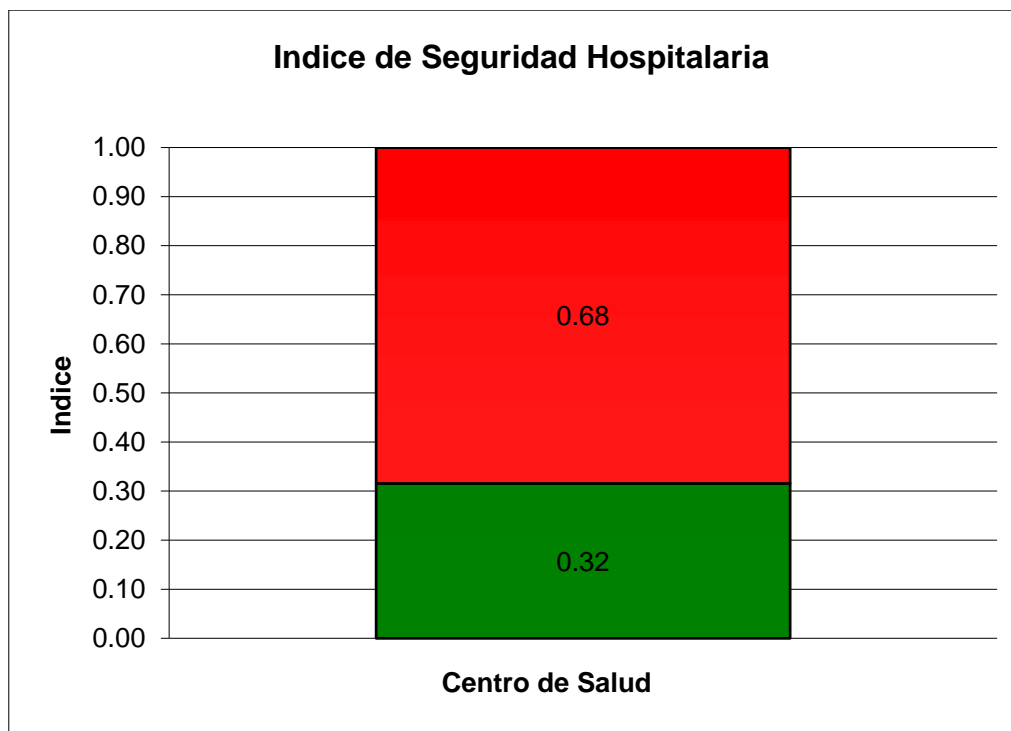


Figura 98. Índice de Seguridad del Centro de Salud – Kelluyo. Adaptado de “Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad” por la OPS, 2010.

Clasificación del establecimiento de salud: “C”

Tabla 87.

Categorización de Índice de Seguridad

Índice de seguridad	Categoría	¿Qué se tiene que hacer?
0 – 0.35	C	Se requieren medidas urgentes de manera inmediata, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento no son suficientes para proteger la vida de los pacientes y el personal durante y después de un desastre.
0.36 – 0.65	B	Se requieren medidas necesarias en el corto plazo, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento pueden potencialmente poner en riesgo a los pacientes, el personal y su funcionamiento durante y después de un desastre.
0.66 – 1	A	Aunque es probable que el hospital continúe funcionando en caso de desastres, se recomienda continuar con medidas para mejorar la capacidad de respuesta y ejecutar medidas preventivas en el mediano y largo plazo, para mejorar el nivel de seguridad frente a desastres.

Nota: Adaptado de “Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad” por la OPS, 2010.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye, que el Índice de Seguridad Hospitalaria del Centro de Salud de primer nivel de atención I – 3 de Kelluyo, fue de 0.32, que lo ubica en la categoría “C” según la clasificación de la Organización Panamericana de la Salud.

Para el componente Estructural, el resultado de la evaluación del índice de seguridad del Centro de Salud – Kelluyo es el siguiente: Alto 11%, Medio 59% y Bajo 30%, Lo que significa que para una seguridad baja del 30%, intervinieron el estado de los materiales de construcción, la seguridad de los cimientos, y la seguridad de la edificación frente a amenazas expuestas (sismos y lluvias torrenciales); de la misma manera para la seguridad media de 59%, intervinieron los daños estructurales ocasionados por sismos, adaptación de nuevas construcciones, irregularidad en planta, y el tipo de sistema empleado. Para la seguridad alta del 11% intervino que el establecimiento no presenta irregularidad en elevación, y no existe interacción de elementos no estructurales con la estructura. Concluyéndose así una vulnerabilidad alta.

Para el componente no Estructural, el resultado del Índice de Seguridad es: Alto 5%, Medio 61% y Bajo 34%. Lo que significa que para la seguridad alta de 5%, intervienen los siguientes aspectos: disposición de combustible y la no presencia de anegamientos por inadecuada evacuación de las aguas servidas. Por otro lado el grado medio de 61%, se da por consecuencia de problemas en el sistema eléctrico, iluminación, comunicación, distribución y calidad de agua, sistema de saneamiento, drenaje pluvial, falta de anclaje en equipos y mobiliarios y elementos arquitectónicos. Y para un grado de seguridad bajo de 34% intervienen las variables 13, 14, 21, 22, 23, 28, 29, 33, 34, 35, 36 y 42 del formulario 2. Lo que significa que el Centro de Salud se encuentra vulnerable e inseguro ante un evento adverso.

Para el componente Funcional, se tiene un grado de seguridad alto de 34%, que significa que el establecimiento cuenta con los datos telefónicos de autoridades, y existen procedimientos para traslado y recepción de pacientes, el personal que labora en el establecimiento está capacitado ante desastres, existe sistema de alarma contra desastres, también se realizan simulacros periódicamente; además se cuenta con medicamentos y equipamiento personal para atender desastres y epidemias. El grado de seguridad medio

representa un 33% que significa que existe un comité responsable de emergencias que tienen conocimiento de sus funciones, pero no disponen de documentación; además el establecimiento cuenta con plan de trabajo de coordinación y evacuación frente a desastres tanto interno como externo, pero no disponen de documentación; el centro de salud solo cuenta con una ambulancia y el soporte logístico es insuficiente; no cuenta con planes de mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales; posee reservas de medicamentos y equipamientos básicos. El grado de seguridad baja representa un 33% que significa que el centro de salud no dispone de un espacio físico para operar y monitorear emergencias, no se dispone de documentación de los planes de provisiones administrativas especiales para desastres, no cuenta con protocolo de atención de víctimas en masa; además el almacén de medicamentos no está protegido ante desastres.

Para caracterizar los sismos fue necesario determinar el peligro sísmico probabilístico de la zona, obteniendo una aceleración máxima del suelo de 0.245 g. para un periodo de exposición de 50 años con una probabilidad de excedencia del 10%. Con éste resultado se identificó en la escala de Mercalli Modificada (MM), una intensidad del orden de IX, con una percepción del sismo muy destructivo y potencia de daño muy fuerte.

Para caracterizar las lluvias torrenciales; fue necesario determinar la precipitación media y máxima de las cuencas intervinientes en la zona de estudio. (Cuenca Callacame e Intercuenca 0155). Donde se obtuvo para la Intercuenca 0155 una precipitación media de 584.26 mm; y las precipitaciones máximas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años resultaron 166.32 mm, 216.41 mm, 249.61 mm, 281.46 mm, 322.84 mm, 354.10 mm respectivamente. Además se obtuvo para la Cuenca Callacame una precipitación media de 716.35 mm; y las precipitaciones máximas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años resultaron 209.31 mm, 261.63 mm, 295.40 mm, 327.32 mm, 368.13 mm, 298.45 mm respectivamente.

Finalmente se logró realizar un análisis estructural basado en una propuesta arquitectónica; cumpliendo las pautas y normativas de la NTE E.030 diseño sismorresistente, en respuesta al bajo grado de seguridad obtenido.

6.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar de inmediato las acciones sugeridas dentro del plan de soluciones, para fortalecer y mejorar la seguridad de las áreas que fueron evaluadas del Centro de Salud de primer nivel de atención I – 3 de Kelluyo, esto permitirá reducir la vulnerabilidad existente y sobre todo permitirá proteger la vida de los pacientes y empleados.

Para cualquier tipo de establecimiento de Salud se debe desarrollar y programar capacitaciones sobre atención ante emergencias y desastres; esto permitirá que el personal esté preparado.

Se recomienda realizar la caracterización de amenazas con los debidos estudios o ensayos. Esto permitirá tener un mejor alcance en los resultados.

Se recomienda realizar un estudio de peligro sísmico en todos los distritos del Departamento de Puno, dato que será necesario para el diseño de proyectos de gran envergadura.

Para un estudio hidrológico se recomienda emplear datos que superen los 30 años de registro, también se recomienda verificar que estos no presenten saltos ni tendencias, para obtener resultados confiables.

Para un análisis estructural debe considerarse las normativas vigentes teniendo en cuenta las verificaciones en altura y planta, y debe considerarse los desplazamientos y sus derivas estáticas y dinámicas.

Si se hace uso del programa Etabs o cualquier otro programa para el diseño de elementos estructurales se debe tener en cuenta el escalamiento de fuerzas y combinación modal, según la NTE E.030 – 2016.

Se recomienda una inmediata construcción del centro de salud de primer nivel de atención I-3, debido al grado de seguridad que presenta la actual construcción.

Finalmente se recomienda emplear otros métodos para determinar el índice de seguridad en establecimiento de salud, con el propósito de hacer la comparación de resultados para futuras investigaciones.

REFERENCIAS

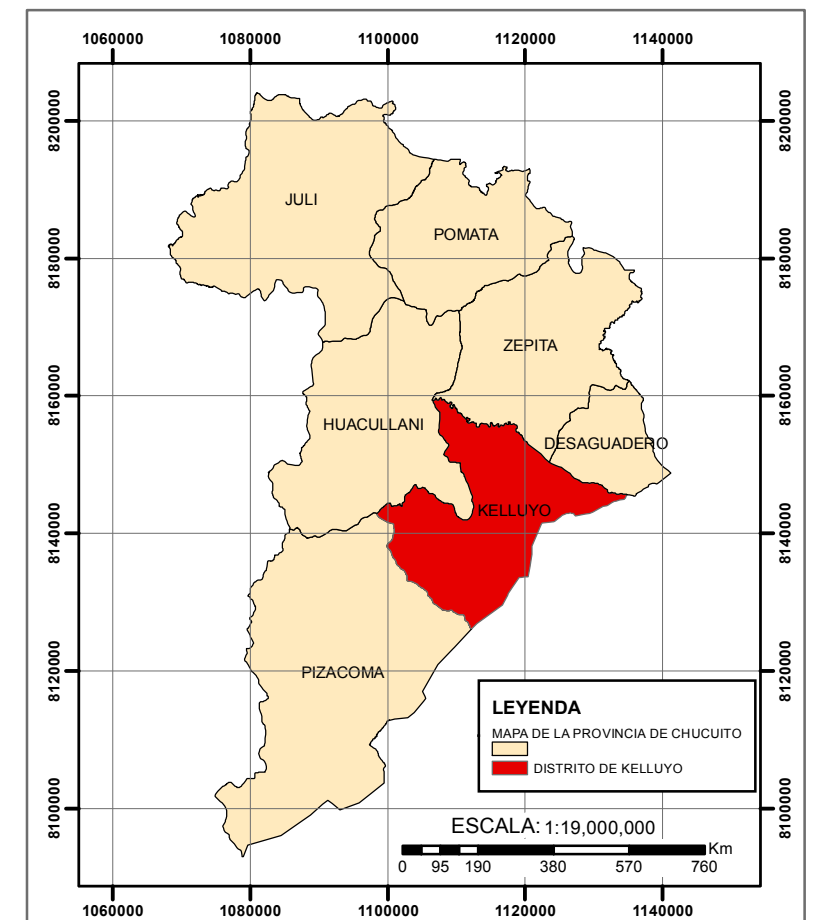
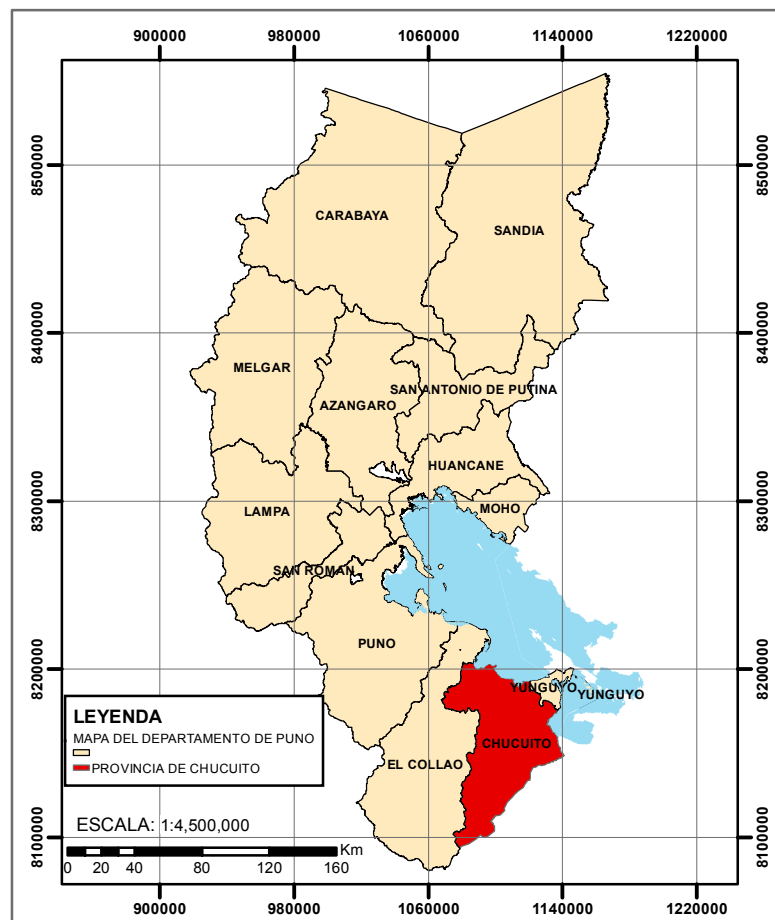
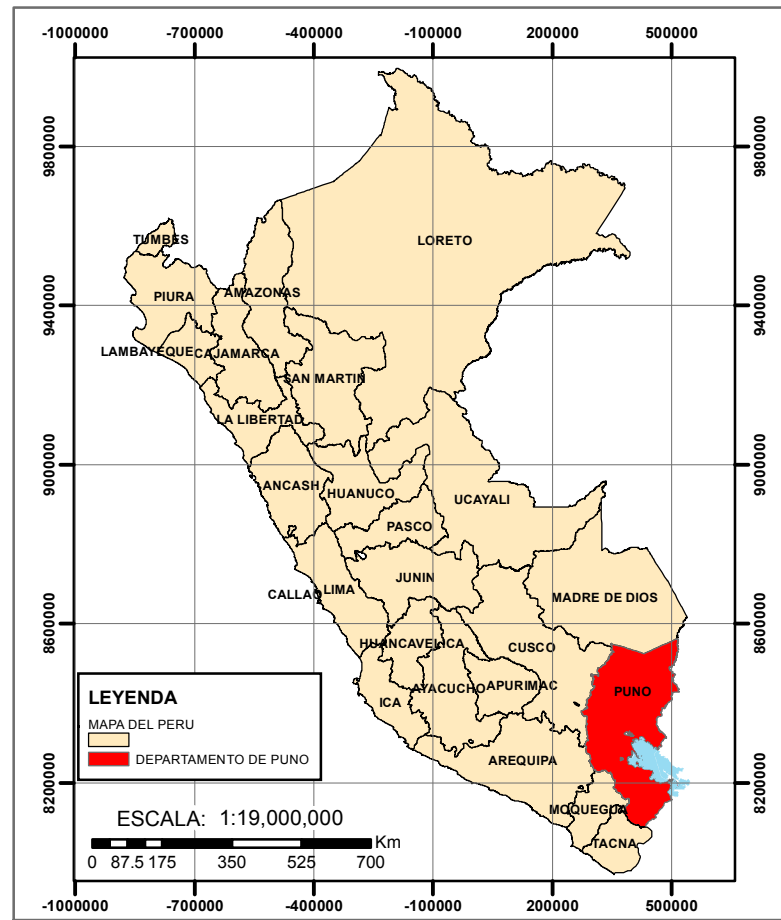
- Aliaga, S. V. (1983). *Tratamiento de datos hidrometeorológicos*. Lima.
- Aliaga, S. V. (1985). *Hidrología estadística*. Lima.
- ANA. (2010). *Estudio Hidrológico de las Cuencas Huancane y Suches*. Lima.
- Aparicio, F. (1998). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. México: Editorial Limusa.
- Bartolomé, Á. S. (1998). *Análisis de edificios*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad.
- Bolaños, A. M., & Monroy, O. M. (2004). *Espectro de Peligro Sísmico Uniforme (Tesis de posgrado)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Borja, M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo.
- Castillo, J. L. (1994). *Peligro sísmico en el Perú (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión*. Lima: NEVA STUDIO SAC.
- CENEPRED. (2016). *Escenario de riesgos ante la temporada de lluvias 2016 - 2017*. Lima.
- CENEPRED. (2017). *Escenario de riesgos ante la temporada de lluvias 2017 - 2018*. Lima.
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrología Aplicada*. Bogota: Mc Graw - Hill.
- Coaquira, R. A. (2016). *Análisis de precipitaciones para determinar caudales máximos en la micro cuenca Milli milli - Moho (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Cruz, I. J. (2011). *Peligro Sísmico Probabilístico y Espectro Uniforme en la Región de Áncash (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz.
- Definición ABC. (28 de Octubre de 2010). *Centro de Salud*. Obtenido de Definición ABC: <https://www.definicionabc.com/salud/centro-de-salud.php>
- Flores, O. R., Guerrero, G. A., & Sandoval, M. O. (2014). *Evaluación del Índice de Seguridad Hospitalaria en el Hospital Nacional san Juan de Dios del Municipio de Santa Ana, Departamento de Santa Ana, El Salvador (Tesis de pregrado)*. Universidad de El Salvador, Santa Ana.
- Flores, J. (30 de Marzo de 2017). *Mercados & Regiones*. Obtenido de Mercados & Regiones: <http://mercadosyregiones.com/2017/03/danos-en-la-infraestructura-nacional-por-el-nino-costero/>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Herráiz, M. (1997). *Conceptos Básicos de Sismología para Ingerieros*. Lima.
- INDECI. (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.
- INEI. (2018). *Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017*. Lima.
- Instituto Geofísico del Perú. (28 de Febrero de 2012). *Portal de transparencia, IGP*. Obtenido de <https://portal.igp.gob.pe/conceptos-basicos>
- Kuroiwa, J. (1996). *Criterios, métodos y técnicas para la localización de hospitales para la reducción de desastres naturales*. Lima.
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de Desastres Viviendo en Armonía con la Naturaleza*. Lima: Quebecor World Perú S.A.
- MDK. (2012). *Plan de desarrollo concertado distrital de Kelluyo al 2021*. Puno.
- MINSA. (2004). *Norma Técnica: Categorías de Establecimiento de Sector Salud*. Lima.
- MINSA. (2010). *Política Nacional de Hospitales Seguros Frente a los Desastres*. Lima: SINCO Editores S.A.C.
- MINSA. (2017). *Plan de contingencia del Ministerio de Salud frente a los efectos de las lluvias, 2017*. Lima.
- Moreno, M. I., Gonzales, M., & Vargas, G. (2015). *Índice de Seguridad Hospitalaria 2015, "Instituto Nacional de Salud del Niño"*. Lima.
- OPS. (2008). *Índice de Seguridad: Guía del Evaluador de Hospitales Seguros. (Serie Hospitales seguros frente a desastres, 1)*. Washington, D.C.: Biblioteca Sede OPS.
- OPS. (2010). *Índice de seguridad hospitalaria: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad. (Serie Hospitales seguros frente a desastres, 3)*. Washington, D.C.: Biblioteca Sede OPS.
- OPS. (4 de Julio de 2017). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de Oficina regional de la Organización Mundial de la Salud: <http://www.seguridadhospitalaria.info>
- OPS/OMS. (2000). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud. (Serie Mitigación de Desastres)*. Washington, D.C.: Biblioteca Sede OPS.
- PAHO. (7 de Octubre de 2018). *Pan American Health Organization*. Obtenido de Pan American Health Organization: <http://www1.paho.org/Spanish/DD/PED/SafeHospitalsChecklist.htm>
- Palomino, A. H. (2016). *Manual de análisis estático y dinámico según la NTE E.030*. Cajamarca.

- Prado, M., Brun, M., & Garcia, G. (2015). *Informe de evaluación del análisis de vulnerabilidad "Hospital San Juan de Lurigancho"*. Lima.
- Reque, K. E. (2006). *Diagnóstico Preliminar de la Vulnerabilidad para Establecimientos de Salud en el Perú*. Ministerio de Salud, Oficina General de Defensa Nacional (OGDN), Lima.
- Roncal, M. A. (2017). *Determinación del Peligro Sísmico en el territorio Nacional y elaboración de Aplicativo Web (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Silgado, E. (1978). *Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513 - 1974)*. Lima: Editado por el Instituto de Geología y Minería.
- Tavera, H. (2014). *Re-Evaluación del peligro sísmico probabilístico*. Lima: Banco Mundial.
- Tavera, H., Fernández, E., & Cuya, A. (2016). *Sismo de Lampa del 1 de Diciembre del 2016 (6.0 ML) (Puno)*. Lima.
- Ugarte, H. I. (2012). *Análisis de precipitaciones máximas diarias para la deducción de fórmulas de intensidad de lluvia, y curvas IDF para las estaciones de Huancane, Moho y Putina (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Villón, M. (2002). *Hidrología*. Costa Rica: MAXSOFT.
- Villón, M. (2011). *Hidrología*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica Editorial.

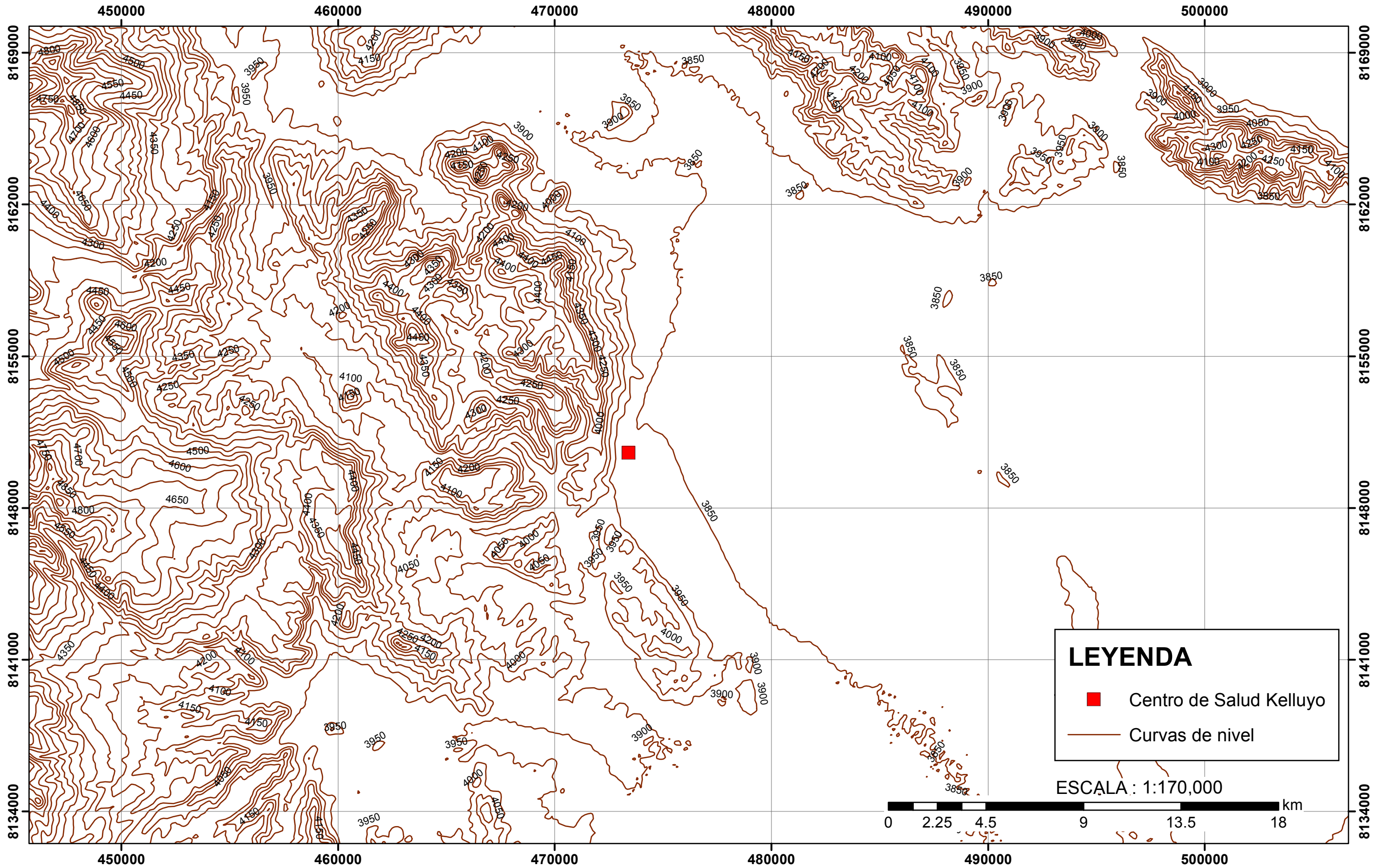
ANEXOS

ANEXO A: Plano de Ubicación del Centro de Salud Kelluyo.



ANEXO B: Plano Topográfico del Centro de Salud Kelluyo.

PLANO TOPOGRAFICO




LEYENDA

- Centro de Salud Kelluyo
- Curvas de nivel

ESCALA: 1:170,000

0 2.25 4.5 9 13.5 18 km

 <p>UNIVERSIDAD PERUANA UNION</p>	<p>ELABORADO POR:</p> <p>Bach. Elmer Quehwarucho Troncoso Bach. Lysbett Liliana Nina Maquera</p>	<p>TESIS:</p> <p>DETERMINACION DEL INDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA EN ESTABLECIMIENTOS DE MEDIANA Y BAJA COMPLEJIDAD</p>	<p>PLANO:</p> <p>PLANO TOPOGRAFICO</p>	<p>TAMAÑO: A3</p> <p>FECHA: SETIEMBRE 2018</p> <p>CODIGO: PT - 01</p>
	<p>ASESOR:</p> <p>Ing. Ferrer Canaza Rojas</p>			

ANEXO C: Plano de Distribución Física del Centro de Salud Kelluyo.

