

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
VICERRECTORADO
CENTRO PSICOPEDAGÓGICO Y DE INVESTIGACIÓN
EN EDUCACIÓN SUPERIOR



**“DIDÁCTICA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA EN
LA INGENIERÍA HIDROSANITARIA SOSTENIBLE DE LA
UMSA (2009-2019)”**

TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
PHILOSOPHICAL DOCTOR

Candidata: Msc. Maria Nadezda Otero Valle

Tutor: Dr. Julio Cesar Irahola Aguirre

La Paz – Bolivia

2023

*La Educación no cambia el mundo,
cambia a las personas que van a cambiar
el mundo.*

Paulo Freire (1921-1997)

DEDICATORIA

A mis padres: Ramiro Otero (+) y Berta
Valle (+)

A mi yerno Carlos Eduardo Soliz (+)

A mis luceros: Mariana, Adriana, Carlos
Ramiro, Leandra, Sajama, Alexia y Lyana.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por tener la oportunidad de vivir y convivir con la familia, luego del COVID 19.

A mi familia, por todo su apoyo y paciencia en los años de investigación.

A las autoridades, docentes y personal de la UMSA y CEPIES que apoyaron la conclusión exitosa de la investigación doctoral en esta gestión 2023.

Al Dr. Julio Cesar Irahola, tutor: por su asesoramiento y apoyo incondicional.

Al Dr. Gualberto Lizárraga por su asesoría en la primera etapa de la investigación. Al Dr. Rolf Oberliessen, estrategia del doctorado no escolarizado en educación superior del Convenio Universidad Bremen y UMSA – CEPIES, al Dr. Norbert Ricken y a Monika Ficus. A la Dra. Marilza Suanno (UFG-Brasil) por su apoyo permanente.

Al Dr. Gregorio Ortega (+), docente de hidrología y miembro del American Institute of Hydrology (AIH), por su motivación en la investigación.

A la Comunidad docente-estudiantil de la Carrera de Ingeniería Civil, Carrera de Construcciones Civiles de la UMSA y Carrera de Ingeniería Civil de UNIVALLE.

A los prestigiosos docentes nacionales e internacionales del CEPIES, CEDDET, AECID, EPA, ESFERA, REDILAT, DELTARES y otras, que transmitieron sus conocimientos y abrieron el camino de la investigación y las publicaciones.

A los compañeros del doctorado por la tenacidad demostrada y permanente aliento.

CONTENIDO

RESUMEN	i
SUMMARY	ii
CAPÍTULO I	1
DISEÑO TEÓRICO	1
1 1	
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 ESTADO DE ARTE	5
1.2.1 A nivel internacional	6
1.2.2 A nivel Latino América.....	13
1.2.3 La didáctica interdisciplinar	16
1.3 Análisis del estilo de enseñanza de la catedra universitaria	17
1.3.1 La didáctica y la formación con capacidades de innovación	18
1.3.2 Gestión integral del agua compleja	19
1.3.3 Educación de la Ingeniería Civil	19
1.3.4 La Educación Hidrosanitaria	20
1.3.5 A nivel nacional.....	23
1.3.6 Interpretación del Estado de Arte.....	28
1.4 ESTADO DIALÉCTICO.....	31
1.4.1 Descripción del Problema	32
1.4.2 Desfases identificados en la indagación.....	34
1.4.3 Pregunta Principal	36
1.4.4 Justificación de la investigación.....	36
1.4.5 Relevancia, pertinencia y factibilidad	38
1.4.6 Objeto de estudio.....	38
1.4.7 Tema de indagación.....	39
1.4.8 Campo de Acción	39
1.4.9 Costos de la Investigación	40
1.5 OBJETIVO.....	40

1.6	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	40
1.7	DISEÑO METODOLÓGICO.....	40
1.7.1	Declaración epistémica.....	40
1.7.2	Declaración pragmática.....	42
1.8	RIGOR CIENTÍFICO.....	48
1.8.1	Novedad científica.....	48
1.8.2	Contribución teórica.....	48
1.8.3	Significancia práctica.....	49
CAPÍTULO II.....		50
MARCO TEÓRICO.....		50
2	50	
2.1	ABORDAJE HISTÓRICO.....	50
2.1.1	La Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Educación.....	50
2.1.2	Desarrollo Sostenible. Educación.....	51
2.1.3	La interdisciplinariedad compleja. Constructo Cualitativo.....	52
2.1.4	Formación de la Ingeniería Hidrosanitaria UMSA.....	54
2.1.5	La didáctica interdisciplinar.....	56
2.2	ABORDAJE CONTEXTUAL.....	56
2.2.1	La interdisciplinariedad de la ingeniería sanitaria y ambiental con la gestión integral del agua.....	56
2.2.2	Desfase científico interdisciplinar.....	58
2.2.3	La complejidad de la gestión integral del agua.....	59
2.2.4	La teoría y práctica de la ingeniería sostenible (Allenby, 2012).....	60
2.2.5	El paradigma emergente.....	62
2.2.6	Formación interdisciplinar innovadora.....	67
2.3	ABORDAJE PROYECTIVO.....	69
CAPÍTULO III.....		71
DIAGNÓSTICO.....		71
3	71	
3.1	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	71

3.1.1 Unidades temáticas y sus contenidos	71
3.1.2 Fases de un-Sistema de Ingeniería Sostenible.....	85
3.1.3 La ingeniería sanitaria y ambiental	87
3.1.4 La Universidad Mayor de San Andrés UMSA.....	87
3.2 UNIDADES DE ANÁLISIS.....	93
3.3 SUJETOS DE ESTUDIO.....	96
3.4 CASOS DE ESTUDIO	96
3.4.1 Caso 1: Vulnerabilidad de los Sistemas Sanitarios de La Paz.	97
3.4.2 Caso 2. Saberes locales ancestrales y el monitoreo agroclimatológico de Tiahuanacu 99	
3.4.3 Caso 3. Estudio de Zonificación de Áreas de Riesgo y Medidas de Mitigación Deslizamiento Complejo Pampahasi – Callapa.....	130
3.4.4 Caso 4. Propuesta: Intervención Sectorial del Subsector Recursos Hídricos y Riego. Inundación 2014. Norte Amazónico Bolivia.....	148
3.4.5 Caso 5. Deslizamiento Calles 4 y 5 zona Obrajes, Ciudad La Paz (2018-2019). 178	
3.4.5.3 Causas del deslizamiento calles 4 y 5 Zona Los Álamos Obrajes, año 2018 ..	180
3.5 PRODUCCIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA DE LA INGENIERÍA HIDROSANITARIA SOSTENIBLE.....	186
3.5.1 Formación por impactos ambientales respecto al recurso hídrico en proyectos viales 186	
3.5.2 Experiencia de la didáctica de la gestión integral del agua dentro de las áreas hidrosanitarias de la carrera de construcciones civiles UMSA (2009-2019)	194
3.5.3 Formación Innovadora en la Gestión de Riesgos en Carreteras con énfasis en la mitigación de impactos sobre los recursos hídricos	210
3.5.4 Investigación participativa: Comunidades en acción	217
3.5.5 Investigación Tecnológica: Estudio de Medidas Ambientales para el Tratamiento de Aguas Residuales en los Edificios Multifamiliares de la Ciudad de La Paz.....	227
3.6 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA	237

3.6.1 Unidades de análisis	237
3.6.2 Análisis de la complejidad en la dimensión mayor del potencial hídrico	237
3.6.3 Análisis de consistencia de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible	239
3.6.4 Percepción de la gestión integral del agua en el área hidrosanitaria y las demandas pedagógicas en la UMSA	241
3.6.5 Entrevistas de fondo a docentes UMSA del área hidrosanitaria	244
3.6.6 Entrevistas Autoridades Municipales	254
3.6.7 Evaluación sistémica. Análisis cualitativo Atlas.ti	255
3.6.8 Conclusiones y Recomendaciones	266
3.7 ANÁLISIS DE TENDENCIA.	266
3.7.1 Discusión de la dimensión interdisciplinar con la gestión integral del agua.....	266
3.7.2 Análisis de competencias laborales. Nivel de Responsabilidad.....	271
3.7.3 Análisis de competencias laborales. Nivel de Responsabilidad.....	272
CAPÍTULO IV	276
RESPUESTA ESTRATÉGICA	276
4 276	
4.1 Temas estratégicos de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible	276
4.1.1 Formación de dimensión mayor	276
4.1.2 Aporte científico.....	282
4.1.3 Valoración	282
4.2 APLICACIÓN EN UNIVALLE.....	283
4.2.1 Inserción de la didáctica de la gestión integral del Agua de ingeniería hidrosanitaria con modelo de gestión de formación de competencias en UNIVALLE La Paz (2019-2022).....	283
4.3 IMPLICACIONES PRACTICAS.....	289
4.3.1 Incorporación de las Tecnologías de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS). (2019-2023) 289	
4.3.2 Ampliación al espacio internacional. Curso COIL en UNIVALLE 2023.	289
CAPÍTULO V	292