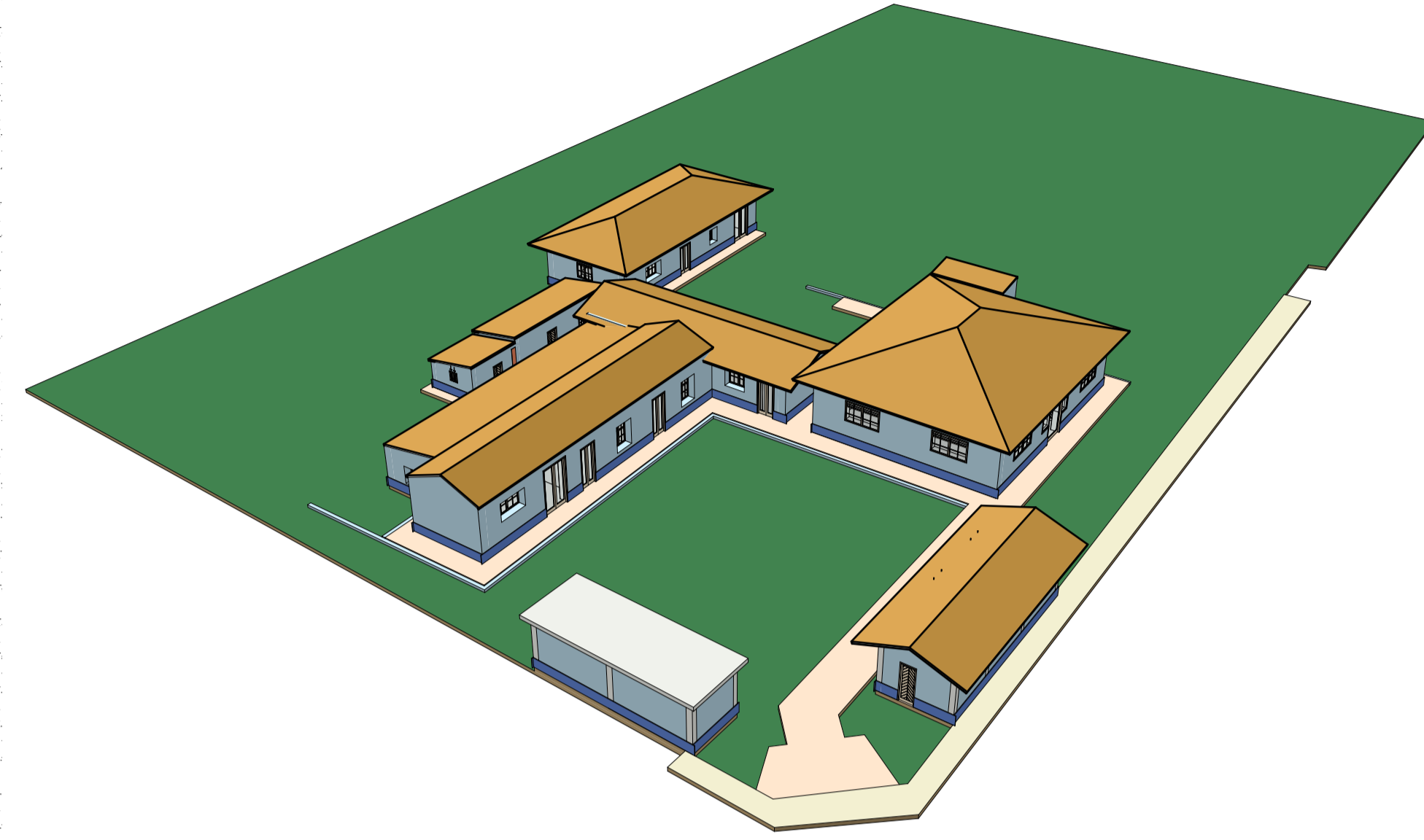
CALLE 01

ENTRADA

ACCESO PEATONAL

CALLE 02

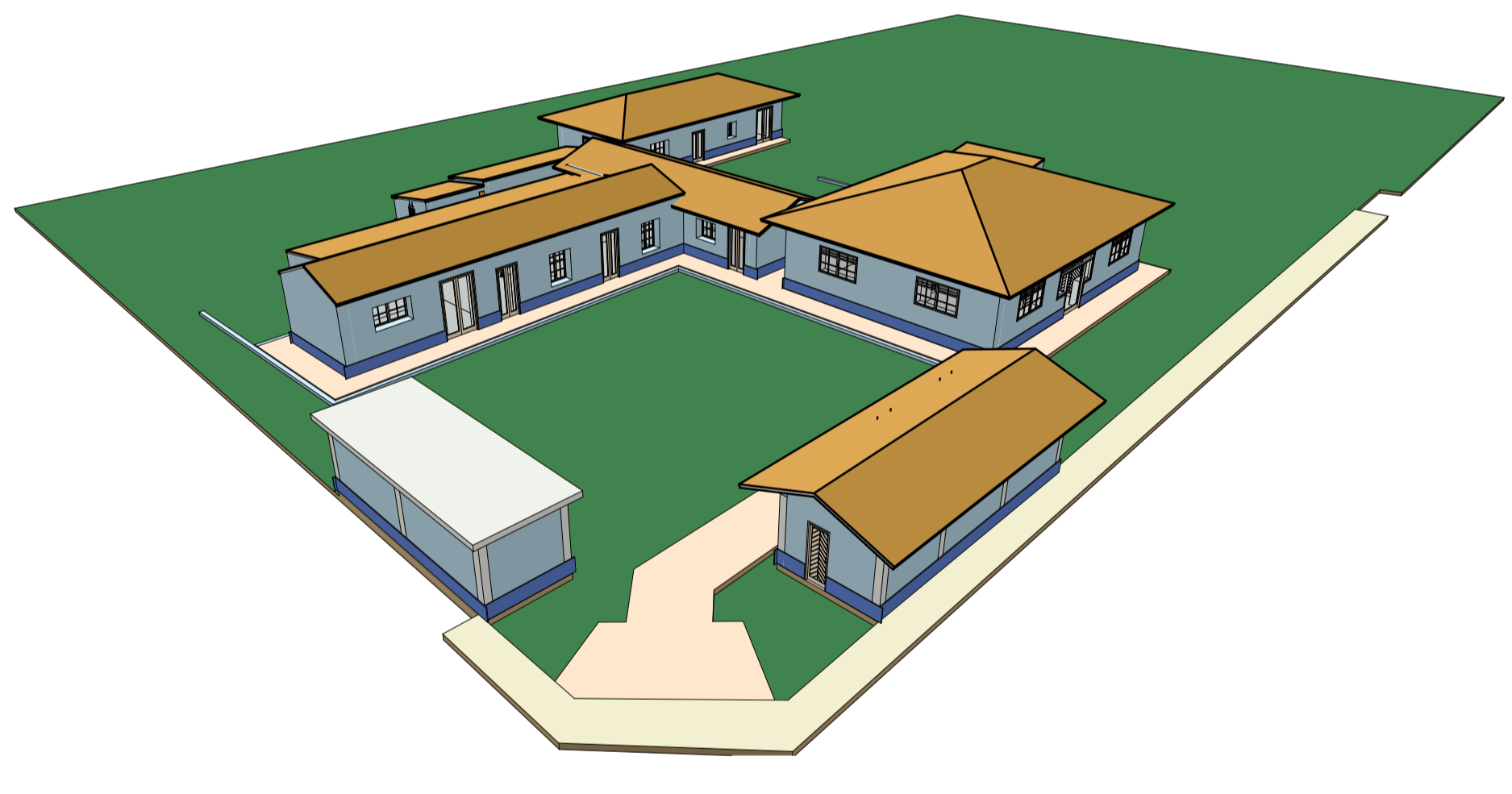
BB



3D-01

3D IMAGEN.

1:100

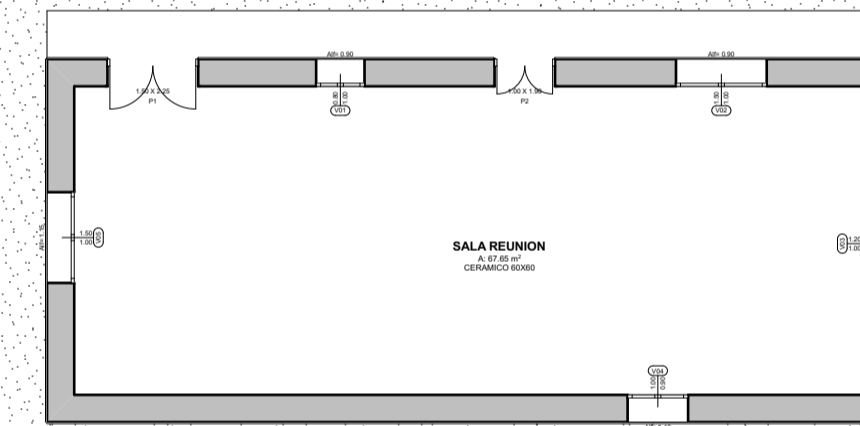


3D-09

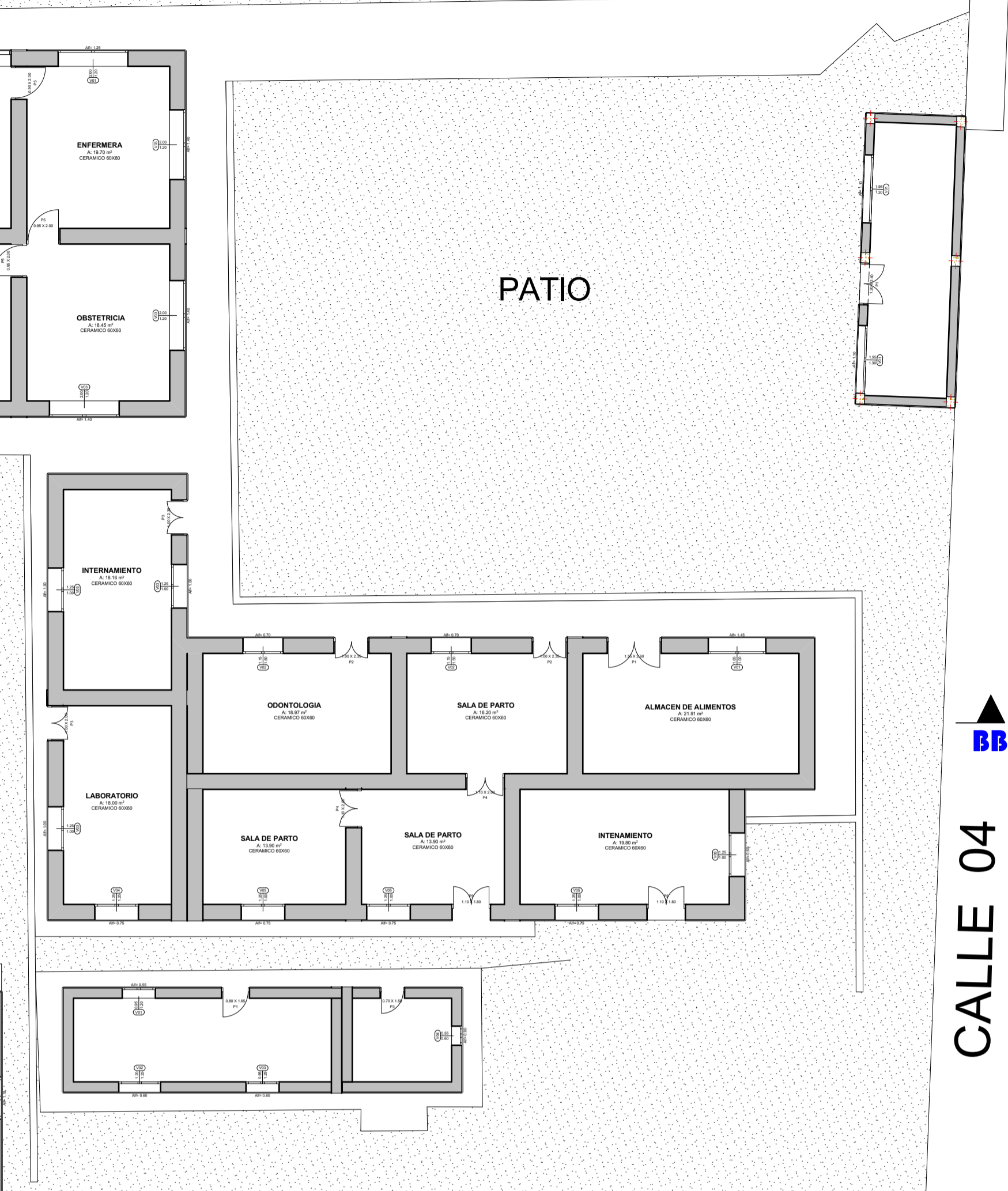
3D IMAGEN.

1:158.1761

AREA LIBRE DE TERRENO



TIPO DE CENTRO	MODULO	AMBIENTE	AREA M2	CANTIDAD	
CENTRO DE SALUD KELLUYO	ADULTO MAYOR	ADULTO MAYOR	18.61	1	
	CASA MATERNA	CASA MATERNA	17.91	2	
	OFICINAS	TOPICO	TOPICO	11.37	1
		SS.HH.	SS.HH.	2.98	2
		FARMACIA	FARMACIA	6.79	1
		ADMISION	ADMISION	14.60	1
		OBSTETRICIA	OBSTETRICIA	18.45	1
	ENFERMERIA	ENFERMERIA	19.70	1	
	SALA DE ESPERA	SALA DE ESPERA	14.92	1	
	MEDICINA	MEDICINA	11.59	1	
COCHERA	COCHERA	19.95	1		
AMBULANCIA	AMBULANCIA	7.60	1		
PABELLON L	SS.HH	SS.HH VARONES	2.31	1	
	SS.HH	SS.HH MUJERES	2.31	1	
	SALA DE REUNION	SALA DE REUNION	67.65	1	
	INTERNAMIENTO	INTERNAMIENTO	18.16	1	
	LABORATORIO	LABORATORIO	18.00	1	
	ODONTOLOGIA	ODONTOLOGIA	18.97	1	
	SALA DE PARTO	SALA DE PARTO	16.20	3	
	ALMACEN DE ALIMENTOS	ALMACEN DE ALIMENTOS	21.91	1	
	INTERNAMIENTO	INTERNAMIENTO	13.90	1	



BB

CALLE 04

CALLE 03

PLANTA GENERAL

1:125

BB

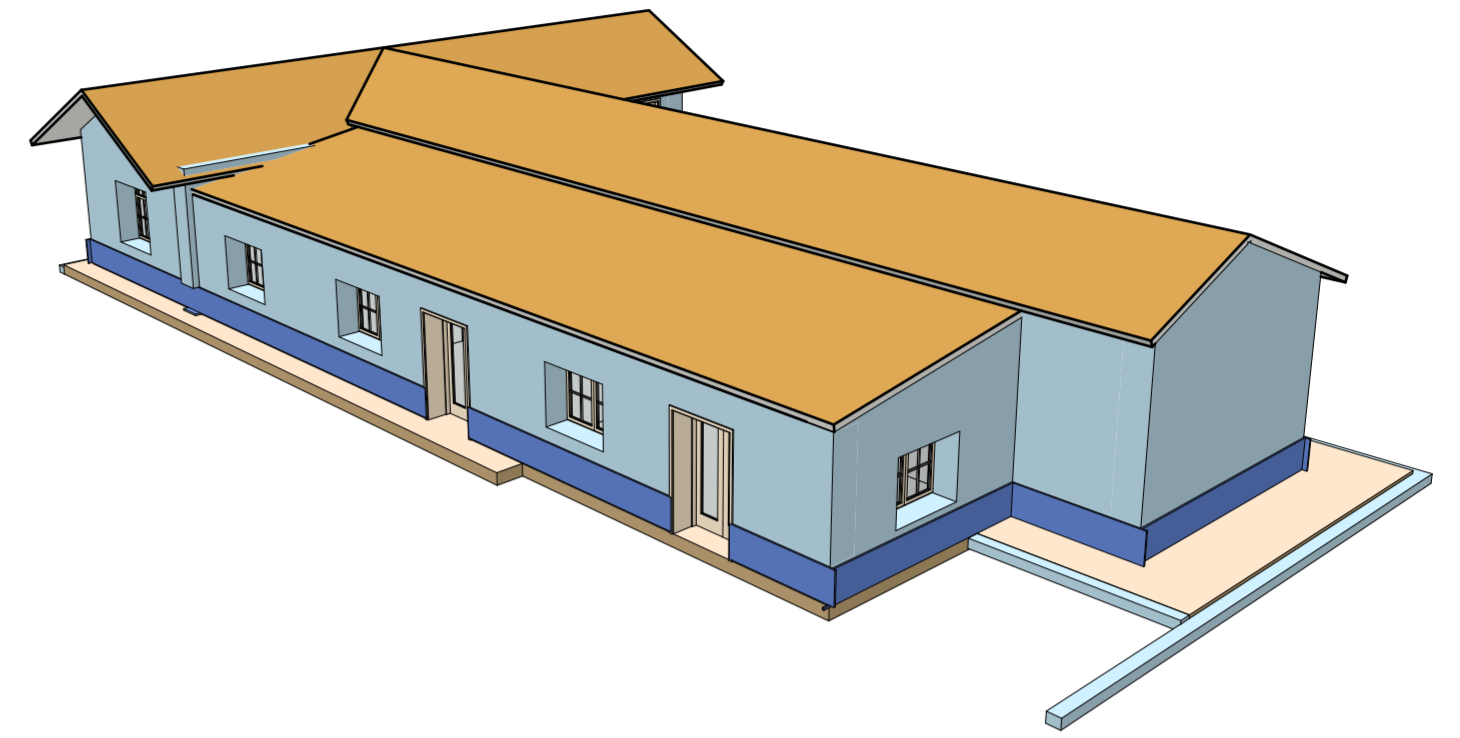
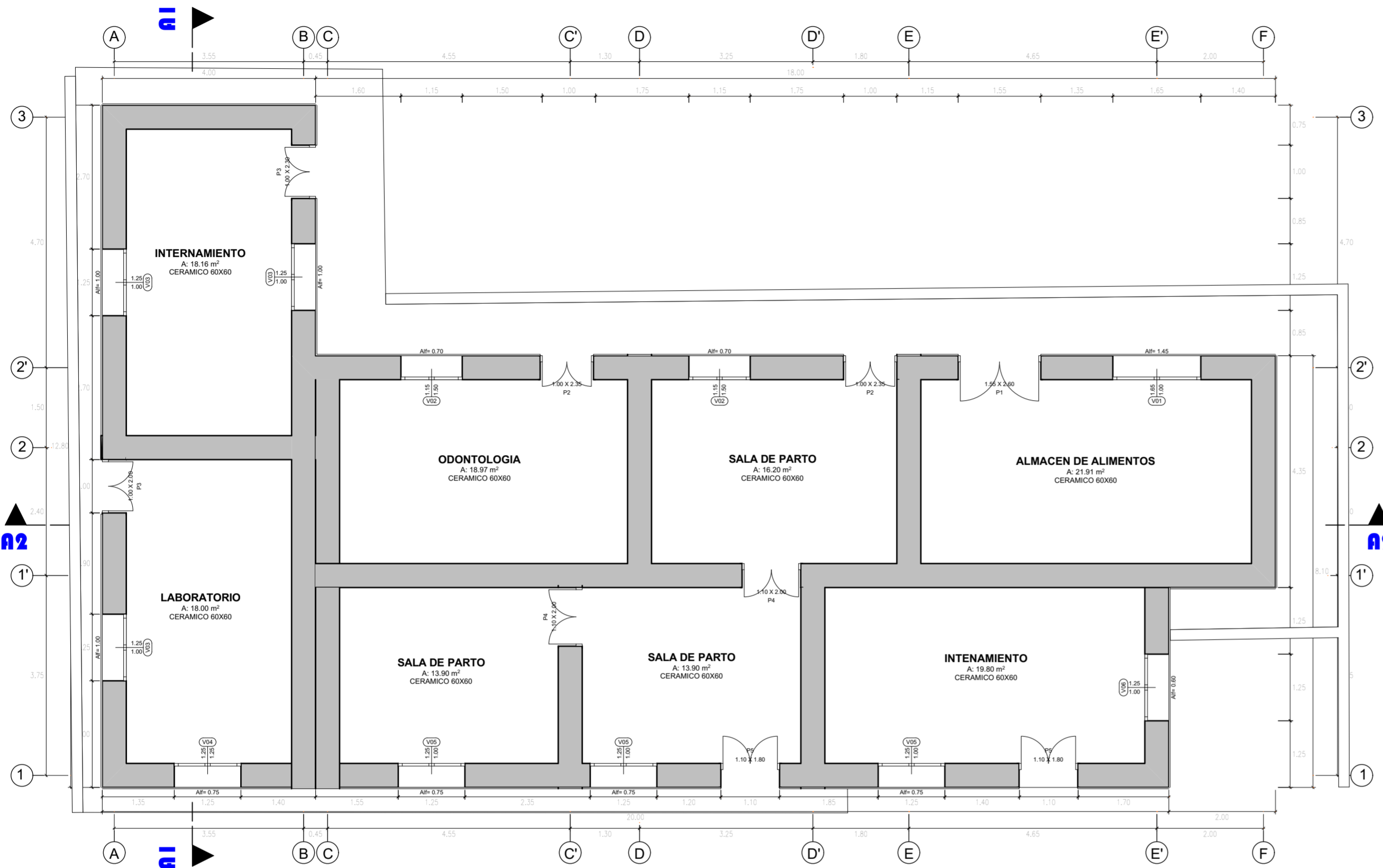
Sección Construcción

1:200

AA

Sección Construcción

1:200



3D-02 3D IMAGEN. 1:120.3036

TIPO DE CENTRO	MODULO	AMBIENTE	AREA M2	CANTIDAD
CENTRO DE SALUD KELLUYO	PABELLON L	INTERNAMIENTO	18.16	1
		LABORATORIO	18.00	1
		ODONTOLOGIA	18.97	1
		SALA DE PARTO	16.20	3
		ALMACEN DE ALIMENTOS	21.91	1
		INTERNAMIENTO	13.90	1

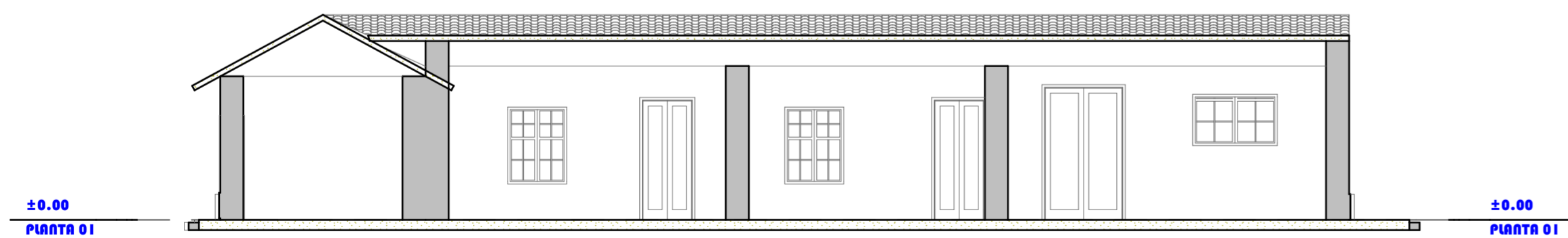
CUADRO DE VANOS VENTANAS

TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZ.	OBSERVAC.
(V-1)	1.65	1.00	1.45	
(V-2)	1.15	1.50	0.70	odontologia
(V-3)	1.25	1.00	1.00	
(V-4)	1.25	1.15	0.75	laboratorio
(V-5)	1.25	1.00	0.75	

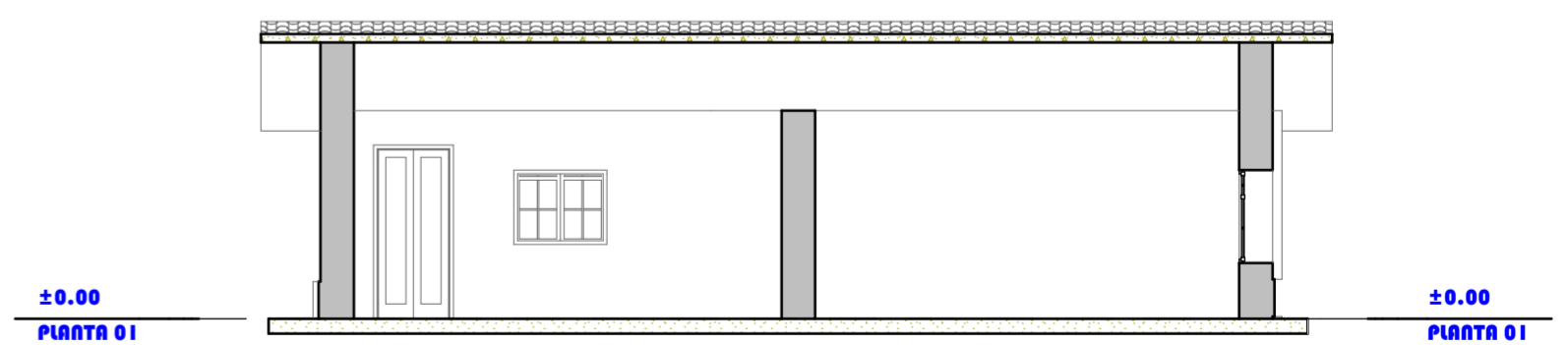
CUADRO DE VANOS PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	OBSERVAC.
(P-1)	1.55	2.60	almacen de alimentos
(P-2)	1.00	2.35	
(P-3)	1.00	2.00	laboratorio - intern.
(P-4)	1.10	2.00	sala de parto
(P-5)	1.10	1.80	