PROPUESTA ESTRATÉGICA.....	292
5	292
5.1 VISION DE LA PROPUESTA DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA	292
5.2 MISIÓN DE LA PROPUESTA DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA ...	292
5.3 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA	292
CAPÍTULO VI	297
CIERRE.....	297
6	297
6.1 CONCLUSIONES	297
6.2 RECOMENDACIONES	299
6.3 ALCANCES DE LA CONTINUIDAD.....	300
BIBLIOGRAFÍA MENDELEY	301
ANEXOS	309
Anexo A. Plan de estudios de la Carrera de Construcciones Civiles (2016).....	310
Anexo B. Plan de Estudios Ingeniería Civil (2016).	317
Anexo C. Desarrollo Curso Esfera. Construcciones Civiles 2014	318
Anexo D. Diplomados/Cursos asistidos.	319
Anexo E. Práctica y Enseñanza	320
Anexo F. Informes de investigación.....	322
Anexo G. Participación feria de exposición de investigación	323
Anexo H. Encuestas a estudiantes.	325
Anexo I. Ponencias	326
Anexo J. Interacción Social.	327
Anexo K. Implicaciones practicas	328

ÍNDICE FIGURAS

<i>Figura 1.1. Principios rectores del Buen Vivir.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 1.2. Desfases identificados en la indagación.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 1.3. Categorización inicial de la complejidad de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua en la Ingeniería hidrosanitaria.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 1.4. Diagrama conceptual de la aplicación del modelo GESFOC en la educación tecnológica.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 1.5. Didáctica gestion Integral del Agua de la ingeniería hidrosanitaria sostenible.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 1.6. Red semántica del Concepto tiempo y Gestion Integral del Agua (Vásquez Paniagua, 2018).</i>	<i>47</i>
<i>Figura 2.1. Constructo de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua, hacia la formación del Ingeniero Civil y Construcción Civil de la UMSA.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 2.2. Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 2.3. Didáctica interdisciplinar en el ámbito académico, interacción social y profesional.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 2.4. Diagrama conceptual de la aplicación del modelo GESFOC en la educación tecnológica.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 3.1. Reglamentos de la Ley de Medio Ambiente, 1995.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 3.2. Ciclo de Vida de los Proyectos de Inversión Pública.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 3.3. Mapa Curricular. Ingeniería Civil.</i>	<i>89</i>
<i>Figura 3.4. Mapa de Zonas y Comunidades del Municipio de Tiahuanacu.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 3.5. Ubicación de la subcuenca Tiahuanacu en mapa de Cuencas Bolivia.</i>	<i>106</i>
<i>Figura 3.6. Mapa Hidrológico Subcuenca de Tiahuanacu.</i>	<i>107</i>
<i>Figura 3.7. Choca (pato silvestre)</i>	<i>108</i>
<i>Figura 3.8. Actores de los Sectores productivos-Esquema. Producción.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 3.9. Registro de Precipitación Anual (1974-1984)</i>	<i>112</i>
<i>Figura 3.10. Registro de Precipitación Anual (1984-1994)</i>	<i>112</i>
<i>Figura 3.11. Registro de Precipitación Anual (1995-2012).....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 3.12. Inundación periodo 2010-2011. Afectación de sembradíos</i>	<i>116</i>
<i>Figura 3.13. Diagrama de la percepción amenazas de los entrevistados.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 3.14. Disminución de Fuentes hídricas y otros por cambio climático</i>	<i>120</i>
<i>Figura 3.15. Actividades Económicas. Municipio Tiahuanacu</i>	<i>121</i>
<i>Figura 3.16. Actividades Económicas. Municipio Tiahuanacu antes del evento adverso</i>	<i>121</i>
<i>Figura 3.17. Actividades Económicas. Municipio Tiahuanacu después evento adverso.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 3.18. Seguridad Alimentaria.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 3.19. Producción agrícola promedio Tiahuanacu</i>	<i>123</i>
<i>Figura 3.20. Producción pecuaria promedio anual.....</i>	<i>124</i>
<i>Figura 3.21. Sistema Hidrometeorológico Convencional.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 3.22. Jornada de Bioindicadores, UGR-comunarios, Tiahuanacu</i>	<i>127</i>

<i>Figura 3.23. Sistema Agroclimatológico Saberes Locales.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 3.24. Vista Panorámica sector afectado. Deslizamiento Complejo Pampahasi-Callapa</i>	<i>132</i>
<i>Figura 3.25. Mapa Conceptual de la Línea Base del Estudio.</i>	<i>134</i>
<i>Figura 3.26. Mapa de ubicación de los perfiles realizados deduciendo el plano de deslizamiento a partir de los resultados de los SEV. Se muestra también las tomografías complementarias (líneas de color marrón oscuro) 135</i>	
<i>Figura 3.27. Mapa de ubicación del perfil mostrando los niveles y la forma del plano de deslizamiento.....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 3.28. Propuesta de las Obras y Medidas de Mitigación</i>	<i>143</i>
<i>Figura 3.29. Mapa de Zonificación. Estudio de Zonificación de Áreas de Riesgo y Medidas de Mitigación Deslizamiento Complejo Pampahasi – Callapa (2012)</i>	<i>146</i>
<i>Figura 3.30. Precipitaciones Beni en febrero 2014. SENAMHI.</i>	<i>150</i>
<i>Figura 3.31. Mapa de Cuencas Afectadas Departamento Beni. Inundación 2013-2014.</i>	<i>151</i>
<i>Figura 3.32. Niveles del Rio Ibare, periodos 2007-2008 y 2013-2014.SEMENA.....</i>	<i>152</i>
<i>Figura 3.33. Hidrografía del Departamento del Beni.....</i>	<i>153</i>
<i>Figura 3.34. Inundaciones Periodos 2002-2010.....</i>	<i>158</i>
<i>Figura 3.35. Cuencas Afectadas por Inundación. Departamento de Beni</i>	<i>161</i>
<i>Figura 3.36. Mapa de Comunidades Afectadas. Departamento de Beni.....</i>	<i>162</i>
<i>Figura 3.37. Mapa de Comunidades Afectadas. Departamento de Beni.....</i>	<i>162</i>
<i>Figura 3.38. Ficha Inspección, mes de marzo. Deflector urbano Oeste. Trinidad Beni</i>	<i>169</i>
<i>Figura 3.39. Visita a Trinidad. Inundación Beni 2014.</i>	<i>170</i>
<i>Figura 3.40. Tipología de Dique Deflector propuesto para zonas rurales de Beni y Pando (VRHR 2014).....</i>	<i>170</i>
<i>Figura 3.41. Alineamiento con remates en Y propuesto para el dique deflector. (VRHR, 2014)</i>	<i>171</i>
<i>Figura 3.42. Esquema Gavión Deflector para protección inundaciones del Departamento de La Paz</i>	<i>172</i>
<i>Figura 3.43. Departamento de Beni, Ubicación de Municipios a intervenir con Obras Hidráulicas.</i>	<i>172</i>
<i>Figura 3.44. Inspección a casa colapsada calle 4, mayo 2018. Maria Otero.....</i>	<i>179</i>
<i>Figura 3.45. Corte Cuña natural calle 5 y Av. 14 septiembre, La Paz marzo 2018.....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 3.46. Edificios Multifamiliares Av. 14 de septiembre, Av. Hernando Siles, calles 3 y 4 Obrajés, agosto 2018.....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 3.47. Viviendas colapsadas calles 4 y Residencia Británica calle 5.....</i>	<i>181</i>
<i>Figura 3.48. Ejecución Embovedado Rio Herrerías, septiembre 2018.</i>	<i>184</i>
<i>Figura 3.49. Construcción Embovedado Rio Herrerías Tramo Av. 14 Septiembre - Av. Hernando Siles, octubre 2018.....</i>	<i>184</i>
<i>Figura 3.50. Planos de ubicación, planta y perfil de pozos de captación aguas subterráneas, calle 4 y viviendas.</i>	<i>184</i>
<i>Figura 3.51. Construcción Muro Pantalla con pilotes profundos 16 m. Av. 14 de septiembre.</i>	<i>184</i>
<i>Figura 3.52. Renovación de la tubería alcantarillado Av. 14 de septiembre.</i>	<i>185</i>

<i>Figura 3.53. Seguimiento participativo de las obras estabilización.....</i>	<i>185</i>
<i>Figura 3.54. Daños Ocasionados por efectos de inundación en el Departamento del Beni, 2005.....</i>	<i>191</i>
<i>Figura 3.55. Inserción de normas mínimas del Manual Esfera en la materia Hidráulica General, año 2014.....</i>	<i>205</i>
<i>Figura 3.56. Docente M. Nadezda Otero y algunos alumnos de Hidráulica General COC 102, en jornada de exposición de investigaciones participativas de Proyectos Hidráulicos, La Paz 31 de mayo de 2016.</i>	<i>206</i>
<i>Figura 3.57. Estructura y Contenidos del “Curso Formación Innovadora de Gestión de Riesgos en Carreteras infraestructura con énfasis en la mitigación de impactos sobre los recursos hídricos”. La Antigua-Guatemala 2016.....</i>	<i>214</i>
<i>Figura 3.58. Definición actividades en exelearning. Taller innovación formativa. La Antigua, Guatemala 2016.</i>	<i>215</i>
<i>Figura 3.59. Túnel San Rafael. La Paz-Bolivia 2006. SNC.....</i>	<i>216</i>
<i>Figura 3.60. Desastres en el sector Puente Barrancón, Pando. 2005.1er Seminario de Desastres en Carreteras SNC.....</i>	<i>216</i>
<i>Figura 3.61. Videos. Tema gestión Riesgos en Carreteras.....</i>	<i>217</i>
<i>Figura 3.62. Propuesta de la Facultad de Tecnología para la UMSA, en situación de crisis del agua, noviembre 2016.....</i>	<i>219</i>
<i>Figura 3.63. Factores Naturales, Tecnológicos en la deficiencia del Abastecimiento de Agua Potable. La Paz noviembre 2016.....</i>	<i>220</i>
<i>Figura 3.64. Factores Naturales, Tecnológicos en la deficiencia del Abastecimiento de Agua Potable. La Paz noviembre 2016.....</i>	<i>220</i>
<i>Figura 3.65. Consecuencias por incompetencias del servicio de abastecimiento de agua. La Paz noviembre 2016.....</i>	<i>221</i>
<i>Figura 3.66. Pronunciamiento y preocupación de la Facultad de Tecnología en la Crisis del Agua, Programa Jaque Mate. Televisión Universitaria UMSA, noviembre 2016.....</i>	<i>221</i>
<i>Figura 3.67. Conformación del Comité del Agua UMSA, Rectorado noviembre 2016.....</i>	<i>222</i>
<i>Figura 3.68. El Estudio de Medidas Ambientales en Edificios Multifamiliares propuesto el 2010 y obtuvo financiamiento por el fondo concursable de Investigación.....</i>	<i>223</i>
<i>Figura 3.69. Solicitud a GMLP la ejecución obras de emergencia con embovedado Rio Herrerías por parte vecinos calle 5. La Paz, abril 2018.</i>	<i>226</i>
<i>Figura 3.70. Comunidad en Acción en Deslizamiento Calles 4 y 5 Obrajés, 2018.....</i>	<i>227</i>
<i>Figura 3.71. Necesidad de reutilización del agua residual de los edificios de La Paz como medida ambiental ..</i>	<i>231</i>
<i>Figura 3.72. Valores de Cloro libre Cl2 del agua potable Facultad de Tecnología. Abril 2017.</i>	<i>233</i>
<i>Figura 3.73. Primera Parte. Resultados Análisis de Aguas Residuales Edificios de la Ciudad de La Paz. Abril 2017.</i>	<i>233</i>
<i>Figura 3.74. Personal, Equipo y Material. Caracterización Aguas Residuales, julio 2017.</i>	<i>235</i>

<i>Figura 3.75. Respuestas estudiantes Hidráulica, Facultad de Tecnología.</i>	<i>244</i>
<i>Figura 3.76. Fotografías del grupo entrevistado</i>	<i>253</i>
<i>Figura 3.77. Relacionamiento conceptual Caso 1. Vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado de La Paz.....</i>	<i>257</i>
<i>Figura 3.78. Relacionamiento conceptual. Caso 2. Saberes locales ancestrales y el monitoreo agroclimatólogico de Tiahuanacu</i>	<i>259</i>
<i>Figura 3.79. Relacionamiento Conceptual Estudios de Casos en la gestion integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria</i>	<i>261</i>
<i>Figura 4.1. Metodología Inserción Didáctica de la Gestión Integral del Agua en UNIVALLE La Paz, Carrera Ingeniería Civil.</i>	<i>285</i>
<i>Figura 4.2. Convocatoria Curso COIL: Impactos Regionales Cambio Climático/Problemática Regional Hídrica .</i>	<i>291</i>
<i>Figura 5.1. Propuesta Función Institucional para la aplicación de Sistema de Ingeniería Sostenible.....</i>	<i>296</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1. Publicaciones en Gestión de Riesgos Ingeniería Civil, Saneamiento Básico y Vías</i>	3
<i>Tabla 3.1. Grados Académicos Carrera Construcciones Civiles</i>	91
<i>Tabla 3.2. Matriz de Categorización</i>	95
<i>Tabla 3.3. Manejo de indicadores de la comunidad Yarvicoya del Ayllu Aransaya</i>	102
<i>Tabla 3.4. Inundación periodo 2010-2011. Afectación de sembradíos</i>	115
<i>Tabla 3.5. Percepción de Amenazas. Municipio de Tiahuanacu</i>	117
<i>Tabla 3.6. Efectos por Cambio Climatológico</i>	119
<i>Tabla 3.7. Estrategia de Ejecución de las Obras y Medidas de Mitigación</i>	139
<i>Tabla 3.8. Zonificación y Uso del Suelo. Área Megadeslizamiento Callapa</i>	144
<i>Tabla 3.9. Presupuesto</i>	147
<i>Tabla 3.10. Hidrografía del Departamento del Beni</i>	157
<i>Tabla 3.11. Reporte de Afectación en el Departamento del Beni</i>	163
<i>Tabla 3.12. Afectación. Dpto. Beni. Inundaciones 2014.</i>	167
<i>Tabla 3.13. Beneficiarios</i>	174
<i>Tabla 3.14. Cronograma estimado de ejecución</i>	177
<i>Tabla 3.15. Descripción de los impactos ambientales respecto al Recurso Hídrico (Agua) en Proyectos Viales en la fase de ejecución obras y explotación</i>	188
<i>Tabla 3.16. Competencias para la incorporación de medidas preventivas/ correctivas en los proyectos viales de Bolivia</i>	192
<i>Tabla 3.17. Datos Generales de la Materia Hidráulica General. Carrera Construcciones Civiles UMSA</i>	197
<i>Tabla 3.18. Contenido mínimo de la materia Hidráulica General Carrera Construcciones Civiles. Facultad de Tecnología UMSA</i>	199
<i>Tabla 3.19. Objetivos de Aprendizaje materia Hidráulica con transversalización de temas de Medio Ambiente, Higiene, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (HSISO)</i>	200
<i>Tabla 3.20. Transversalización de los temas Medio Ambiente, HSISO, Producción más Limpia en la materia Hidráulica General</i>	201
<i>Tabla 3.21. Actividades de motivación y aprendizaje. Hidráulica General</i>	202
<i>Tabla 3.22. Evaluación del estudiante. Hidráulica General</i>	203
<i>Tabla 3.23. Proceso de desarrollo de investigaciones participativas de Proyectos Hidráulicos en la materia de Hidráulica General COC 102</i>	208
<i>Tabla 3.24. Segunda Parte. Resultados Análisis de Aguas Residuales Edificios de la Ciudad de La Paz. Abril 2017.</i>	234
<i>Tabla 3.25. Análisis de Consistencia de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible</i>	240

<i>Tabla 3.26. Datos Iniciales de la Encuesta a estudiantes área hidrosanitaria UMSA.....</i>	<i>243</i>
<i>Tabla 3.27. Grupo docentes entrevistados</i>	<i>246</i>
<i>Tabla 3.28. Preguntas. Entrevista fondo docentes Facultad de Tecnología.</i>	<i>247</i>
<i>Tabla 3.29. Respuestas de Docentes entrevistados. Facultad de Tecnología.</i>	<i>251</i>
<i>Tabla 3.30. Contenidos curriculares obtenidos de la investigación didáctica.....</i>	<i>262</i>
<i>Tabla 3.31. Investigación recomendada obtenida de la didáctica de la gestion integral del agua.</i>	<i>264</i>
<i>Tabla 3.32. Recomendaciones de la Interacción Social obtenida de la didáctica de la gestion integral del Agua.</i>	<i>265</i>
<i>Tabla 3.33. Análisis de tendencia de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible.....</i>	<i>268</i>
<i>Tabla 3.34. Análisis de tendencia de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible.....</i>	<i>271</i>
<i>Tabla 3.35. Niveles de Competencias Laborales para la gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria.</i>	<i>272</i>
<i>Tabla 4.1. Características iniciales del Sistema de Ingeniería hidrosanitaria sostenible.</i>	<i>281</i>

RESUMEN

El proceso de indagación identifica el desfase cognitivo, temporal y espacial de la educación de la ingeniería hidrosanitaria (UMSA, 2009-2019), en relación con los retos actuales (desastres, cambio climático, deterioro ambiental y desarrollo tecnológico insostenible) que impactan en la disponibilidad del agua en calidad, cantidad y distribución territorial. Esta problemática compleja, por las actividades antropogénicas (Hoffman, 2016) , destaca la necesidad de la investigación pertinente (Morin, 2019) interdisciplinaria de la ingeniería sanitaria y ambiental (Rivas Mijares, 1966) con la gestión integral del agua (Vásquez Paniagua, 2017) para orientar la formación universitaria hacia la ingeniería sostenible (Allenby, 2012). Se plantea la pregunta sobre cómo la interdisciplinariedad puede contribuir a una propuesta didáctica de ingeniería hidrosanitaria sostenible (con valores de responsabilidad social y ambiental); que se pretende responder con la investigación acción para su implementación. La investigación se desarrolla desde la perspectiva compleja (Morin, 2019) con enfoque hermenéutico cualitativo (Gadamer H. G), enfoque sistémico (Luhmann, N.) y enfoque sociocrítico. Se identificaron unidades de análisis específicas relacionadas con la problemática hídrica de Bolivia, la gestión de la axiología del agua, casos de estudio sobre el potencial hídrico, el uso integral del agua, la gestión de riesgos y crisis relacionadas con el agua con la participación de las comunidades. Los resultados revelaron tendencias didácticas: de gestión, planificación e innovación tecnológica y principios axiológicos de colaboración global relacionados a los derechos del agua, la contribución a la sostenibilidad de los recursos naturales y los ecosistemas. Los lineamientos estratégicos derivados, fomentan el desarrollo de sistemas de ingeniería hidrosanitaria sostenible a gran escala, considerando el potencial hídrico de Bolivia. La investigación se validó en UNIVALLE (2019-2022) con un modelo de formación de competencias. Las recomendaciones, destacan la importancia de la actualización continua en formación, investigación e interacción social integral, considerando los efectos del COVID-19.

Palabras Clave: didáctica, gestión integral del agua, ingeniería sostenible.