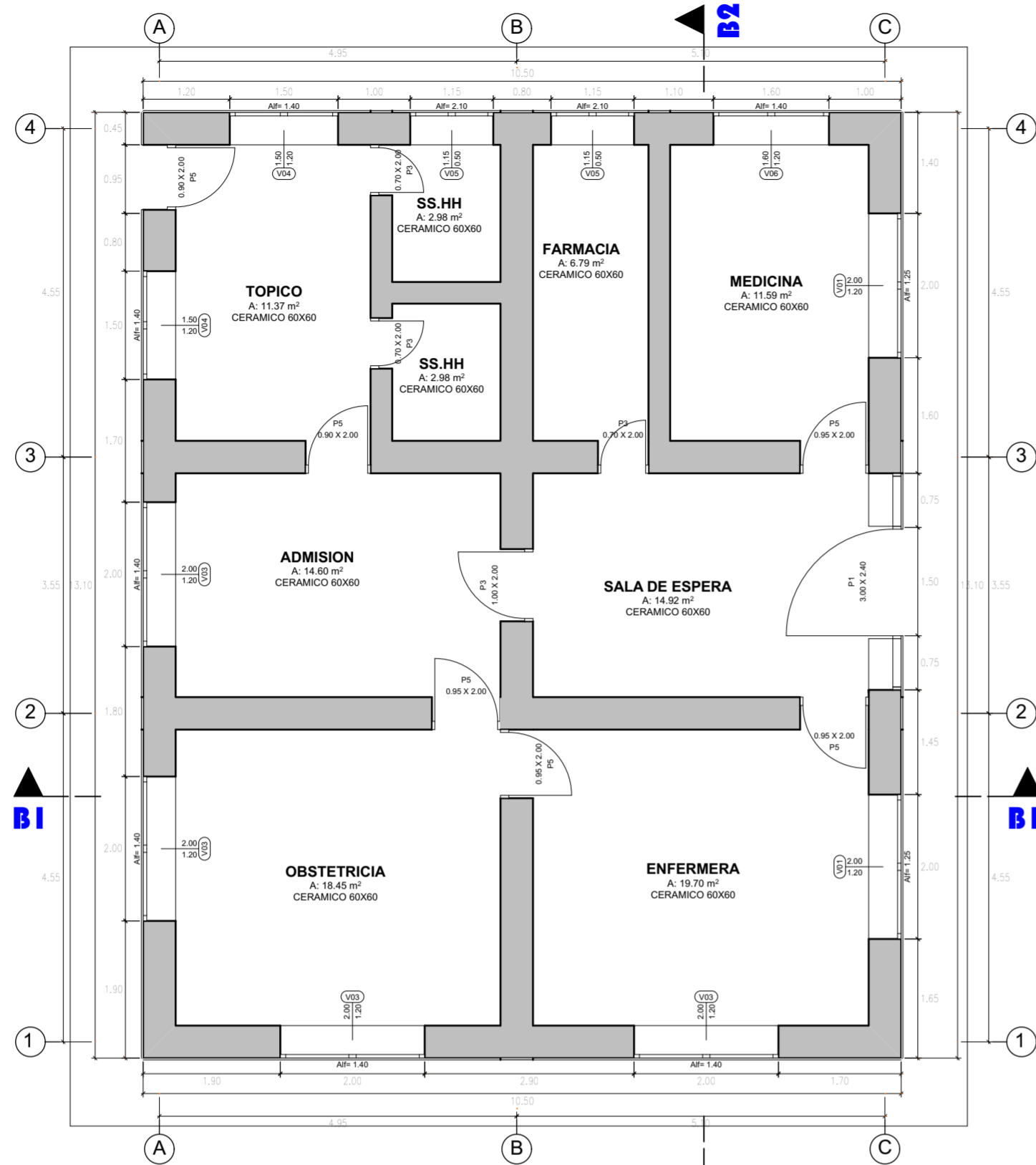
0. PLANTA 01 1:75



A2 Sección Construcción 1:100



A1 Sección Construcción 1:100



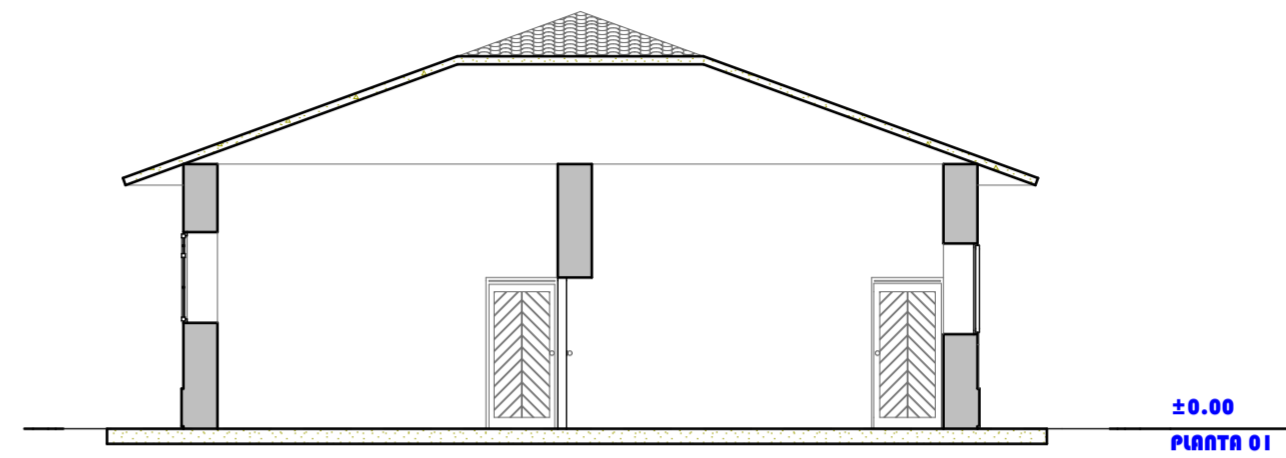
PLANO OFICINAS

0. PLANTA 01 1:75

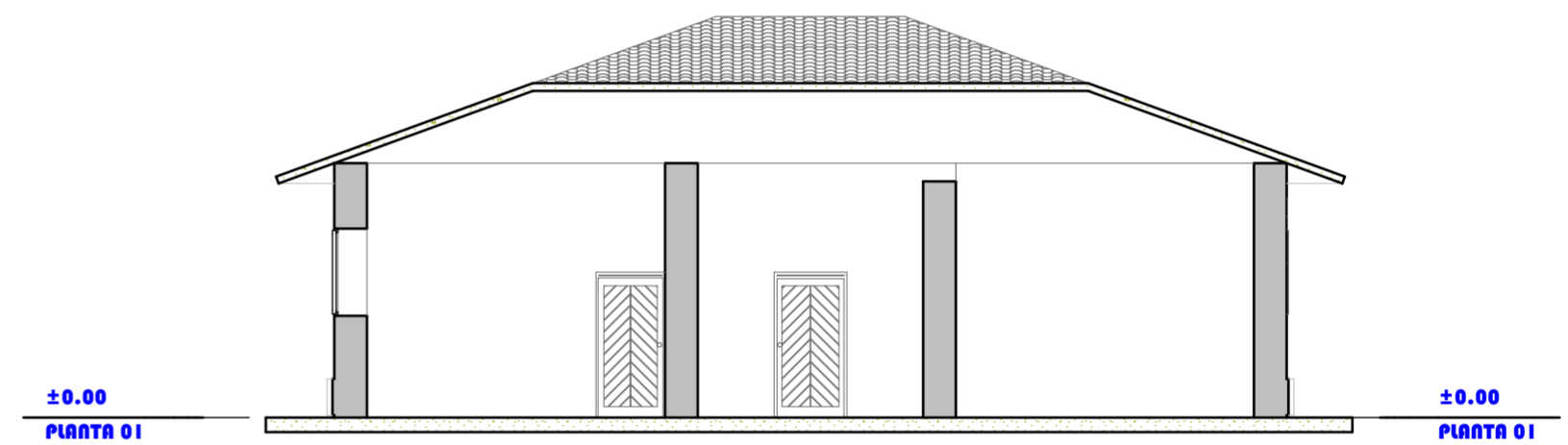
TIPO DE CENTRO	MODULO	AMBIENTE	AREA M2	CANTIDAD
CENTRO DE SALUD KELLUYO	OFICINAS	TOPICO	11.37	1
		SS.HH.	2.98	2
		FARMACIA	6.79	1
		ADMISION	14.60	1
		OBSTETRICIA	18.45	1
		ENFERMERIA	19.70	1
		SALA DE ESPERA	14.92	1
MEDICINA	11.59	1		

TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZ.	OBSERVAC.
(V-1)	2.00	1.20	1.25	enfermeria
(V-2)	0.75	1.35	1.15	puerta principal
(V-3)	2.00	1.20	1.40	
(V-4)	1.50	1.20	1.40	topico
(V-5)	1.15	0.50	2.10	ss.hh. y farmacia
(V-6)	1.60	1.20	1.40	medicina

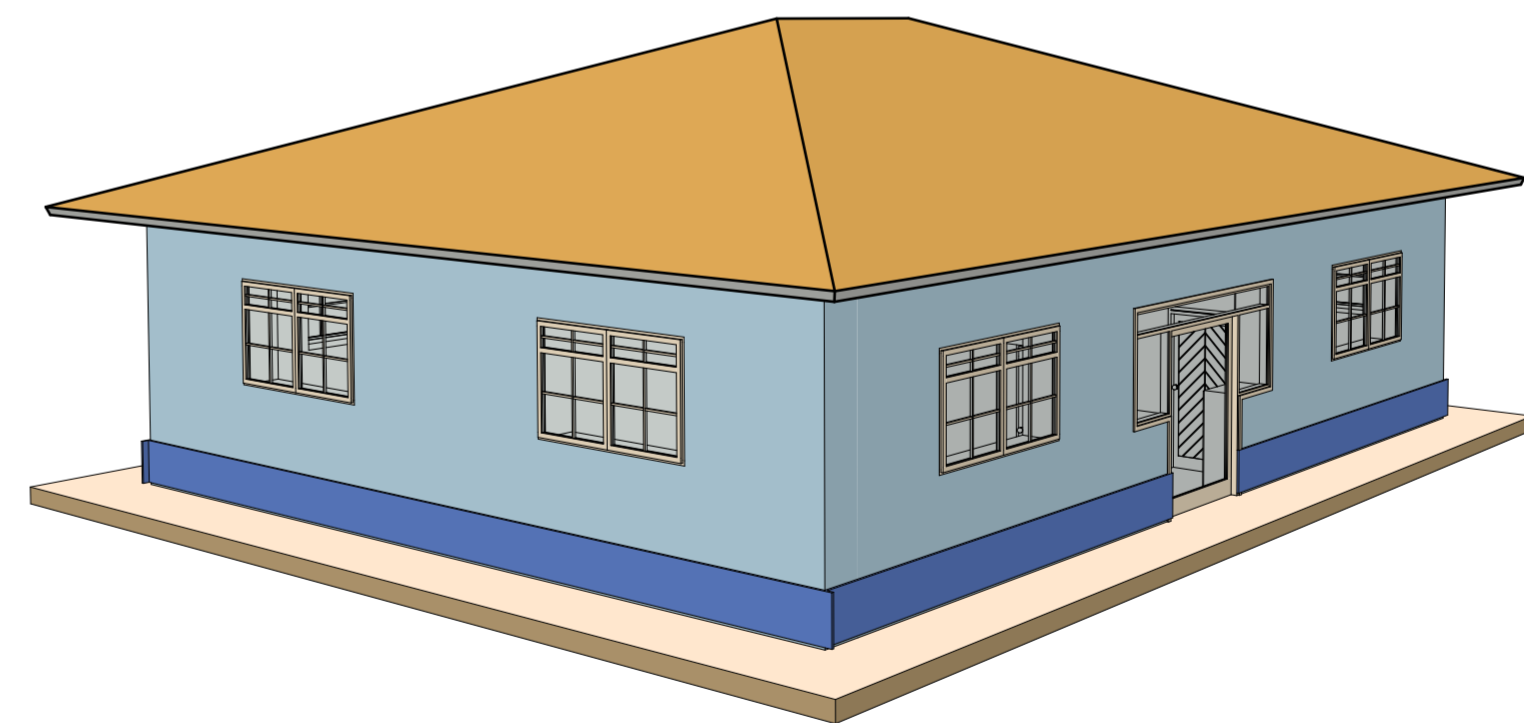
TIPO	ANCHO	ALTO	OBSERVAC.
(P-1)	1.50	2.50	puerta principal
(P-2)	0.95	2.00	puerta amb. interiores
(P-3)	0.70	2.00	puerta ss.hh./farmacia
(P-4)	1.00	2.00	puerta admision
(P-5)	0.95	2.10	puerta topico - fuera



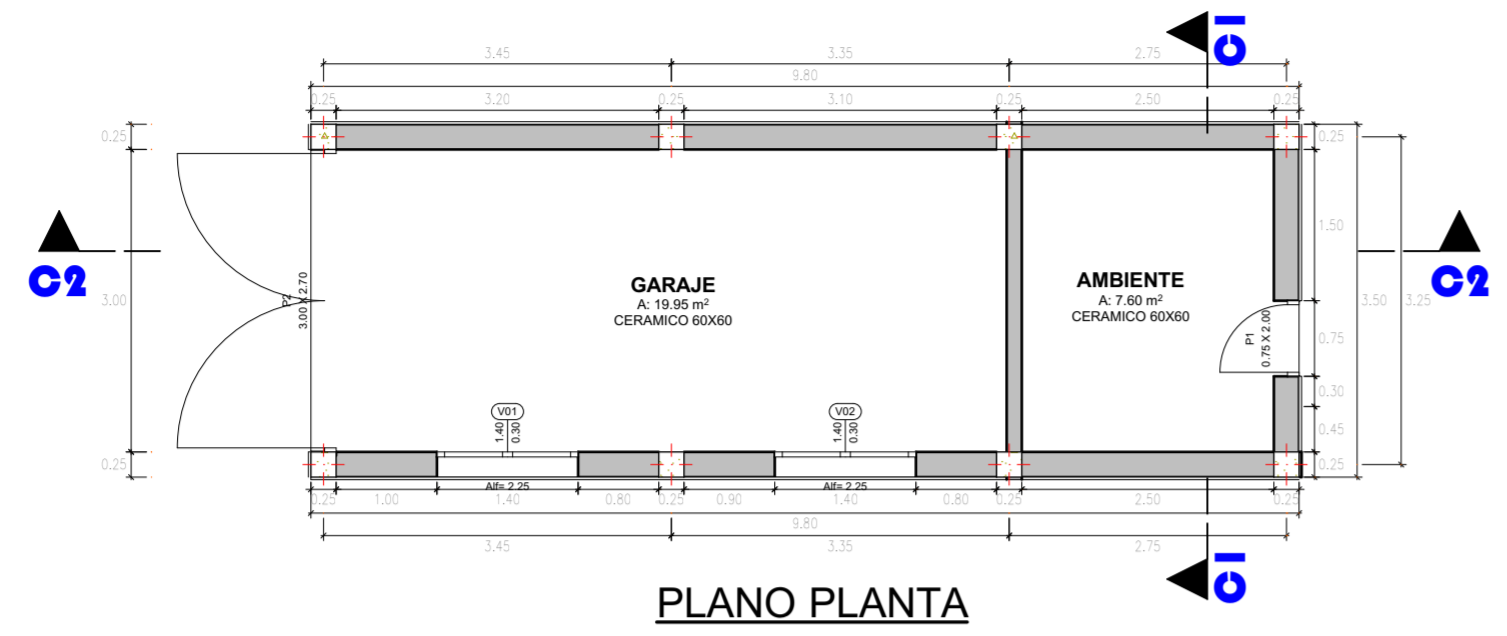
B1 Sección Construcción 1:100



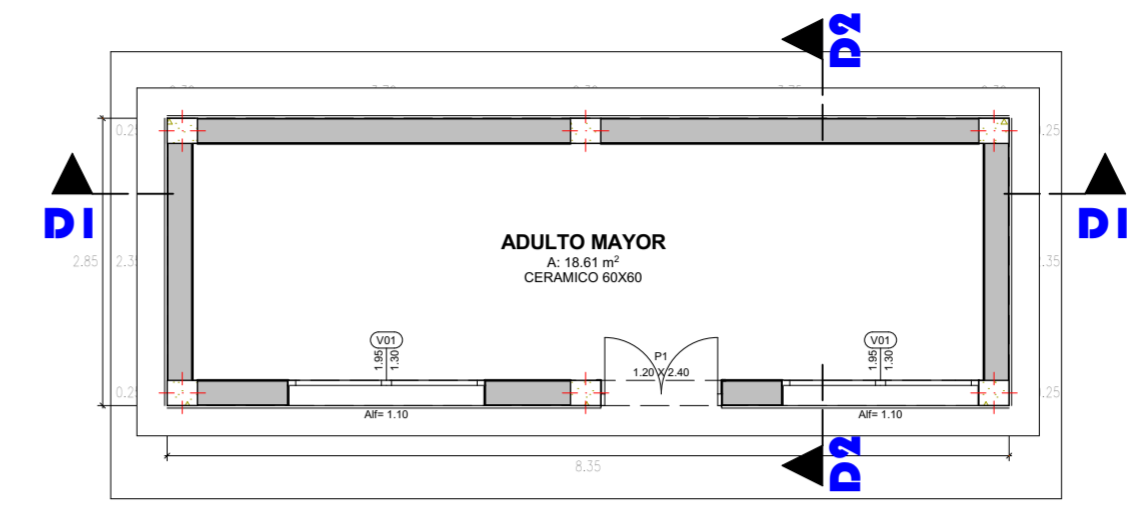
B2 Sección Construcción 1:100



3D-03 3D IMAGEN. 1:100

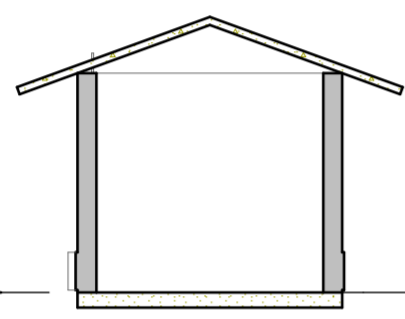


PLANO PLANTA



0. PLANTA 01 1:75

0. PLANTA 01 1:75



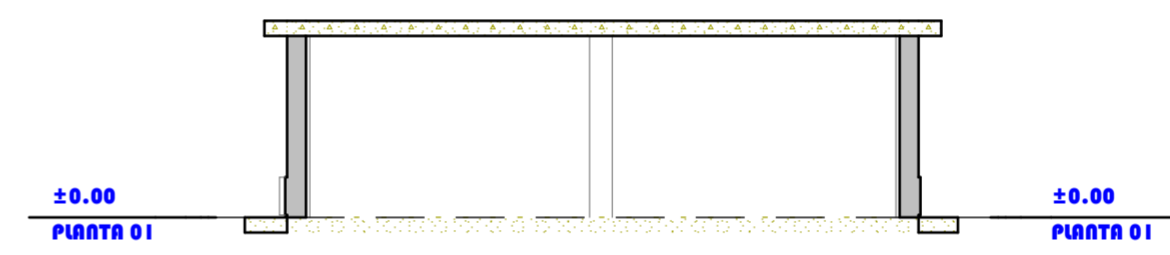
±0.00 PLANTA 01 ±0.00 PLANTA 01

TIPO DE CENTRO	MODULO	AMBIENTE	AREA M2	CANTIDAD
CENTRO DE SALUD	COCHERA	COCHERA	19.95	1
	AMBULANCIA	AMBIENTE	7.60	1

TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZ.	OBSERVAC.
(V-1)	1.40	0.30	2.25	ventana lateral

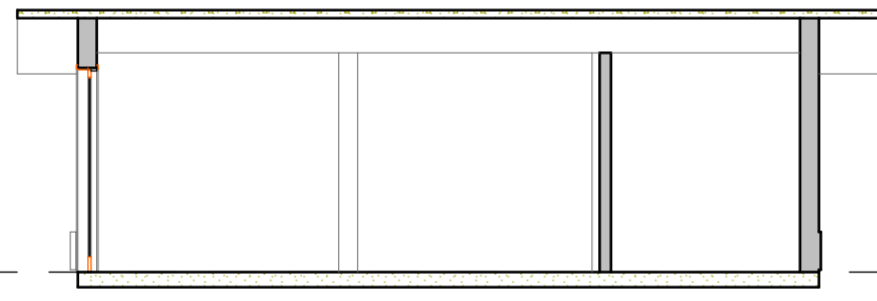
TIPO	ANCHO	ALTO	OBSERVAC.
(P-1)	0.75	2.00	puerta principal
(P-2)	3.00	2.70	puerta garage

C1 Sección Construcción 1:100



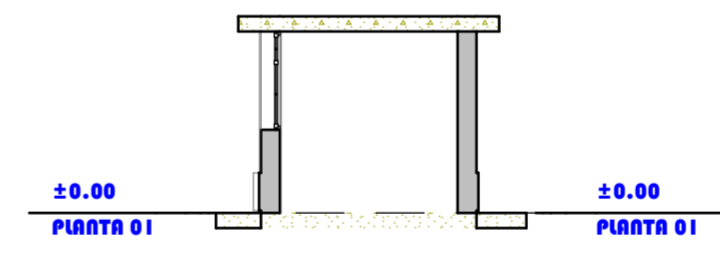
±0.00 PLANTA 01 ±0.00 PLANTA 01

D1 Sección Construcción 1:100



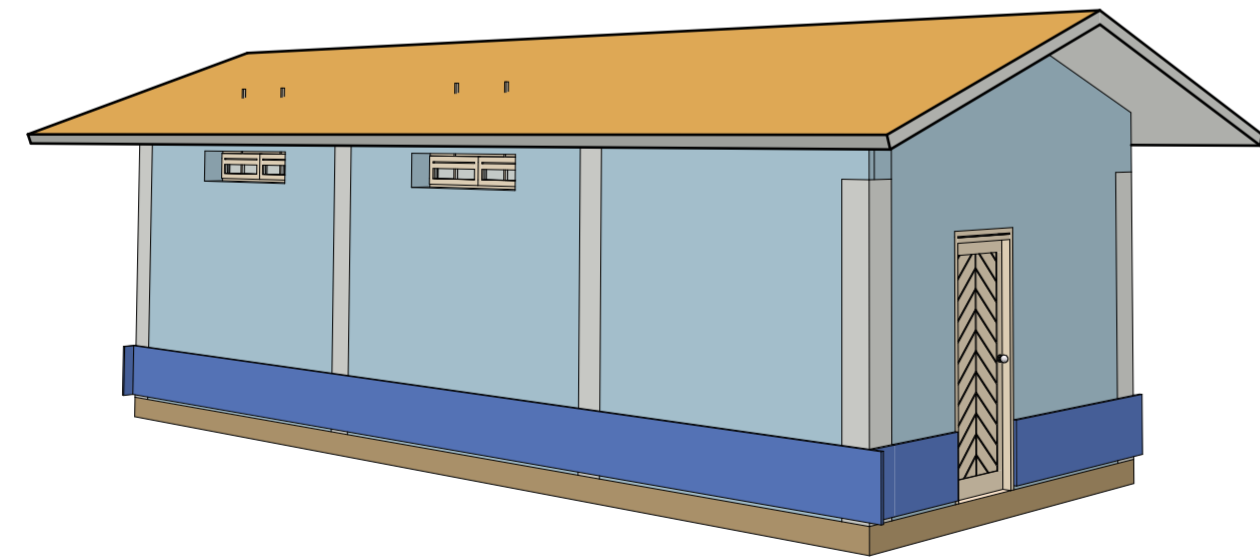
±0.00 PLANTA 01 ±0.00 PLANTA 01

C2 Sección Construcción 1:100

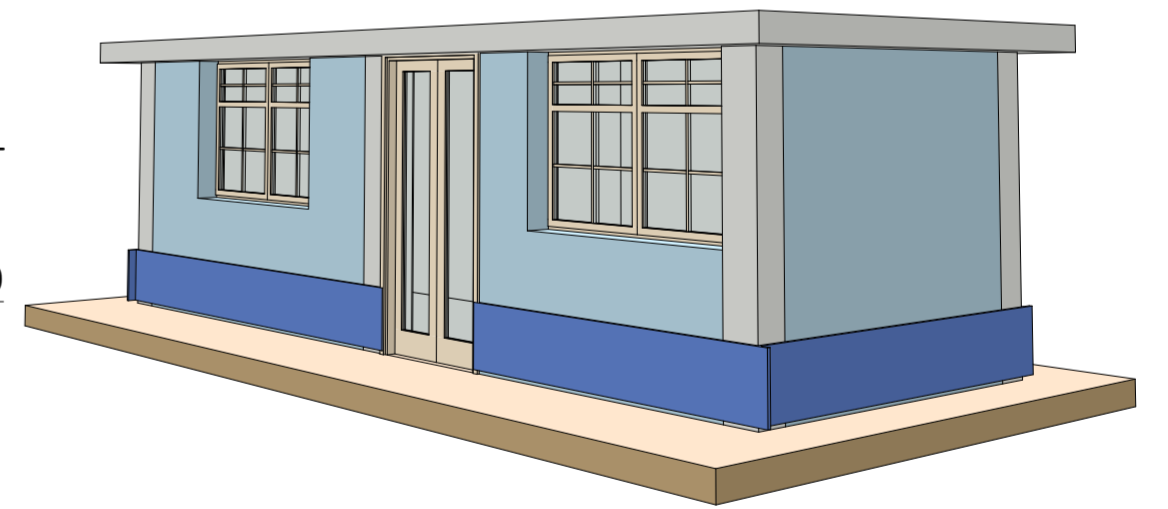


±0.00 PLANTA 01 ±0.00 PLANTA 01

D2 Sección Construcción 1:100



3D-04 3D IMAGEN. 1:111.0136

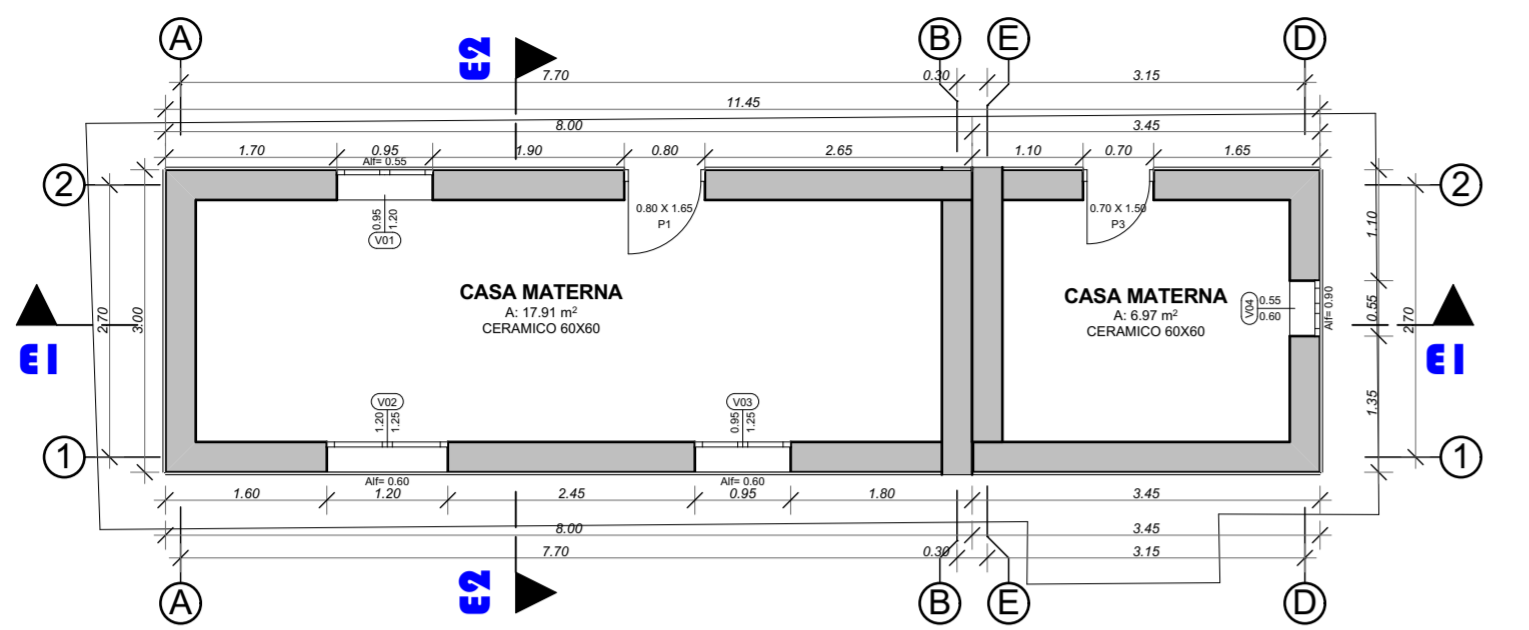


3D-05 3D IMAGEN. 1:124.5002

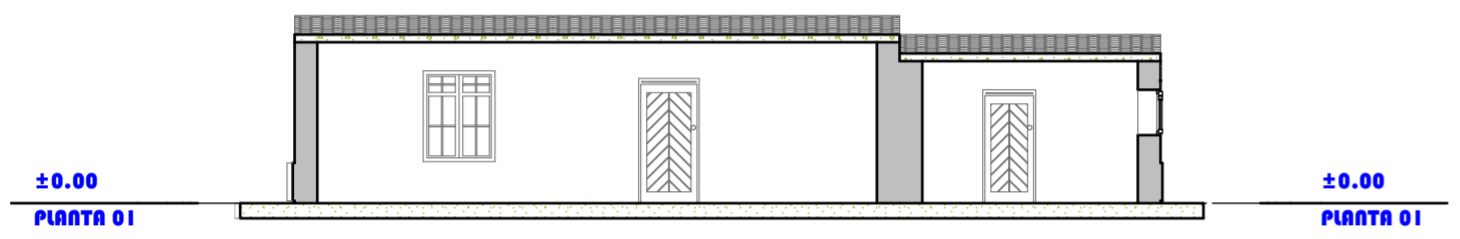
TIPO DE CENTRO	MODULO	AMBIENTE	AREA M2	CANTIDAD
CENTRO DE SALUD	ADULTO MAYOR	ADULTO MAYOR	18.61	1

TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZ.	OBSERVAC.
(V-1)	1.95	1.30	1.10	ventana lateral

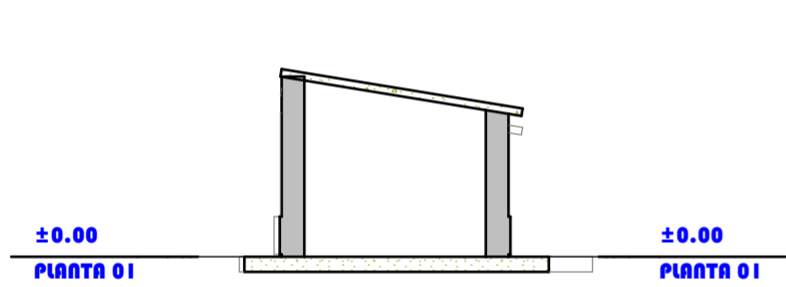
TIPO	ANCHO	ALTO	OBSERVAC.
(P-1)	1.20	2.40	puerta principal



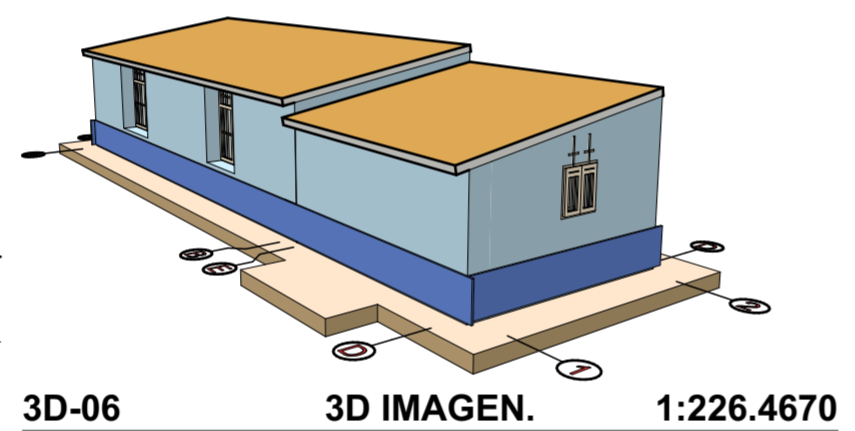
0. PLANTA 01 1:75



E1 Sección Construcción 1:100



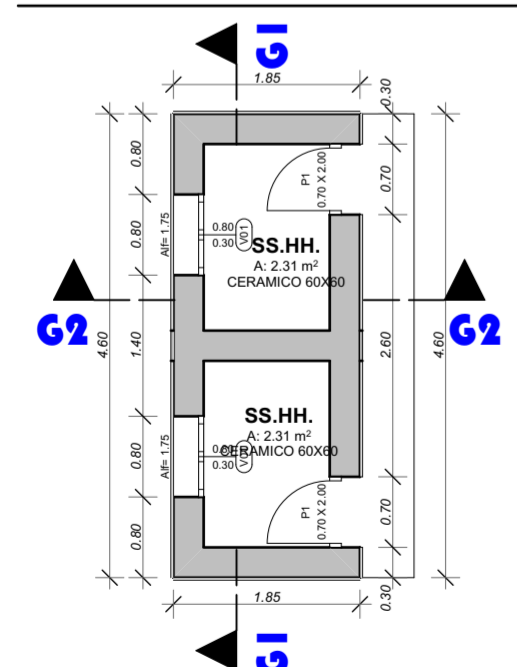
E2 Sección Construcción 1:100



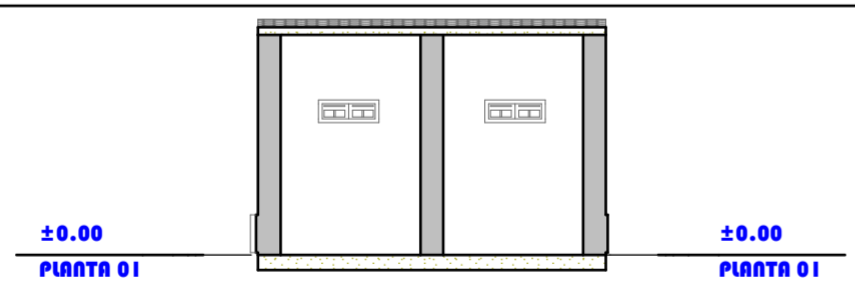
3D-06 3D IMAGEN. 1:226.4670

TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZ.	OBSERVAC.
(V-1)	0.95	1.20	0.55	
(V-2)	1.20	1.25	0.60	
(V-3)	0.95	1.25	0.60	
(V-4)	0.55	0.60	0.90	

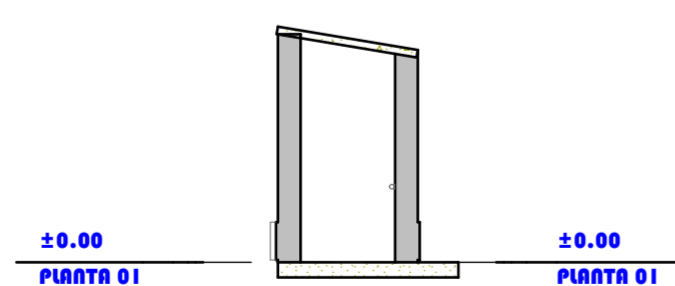
TIPO	ANCHO	ALTO	OBSERVAC.
(P-1)	0.80	1.65	puerta principal
(P-2)	0.70	1.50	puerta secundaria



0. PLANTA 01 1:75



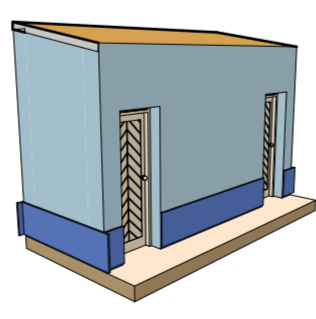
G1 Sección Construcción 1:100



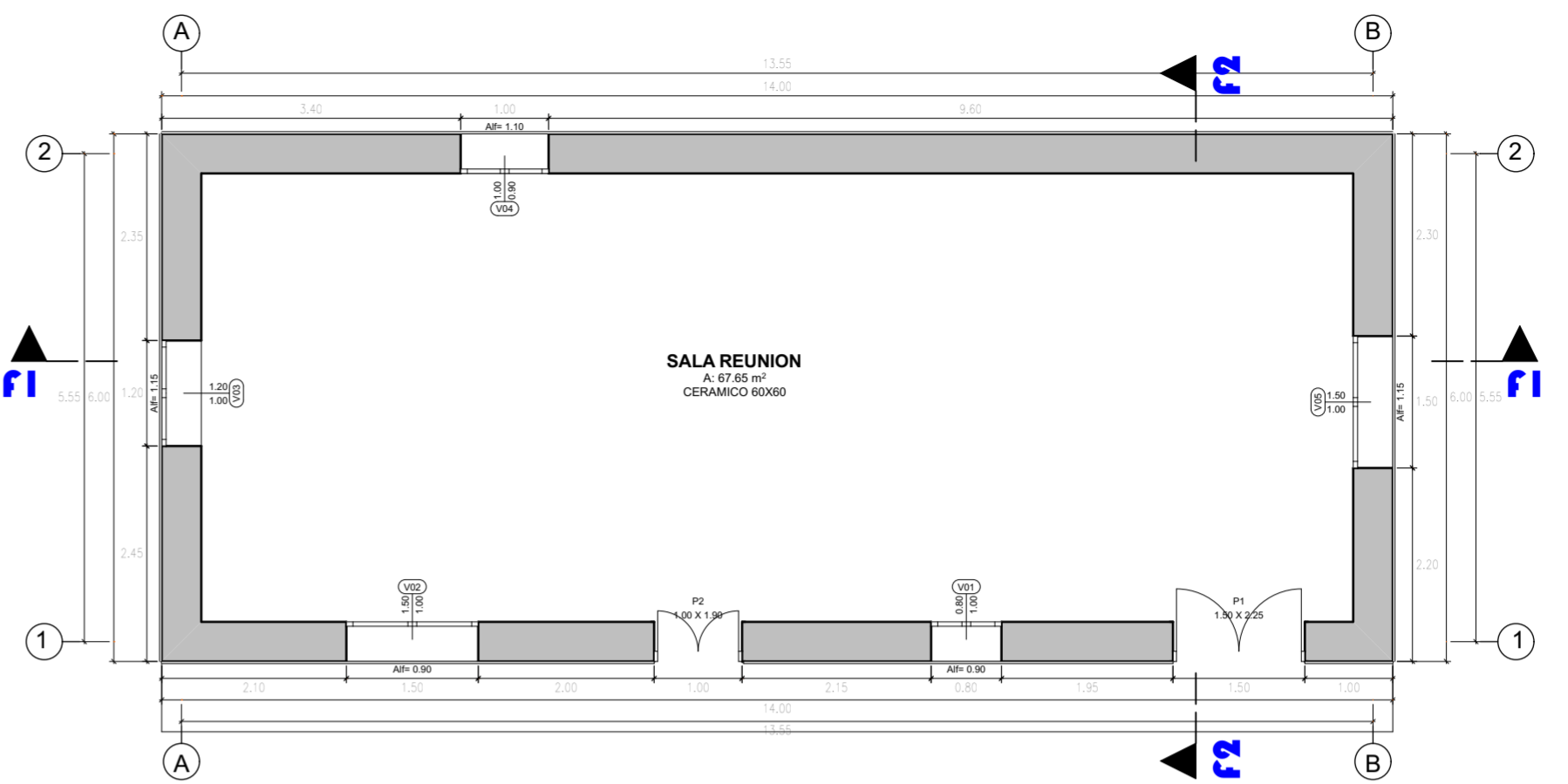
G2 Sección Construcción 1:100

TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZ.	OBSERVAC.
(V-1)	0.80	0.30	1.75	ventana ss.hh.

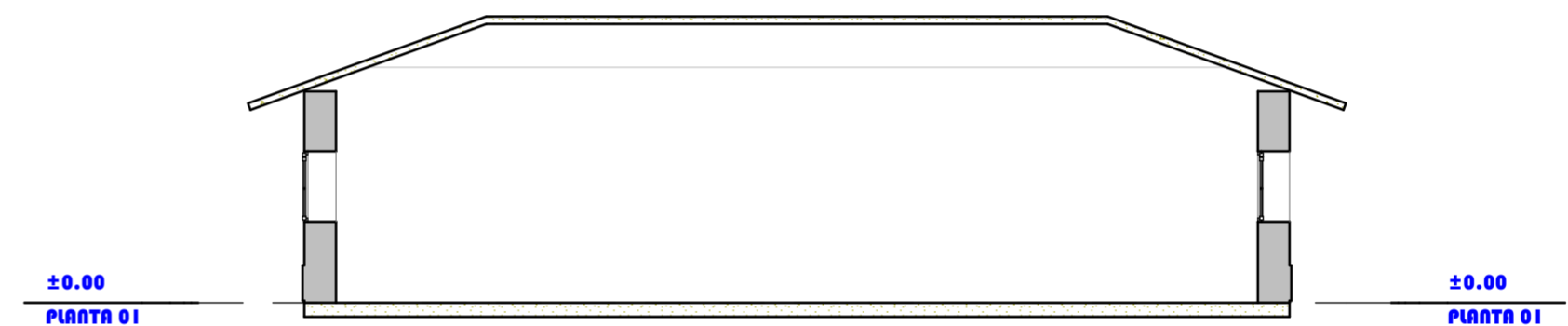
TIPO	ANCHO	ALTO	OBSERVAC.
(P-1)	0.70	2.00	



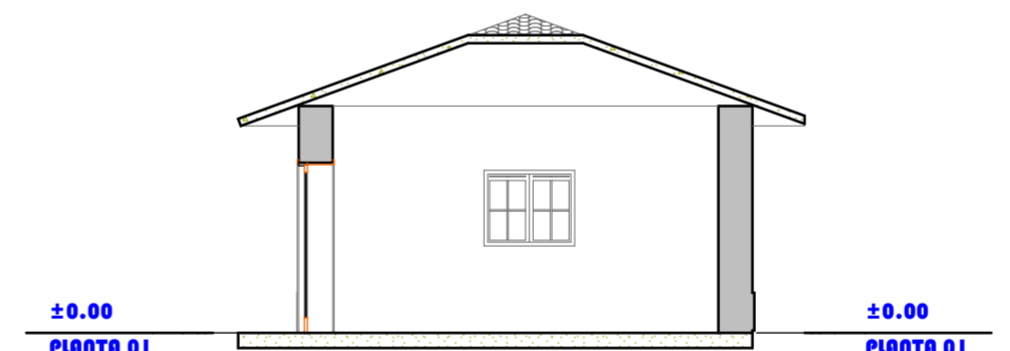
3D-08 3D IMAGEN. 1:424.5056



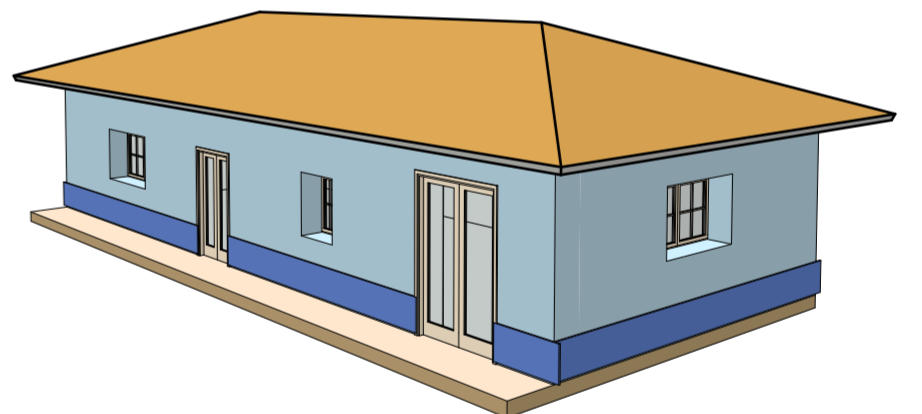
0. PLANTA 01 1:75



F1 Sección Construcción 1:100



F2 Sección Construcción 1:100



3D-07 3D IMAGEN. 1:184.4321

TIPO DE CENTRO	MODULO	AMBIENTE	AREA M2	CANTIDAD
CENTRO DE SALUD KELLUYO	CASA MATERNA	CASA MATERNA	17.91	2
	SS.HH	SS.HH VARONES	2.31	1
		SS.HH MUJERES	2.31	1
	SALA DE REUNION	SALA DE REUNION	67.65	1

TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZ.	OBSERVAC.
(V-1)	0.80	1.00	0.90	ventana frontal
(V-2)	1.50	1.00	0.90	
(V-3)	1.20	1.00	1.15	
(V-4)	1.00	0.90	1.10	
(V-5)	1.50	1.00	1.15	

TIPO	ANCHO	ALTO	OBSERVAC.
(P-1)	1.50	2.25	puerta principal
(P-2)	1.00	1.90	puerta secundaria

ANEXO D: Análisis del Peligro Sísmico.

ANÁLISIS DEL PELIGRO SÍSMICO DEL DISTRITO DE KELLUYO

Conocidas la sismicidad de las fuentes y los modelos de atenuación de las ondas sísmicas generadas en cada una de éstas, el peligro sísmico se puede calcular considerando la suma de los efectos de la totalidad de las fuentes sismogénicas, la distancia entre cada fuente y el sitio de interés que se requiere evaluar.

La evaluación del peligro sísmico en el presente trabajo se ha realizado utilizando el programa de cómputo R-CRISIS Ver 18.4.1, desarrollado y actualizado por Ordaz et al (2015), este programa tiene suministrado en su base de datos la metodología de cálculo de la probabilidad total desarrollada por Cornell (1968).

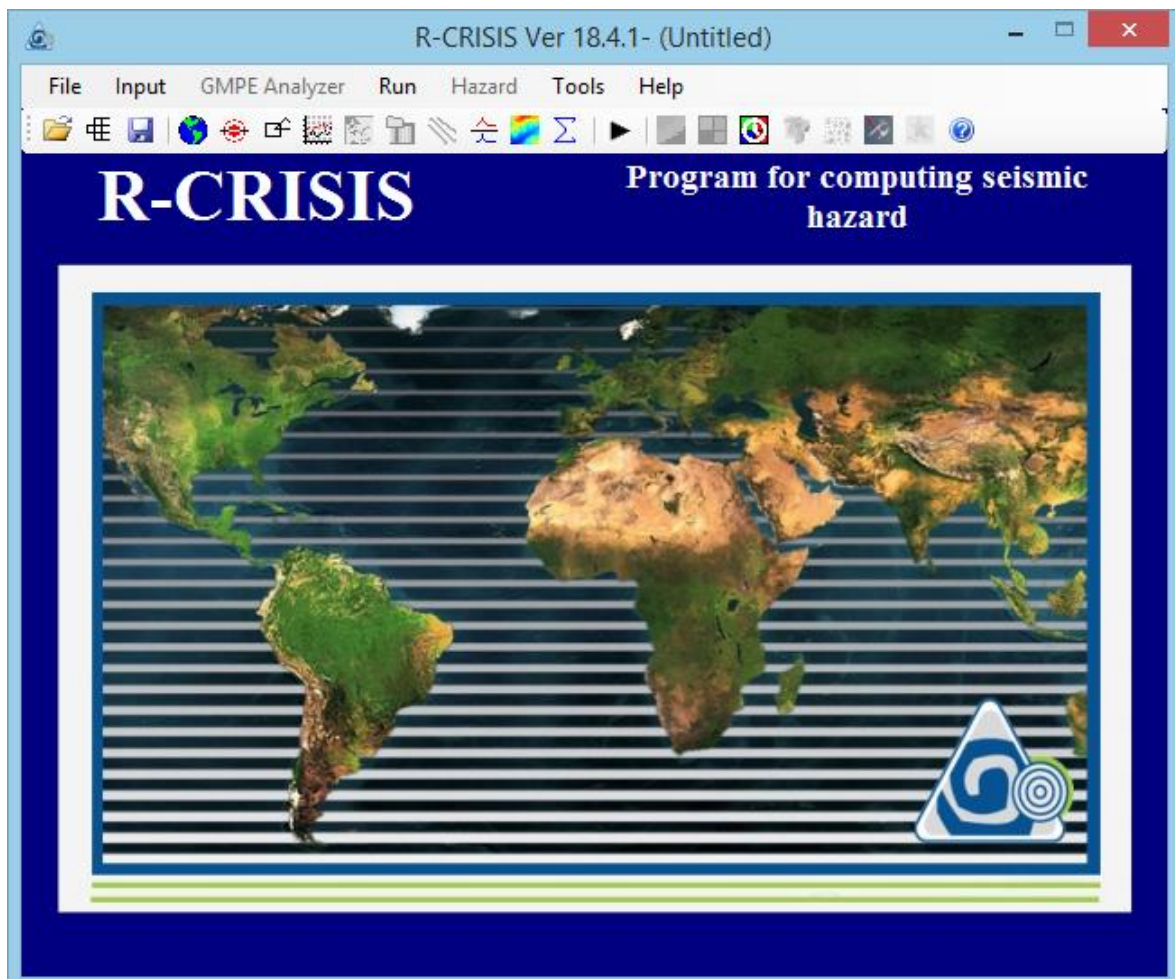
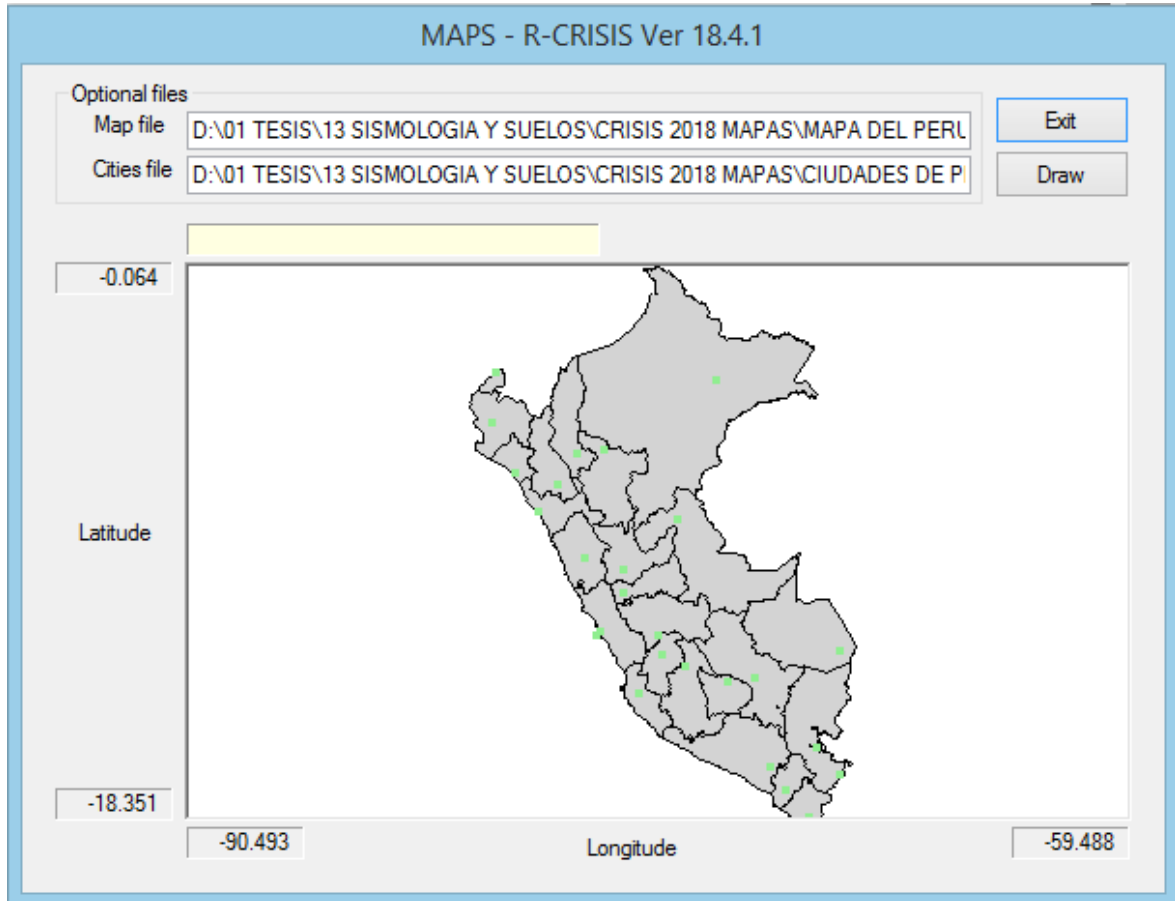
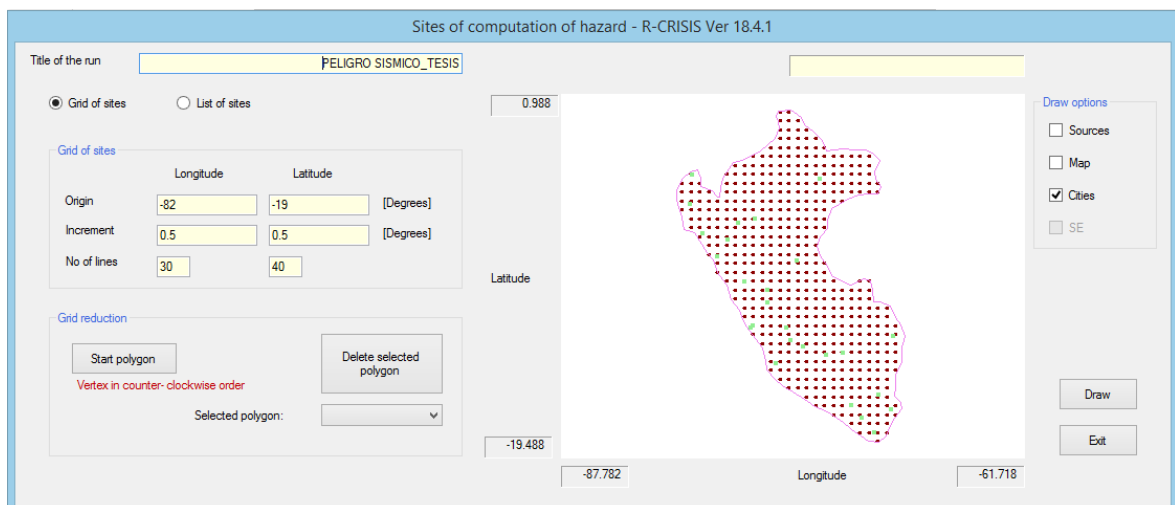


Figura 1. Programa para la evaluación del peligro sísmico R-CRISIS Ver 18.4.1

1. Abrir el programa R-CRISIS Ver 18.4.1. Ingresar los archivos (mapas y ubicación) de la zona de estudio.



2. Definición de la malla para la zona en estudio.



3. Definición de características geométricas (fuentes sismogénicas) de la zona de estudio.

GEOMETRY OF THE SEISMIC SOURCES - R-CRISIS Ver 18.4.1; 768/692

Name: FUENTE 1

Source operations: Area, Add new source, Rename, Delete, Set Alive

Vertex: 6 Source is alive

Area: Line, SSG, Grid, Area Planes, EQ Ruptures, RectFault, Slab

Behavior: Normal

Vertex in counter-clockwise order

Longitude	Latitude	Depth
-79.928	-1.314	50
-79.697	-2.447	50
-81.742	-2.217	25
-81.67	-1.163	25
-80.38	2.11	25
-78.778	1.666	50