SUMMARY

The inquiry process identifies the cognitive, temporal, and spatial mismatch in hydro-sanitary engineering education (UMSA, 2009-2019) concerning current challenges (disasters, climate change, environmental degradation, and unsustainable technological development) impacting water availability in quality, quantity, and territorial distribution. This complex issue, influenced by anthropogenic activities (Hoffman, 2016), underscores the need for relevant interdisciplinary research (Morin, 2019) merging sanitary and environmental engineering (Rivas Mijares, 1966) with integrated water management (Vásquez Paniagua, 2017) to steer university education towards sustainable engineering (Allenby, 2012). The question arises on how interdisciplinary collaboration can contribute to the sustainable hydro-sanitary engineering didactic proposal (with values of social and environmental responsibility); this is intended to be addressed through action research for implementation. The research is approached from a complex perspective (Morin, 2019) with qualitative hermeneutic (Gadamer H. G), systemic (Luhmann, N.), and sociocritical approaches. Specific analysis units related to Bolivia's water issues were identified, including water axiology management, case studies on water potential, comprehensive water use, risk management, and water-related crises with community participation. Findings revealed didactic trends: management, planning, and technological innovation, along with axiological principles of global collaboration related to water rights, contributing to the sustainability of natural resources and ecosystems. Derived strategic guidelines encourage the development of large-scale sustainable hydro-sanitary engineering systems, considering Bolivia's water potential. The research was validated at UNIVALLE (2019-2022) with a competency-based training model. Recommendations stress the importance of ongoing updates in education, research, and comprehensive social interaction, considering the effects of COVID-19.

Keywords: didactics, integrated water management, sustainable engineering.

CAPÍTULO I

DISEÑO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

La experiencia del investigador (Otero Valle, 2019a) como ingeniero civil (UMSA) con una maestría en hidrología de la Universidad Libre de Bruselas (VUB) en Bélgica y una especialización en educación formativa (UMSA, respaldada por la AECID en 2016), ha sido fundamental en carrera de 30 años en el sector del agua. He trabajado en diversas instituciones públicas y privadas, así como en proyectos de cooperación internacional.

Este compromiso con la educación y la pasión por la ingeniería hidrosanitaria motivaron a la docencia en la UMSA durante 20 años. A través de esta docencia, el investigador, se actualizaba (Otero Valle, 2022) en los avances y desafíos de esta disciplina.

Durante su carrera, he contribuido al conocimiento a través de publicaciones desde 1999(Otero Valle Maria Nadezda, 1999), centrándose en la gestión de riesgos relacionados con el agua, saneamiento básico y proyectos de carreteras. El objetivo ha sido promover prácticas seguras y sostenibles en estos campos.

Esta experiencia y dedicación han motivado a investigar la gestión integral del agua y su relación con la ingeniería hidrosanitaria. Esto se debe, de inicio, a la preocupación por desfases cognitivos, temporales y espaciales en la educación de la ingeniería hidrosanitaria en la UMSA en comparación con la problemática emergente del agua, denunciada desde hace más de 30 años por la comunidad científica internacional (Alianza Clima y Desarrollo, 2014)

En resumen, la experiencia y formación, del investigador ingeniería del agua., ha sido crucial Mi compromiso con la educación y la investigación me ha impulsado a abordar los desafíos actuales en la gestión del agua y la ingeniería hidrosanitaria. (Otero Valle Maria Nadezda, 1999)

En la actualidad vivimos el Antropoceno, que se caracteriza por la ocurrencia e impactos de desastres, cambio climático, deterioro ambiental y desarrollo tecnológico insostenible que

afectan la disponibilidad del agua en calidad, cantidad y distribución territorial. Por lo cual se considera pertinente (Morin, 2019) mediante la educación superior aportar a la mitigación de estas adversidades.

La problemática compleja de manejo de los recursos hídricos y la alteración de los ecosistemas por las actividades antropogénicas (Hoffman, 2016); plantean la necesidad de encaminar la formación hacia la ingeniería hidrosanitaria sostenible (Allenby, 2012).

Así, también, se identifica empírica y documentalmente, las potencialidades disciplinares de la ingeniería hidrosanitaria formal y la gestión integral del agua, que las integre para direccionar la formación universitaria hacia la ingeniería hidrosanitaria sostenible por cuanto se plantea realizar la investigación acción denominada “Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible”.

A continuación, se mencionan las publicaciones propias de la gestión de riesgos relacionadas, al agua y saneamiento básico (Otero Valle María Nadezda, 1999), y de la gestión de riesgos en carreteras el 2006 (Manual et al., 2006) que demuestran el interés de vida sobre la temática de investigación (Guía para una respuesta eficaz. Retrieved <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UTP.14413>)

Tabla 1.1. Publicaciones en Gestión de Riesgos Ingeniería Civil, Saneamiento Básico y Vías

#	NOMBRE A ARTÍCULO/PUBLICACIÓN	MEDIO PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN MEDIO PUBLICACIÓN
1	Proyectos y Actividades Específicas de Prevención de Riesgos del SNC.	Publicación del 1er Seminario de Riesgos en Carreteras. JICA - SNC, 2006	Imprenta Editorial Benavides Ltda. Octubre, 2006
2	Proyecto de Apoyo al Desarrollo de Capacidades para la Gestión de Riesgos en Carreteras de Bolivia	Publicación del 1er Seminario de Riesgos en Carreteras. JICA-SNC,2006	Imprenta Editorial Benavides Ltda. Octubre, 2006
3	Manual de Gestión de Prevención de Desastres en Carreteras	Publicación del 1er Seminario de Riesgos en Carreteras. JICA-SNC,2006	Imprenta Editorial Benavides Ltda. Octubre,2006
4	Gestión de Riesgos en Sistemas Hidrosanitarios	Revista Tecnológica ISSN 1729-7532	Año 2 Vol. 2 No 4, 2004

5	Necesidad Urgentes de la inserción de la Prevención y Atención de Emergencias y Desastres en el Sector Agua Potable y Alcantarillado	Revista de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ABIS	Año 17, No.15, 2003
6	Capacitación para la EPSA boliviana No. 22. Riesgos	Sistema Modular de Capacitación SAS	Sistema Modular SAS, 2003. Ver biblioteca ANESAPA
7	Apoyo y Participación en la publicación Guía para una respuesta eficaz. Retrieved from https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UTP.14413 : Agua Potable y Saneamiento. Emergencias	Guía para una respuesta eficaz. Retrieved from https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UTP.14413 .	ISBN 92 75 32367 4, 2004

Fuente: Elaboración propia

La sociedad y todas las formas de vida global están experimentando impactos por: desastres, cambio climático, deterioro ambiental, desarrollo poblacional y territorial, la aplicación de tecnologías insostenibles con incidencias negativas en la disposición del agua en volumen, calidad y distribución territorial. Esta complejidad ha dado lugar a teorías de gestión concernientes para mitigar esta adversidad: la gestión de riesgos, gestión ambiental, resiliencia climática, manejo de cuencas, la gestión integral del agua, y el fortalecimiento de la Ingeniería hidrosanitaria con alternativas tecnológicas.

Al inicio, la investigación se había focalizado a la temática sobre la Gestión de Riesgos relacionada al manejo de los recursos hídricos, sin embargo, la complejidad de la problemática

del manejo de los recursos hídricos hace que la investigación se extienda hacia la complejidad de la gestión integral del agua. Para incluirla en la transformación educativa con valores de responsabilidad social, ambiental y tecnológica, se pretende investigar su conjunción con la ingeniería hidrosanitaria con técnicas de exploración, acción y análisis cualitativo con ayuda de herramienta (Atlas ti) para proponer la didáctica que contribuya a la educación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible de la Universidad Mayor de San Andrés UMSA, considerando los escenarios de aprendizaje y casos de estudio locales en situaciones emergentes o de crisis donde la comunidad, la sociedad científica y profesionales de ingeniería civil demuestran sus niveles de gestión, de aplicación tecnológica, y de exclusión correspondiente al abordaje complejo.

El alcance de la investigación compleja se orienta para lograr la identificación dimensional interdisciplinaria, y hacer la propuesta didáctica gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria sostenible.

En la medida que se ha desarrollado la investigación se han elaborado y logrado la publicación de varios artículos científicos en diferentes revistas científicas nacionales e internacionales de la educación superior.

1.2 ESTADO DE ARTE

La complejidad del tema ha llevado a realizar una exhaustiva investigación bibliográfica, nacional e internacional (énfasis en Latinoamérica) en los siguientes ámbitos: educación superior respecto a la ingeniería del agua, problemáticas hídricas, las teorías emergentes del desarrollo sostenible, gestión riesgo, resiliencia climática, gestión ambiental, gestión integral del agua, los principios de sostenibilidad. Sistemas de ingeniería sostenible. El marco legal vigente en el Estado Plurinacional de Bolivia, desde la Constitución Política respecto al recurso hídrico, las leyes específicas, y las correspondientes normativas del sector agua.

De la revisión bibliográfica, de al menos 200 publicaciones científicas y otras, en el ámbito de la educación, la sostenibilidad, gestión integral del agua y la ingeniería hidrosanitaria y otros se remarca las siguientes observaciones:

- Vacío bibliográfico respecto a la relación interdisciplinaria de la Ingeniería hidrosanitaria con la gestión integral del agua.

- Vacío bibliográfico educación hidrosanitaria ecosistémica con desconocimiento de necesidades de agua en los ecosistemas.
- Vacío bibliográfico respecto al desarrollo de Ingeniería hidrosanitaria con la gestión integral del agua.
- Principio de exclusión en el desarrollo de proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento básico porque se prioriza la población humana en su mayoría como derecho humano al agua.
- Predominancia del enfoque sociocrítico y complejo de la educación ante los nuevos retos del Antropoceno y las necesidades de la educación superior latinoamericana relacionada al desarrollo sostenible.
- Múltiples abordajes de la gestión integral del agua que se sintetizan en el enfoque de la gestión integral del agua compleja.

A continuación, se remarca y describe el estado de arte seleccionado que fundamenta el desarrollo de la presente investigación:

1.2.1 A nivel internacional

Según (Allenby, 2012) :

El objetivo del libro es encontrar la explicación sobre el rol de la Ingeniería sostenible respecto a los cambios mundiales y los eventos humanos, donde las maneras antiguas de enmarcar problemas y diseñar soluciones, son cada vez más inadecuadas. Lo que implica la necesidad de direccionar la ingeniería no solo a un cúmulo de conocimientos fisicomatemáticos sino otros conceptos relacionados a problemas de ingeniería, educación de la ingeniería y sostenibilidad como política objetiva y de criterio de diseño que demandan cambios correspondientes en la educación debido a los factores siguientes:

1. **La educación en ingeniería está cada vez más quebrada:** cuando se trata de enseñar tecnologías complicadas y soluciones a problemas en un contexto más complicado social y ambientalmente, en programas reducidos a cuatro años que han sido por años inadecuados. Dentro de una evolución tecnológica en nuevas fronteras virtuales: biotecnología, robótica, aplicación de ciencia-cognitiva, por lo que la educación no produce más los ingenieros que la sociedad necesita
2. **El discurso de sostenibilidad está más dañado que nunca:** los asuntos serios y legítimos acerca de las profundas transformaciones de los sistemas por cambio climático, ajustes en biodiversidad, urbanización, envejecimiento de la población, sistemas energéticos, comportamiento económico, son trivializados mediante enfoques dogmáticas e ideológicas en vez de orientarlos hacia la "ciencia sostenible" para el caso a la "ingeniería sostenible"
3. **Lidiar con la habilidad institucional, social y gubernamental con la complejidad de la era antropogénica;** donde las actividades humanas han roto las dinámicas de los sistemas y ecosistemas.

Romper ciertas barreras disciplinarias para crear competencias profesionales para integrarse con otras disciplinas y direccionar la adaptación a sistemas complejos en forma responsable, racional y ética. (pp.9-14)

Considera que la ingeniería tiene un impacto directo sobre el territorio en escalas diferentes, por lo cual hay sistemas de información y de manejo territorial (ESEM) para el análisis donde también se considera la economía, la cultura y la tecnología del sitio, pues puede tener efecto sobre la forma particular de dar soluciones que pueden dar lugar a fallas. Es decir, el ingeniero debe ser consciente de los límites particulares tecnológicos y de gestión, dentro su entorno de trabajo. Este abordaje analítico constituye un aspecto de responsabilidad tecnológica y no es ciencia, sino una competencia necesaria.

Concluye: cuando se aborda sistemas complejos el ESEM y la ingeniería sostenible permiten abordar la complejidad para dar soluciones en vez de buscar la simplicidad falsa que da lugar a la disfuncionalidad de los sistemas. (pp.381-387)

Se resalta de la teoría de Allenby: los avances tecnológicos aceleran el cambio cultural y desestabilizan las costumbres y normas culturales. La respuesta a esta complejidad no es la adaptación. Sin embargo, la educación puede proporcionar las herramientas necesarias para ello. Aunque los sistemas tecnológicos y de ingeniería existen fuera de los contextos culturales, sociales e institucionales, es necesario comenzar a proporcionar marcos teóricos que puedan adaptarse a esta complejidad. Comprender, comunicar resolver problemas complejos. La importancia técnica y problemas dimensionales (Nadiezda Otero Valle, 2021)

Según (admin, 2019) sobre el discurso de Audrey Azoulay de la UNESCO:

A consecuencia de los grandes incendios de la Amazonia del año 2019, la directora general de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) se manifiesta con el objetivo de alertar y concientizar sobre el peligro que representan estos incendios en la Amazonia para la humanidad, porque alberga 400 naciones de pueblos y culturas indígenas, la cuarta parte de la biodiversidad del planeta y desempeña la función esencial de regulador del clima a escala mundial. La metodología utilizada es analítica y descriptiva en base a datos de seguimiento global sobre el deterioro y pérdida de condiciones fundamentales en el ecosistema terrestre, remarcando sobre las acciones de la UNESCO en coordinación con los estados para preservar las áreas de patrimonio mundial natural y las reservas de la biosfera, de las cuales 2 millones de kilómetros cuadrados se encuentran en América del Sur. Así como también la UNESCO alberga redes mundiales de cooperación científica sobre el agua, los océanos o la investigación básica.

La amazonia habría perdido la quinta parte de su superficie, igualmente sucede en otros continentes como África y Asia, es decir que los pulmones del planeta están en llamas. Los incendios de bosques son parte del desequilibrio del sistema terrestre.

Los ecosistemas del mundo están en peligro: el 40 % del medio marino y la mitad de los cursos de agua están estructuralmente alterados, particularmente por la contaminación, las extracciones incontroladas o las eutrofizaciones sistema terrestre puede desequilibrarse con consecuencias en la vida humana: economía, seguridad alimentaria, calidad de vida, etc.

Los resultados del análisis realizado se concretan en una propuesta de acciones emergentes:

- Plan de emergencia e inversión a gran escala para las zonas más críticas del mundo. Con la participación de expertos científicos sobre la base del valor ecológico excepcional y su estado de vulnerabilidad.
- Plan de Desarrollo Sostenible sobre estos territorios de gran valor ecológico y vulnerables, basado en conocimiento científicos y de la comunidad indígena.
- Acciones a través de la educación, con concientización y prevención de conflictos por las transformaciones del clima.
- Incorporación de la educación sobre la naturaleza como tema central en los programas educativos. (pp.1-13)

Según (Burnett, 2009) :

El discurso de Burnett, en representación del director general de la UNESCO, el Sr. Koichiro Matura, tiene como objetivo resaltar la importancia de reconocer el papel fundamental que desempeña la educación en el desarrollo sostenible (EDS). Sin embargo, no se trata de una educación convencional. Se trata de un proceso de aprendizaje orientado hacia el cambio y la capacidad de aprender a cambiar. En concreto, se aborda la influencia de los procesos educativos y los contenidos en nuestra capacidad para coexistir de manera sostenible.

Este enfoque se basa en los resultados de una investigación cuantitativa que evalúa el progreso logrado en relación con las metas de desarrollo sostenible establecidas para el período 2005-2014. Estos resultados proporcionan una base para identificar las áreas prioritarias en los años venideros.

El discurso de la UNESCO se basa en las conclusiones del proyecto de Informe Mundial sobre la Implementación del Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible (DEDS) y se nutre de los resultados de numerosas reuniones celebradas en 2009 en ciudades como Burdeos, Gotemburgo, Nairobi y Tokio. La UNESCO insta a los participantes, que incluyen a 900 asistentes y más de 50 ministros o viceministros de todo el mundo, a centrar su atención en tres temas principales.:

Primero, la importancia de las iniciativas conjuntas. Para trabajar y superar los problemas comunes, en iniciativas coparticipes múltiples donde las alianzas resultan indispensables.

En **segundo lugar**, la función primordial de maestros y educadores como "la piedra angular" de los programas eficaces de Educación de Desarrollo Sostenible EDS. Hay en el mundo un número incalculable de educadores en contextos no formales y locales que se enfrentan a problemas de ámbito mundial. Esos Para que su labor didáctica sea pertinente y tenga realidad para sus educandos, esos docentes deben aprovechar los aportes, contextos y valores locales. Por eso debemos recordar siempre que los maestros son personas, forman parte de las instituciones de enseñanza y aprendizaje, son miembros de la comunidad y de la sociedad, y necesitan recibir apoyo para llevar a cabo su tarea"

En tercer lugar, la necesidad un concepto amplio de la educación del desarrollo sostenible EDS., que no se limite a temas específicos o a los contenidos de los planes de estudio, sino que proporcione "una perspectiva más amplia de los propósitos y objetivos de la educación, de qué constituye su pertinencia, cuál es contexto en el que el aprendizaje se desarrolla, qué tipo de valores y principios se transmiten y a qué tipo de aptitudes, competencias y conductas en general da origen dicho aprendizaje en torno al tema de calidad.