Thickness (Km): 0

Slices: 1

Fault aspect ratio: 1

Strike: 0

R= $K1 \cdot \exp(K2 \cdot M)$

K1: 0.003809

K2: 1.1513

Choose

Active source: 1

Total sources: 29

Draw options: Trian, Grid, Active, Selection, Range, Start: 1, End: 29

Plane: XY, XZ, YZ

Ruptures: Show, Ruptures, Hypo, Mmin: 7

GEOMETRY OF THE SEISMIC SOURCES - R-CRISIS Ver 18.4.1; 768/692

Name: FUENTE 2

Source operations: Area, Add new source, Rename, Delete, Set Alive

Vertex: 7 Source is alive

Area: Line, SSG, Grid, Area Planes, EQ Ruptures, RectFault, Slab

Behavior: Normal

Vertex in counter-clockwise order

Longitude	Latitude	Depth
-81.851	-3.458	25
-82.054	-5.322	25
-80.991	-8.528	25
-79.267	-7.74	50
-80.368	-5.595	50
-79.699	-2.439	50
-81.236	-2.274	25

Thickness (Km): 0

Slices: 1

Fault aspect ratio: 1

Strike: 0

R= $K1 \cdot \exp(K2 \cdot M)$

K1: 0.003809

K2: 1.1513

Choose

Active source: 2

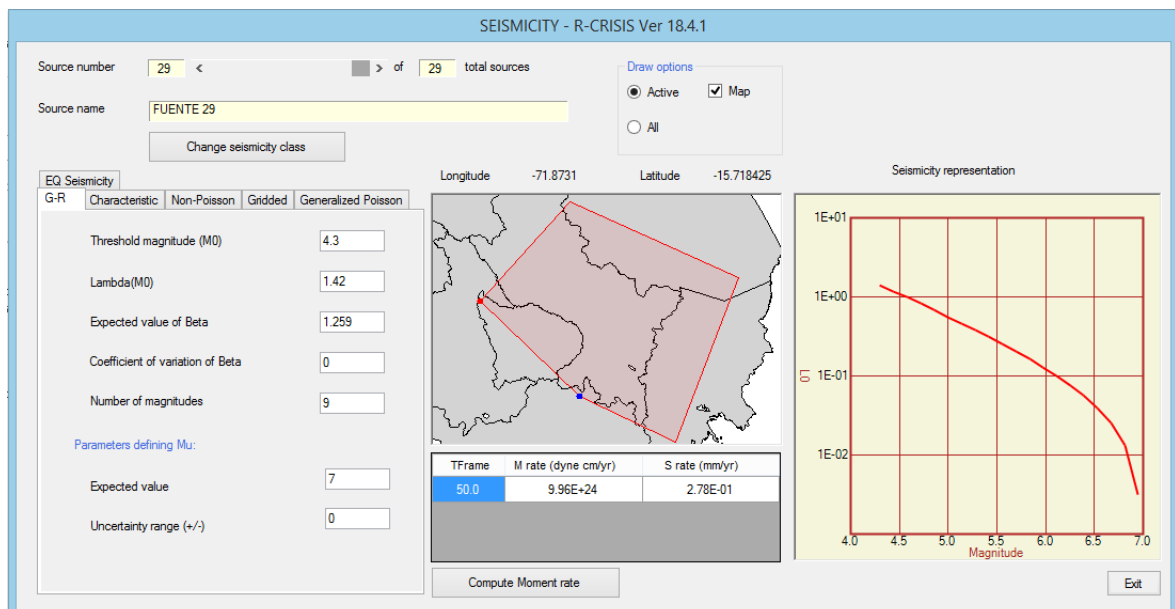
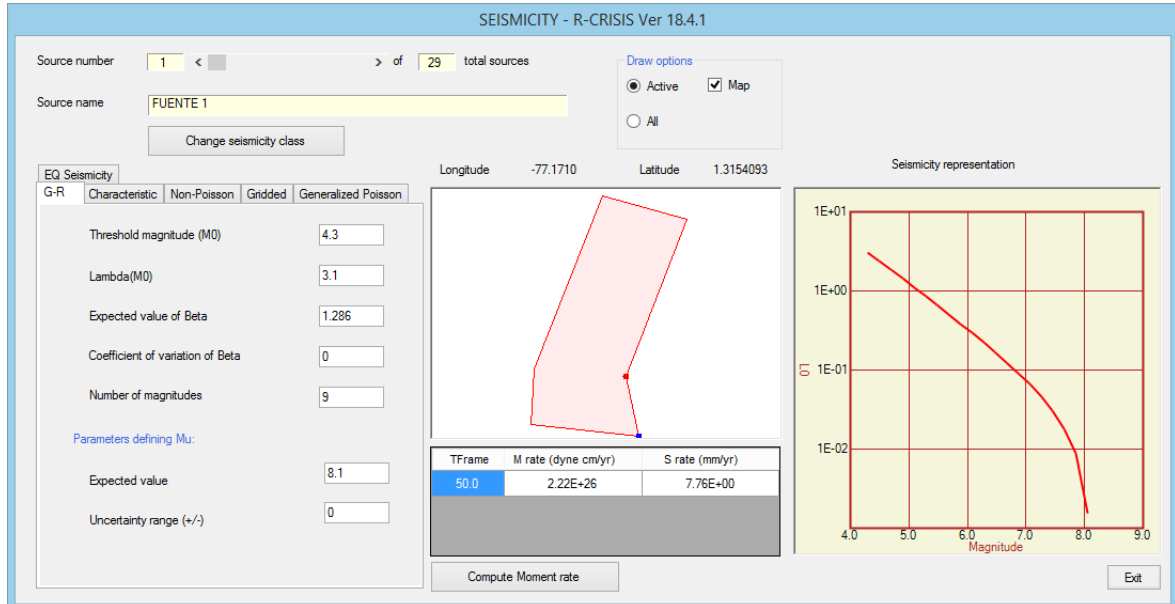
Total sources: 29

Draw options: Trian, Grid, Active, Selection, Range, Start: 1, End: 29

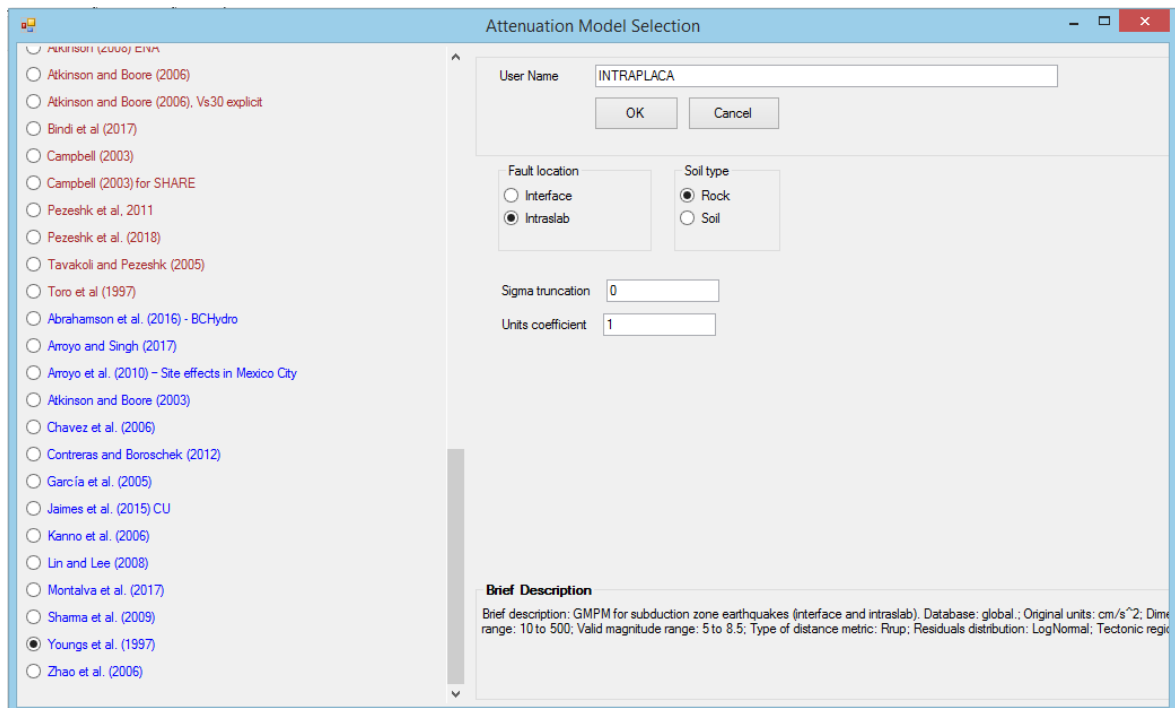
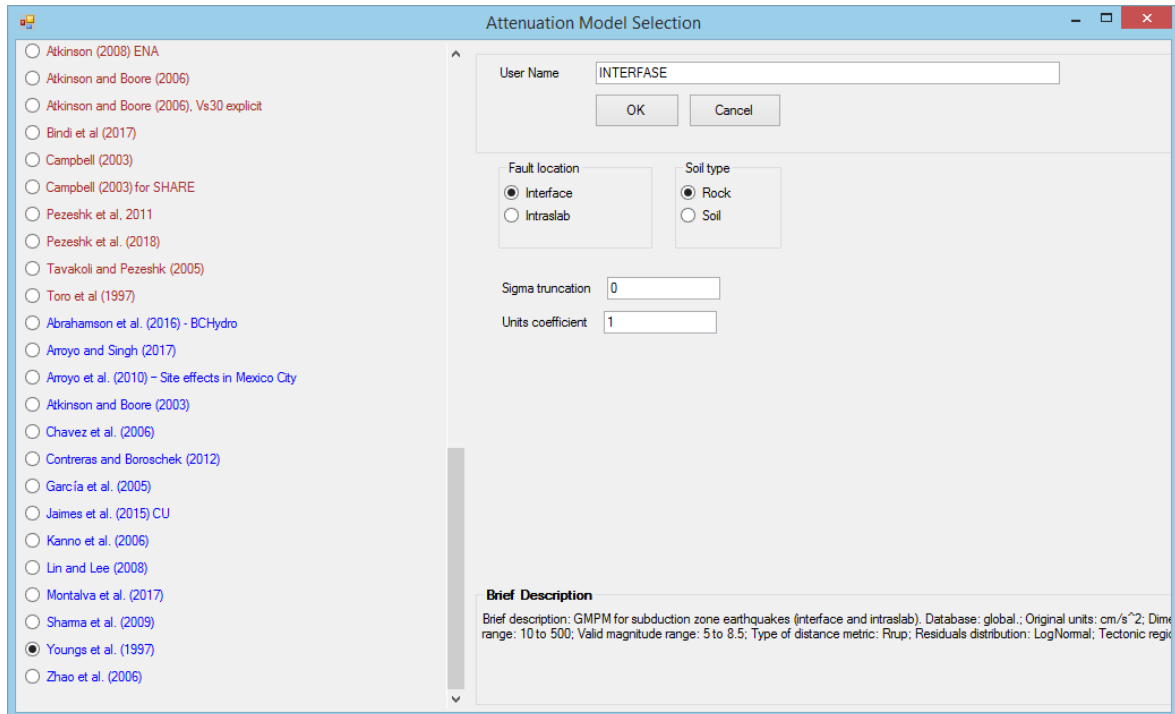
Plane: XY, XZ, YZ

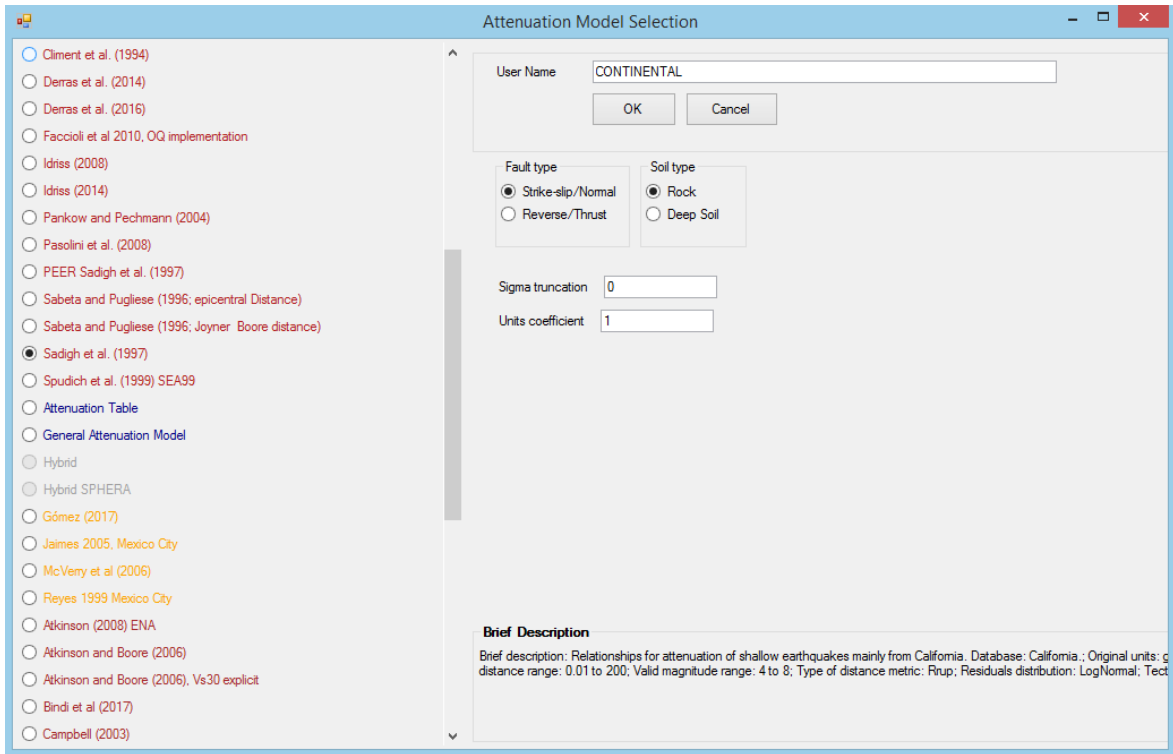
Ruptures: Show, Ruptures, Hypo, Mmin: 7

4. Definición de parámetros sismológicos para cada fuente sísmica (29) de la zona de estudio.

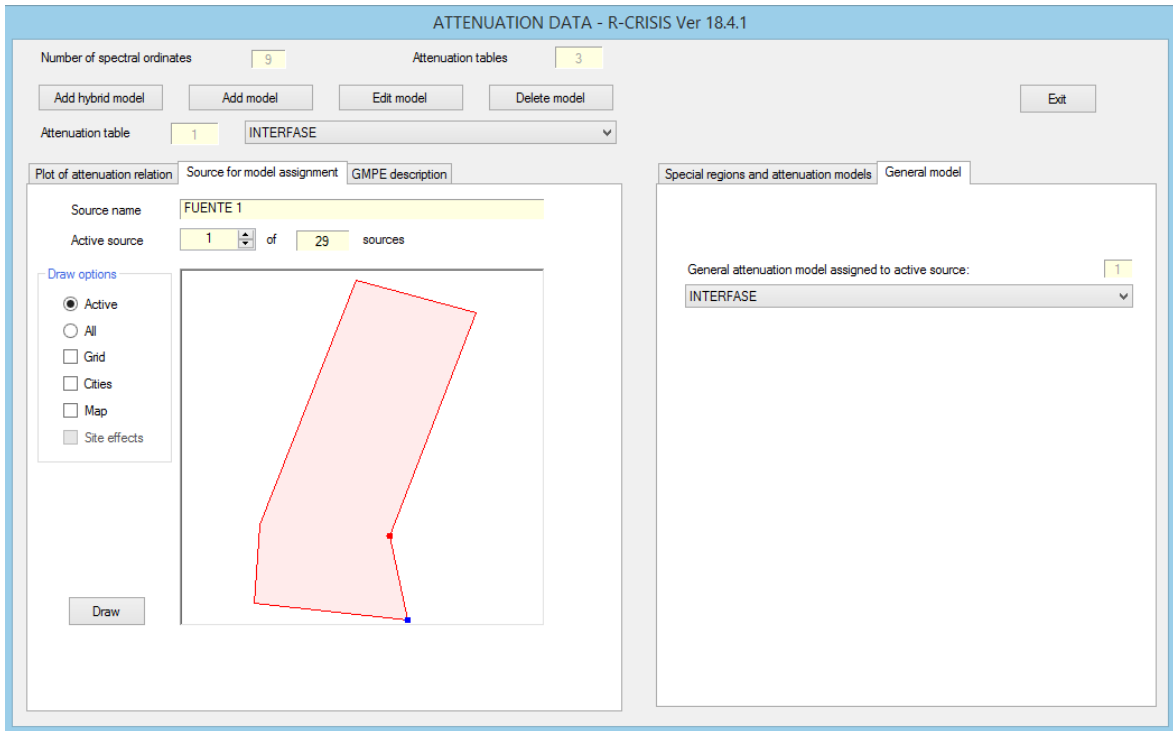


5. Definición de Leyes de Atenuación para sismos de Interfase, Intraplaca y continentales de la zona de estudio.

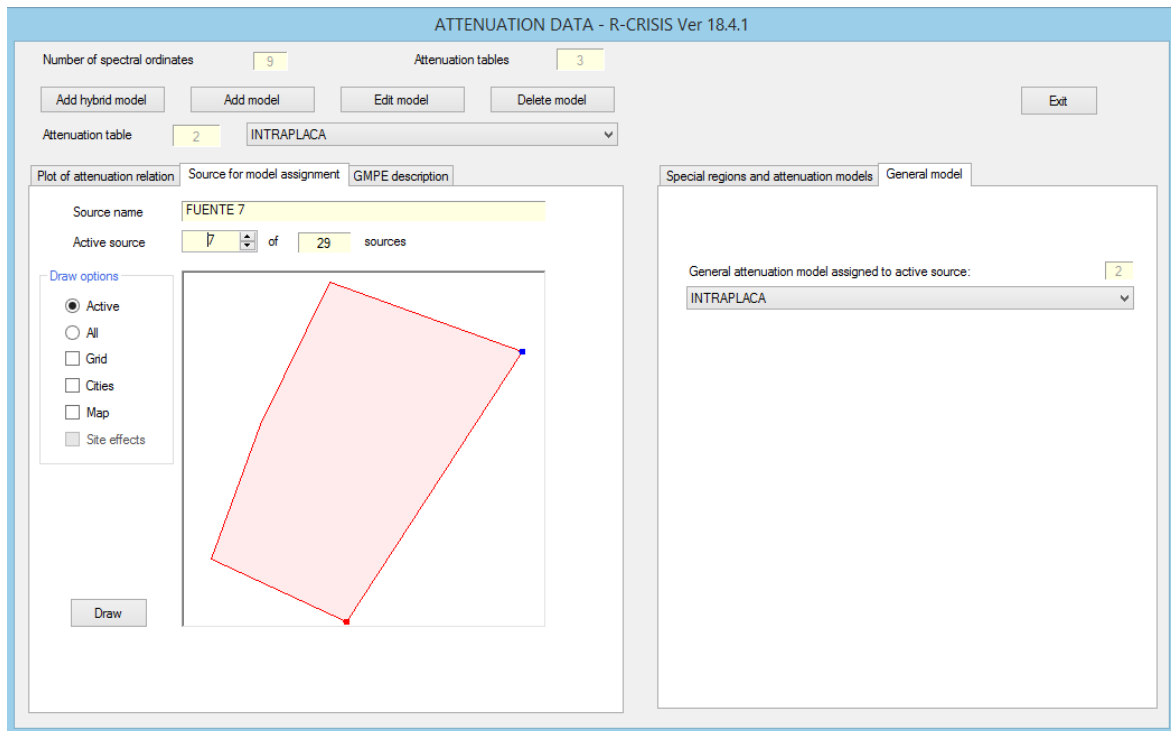




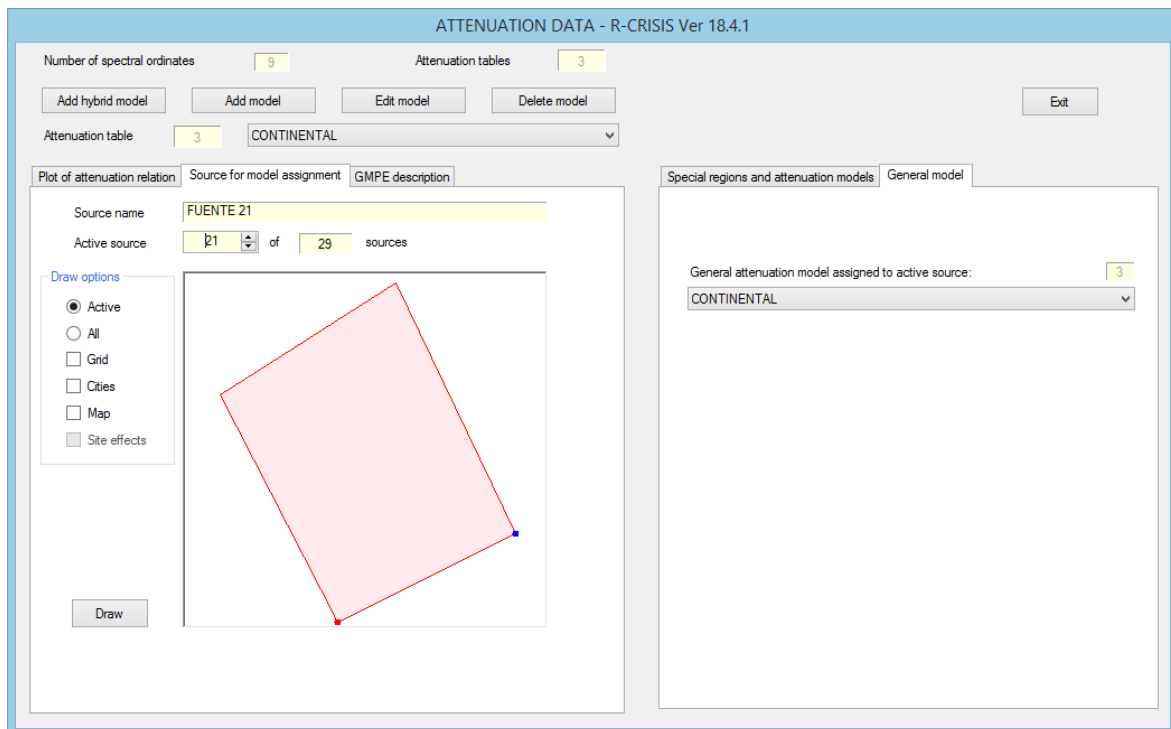
6. Asignación de Leyes de Atenuación a cada fuente (INTERFASE F-1 a F-6)



7. Asignación de Leyes de Atenuación a cada fuente (INTRAPLACA F-7 a F-20)



8. Asignación de Leyes de Atenuación a cada fuente (CONTINENTAL F-21 a F-29)



9. Definición del número de Ordenadas Espectrales (9 en total) y el período estructural para cada ordenada espectral podrá ser: 0, 0.05, 0.10, 0.15, 0.30, 0.50, 1, 2, 3 seg

INTENSITIES FOR EACH SPECTRAL ORDINATE - R-CRISI...

Spectral ordinates

Total number of spectral ordinates:

Actual spectral ordinate:

Structural period of actual spectral ordinate:

Lower limit of intensity level:

Upper limit of intensity level:

Spacing

Log Linear PEER Large PEER

General values

Units:

Number of levels of intensity for which seismic hazard will be computed:

10. Definición de Parámetros Globales

GLOBAL PARAMETERS - R-CRISIS Ver 18.4.1

Integration parameters

Maximum integration distance: km

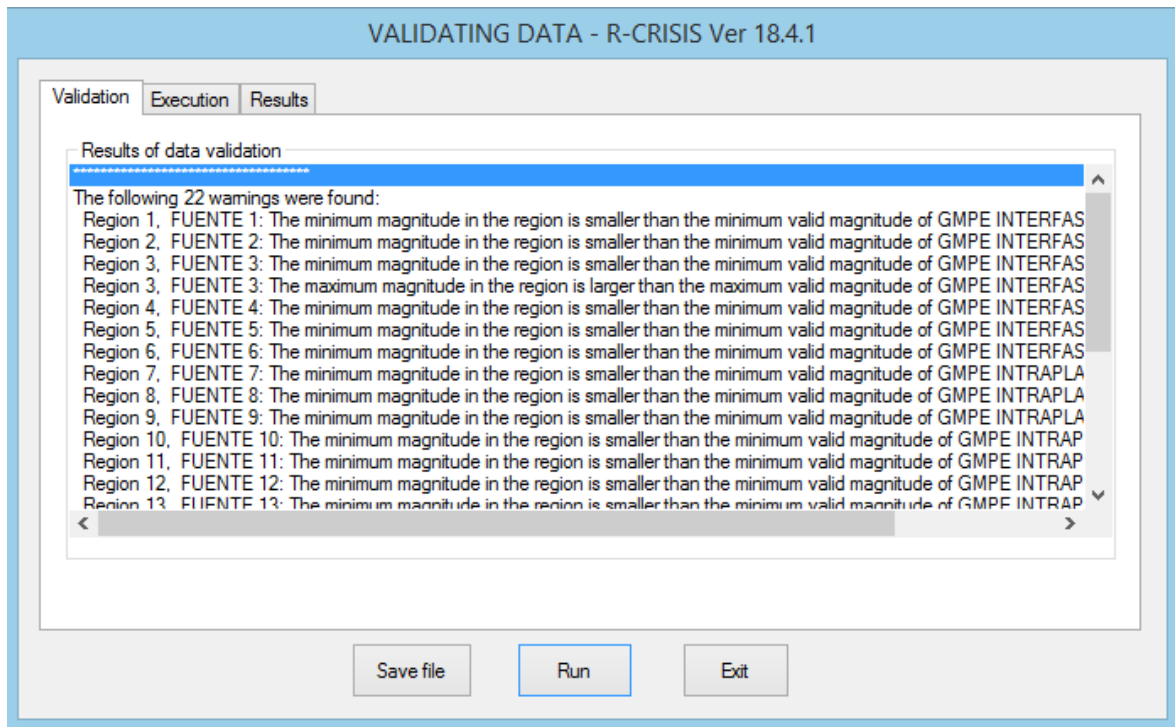
Minimum triangle size: km

Minimum Distance/Triangle Size ratio:

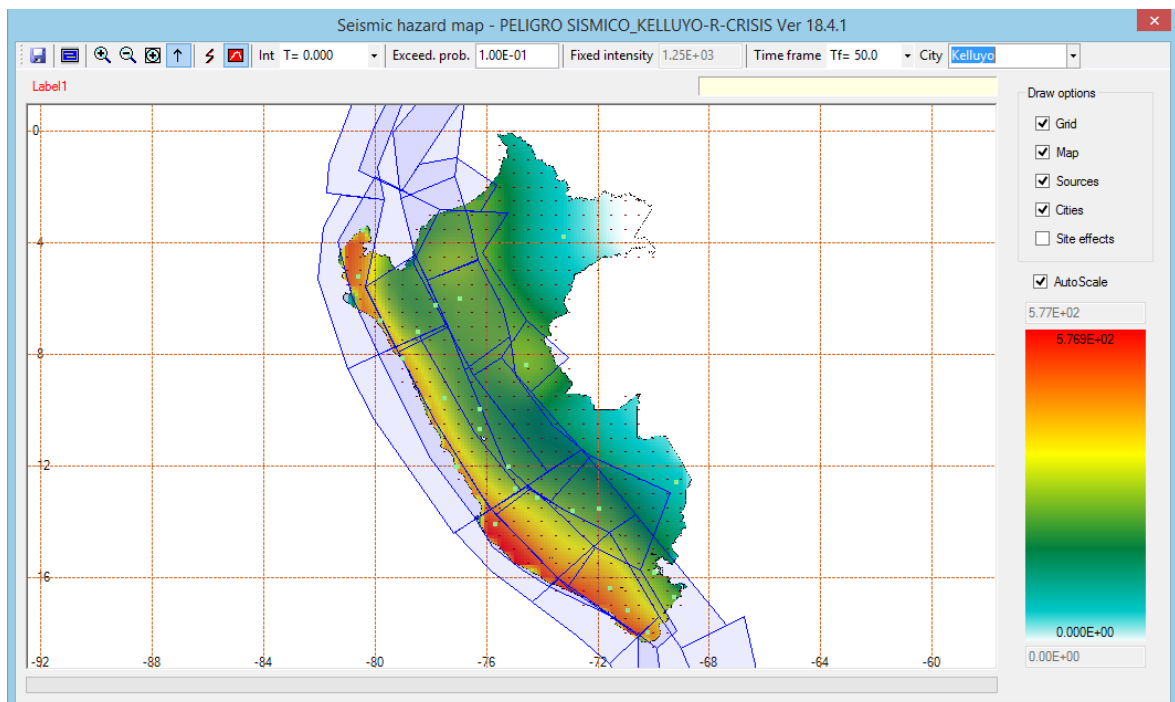
CAV filter

Time frame	Map return period (years)	PE in 50 years
50	100	3.93E-01
	250	1.81E-01
	475	9.99E-02
	975	5.00E-02
	2475	2.00E-02

11. Validación y Procesamiento de los datos ingresados



12. Mapa de Peligro Sísmico para un periodo de retorno de 475 años.



13. Espectro de peligro uniforme para un periodo de retorno de 475 años. Aceleración máxima en el suelo de la zona de estudio = 0.245 g.