También la necesidad de que la EDS influya en todos los niveles y modalidades de aprendizaje, desde la enseñanza básica hasta la educación superior, de las actividades de aprendizaje de base comunitaria a la formación y el desarrollo profesional. (pp.1-5)

Según (Gutiérrez Barba & Martínez Rodríguez, 2010) :

Los objetivos de la investigación son configurar escenarios posibles para el diseño de planes de acción para el desarrollo sustentable para las instituciones de educación superior, a la vez que enriquecer la propuesta de Plan de acción que la anuies (Asociación Internacional de Universidades de Educación Superior) lanzó a principios de este siglo. Los métodos y Técnicas de la investigación taxonómica se utilizan para la evaluación de la sustentabilidad en instituciones de educación superior. La técnica de análisis de percepción categorial (apc) mencionada por Vera Morales (2007), tiene como primer paso la confección de escenarios, referida ahora a la definición de categorías o dimensiones de la sustentabilidad en las ies (instituciones de educación superior), con el análisis de referentes teóricos mediante el análisis de 17 propuestas de sustentabilidad para las ies contenidas en fuentes documentales. Los Resultados y hallazgos: proponen el concepto de “sustentabilidad de primera generación” para designar el estado en que la ies se enfoca en sus propios procesos y “sustentabilidad de segunda generación” cuando interviene en el fortalecimiento de la sustentabilidad en la comunidad en la que se ubica. Por otro lado, la madurez de las ies en cuanto al abordaje de la sustentabilidad se propone como “madurez incipiente o elemental” determinada por poca presencia de estructura administrativa y curricular para atenderla, “en desarrollo” con gran cantidad de estructuras académicas y organizativas y finalmente “estado maduro” en las ies que prescinden de estructuras, pero la sustentabilidad forma parte de la cotidianeidad. La siguiente etapa es fijar las dimensiones de un escenario propio para una ies en particular o apropiarse de alguno de los que se sistematizaron en este trabajo, someterlo a consulta y legitimación de su comunidad y obtener el plan de acción para el desarrollo sustentable. (pp. 111-132)

Según (Moraes, 2016) :

La principal pregunta de investigación es: como se realiza la reforma del pensamiento y la reforma de la educación para aprender a vivir y a convivir El objetivo es observar la escuela a partir de una perspectiva compleja y transdisciplinar capaz de transformarse a sí mismo y a transformar el mundo a su alrededor El método utilizado es cualitativo, interpretativo y participativo. Los resultados son expresados a partir de las experiencias educativas participadas donde se destacan:

- Falta de claridad epistemológica. por parte del profesorado
- Las escuelas deben ser concebidas como centros de aprendizaje y formación actualizada a partir de una estructura organizativa y espacial, con procesos de cooperación de la comunidad.
- La escuela debe parar de ofrecer prácticas pedagógicas cristalizadas en el tiempo y espacio e innovar sus contenidos.
- Evitar el desarrollo curricular estático donde se recomienda un currículo dinámico, globalizado, flexible, integrado, contextualizado dialogado abierto a las incertidumbres, globalizado, flexible, contextualizado, dialogado, abierto a las emergencias e incertidumbres, al conocimiento interdisciplinar y transdisciplinar, capaz de integrar los conocimientos científicos y humanísticos, de promover el diálogo entre lo local y lo global, entre el SER y el ESTAR, entre VIVIR y CONVIVIR, generador de un pensamiento ecologizado y ecologízate.
- Se recomienda una didáctica vivida contextualizada, que tenga como punto de partida los problemas reales de la vida cotidiana del alumno en su proceso de vivir/convivir y que exige mayor flexibilidad estructural, pluralidad de tiempos, espacios y lenguajes, así como diferentes formas de expresión y caminos para hacer posible el aprendizaje a garantía de todos estos aspectos comentados, ciertamente depende de una política educativa capaz de

materializar y concretar efectivamente el derecho a una educación de calidad, basada y fundada en la solidaridad y la responsabilidad social, ética y ambiental. (pp,1-7)

Según (Pereira Chavez, J., 2010):

El pensamiento complejo de Edgar Morin (2009); de enfoque sistémico con interconexión y a las interacciones entre los objetos, las personas y el ambiente como un todo, lo cual sirve de fundamento para la propuesta educativa, en la que el conocimiento se debe abordar de manera integral y no fragmentado. Por lo anterior, el conocimiento humano debe fomentar la toma de conciencia de que somos tan sólo una parte componente de un sistema más general (complejo, y en constante interacción, en el que la educación puede ser el medio efectivo para que los alumnos desarrollen la capacidad de comprender otros sistemas complejos, además de los seres vivos. Aquí cobran importante interés las “nuevas ciencias” y las humanidades.

1.2.2 A nivel Latino América

Según(Tünnermann, 2008) :

La educación superior pertinente en el Siglo XXI deberá dar respuesta suficientemente clara, a la angustiosa pregunta del poeta T. S. Elliot: “¿Dónde está la ciencia que hemos perdido con la información? ¿Y dónde la sabiduría que hemos perdido con la ciencia?”. El objetivo es conocer las propuestas que orientarían la acción para responder a los retos, exigencias, prioridades y nuevos roles, de que la sociedad del siglo XXI le demandaría a la educación superior, así como en su transformación necesaria. Los métodos utilizados mixtos de la investigación cualitativa y cuantitativa donde son los análisis de las dimensiones de la pertinencia de la educación superior de la Unesco indicada en 1998: Equidad y Justicia; Cultura de Paz, Convivencia y fraternidad; Información y Ciencia. Las conclusiones que se plantean son:

La invisibilidad y la negación epistemológica del pensamiento, de las culturas, de los pueblos y de las inmensas riquezas naturales que existen en el continente, son las que más influyen a la hora transformar la educación superior para que sea más pertinente.

En la relación a Educación Superior y Mercado, hay esfuerzos importantes como la educación del emprendimiento, es necesario el autocontrol de la calidad mediante:

Reclutamiento de profesores y carrera académica. • Pruebas de ingreso. • Control curricular. • Pruebas y exámenes de apropiación de conocimientos y desarrollo de competencias. Procesos de autoevaluación.

La educación superior poco a poco se aleja de ser un bien público y el conocimiento un bien social, puestos al servicio de la sociedad; para convertirse en bienes de libre mercado, al servicio de la acumulación de capitales.

Los otros tipos de pertinencia social, cultural, ecológica están a la zaga, porque, aunque se realizan esfuerzos muy valiosos, estos no son suficientes para enfrentar los grandes retos que tiene la región en términos de equidad y justicia; cultura de paz; convivencia y fraternidad; y en hacer que nuestros pueblos disfruten los beneficios de la ciencia y la tecnología, asociados a una conciencia de responsabilidad ética y social.

Para finalizar, una universidad que construye “univérsitas” genera espacios de creación, difusión y aplicación de conocimientos desde y para sus entornos, con altos niveles de calidad académica, altos niveles de pertinencia social, laboral, cultural y ecológica; altos niveles de responsabilidad ética y política. En este empeño hay dos protagonistas centrales: Los estudiantes, que representan la novedad y la bella oportunidad de que todo puede tener nuevos comienzos y finales, no la mediocre repetición de la historia; en consecuencia, no pueden renunciar a la búsqueda, la indagación, la crítica y al espíritu. (pp.125 -132)

Según (Tobón et al., 2010):

En la pregunta de conocer sobre modelos educativos. El objetivo principal es realizar el análisis del Modelo GESFOC como parte de los análisis de los modelos educativos y comparados con otros. El método de la investigación bibliográfica busca definiciones concretas que los caractericen y comparen.

Los resultados sobre el modelo de formación por competencia explican que surge por las siguientes necesidades: 1. Superar el estigma del significado.2. Armar las piezas de un caótico sistema educativo.3. Comprender la diversidad y anarquía de ofertas educativas, tanto en lo público como en lo privado.4. Lograr inteligencia social para correr a la velocidad de los cambios y de los métodos con que se produce el conocimiento.5. Sacar al país del estado de corrupción administrativa y del estado de barbarie en que se encuentra.6. Mediar entre un estado que pretende regularse desde lo normativo una población anti normativa. Las finalidades del modelo son de carácter socio formativo como un proyecto ético de vida, emprendimiento creativo, competencias bajo principios de auto-eco-organización, dialógica, holográfica y de ejecución en ciclos propedéuticos, proyectos, prácticas y pasantías. (pp.12-19)

Según (Batista Zaldívar & Pérez Guerrero, 2012) :

La pregunta central es cómo articular efectivamente el conocimiento, la investigación, la educación y la gestión tecnológica al desarrollo socioeconómico y cultural del país. El objetivo de este trabajo es mostrar una propuesta metodológica para la gestión. Los métodos teóricos de investigación: historiológico, (Batista Zaldívar & Pérez Guerrero, 2012) análisis y síntesis, inductivo deductivo e hipotético-deductivo. Para la recopilación de los datos se utilizaron la observación científica, la entrevista semiestandarizada, la medición y el experimento. Los resultados plantean los fundamentos que sustentan la plataforma teórica y metodológica de la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades deben sustentarse en un sistema de conocimientos científico-tecnológicos debidamente estructurados y sistematizados, que incluya el carácter sistémico, multi, inter y transdisciplinario e intersectorial del proceso, la flexibilidad estructural y funcional de las filiales universitarias, el énfasis en la innovación social y organizacional y en lo local, mayor flexibilidad teórica, metodológica y práctica de las herramientas de gestión y la articulación de la política científica y la educación de posgrado. A partir de lo anterior se propone una metodología de gestión que constituye un instrumental metodológico para gestionar este proceso que está en correspondencia con las tendencias de la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades contemporáneas, pues considera el carácter dinámico, flexible y cambiante, las regularidades que las

caracterizan, contempla el proceso de forma sistémica, el empleo racional del capital humano y los recursos materiales, tecnológicos e informacionales. La aplicación de la metodología propuesta para la gestión de la ciencia y la innovación en el caso de estudio permitió constatar su factibilidad y conveniente utilización como instrumento metodológico efectivo para perfeccionar la gestión de este proceso, y demuestra asimismo su flexibilidad y pertinencia, pues en el período evaluado se alcanzó una tendencia positiva en los indicadores evaluados. (pp. 279-274)

Según (Arraiz Martínez, 2014):

El propósito es exponer la experiencia metodológica del investigador al aplicar la teoría mencionada, utilizando el tratamiento de los datos obtenidos durante la investigación sobre situaciones didácticas en el entorno virtual desde la perspectiva de la Teoría Fundamentada. Se aplicó una metodología descriptiva con un énfasis particular en la investigación de caso. Se llega a la conclusión al utilizar este enfoque en el campo de la educación matemática, se generan conceptos teóricos novedosos derivados de la realidad y la práctica profesional. (pp. 19-29)

1.2.3 La didáctica interdisciplinar

(Verdezoto et al., 2018):

Un estudio reflexivo sobre la importancia de los conceptos teóricos interdisciplinarios en la formación en investigación científica se realizó en la Universidad ECOTEC (Ecuador) sobre la importancia de los conceptos interdisciplinarios para dividir los programas de trabajo y construir nuevos conocimientos a través de un enfoque integrado y sistemático. La investigación utiliza métodos empíricos, teóricos y estadísticos para arrojar luz sobre la relación entre metas, objetivos y métodos. Esta estrategia de proyecto permite procesar conocimientos sobre problemas sociales comunes y adaptar el plan de estudios en consecuencia. (p.340)

Según (Llano Arana et al., 2016):

Se remarca en los siguientes aspectos de la importancia de la interdisciplinaridad:

- Es la complejidad del conocimiento y su expresión.

- Se convierte en un aspecto importante del desarrollo del conocimiento científico, dados los obstáculos para la resolución integrada de problemas con conocimientos específicos de la disciplina. Por tanto, surgieron nuevas ciencias (bioquímica, sociolingüística, etc.) con nuevos objetos de investigación. (p.324)
- Considera los nodos cognitivos (NCI) interdisciplinarios para la vía del establecimiento de la interdisciplinariedad, que permita generar conocimiento más allá de una disciplina aislada.
- Ventajas como motivación, ahorro de tiempo, desarrollo de habilidades y valores en forma interdisciplinaria simultánea. (pp. 321-324)

1.3 Análisis del estilo de enseñanza de la cátedra universitaria

Según (Monetti, 2016):

Realiza una investigación doctoral sobre el estilo-sentido de enseñanza de la cátedra universitaria en cinco casos de cátedras universitarias, como una construcción del sujeto colectivo que es la cátedra. Donde argumenta su significación en el campo de la pedagogía universitaria de estudio, investigación, producción de conocimientos, de acción y de compromiso ético-político. Considera los fundamentos epistemológicos de las didácticas de las cátedras universitarias analizadas. Explica conclusivamente el Estilo de Enseñanza de la Cátedra Universitaria EDEC como respuesta a la función de enseñar que la universidad asigna a la cátedra. Se caracteriza por constituir una composición singular y compleja de relaciones heterogéneas llamadas rasgos EDEC que esquematiza en un modelo de análisis; cuyos componentes en un contexto socio histórico institucional son: formación, saberes, modalidad de enseñanza, investigación en la enseñanza, formas y formaciones de lo grupal y la relación pedagógica. (pp.47-68)

1.3.1 La didáctica y la formación con capacidades de innovación

Según (Tobón Tobón et al., 2010) :

La teoría de las Secuencias Didácticas surge como una teoría de aplicación de la didáctica en la formación de competencias para el entorno latinoamericano según sus tendencias y necesidades formativas con enfoques sistémicos como es el caso de Bolivia.

En la producción intelectual “Secuencias didácticas. Aprendizaje y Evaluación de Competencias, 2010) los autores plantean un modelo de formación de competencias sobre la base de un nuevo paradigma educativo que incluye la educación didáctica con criterio socio formativo para contribuir a la calidad de la educación en diversos escenarios de formación principalmente en un contexto latinoamericano, en base a los criterios siguientes:

Dominio de la competencia en el área hidrosanitaria

Formulación de la competencia a partir de los análisis de problemas de contexto, buscando que tenga un verbo de desempeño, un objeto conceptual, una finalidad y una condición de referencia

Ejes procesuales. Son los grandes desempeños de la competencia que se dan cuenta de su estructura como procesos sistémicos. Permiten organizar los criterios.

Criterios. Pautas fundamentales para la valoración de las competencias.

Evidencias. Pruebas concretas para evaluar los criterios

La investigación educativa amerita la búsqueda de teorías y experiencias relacionadas a la formación de capacidades según el entorno socioeconómico, cultural y tecnológico, semejantes al territorio boliviano que faciliten el desarrollo de la propuesta didáctica con formación por competencias para la inclusión de la gestión integral del agua en la educación hidrosanitaria. (pp. 131-138).

Producto esperado de la formación. En este caso se orienta la formación interdisciplinar hacia la ingeniería hidrosanitaria sostenible.

1.3.2 Gestión integral del agua compleja

Según (Vásquez, 2018):

La concepción de la gestión integral del agua concebida a partir de la reintegración de relaciones naturaleza-cultura, se interpreta como la interacción del hombre con el medio ambiente a través de sus prácticas culturales relativas a la forma de aprobación del agua mediante: uso, mejora, cuidado, respeto, amor y defensa. Es decir, utiliza la perspectiva de complejidad para interpretar los fenómenos mediante el pensamiento moviente (concepto tiempo) que permite concebir el fenómeno hídrico en cambio continuo y por consiguiente la gestión integral del agua en devenir. Entre sus conclusiones indica que la gestión integral del agua desde el siglo XVIII tiene una orientación antropocentrista centrada en una visión que concibe el agua como un recurso natural aislado del contexto natural y socio económico, dispuesto para el aprovechamiento del hombre. Los instrumentos de la administración y políticas públicas son parciales y simplistas, reduciendo la gestión integral a ámbitos de especialización para abordar el tema desde conocimientos sectoriales. Identifica la propuesta de la Asociación Mundial del Agua en el manejo de agua vinculado a los saberes de los ecosistemas y componentes socioeconómico y cultural, como un agregado de conocimientos de diferentes ciencias y/o disciplina, sin relaciones de dependencia e interdependencia entre ellos; es decir un asunto de integralidad como suma de partes, en lugar de una totalidad indivisible. Para trascender a la conceptualización generalista y abstracta (descontextualizada y atemporal) de los fenómenos. (pp. 120 – 158)

1.3.3 Educación de la Ingeniería Civil

Según (Ricardo González Laguna, 2002):

La formación Social del Ingeniero Civil. Organización/NB_2014. La pregunta de investigación del artículo es cómo resolver el problema de las dificultades que enfrenta el profesional Ingeniero Civil en su desempeño en proyectos rurales de participación comunitaria. El objetivo general es mejorar el desempeño de los profesionales de la ingeniería en el área rural, en base a la elaboración del diseño curricular de una asignatura

nueva orientada al entrenamiento y capacitación de los estudiantes en el trabajo social. Mediante el método hermenéutico con fuerte fundamento histórico - cultural, abierto, reflexivo y participativo. Utiliza el perfil del profesional, como punto de partida para la elaboración del currículo. En sus resultados llega a plantear el modelo teórico para el diseño curricular de una asignatura social para una carrera técnica, con formación en capacitación y organización comunitaria, administración, operación y mantenimiento de servicios como agua potable, alcantarillado, riego y caminos, que responda a los requerimientos de la sociedad boliviana, especialmente al sector rural.

1.3.4 La Educación Hidrosanitaria

Según (Rivas Mijares, 1966):

La pregunta de investigación de que como podrían ser reestructurados los programas educativos y otras medidas conexas ayudarían a impulsar la formación de estos profesionales. Tiene el objetivo general de presentar, a través de una serie de etapas escalonadas, la problemática de la educación de personal profesional y técnico que es necesario adiestrar para lograr, a corto y mediano plazo, un equipo de hombres capaces de estudiar, proyectar, construir, operar y mantener todas aquellas obras programas de saneamiento ambiental, en especial aquellos relacionados con el abastecimiento de agua potable y los sistemas de alcantarillado y eliminación de excretas, de conformidad con los objetivos establecidos en la Carta de Punta del Este; los servicios de higiene urbana y domiciliaria (recogida y eliminación de basura). Los métodos y técnicas son los análisis de textos recopilados históricamente. Dentro los resultados y hallazgos se plantea la primera etapa fortalecer los estudios clásicos de ingeniería civil en la parte relativa al saneamiento ambiental y sus ciencias básicas; crear una segunda etapa, llamada “opción sanitaria” o estudios de especialización, dentro del plan general establecido para el grado de ingeniero civil; crear una escuela de graduados en este campo de la ingeniería, para preparar grupos dirigentes que determinen la política a regir en la ejecución y financiamiento de la obras de saneamiento ambiental.(pp.2-7)

Según (TUDELA, 1991):

El laberinto de la complejidad; hacia un enfoque sistémico del medio ambiente y la gestión de los servicios. La pregunta central es cuales son las estrategias necesarias a implementar para resolver los desafíos nuevos de los servicios urbanos en américa latina. El objetivo principal es plantear estrategias que puedan orientar a la solución de los problemas nuevos sobre servicios urbanos en américa latina para replantear y diseñar nuevas formas de abordar aquellos problemas, relativos a los servicios urbanos, que los enfoques tradicionales no han podido resolver. El método analítico reflexivo plantea en sus resultados la construcción de un sistema analítico complejo centrado en la provisión de los servicios hidráulicos en un aglomerado urbano concreto enfatizando aquellas relaciones que hasta ahora se han descuidado por no tener cabida en los esquemas institucionales establecidos, pero de las que dependen en última instancia las soluciones que pudieran mejorar la calidad de vida de muchos ciudadanos. Más allá de una revisión de las ineficientes opciones tradicionales, se requiere una reformulación completa de los problemas. La modernidad radica mucho más en el descubrimiento de nuevas preguntas y en el replanteamiento de los problemas que en la reformulación de las soluciones tradicionales. (p.1)