14. Bibliografía

- Miguel ángel Roncal Castro. Determinación del Peligro Sísmico en el Territorio Nacional y Elaboración de Aplicativo Web. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Lima 2017.
- CRISIS Manual. Ordaz M. and Salgado-Gálvez M.A. (2017). R-CRISIS Validation and Verification Document. Technical Report. Mexico City, Mexico.

ANEXO E: Estudio Hidrológico.

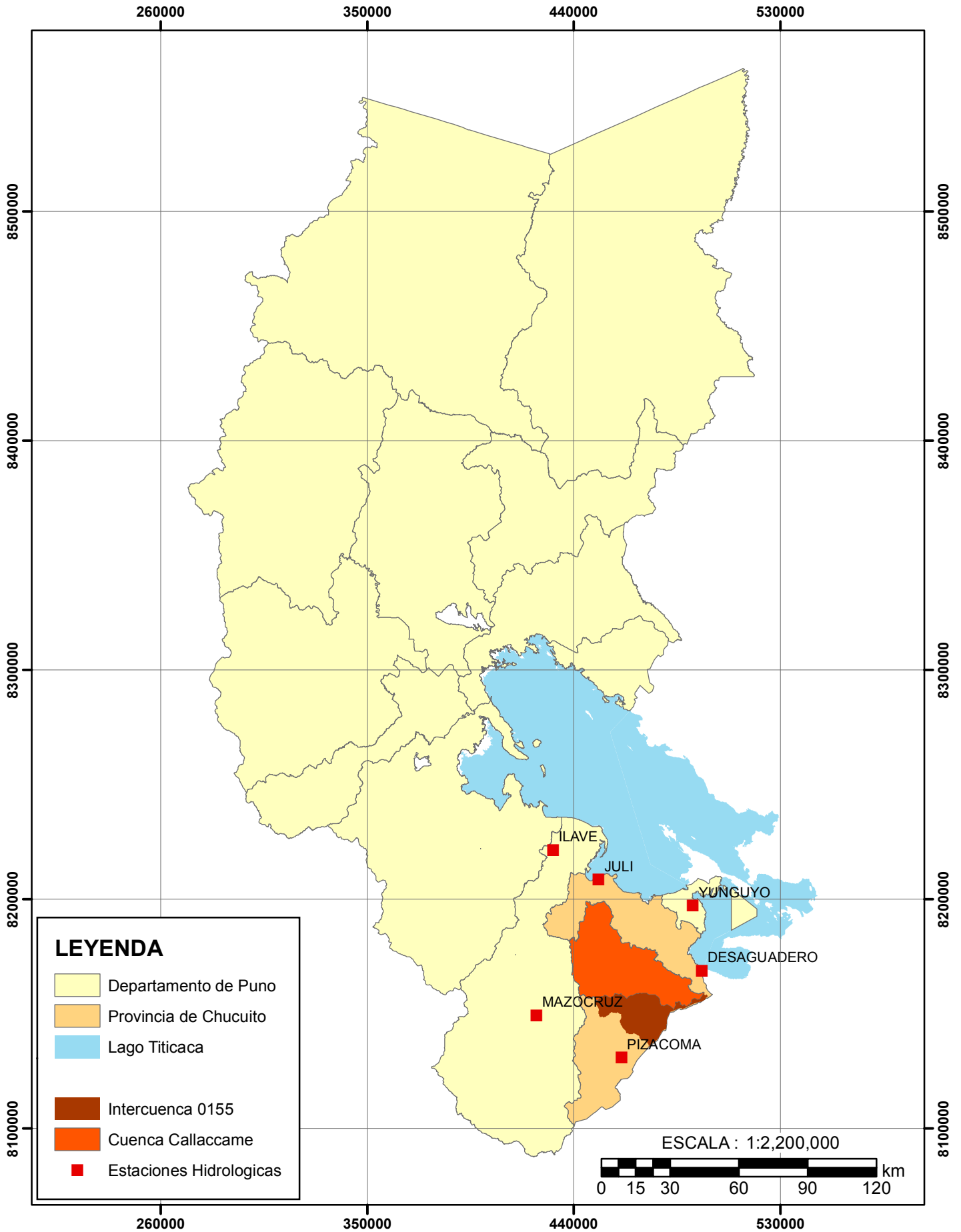
2. Estación Desaguadero.

ESTACION : DESAGUADERO LATITUD : 16°33'48,06" DEPARTAMENTO : PUNO
TIPO : CO. 110820 LONGITUD : 69°02'19,8" PROVINCIA : CHUCUITO
CO.116060 ALTITUD : 3860 msnm DISTRITO : DESAGUADERO

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1967	32.30	73.30	118.00	21.00	7.70	0.00	21.60	12.50	37.30	35.20	1.10	162.80	43.57
1968	137.70	231.20	104.00	14.50	44.20	26.40	0.00	4.00	26.10	17.30	156.70	28.50	65.88
1969	197.30	90.40	29.00	43.70	0.30	15.40	1.30	1.80	5.00	6.10	26.20	20.30	36.40
1970	150.20	110.50	100.31	33.21	2.43	0.01	0.00	1.30	16.82	21.40	22.80	159.91	51.57
1971	140.90	217.81	33.65	40.00	0.31	0.72	0.01	3.21	0.00	12.20	78.60	67.92	49.61
1972	221.90	153.50	146.82	7.11	0.00	1.20	3.70	1.50	24.60	43.60	31.41	141.12	64.71
1973	345.40	192.73	108.90	40.20	10.61	0.00	13.62	18.01	45.60	43.03	16.30	42.20	73.05
1974	223.70	236.10	38.11	61.60	0.50	3.00	0.90	78.80	7.50	23.11	26.01	65.31	63.72
1975	218.30	211.30	120.70	9.00	27.80	26.10	1.20	8.80	19.70	27.80	16.70	129.60	68.08
1976	203.40	114.20	99.60	18.20	8.00	0.00	17.00	69.20	75.50	0.00	4.50	50.70	55.03
1977	93.20	235.80	166.40	7.50	0.20	0.00	8.00	2.00	2.00	72.80	96.00	133.40	68.11
1978	261.60	73.40	145.90	8.40	0.00	0.00	10.00	9.00	36.30	20.40	128.90	81.50	64.62
1979	227.30	84.90	220.30	29.30	4.40	0.00	2.40	0.20	0.00	36.10	83.50	21.90	59.19
1980	103.30	56.50	221.70	2.90	6.00	0.40	0.00	21.50	27.80	43.60	12.20	53.40	45.78
1981	216.80	223.20	115.90	109.70	3.10	0.00	0.00	19.20	32.00	46.80	41.00	129.90	78.13
1982	299.40	64.30	63.00	66.40	0.00	0.50	0.00	7.00	72.90	95.00	67.80	29.10	63.78
1983	37.90	72.60	48.10	35.50	3.80	4.10	2.50	11.50	17.20	4.70	24.50	181.00	36.95
1884	424.40	275.20	229.60	38.30	46.90	21.70	0.00	1.70	0.00	70.60	90.00	79.80	106.52
1985	132.60	298.40	113.00	114.50	13.10	21.10	0.00	23.70	54.40	5.70	171.10	190.60	94.85
1986	207.40	274.30	431.10	49.80	5.90	1.80	4.70	5.60	23.40	18.10	75.00	174.10	105.93
1987	338.80	82.80	23.50	30.20	5.60	20.00	29.60	4.30	24.20	75.00	138.60	48.20	68.40
1988	226.60	68.80	194.60	73.00	7.00	0.20	3.50	0.00	13.70	20.40	2.50	125.50	61.32
1989	124.40	82.50	97.40	58.80	1.30	0.00	19.80	3.60	9.70	44.00	39.90	67.90	45.78
1990	146.20	86.00	87.80	60.10	8.60	69.10	0.00	31.80	6.80	39.50	125.70	135.70	66.44
1991	105.90	72.70	117.10	33.70	8.20	38.50	2.00	0.00	0.80	21.20	40.20	48.10	40.70
1992	179.80	146.40	26.20	62.30	1.00	3.70	4.00	24.20	0.00	25.20	31.50	70.50	47.90
1993	211.20	80.00	119.60	17.60	7.30	2.60	0.00	49.50	26.50	60.50	85.10	93.10	62.75
1994	123.80	213.30	83.80	25.00	9.20	2.00	2.30	0.00	1.70	4.10	93.10	122.60	56.74
1995	121.90	134.40	119.10	20.50	0.00	0.00	0.00	6.80	16.90	1.00	43.10	188.50	54.35
1996	218.60	73.50	69.40	27.30	5.00	0.00	0.50	58.30	20.20	12.70	67.90	65.40	51.57
1997	233.70	260.90	85.70	47.30	13.70	0.00	0.00	58.60	63.20	11.20	65.50	34.40	72.85
1998	94.70	165.10	72.00	57.70	0.00	42.40	0.00	0.00	3.40	32.70	67.20	25.80	46.75
1999	212.00	225.70	248.80	109.50	10.90	0.90	1.10	0.00	15.20	86.50	3.10	30.90	78.72
2000	202.10	145.70	71.80	0.50	0.00	9.40	0.00	2.90	4.80	55.20	63.50	104.90	55.07
2001	340.00	278.20	136.90	17.50	3.20	7.50	14.80	20.70	28.70	28.60	12.00	95.60	81.98
2002	107.50	213.20	266.20	98.10	11.50	20.40	37.80	1.70	1.50	53.90	64.90	66.90	78.63
2003	171.90	102.20	149.20	2.00	12.80	0.00	0.00	5.10	35.90	5.90	22.80	103.50	50.94
2004	224.20	175.30	47.20	9.80	0.70	0.00	49.80	42.10	14.80	0.00	7.30	64.50	52.98
2005	98.10	215.20	123.00	11.40	0.00	0.00	0.00	0.00	30.40	44.20	64.80	138.10	60.43
2006	289.60	122.50	158.60	57.30	0.60	2.00	0.00	0.00	11.10	48.70	77.80	46.20	67.87
2007	34.30	72.60	269.30	31.20	0.00	0.00	9.90	3.40	19.40	8.90	43.80	47.60	45.03
2008	207.20	78.20	70.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00	25.70	14.60	136.10	44.54
2009	129.20	228.10	86.30	30.80	0.00	0.00	1.80	0.00	3.80	61.50	50.40	94.30	57.18
2010	174.20	152.20	10.20	16.50	22.20	0.00	0.00	0.00	33.40	39.00	19.00	107.40	47.84
2011	125.90	212.70	128.70	37.80	8.70	0.00	14.80	0.00	24.40	14.80	57.60	144.70	64.18
2012	194.20	197.60	133.70	40.20	0.00	0.80	3.30	1.00	0.00	29.60	49.70	156.40	67.21
2013	209.30	127.70	64.50	0.00	35.60	51.60	1.30	22.40	0.00	51.60	56.40	139.10	63.29
2014	192.10	46.40	113.80	31.60	0.50	0.00	0.00	31.20	54.60	49.50	11.80	11.70	45.27
2015	269.00	119.30	101.60	176.90	0.60	0.00	13.50	44.70	23.60	47.30	20.90	62.50	73.33
2016	59.60	282.10	19.30	68.30	1.80	18.20	1.60	0.00	9.30	33.70	12.00	35.60	45.13
2017	270.40	141.70	144.80	39.70	53.90	0.00	4.60	0.00	62.40	44.10	16.60	73.90	71.01
N° AÑOS	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	
MEDIA	186.50	154.76	119.50	40.07	8.14	8.07	5.94	14.02	21.27	33.72	51.76	90.76	
DES. EST.	83.27	74.01	77.21	34.70	12.51	15.02	10.33	19.97	19.98	23.06	41.23	50.31	
MIN	32.30	46.40	10.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	11.70	
MAX	424.40	298.40	431.10	176.90	53.90	69.10	49.80	78.80	75.50	95.00	171.10	190.60	
MEDIANA	197.30	145.70	113.00	33.21	3.80	0.50	1.30	4.00	17.20	32.70	43.10	79.80	

ANEXO F: Plano de Ubicación Cuencas.

CUENCA CALLACCAME E INTERCUENCA 0155



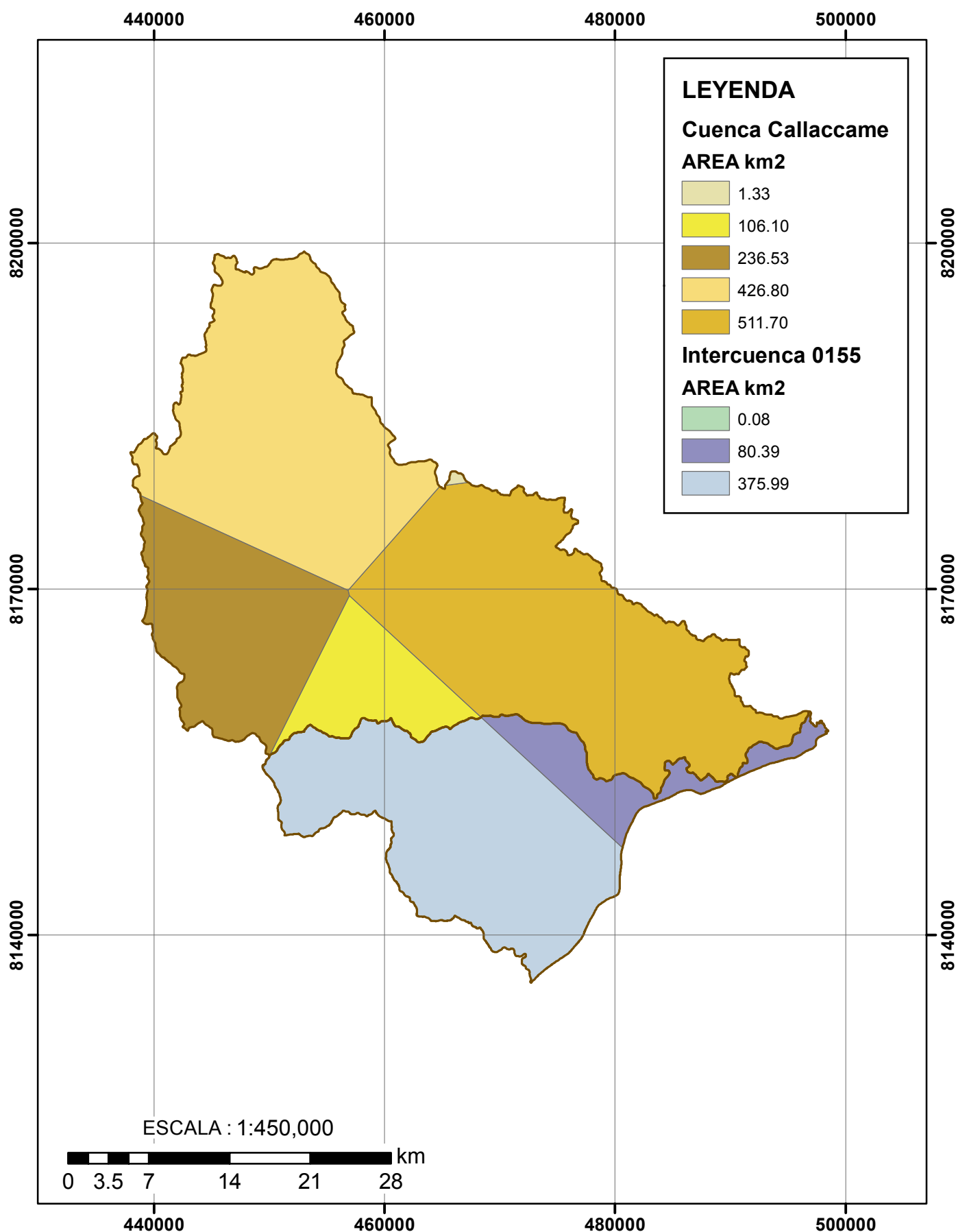
LEYENDA

- Departamento de Puno
- Provincia de Chucuito
- Lago Titicaca
- Intercuenca 0155
- Cuenca Callacame
- Estaciones Hidrológicas

ESCALA : 1:2,200,000

0 15 30 60 90 120 km

POLIGONOS DE THIESSEN



UNIVERSIDAD PERUANA UNION

ELABORADO POR:
 Bach. Elmer Quehwarucho Troncoso
 Bach. Lysbett Liliana Nina Maquera

ASESOR:
 Ing. Ferrer Canaza Rojas

TESIS:

DETERMINACION DEL INDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA EN ESTABLECIMIENTOS DE MEDIANA Y BAJA COMPLEJIDAD

PLANO:

POLIGONOS DE THIESSEN

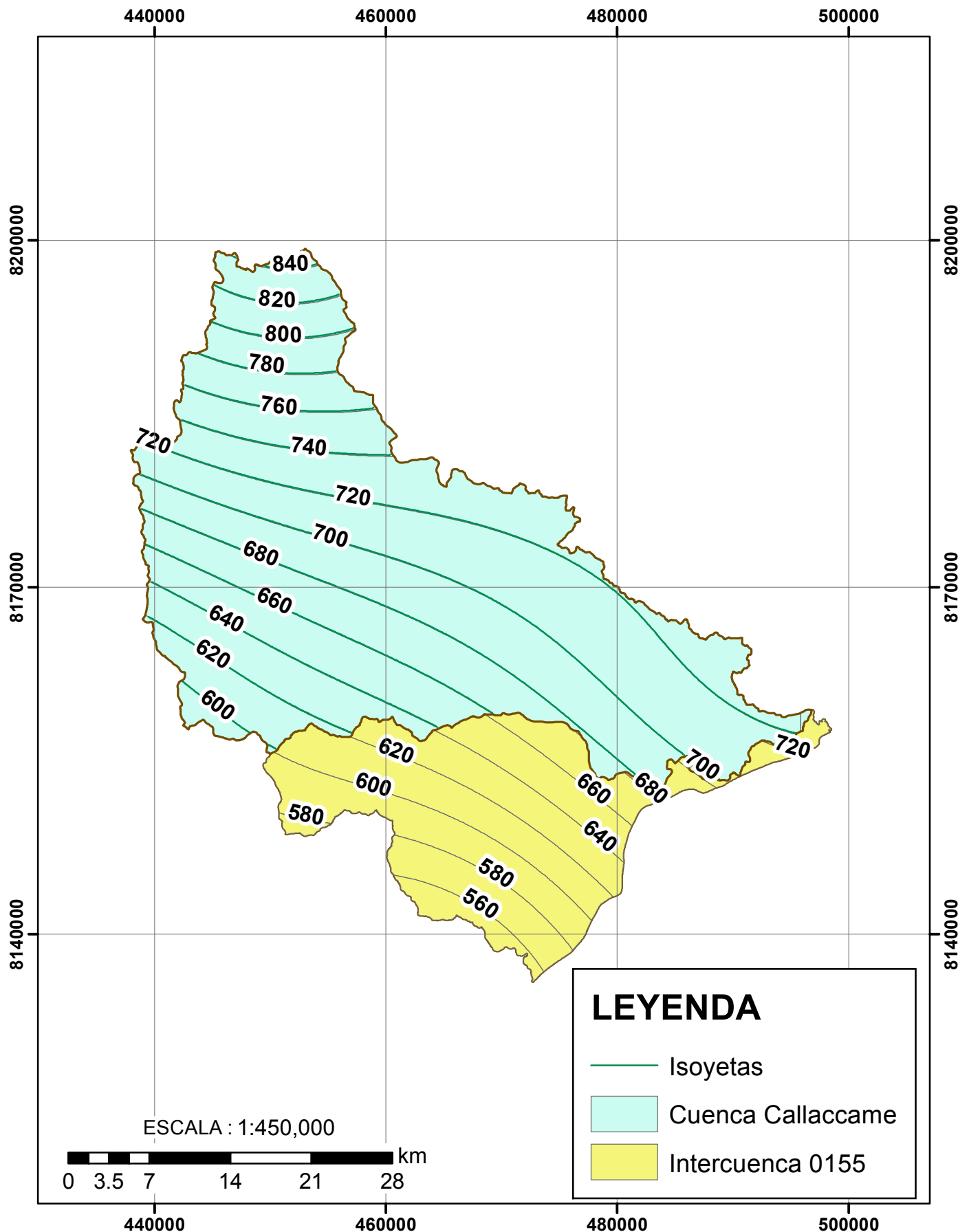
TAMAÑO: A4

FECHA: SETIEMBRE 2018


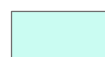

CODIGO:

MC - 02

ISOYETAS DE CUENCA CALLACCAME E INTERCUENCA 0155



LEYENDA

-  Isoyetas
-  Cuenca Callaccame
-  Intercuenca 0155



UNIVERSIDAD PERUANA UNION

ELABORADO POR:
 Bach. Elmer Quehwarucho Troncoso
 Bach. Lysbett Liliana Nina Maquera
 ASESOR:
 Ing. Ferrer Canaza Rojas

TESIS:
 DETERMINACION DEL INDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA EN
 ESTABLECIMIENTOS DE MEDIANA Y BAJA COMPLEJIDAD

PLANO:
 ISOYETAS DE CUENCA
 CALLACCAME E INTERCUENCA
 0155

TAMAÑO: A4
 FECHA: SETIEMBRE 2018
 CODIGO: MC - 03

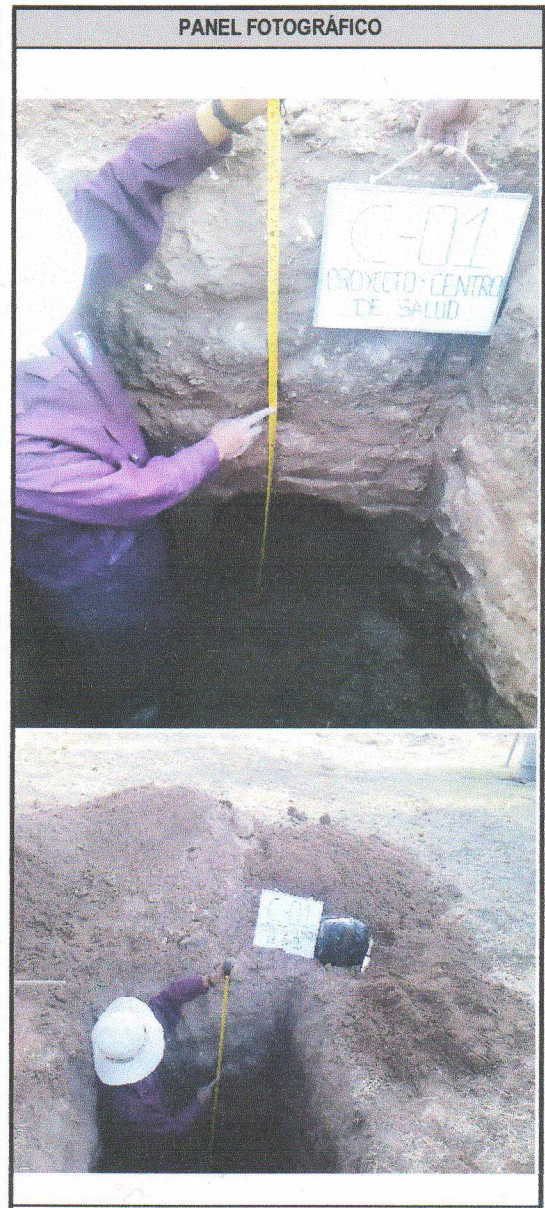
ANEXO G: Estudio de Mecánica de Suelos.



PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
Nº DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuares Paucar	FECHA	: 15/10/2015

ENSAYO: PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Nro de Punto de Exploración	: C-01
	Coordenada de Ubicación - X	: 473428.50
	Coordenada de Ubicación - Y	: 8150523.07

COTA	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN VISUAL
0.00		
0.05		
0.10		
0.15		
0.20		
0.25		
0.30	ESTRATO E - 01 SC - ARENA ARCILLOSA	Materia orgánica con presencia considerable de raíces de consistencia dura en estado seco, con baja humedad de color negro.
0.35		
0.40		
0.45		
0.50		
0.55		
0.60		
0.65	ESTRATO E - 02 SM - ARENA LIMOSA	Limo de baja plasticidad de consistencia media con presencia de arena medianamente húmeda de color marrón claro.
0.70		
0.75		
0.80		
0.85		
0.90		
0.95		
1.00	ESTRATO E - 03 SM - ARENA LIMOSA	Limo de baja plasticidad de consistencia media con presencia de arena medianamente húmeda de color marrón.
1.05		
1.10		
1.15		
1.20		
1.25		
1.30		
1.35		
1.40		
1.45		
1.50		
1.55		
1.60		
1.65		
1.70		
1.75		
1.80		
1.85		
1.90		
1.95		
2.00		
2.05		



HUMEDAD ESTRATO 03			
Nro de Muestra	1	2	3
Peso de Suelo Húmedo	146.92	145.12	146.70
Peso de Suelo Seco	126.00	124.14	125.89
Contenido de Agua	20.92	20.98	20.81
Cont. De Humedad	16.60%	16.90%	16.53%
Humedad Promedio	16.68%		

Nivel Freático: NP



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
Nº DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuarez Paucar	FECHA :	: 26/10/15

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NORMA ASTM - D 422	Nro de Estrato	: E-01
	Nro de Muestra	: M-01
	Prof. de la Muestra	: 0.00 m
	Clasificación SUCS	: SC Arena arcillosa
	Clasificación AASTHO	: A-2-6 IG = 1

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Observaciones
1"	25.4					
3/4"	19.05					
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	4.66	1.86	1.86	98.14	
1/4"	6.35	4.08	1.63	3.50	96.50	
No4	4.76	3.31	1.32	4.82	95.18	
No10	2.00	15.59	6.24	11.06	88.94	
No20	0.84	20.51	8.20	19.26	80.74	
No30	0.59					
No40	0.42	23.34	9.34	28.60	71.40	
No50	0.30					
No60	0.25					
No80	0.18					
No100	0.15	67.41	26.96	55.56	44.44	
No200	0.07	25.1	10.04	65.60	34.40	
BASE		86.00	34.40	100.00		
TOTAL		250.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial : 250.00 gr.
 Peso Lavado : 164.00 gr.
 Peso Perdido : 86.00 gr.

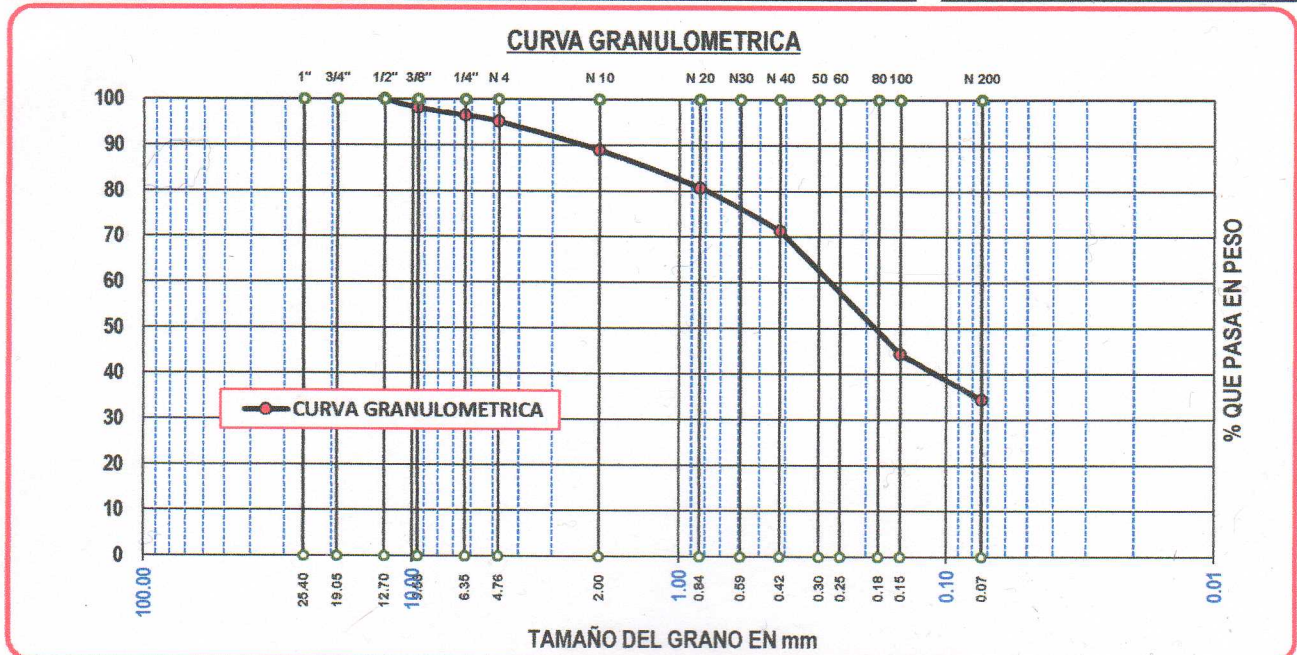
LIMITES DE CONSISTENCIA

Limite Liquido : 33.10%
 Limite Plastico : 20.32%
 Indice d Plasticidad : 12.79%

CARACT. GRANULOMETRICAS

D10= NP
 D30= NP
 D60= 0.31 mm

CU= NP
 CC= NP

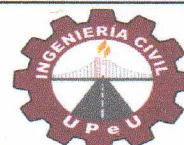


Leonel Chahuarez Paucar

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



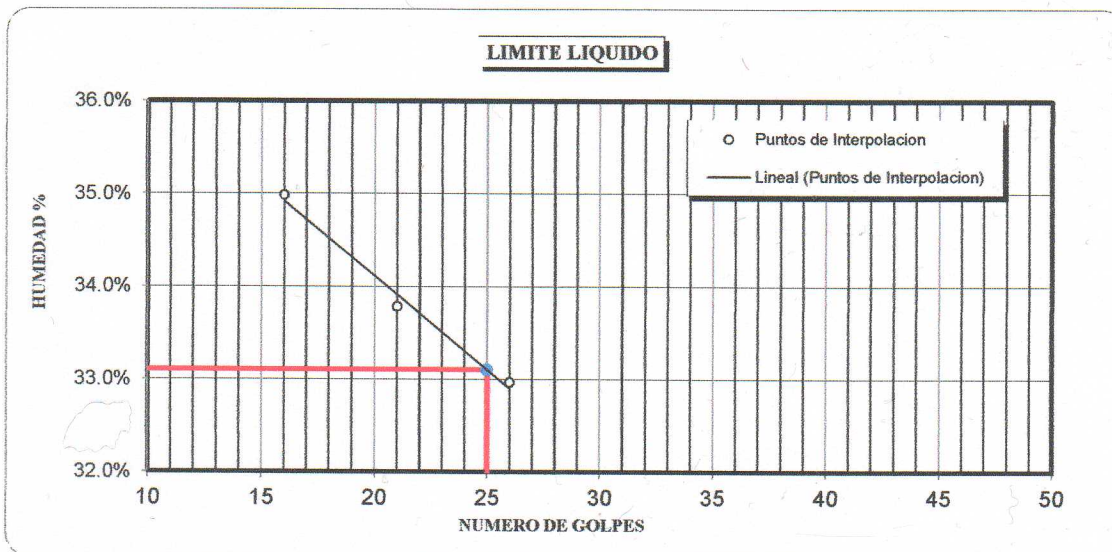
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
Nº DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuares Paucar	FECHA :	: 26/10/15

ENSAYO: LIMITES DE CONSISTENCIA NORMA ASTM - D 4318	Nro de Estrato	: E-01
	Nro de Muestra	: M-01
	Prof. de la Muestra	: 0.00 m
	Clasificación SUCS	: SC Arena arcillosa
	Clasificación AASTHO	: A-2-6 IG = 1

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	01	02	03	01	02
Nro de ensayo	01	02	03	01	02
Numero de Capsula	T-001	T-M2	T-M1	T-067	T-052
Peso de Capsula + Suelo Humedo (gr)	27.04	35.73	30.35	10.38	9.94
Peso de Capsula + Suelo Seco (gr)	24.33	31.96	26.83	9.96	9.61
Peso del Agua (gr)	2.71	3.77	3.52	0.42	0.33
Peso de Capsula (gr)	16.11	20.80	16.77	7.90	7.98
Peso de Suelo Seco (gr)	8.22	11.16	10.06	2.06	1.63
Contenido de Humedad (%)	32.97%	33.78%	34.99%	20.39%	20.25%
Numero de Golpes	26	21	16		



Limite Liquido : 33.10% **Limite Plastico : 20.32%** **Indice de Plasticidad : 12.79%**

Leonel Chahuares Paucar
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 96833

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Bach. Jaime Leandro Soto Salcedo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN - JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
Nº DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuares Paucar	FECHA	: 26/10/15

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NORMA ASTM - D 422	Nro de Estrato	: E-02
	Nro de Muestra	: M-01
	Prof. de la Muestra	: -0.60 m
	Clasificación SUCS	: SM Arena limosa
	Clasificación AASTHO	: A-4 IG = 0

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Observaciones
1"	25.4					
3/4"	19.05					
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	1.30	0.52	0.52	99.48	
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.52	99.48	
No4	4.76	1.02	0.41	0.93	99.07	
No10	2.00	2.72	1.09	2.02	97.98	
No20	0.84	3.88	1.55	3.57	96.43	
No30	0.59					
No40	0.42	12.20	4.88	8.45	91.55	
No50	0.30					
No60	0.25					
No80	0.18					
No100	0.15	77.38	30.95	39.40	60.60	
No200	0.07	29.75	11.90	51.30	48.70	
BASE		121.75	48.70	100.00		
TOTAL		250.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial : 250.00 gr.
 Peso Lavado : 128.25 gr.
 Peso Perdido : 121.75 gr.

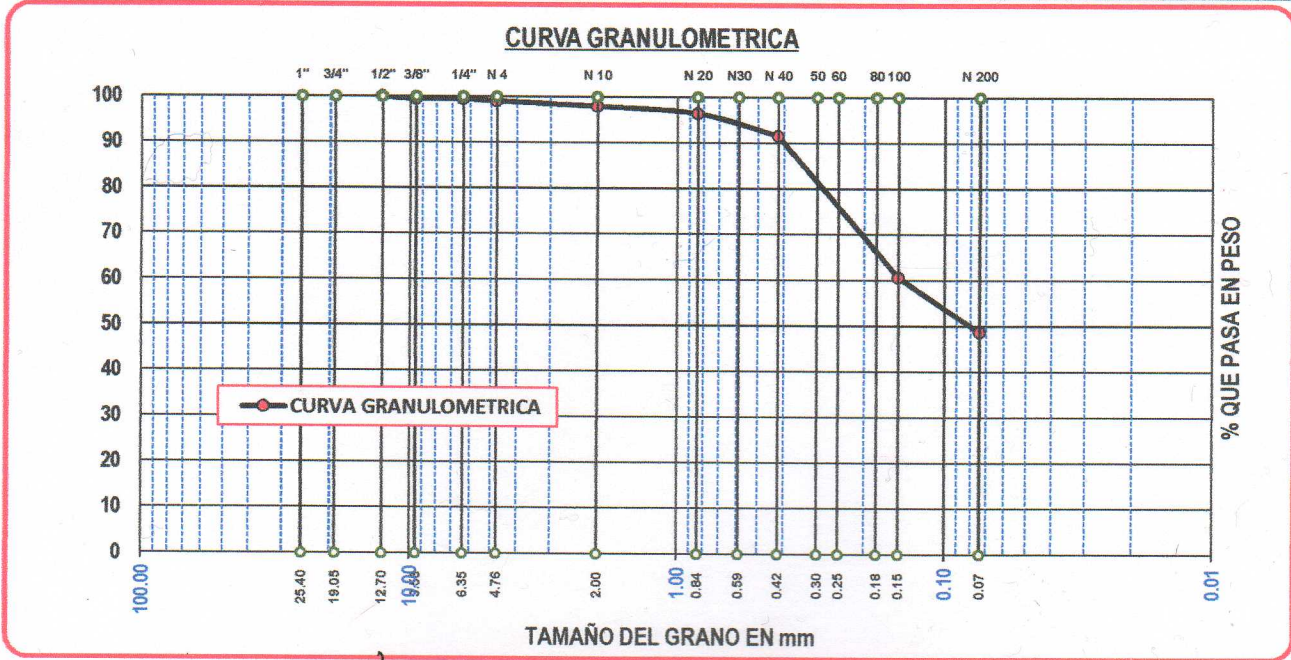
LIMITES DE CONSISTENCIA

Limite Liquido : NP
 Limite Plastico : NP
 Indice d Plasticidad : NP

CARACT. GRANULOMETRICAS

D10= NP
 D30= NP
 D60= 0.15 m

CU= NP
 CC= NP



Leonel Chahuares Paucar
 INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



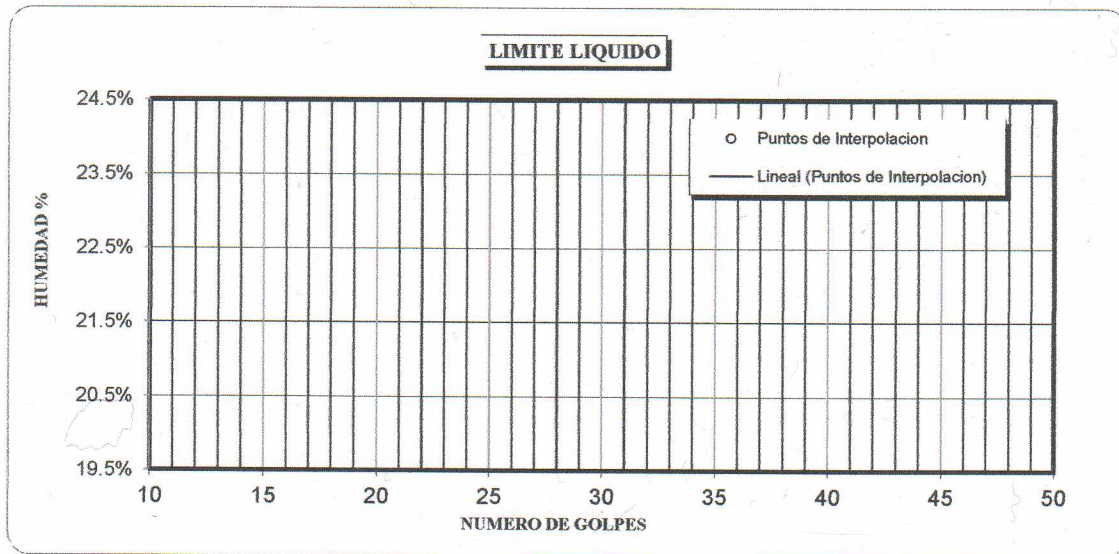
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
Nº DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuares Paucar	FECHA	: 26/10/15

ENSAYO: LIMITES DE CONSISTENCIA NORMA ASTM - D 4318	Nro de Estrato	: E-02
	Nro de Muestra	: M-01
	Prof. de la Muestra	: -0.60 m
	Clasificación SUCS	: SM Arena limosa
	Clasificación AASTHO	: A-4 IG = 0

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	01	02	03	04	01	02
Nro de ensayo						
Numero de Capsula	T-001	T-002	T-003	T-004	T-005	T-006
Peso de Capsula + Suelo Humedo (gr)						
Peso de Capsula + Suelo Seco (gr)						
Peso del Agua (gr)						
Peso de Capsula (gr)						
Peso de Suelo Seco (gr)						
Contenido de Humedad (%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Numero de Golpes						



Limite Liquido : NP Limite Plastico : NP Indice de Plasticidad : NP

Leonel Chahuares Paucar
 Leonel Chahuares Paucar
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 96633

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Bach. Jaime Leandro Soto Salcedo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
Nº DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuares Paucar	FECHA	: 26/10/15

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NORMA ASTM - D 422	Nro de Estrato	: E-03
	Nro de Muestra	: M-01
	Prof. de la Muestra	: -1.10 m
	Clasificación SUCS	: SM Arena limosa
	Clasificación AASTHO	: A-4 IG = 0

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Observaciones
1"	25.4					
3/4"	19.05					
1/2"	12.7					
3/8"	9.53					
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.76	2.87	0.96	0.96	99.04	
No10	2.00	7.81	2.60	3.56	96.44	
No20	0.84	9.15	3.05	6.61	93.39	
No30	0.59					
No40	0.42	22.59	7.53	14.14	85.86	
No50	0.30					
No60	0.25					
No80	0.18					
No100	0.15	86.48	28.83	42.97	57.03	
No200	0.07	56.99	19.00	61.96	38.04	
BASE		114.11	38.04	100.00		
TOTAL		300.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial : 300.00 gr.
 Peso Lavado : 185.89 gr.
 Peso Perdido : 114.11 gr.

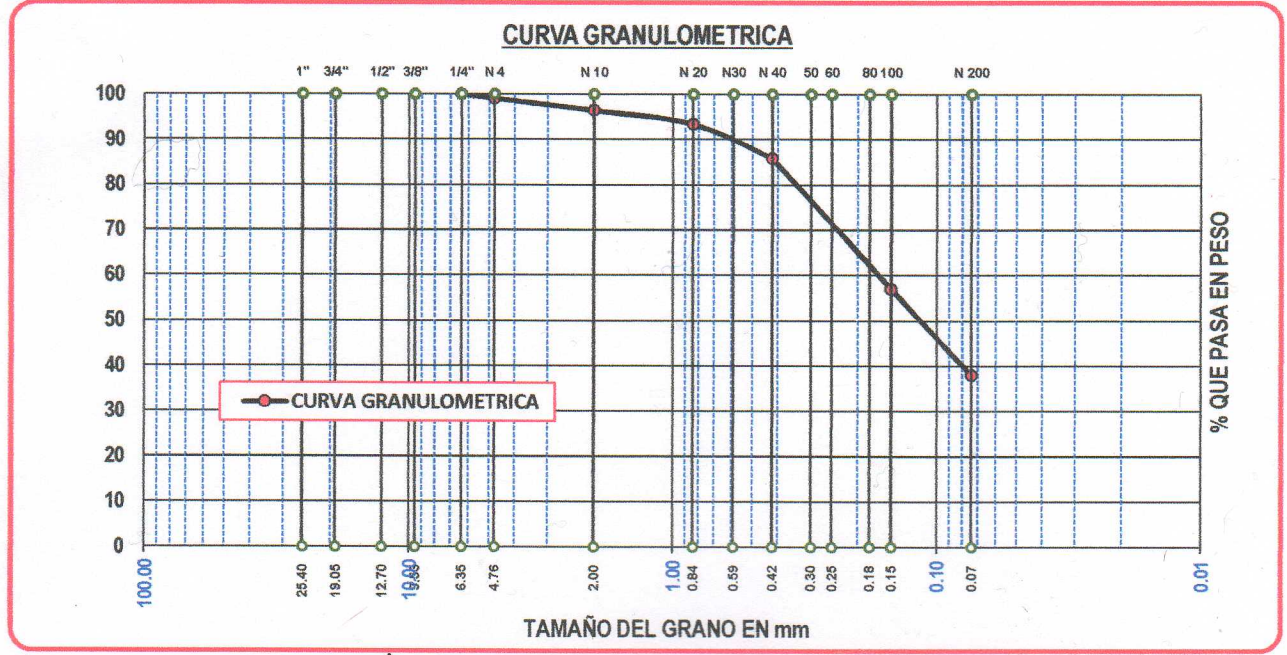
LIMITES DE CONSISTENCIA

Limite Liquido : NP
 Limite Plastico : NP
 Indice d Plasticidad : NP

CARACT. GRANULOMETRICAS

D10= NP
 D30= NP
 D60= 0.18 m

CU= NP
 CC= NP



Leonel Chahuares Paucar

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



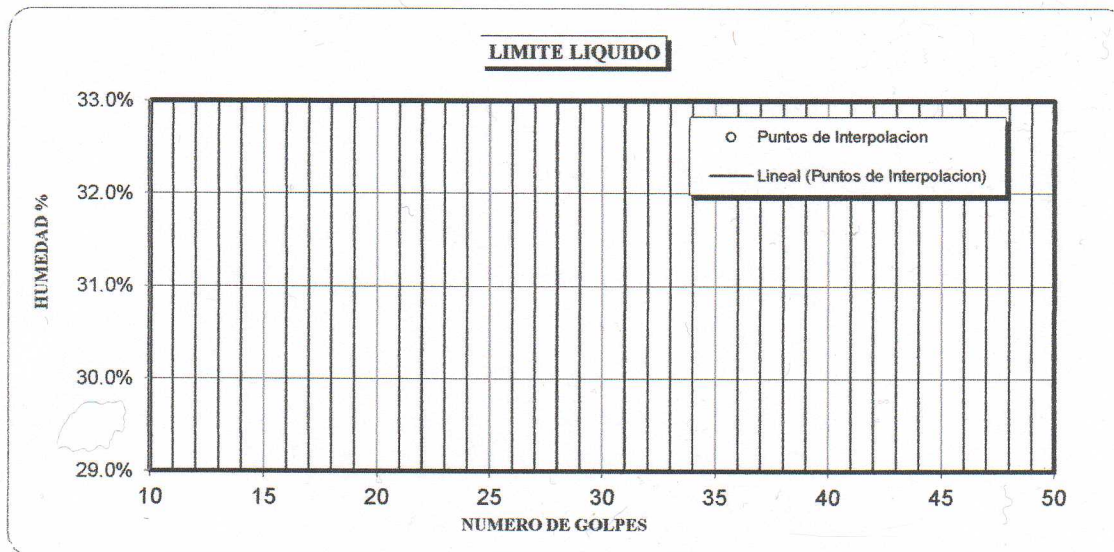
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – JULIACA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
Nº DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuares Paucar	FECHA	: 26/10/15

ENSAYO: LIMITES DE CONSISTENCIA NORMA ASTM - D 4318	Nro de Estrato	: E-03
	Nro de Muestra	: M-01
	Prof. de la Muestra	: -1.10 m
	Clasificación SUCS	: SM Arena limosa
	Clasificación AASTHO	: A-4 IG = 0

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	01	02	03	04	01	02
Nro de ensayo	01	02	03	04	01	02
Numero de Capsula	T-001	T-002	T-003	T-004	T-005	T-006
Peso de Capsula + Suelo Humedo (gr)						
Peso de Capsula + Suelo Seco (gr)						
Peso del Agua (gr)						
Peso de Capsula (gr)						
Peso de Suelo Seco (gr)						
Contenido de Humedad (%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Numero de Golpes						



Limite Liquido : NP Limite Plastico : NP Indice de Plasticidad : NP

Leonel Chahuares Paucar
.....
Leonel Chahuares Paucar
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 98633

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
.....
Bach. Jaime Leandro Soto Salcedo
.....
Bach. Jaime Leandro Soto Salcedo
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN - JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
N° DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuares Paucar	FECHA	: 15/10/15

ENSAYO: DENSIDAD DE CAMPO NORMA ASTM - D 1556	Nro de Muestra	: M-01
	Nro de Estrato	: E-03
	Profundidad de Muestra	: -1.90 m
	Método de Prueba	: Cono de Arena

DESCRIPCIÓN	CONTROL DE DENSIDAD DE ARENA		
	01	02	03
Nro de Ensayo	01	02	03
Nro de Frasco	F-001	F-001	F-001
Peso Arena + Cono + Frasco (Antes) (gr)	6683	6675	6666
Peso Arena + Cono + Frasco (Después) (gr)	5110	5104	5086
Peso de Arena en el Cono (gr)	1573	1571	1580
Peso de Arena en el Cono Prom. (gr)		1575	
Volumen del Molde (cm ³)	2139.05	2139.05	2139.05
Peso del Molde (gr)	5926	5926	5926
Peso del Molde + Arena (gr)	8789	8791	8786
Peso de Arena (gr)	2863	2865	2860
Densidad de la Arena Parcial (gr/cm ³)	1.34	1.34	1.34
Densidad de la Arena Final (gr/cm ³)		1.34	

DESCRIPCIÓN	CONTROL DE DENSIDAD DE CAMPO		
	C - 01		
Nro de Calicata	C - 01		
Profundidad (cm)	0.00 - 0.10		
Peso Arena + Cono + Frasco (Antes) (gr)	5340		
Peso Arena + Cono + Frasco (Después) (gr)	1781		
Peso Arena en Hoyo + Cono (gr)	3559		
Peso Arena en Hoyo (gr)	1984		
Volumen de Arena en Hoyo (cm ³)	1483		
Peso de Material Extraído (gr)	2980		
Densidad Húmeda en Campo (gr/cm ³)	2.01		

DESCRIPCIÓN	CONTROL DE LA HUMEDAD		
	T-074	T-070	T-053
Nro de Tara	T-074	T-070	T-053
Peso de Tara (gr)	15.81	16.42	16.32
Peso de Tara + Suelo Húmedo (gr)	79.83	72.56	81.33
Peso de Tara + Suelo Seco (gr)	73.73	67.47	75.32
Peso del Agua (gr)	6.10	5.09	6.01
Peso del Suelo Seco (gr)	57.92	51.05	59.00
Contenido de Humedad (%)	10.53%	9.97%	10.19%
Contenido de Humedad Promedio (%)		10.23%	
Densidad Seca Natural (gr/cm ³)		1.82	

Leonel Chahuares Paucar

Leonel Chahuares Paucar
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 96633

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Bach. Jaime Leandro Soto Salcedo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN - JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
N° DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuates Paucar	FECHA	: 30/10/15

ENSAYO: CORTE DIRECTO NORMA ASTM - D3080-98	Nro de Estrato	: E-03	Nro de Muestra	: M-01
	Prof. de la Muestra	: -1.10 m.		
	Clasificación SUCS	: SM (Arena Limosa)		
	Estado de la Muestra	: Inalterado		
	Velocidad de Ensayo	: 0.50	mm/min	

DATOS	ESPECIMEN 01	ESPECIMEN 02	ESPECIMEN 03
Altura (cm)	2.13	2.13	2.13
Lado (cm)	6.00	6.00	6.00
Volumen (cm3)	76.68	76.68	76.68
Peso Muestra Nat. (gr)	146.92	145.12	146.70
Peso Muestra Seca (gr)	126.00	124.14	125.89
Densidad Nat. (gr/cm3)	1.92	1.89	1.91
Humedad (%)	16.60	16.90	16.53
Esf. Normal (Kg/cm2)	0.22 Kg/cm2	0.44 Kg/cm2	0.89 Kg/cm2

Deformacion Tang. (mm)	ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
	Lect. (N)	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm2)	Lect. (N)	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm2)	Lect. (N)	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm2)
0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00
0.10	12.5	1.3	0.05	20.0	2.0	0.07	25.5	2.6	0.09
0.20	24.0	2.4	0.09	30.5	3.1	0.11	40.0	4.1	0.14
0.30	35.5	3.6	0.13	40.0	4.1	0.14	56.0	5.7	0.20
0.40	44.5	4.5	0.16	49.5	5.0	0.18	71.5	7.3	0.26
0.60	63.0	6.4	0.23	68.5	7.0	0.25	101.5	10.3	0.37
0.80	83.5	8.5	0.30	88.5	9.0	0.32	130.0	13.3	0.47
1.00	102.5	10.4	0.37	109.5	11.2	0.39	158.0	16.1	0.57
1.25	121.5	12.4	0.44	135.5	13.8	0.49	182.0	18.6	0.66
1.50	132.0	13.5	0.48	155.5	15.9	0.56	201.0	20.5	0.72
1.75	136.0	13.9	0.49	166.0	16.9	0.60	216.5	22.1	0.78
2.00	137.0	14.0	0.49	169.0	17.2	0.61	225.0	22.9	0.81
2.25	137.0	14.0	0.49	169.0	17.2	0.61	229.0	23.3	0.83
2.50	137.0	14.0	0.49	169.0	17.2	0.61	230.5	23.5	0.83
2.75	137.0	14.0	0.49	169.0	17.2	0.61	230.5	23.5	0.83
3.00	137.0	14.0	0.49	169.0	17.2	0.61	230.5	23.5	0.83
3.50	137.0	14.0	0.49	169.0	17.2	0.61	230.5	23.5	0.83
4.00	137.0	14.0	0.49	169.0	17.2	0.61	230.5	23.5	0.83
4.50									
5.00									
5.50									
6.00									
6.50									
7.00									
7.50									

Leonel Chahuates Paucar
 INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

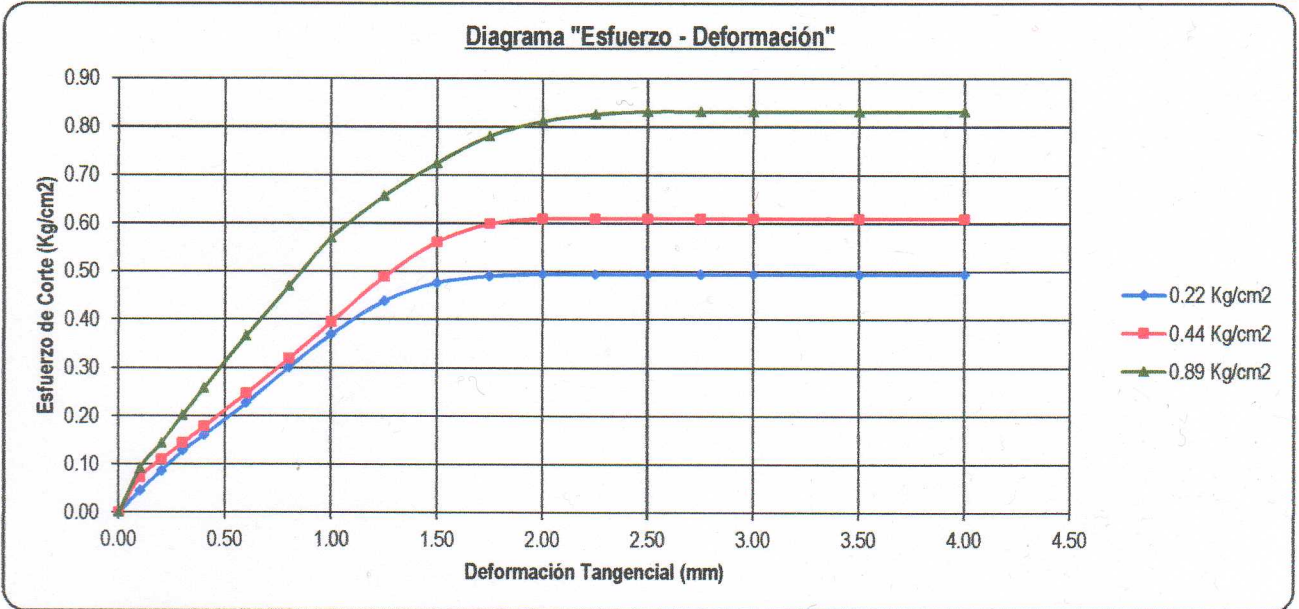


UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN - JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

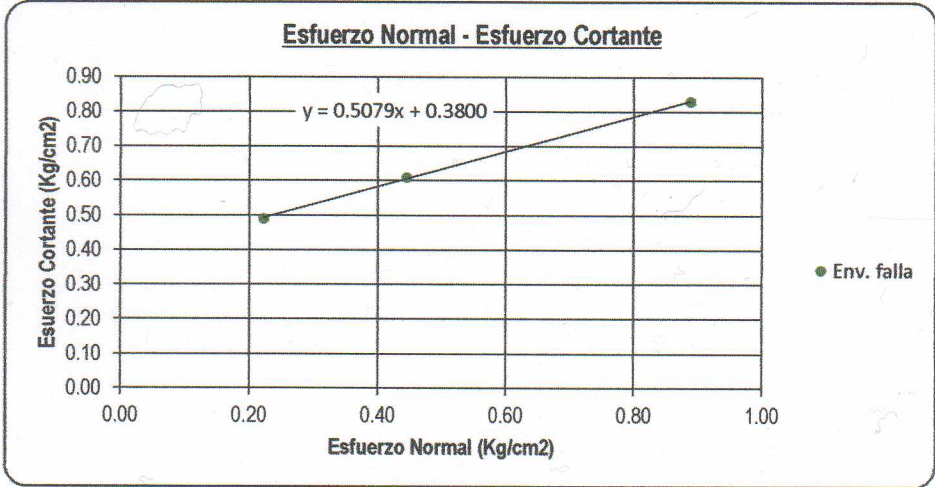


PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
N° DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuares Paucar	FECHA	: 30/10/15

ENSAYO: CORTE DIRECTO NORMA ASTM - D3080-98	Nro de Estrato	: E-03	Nro de Muestra	: M-01
	Prof. de la Muestra	: -1.10 m.		
	Clasificación SUCS	: SM (Arena Limosa)		
	Estado de la Muestra	: Inalterado		
	Velocidad de Ensayo	: 0.50 mm/min		



Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	0.22	0.44	0.89
Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)	0.49	0.61	0.83



Parámetros de la Recta

m= 0.51
b= 0.38

Parámetros de Resistencia al Corte

φ= 26.93 °
c= 0.380 Kg/cm²
γ= 1.91 gr/cm³

Leonel Chahuares Paucar

Leonel Chahuares Paucar
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 96652

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Bach. Jaime Leandro Soto Salcedo



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN - JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

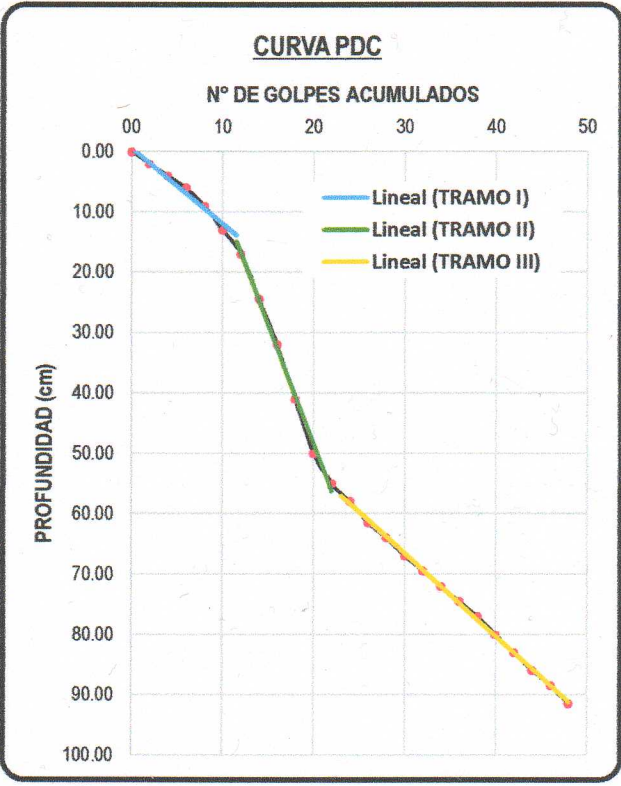


PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
N° DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuares Paucar	FECHA	: 15/10/15

ENSAYO:
PENETRACIÓN DINÁMICA DE CONO - ASTM D 6951

Nro de Punto de Exploración	: C-01
Coordenada de Ubicación - X	: 473428.50
Coordenada de Ubicación - Y	: 8150523.07
Area transversal de Cono	: 3.14 cm ²
Altura de Caída y Peso de Martillo	: 57.5 cm y 8.0 Kg

PRUEBA N° 01			
Nivel de Inicio:		- 1.75 m	Respecto al T. N.
N° de Golpes	Lectura PDC	Penetración (cm)	N _{PDC} (mm/golpe)
00	100.00	0.00	
02	98.00	2.00	10.00
04	96.00	4.00	10.00
06	94.00	6.00	10.00
08	91.00	9.00	11.25
10	87.00	13.00	13.00
12	83.00	17.00	14.17
14	75.50	24.50	17.50
16	68.00	32.00	20.00
18	59.00	41.00	22.78
20	50.00	50.00	25.00
22	45.00	55.00	25.00
24	42.00	58.00	24.17
26	38.50	61.50	23.65
28	36.00	64.00	22.86
30	33.00	67.00	22.33
32	30.50	69.50	21.72
34	28.00	72.00	21.18
36	25.50	74.50	20.69
38	23.00	77.00	20.26
40	20.00	80.00	20.00
42	17.00	83.00	19.76
44	14.00	86.00	19.55
46	11.50	88.50	19.24
48	8.50	91.50	19.06



Leonel Chahuares Paucar
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 96653

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Bach. Jaime Leandro Soto Salcedo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN - JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E. P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE SALUD DE PRIMER NIVEL EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL DISTRITO DE KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO"		
N° DE CALICATA	: C - 01	ELABORADO POR	: Bach. Jaime L. Soto S.
RESPONSABLE	: Mg. Leonel Chahuares Paucar	FECHA	: 30/10/15

CALCULO: CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE	Nro de Estrato	: E-03
	Clasificación SUCS	: SM
	Coordenada de Ubicación - X	: 473428.50
	Coordenada de Ubicación - Y	: 8150523.07

PARÁMETROS E HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Ecuación de Terzaghi (Cimentaciones Cuadradas)

$$q_u = 0.867 c' N' c + q N' q + 0.4 \gamma B N' \gamma$$

Donde:

- c'** : Cohesión
- B** : Ancho de cimentación
- q** : Esfuerzo efectivo al nivel de desplante de la cimentación
- γ** : Peso específico del suelo
- N'c, N'q, N'γ** : Factores de capacidad de carga modificada

La capacidad de carga admisible del suelo esta dado por:

$$q_a = q_u / FS \quad \text{FS = Factor de seguridad (FS=3 para estructuras permanentes e importantes)}$$

q =	343.80	gr/cm ²	γ =	1.91	gr/cm ³
B =	140	cm	φ =	26.93	°
L =	140	cm	c =	0	gr/cm ²
Df =	180	cm			
N'c =	16.25		N'q =	6.51	
			N'γ =	2.86	
q_u =	0.00	+	2238.14	+	305.91 = 2544.04
q_u =	2544.04	gr/cm ²	q_{adm} =	848.01	gr/cm ²
FS =	3		q_{adm} =	0.85	kg/cm ²

Leonel Chahuares Paucar

Leonel Chahuares Paucar
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 66668

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Bach. Jaime Leandro Soto Salcedo

ANEXO H: Ensayo a la Compresión en Unidades.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE CONCRETO Y MATERIALES



PROYECTO :	Determinación del Índice de Seguridad Hospitalaria en Establecimientos de Mediana y Baja Complejidad		
SOLICITANTE :	Lysbett Liliana Nina Maquera	ELABORADO POR :	Tec. Pérez Atoche Jafet Mánfred
RESPONSABLE:	Ing. Quispe Basualdo Rolando	FECHA:	27 de junio de 2017

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN ADOBES ARTESANALES

ITEM	ESTRUCTURA	ENSAYO	MEDIDAS	AREA (cm2)	LECTURA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)
01	Muestra N° 1	22/06/2017	21.0 x 27.8	583.80	4750	8.14
02	Muestra N° 2	22/06/2017	19.9 x 26.9	535.31	5140	9.60
03	Muestra N° 3	22/06/2017	20.2 x 26.8	541.36	7060	13.04
04	Muestra N° 4	22/06/2017	17.2 x 26.4	454.08	3450	7.60
05	Muestra N° 5	22/06/2017	20.1 x 24.4	490.44	4010	8.18
06	Muestra N° 6	22/06/2017	21.0 x 27.6	579.60	5030	8.68
07	Muestra N° 7	22/06/2017	21.9 x 26.9	589.11	3810	6.47
08	Muestra N° 8	22/06/2017	20.2 x 26.3	531.26	3910	7.36
09	Muestra N° 9	22/06/2017	17.8 x 25.7	457.46	3350	7.32
10	Muestra N° 10	22/06/2017	19.6 x 26.4	517.44	8550	16.52

* Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

UNIVERSIDAD PERUANA UNION
 Laboratorio de Tecnología del Concreto y Materiales



Tec. Pérez Atoche Jafet Mánfred
 R.S. de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNION
 Laboratorio de Tecnología del Concreto y Materiales



Ing. Quispe Basualdo Rolando
 CIP 68597
 R.P. de Laboratorio

ANEXO I: Propuesta del Nuevo Centro de Salud



VISTA AEREA DE LADO SUR DEL
TERRENO-CENTRO SALUD I3



VISTA AEREA DE LADO NORTE DEL
TERRENO-CENTRO SALUD I3



UNIVERSIDAD PERUANA UNION

ELABORADO POR:

Bach. Elmer Quehvarucho Troncoso.
Bach. Lysbett Liliana Nina Maquera.

ASESOR:

Ing. Ferrer Canaza Rojas.

TESIS:

DETERMINACION DEL INDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA EN
ESTABLECIMIENTOS DE MEDIANA Y BAJA COMPLEJIDAD

PLANO:

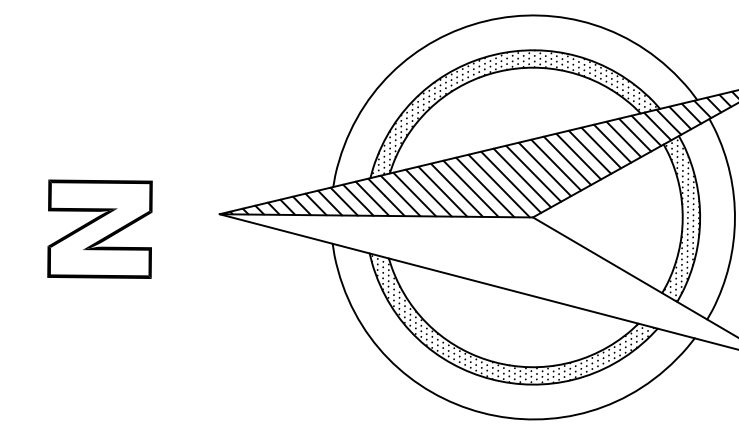
ARQUITECTURA -
PLANO GENERAL EN
3D

TAMAÑO : A2

FECHA : OCTUBRE 2018

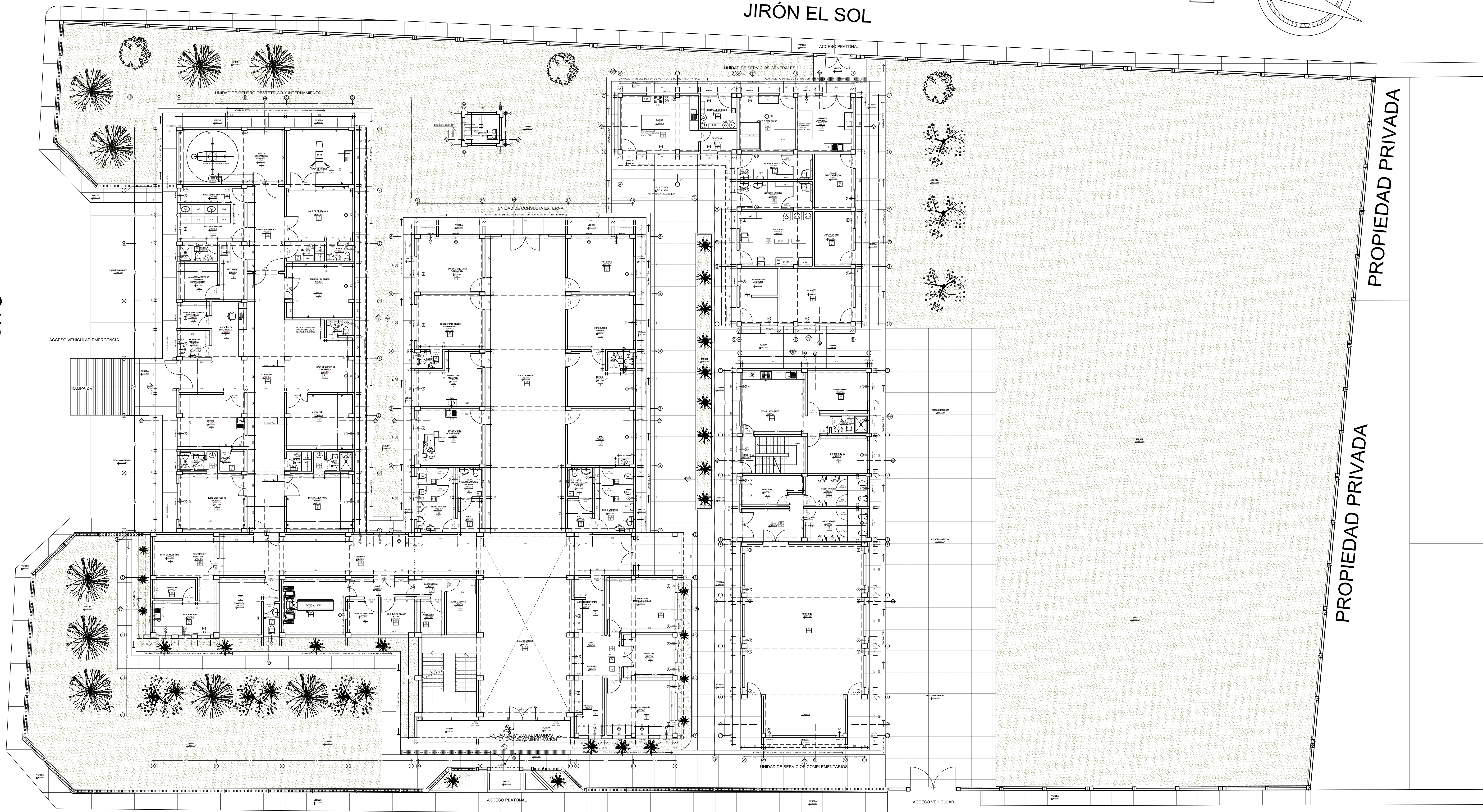
CODIGO :

A - 06



JIRÓN EL SOL

JIRÓN CHUCUITO



PROPIEDAD PRIVADA

PROPIEDAD PRIVADA

JIRÓN ARICA

PRIMER PLANTA GENERAL

ESC. 1:125



UNIVERSIDAD PERUANA UNION

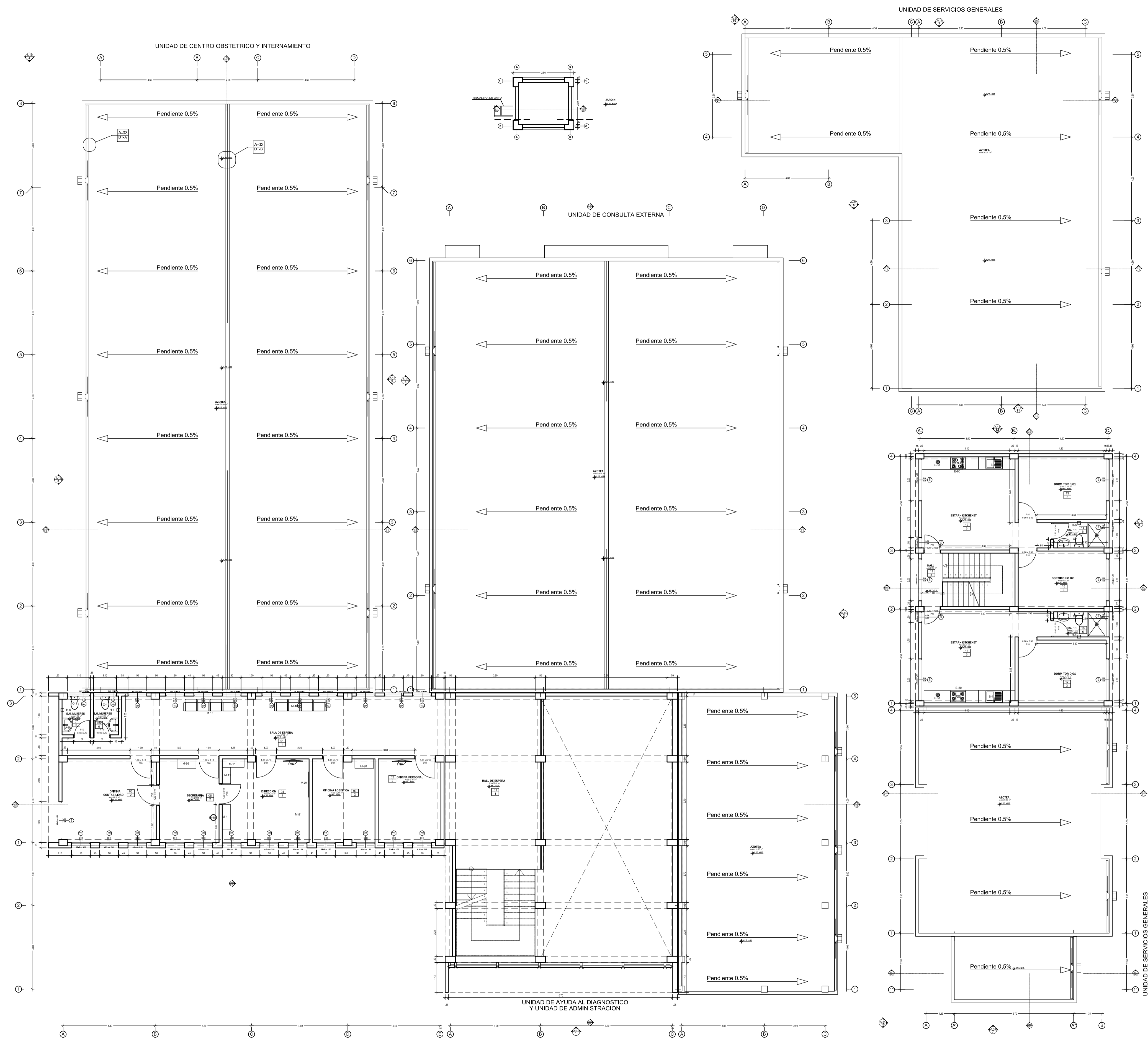
ELABORADO POR:
Bach. Elmer Quehvarucho Troncoso.
Bach. Lysbett Liliana Nina Maquera.
ASESOR:
Ing. Ferrer Canaza Rojas.

TESIS:
DETERMINACION DEL INDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA EN
ESTABLECIMIENTOS DE MEDIANA Y BAJA COMPLEJIDAD

PLANO:
ARQUITECTURA -
PLANTA GENERAL
PRIMER PISO

TAMAÑO : A1
FECHA : OCTUBRE 2018
CODIGO :

A - 07



SEGUNDO NIVEL

ESC : 1/100



ELABORADO POR:
Bach. Elmer Quehuaracho Troncoso.
Bach. Lysbett Liliana Nina Maquera.
ASESOR:
Ing. Ferrer Canaza Rojas.

TESIS:
DETERMINACION DEL INDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA EN ESTABLECIMIENTOS DE MEDIANA Y BAJA COMPLEJIDAD

PLANO:
ARQUITECTURA - PLANTA GENERAL SEGUNDO PISO

TAMAÑO : A1
FECHA : OCTUBRE 2018
CODIGO :
A - 08

JIRÓN EL SOL

JIRÓN CHUCUITO



JIRÓN ARICA

PLANO DE TECHOS

ESC: 1/125



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

ELABORADO POR:

Bach. Elmer Quehuarcho Troncoso.
Bach. Lysbett Liliana Nina Maquera.

ASESOR:

Ing. Ferrer Canaza Rojas.

TESIS:

DETERMINACION DEL INDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA EN ESTABLECIMIENTOS DE MEDIANA Y BAJA COMPLEJIDAD

PLANO:

ARQUITECTURA - PLANO TECHOS

TAMAÑO : A1

FECHA : OCTUBRE 2018

CODIGO :

A - 09

ANEXO J: Constancias de Autorización



PERÚ

Ministerio
de Salud

Centro de Salud Kelluyo

“Año de la Consolidación del Mar de Grau”

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

El Director del **Centro de Salud de Kelluyo - Red Chucuito**, con dirección en barrio Los Andes S/N Kelluyo - Chucuito - Puno.

AUTORIZA:

A los tesisistas **Elmer Quehwarucho Troncoso**, identificado con código universitario N° 200910435 y **Lysbett Liliana Nina Maquera**, identificado con código universitario N° 200910458, egresados de la Universidad Peruana Unión; para realizar el proyecto **“Determinación del índice de seguridad hospitalaria en establecimientos de mediana y baja complejidad”** con fines de investigación de tesis de pre – grado.

Se emite la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que consideren pertinente.

Kelluyo, Puno, Noviembre de 2016



Director Centro de Salud Kelluyo



PERÚ

Ministerio
de Salud

Centro de Salud Kelluyo

“Año de la Consolidación del Mar de Grau”

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

El Director del **Centro de Salud de Kelluyo - Red Chucuito**, con dirección en barrio Los Andes S/N Kelluyo - Chucuito - Puno.

AUTORIZA:

A los tesisistas **Elmer Quehwarucho Troncoso**, identificado con código universitario N° 200910435 y **Lysbett Liliana Nina Maquera**, identificado con código universitario N° 200910458, egresados de la Universidad Peruana Unión; para realizar el proyecto **“Determinación del índice de seguridad hospitalaria en establecimientos de mediana y baja complejidad”** con fines de investigación de tesis de pre – grado.

Se emite la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que consideren pertinente.

Kelluyo, Puno, Febrero de 2017

Victor Raúl Mejo Ruelas
MÉDICO CIRUJANO

Director Centro de Salud Kelluyo



PERÚ

Ministerio
de Salud

Centro de Salud Kelluyo

“Año de la Consolidación del Mar de Grau”

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

El Director del **Centro de Salud de Kelluyo - Red Chucuito**, con dirección en barrio Los Andes S/N Kelluyo - Chucuito - Puno.


AUTORIZA:

A los tesisistas **Elmer Quehwarucho Troncoso**, identificado con código universitario N° 200910435 y **Lysbett Liliana Nina Maquera**, identificado con código universitario N° 200910458, egresados de la Universidad Peruana Unión; para realizar el proyecto **“Determinación del Índice de Seguridad Hospitalaria en Establecimientos de Mediana y Baja Complejidad”** con fines de investigación de tesis de pre – grado.

Se emite la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que consideren pertinente.

Kelluyo, Puno, Setiembre de 2018




John Fray Totoro Calisaya
C.M.P. 78408
MÉDICO CIRUJANO

Director Centro de Salud Kelluyo