Según (Dávila Porcel, 2011):

Respecto a la Importancia de la hidrogeología urbana; ciencia clave para el desarrollo urbano sostenible indica que:

El crecimiento urbano en México da lugar a la pregunta principal es como pueden adecuarse la hidrogeología a las condiciones urbanas problemáticas de México. El objetivo general es revisar y analizar los procesos, factores y avances preponderantes de la hidrogeología urbana que determinan las relaciones e interacciones entre la hidrología, los materiales geológicos, la urbanización, la recarga, el flujo subterráneo, la extracción, la calidad hidrogeoquímica, el uso y los efectos que produce el agua subterránea en la infraestructura urbana, así como los mecanismos de desecho y los procesos contaminantes que afectan la calidad del agua subterránea en urbes en crecimiento y con desarrollo acelerado. El método de investigación científica cuantitativa da el resultado y

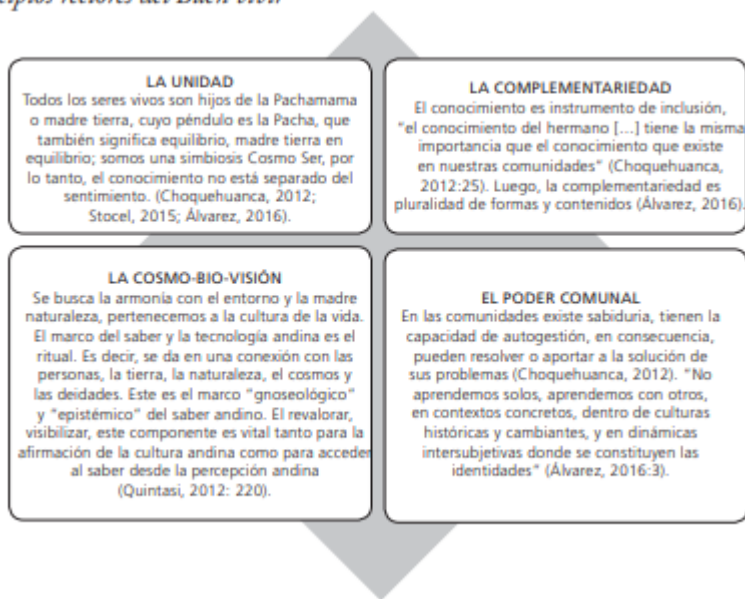
hallazgo siguiente: debido a la urgente necesidad de conservar, proteger y gestionar el agua subterránea en áreas urbanas, así como brindar soluciones adecuadas a diversos problemas hídricos, emerge una nueva rama (pp. 463-477)

Según (Nelsy Rodríguez et al., 2018) :

En relación con los principios del buen vivir, en diferentes universidades de Latinoamérica se proponen adecuar mallas curriculares para realizar dialogo de saberes entre los ancestrales y los actuales, a fin de valorar, recuperar importantes principios de la cosmovisión de los pueblos indígenas que contribuyen a una vida armoniosa con la sociedad, los seres y su medio ambiente. La siguiente figura indica los principios rectores del buen vivir planteados en la universidad UNAE de México.

Figura 1.1.Principios rectores del Buen Vivir

Principios rectores del Buen vivir



FUENTE: (ILASACA QUISPE, 2006)

Según (Moraes, 2016):

El planteamiento reformista del pensamiento y del aprendizaje para vivir bien se basa en la concepción que el mundo ha ido creciendo según diversas interpretaciones de este, desde diferentes enfoques ontológicos y epistemológicos. Sin embargo, el orden mundial ha sido muy afectado por las transformaciones realizadas en las últimas décadas de gran

trascendencia, pero negativa la acción del hombre sobre la transformación de la naturaleza (Antropoceno), en forma drástica, derrumbando los valores, la ética universal y la esencia de la supervivencia de la especie humana y su entorno ecológico. Esta situación surge de la pérdida de los principios éticos en la interacción de las sociedades y culturas que han sido acumuladas en procesos políticos de globalización que han quitado la identidad de los pueblos para que servir grandes intereses está llevando al colapso a las sociedades y el medio ambiente de tal manera que hay unos grandes dueños del mundo por influencias económicas. Se habla de grandes problemas sociales (drogas, pedofilia, etc.) de contaminación ambiental, cambio climático, desastres) que está obligando a replantear nuevos paradigmas para encaminar la humanidad a un desarrollo y no destrucción. Esta situación compleja necesaria a encontrar una luz en el camino exige un múltiple compartimiento de paradigmas bajo un objetivo de bien común: evitar el final y replantear la forma de vida que no contribuya a la destrucción al contrario levante la humanidad. Debe haber una ruptura del paradigma destructivo. (pp.225-228)

1.3.5 A nivel nacional

Según (Oberliesen, 2013) :

En el marco de la cooperación y colaboración sur-sur-norte se ha llevado a cabo un importante proyecto de intercambio científico, académico e investigativo entre la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Bolivia, y la Universidad de Bremen, Alemania. Se desarrolla el doctorado es un programa no escolarizado como parte de una nueva concepción innovadora y transformadora de los estudios el ámbito internacional, siempre desde la perspectiva de los procesos de transformación que tienen lugar en Latinoamérica, el Caribe y otras regiones del mundo. se encuentran en procesos de transformación altamente significativos en los diversos ámbitos de la vida política, social, económica y cultural. De manera que esos cambios influyan en la educación, la ciencia, la tecnología, la docencia y la investigación, particularmente en el campo del postgrado. Para fines consiguientes el investigador debe lograr un amplio nivel de participación en los diferentes procesos académicos o al menos tener experiencia en estos de acuerdo con los requisitos exigidos con participación y/o desarrollo de: seminarios, artículos y/o libros, elaboración de cursos, prácticas de investigaciones.

Palabras Clave: Programa doctoral, ciencia, investigación, tecnología, cultura y docencia. (p.25)

Según (Barragán Guzmán, 2011):

El objetivo es la elaboración del perfil profesional por competencias de la Carrera de ingeniería Civil UMSA tomando en cuenta los requerimientos del entorno profesional, laboral, científico, tecnológico y personal para la formación del nuevo profesional, se adoptó una investigación cualitativa, etnográfica de carácter holístico con orientación descriptiva que involucra aspectos sociales, laborales y académicos. La metodología se desarrolla en tres fases: Diagnostica, Constructiva y Propositiva. En sus conclusiones propone el perfil profesional por competencias cognitivas, técnicas, personales y sociales según el contexto institucional educativo y el entorno externo (laboral), considerando además las tendencias de globalización, mundialización (Latinoamérica y el mundo), donde el nuevo profesional debe adaptarse (desempleo, formas de contratación). Las competencias específicas genéricas referenciales para el campo de la ingeniería civil, que abarcan competencias referidas al diseño, gestión de obras ingenieriles, administración de recursos, conocimiento de la normativa legal, gestión de calidad y conservación ambiental, características de la época actual en la que vivimos tomando en cuenta los riesgos y la incertidumbre característicos de la época actual en la que vivimos, con un fuerte componente ético, en busca de contar no solo con profesionales más eficientes sino fundamentalmente al servicio de la humanidad, pasando del total tecnicismo que caracterizaba a una carrera de ingeniería a un relacionamiento con el entorno, analizando aspectos sociales y culturales. (p.30-35)

Dirk Hoffman, activista ambientalista alemán, que trabajo durante más de 10 años en Bolivia hasta el 2022, fue difundiendo temas sobre la crisis climática y la transición ecológica de nivel internacional y nacional (Bolivia) en el blog “Cambio Climático Bolivia”. Donde se encuentra la definición científica del Antropoceno (Hoffman, 2016):

En reconocimiento de la profunda influencia sobre el Sistema Tierra (Earth system) que ha ganado la especie humana, un grupo de científicos ha declarado el comienzo de una nueva época geológica, el “Antropoceno”. En su reciente informe al Congreso Geológico

Internacional celebrado en la Ciudad del Cabo en Sudáfrica entre el 27 de agosto y el 4 de septiembre del año en curso, el “Grupo de Trabajo sobre el Antropoceno”, los 35 miembros en su abrumadora mayoría se han pronunciado a favor de esta decisión. El hombre ya es un factor que impacta su entorno no solamente de manera planetaria, sino también de manera geológica. Con el comienzo de la “edad del hombre” termina formalmente la época actual, el “Holoceno”, que abarca los últimos 11.700 desde el final de la última glaciación."

El Holoceno se ha caracterizado por tener un clima estable, con solo mínimas fluctuaciones, y una concentración del dióxido de carbono en la atmósfera de entre 260 y 280 ppm (partes por millón). Debido a la quema masiva de carbón, petróleo y gas desde comienzos de la Revolución Industrial, durante los últimos 200 años este valor aumentó un 40% y hoy día ha sobrepasado los 400 ppm. (p.1)

Dirk Hoffmann (2021) indica en el blog “Cambio Climático Bolivia”:

Es necesario promover una visión más integral o multisectorial de las estrategias de adaptación. Una oportunidad interesante es la generación de estudios de síntesis o metaanálisis en los que se analicen conjuntamente los proyectos y estrategias vinculados a la gestión de los recursos hídricos, los sistemas productivos en la región (incluyendo el análisis de sinergias y contradicciones). Para esto es importante partir de un enfoque transdisciplinario que analice los socios ecosistemas considerando las dimensiones ambientales y ecológicas de las estrategias de adaptación, así como las oportunidades de inserción y los impactos potenciales en el contexto social, económico y cultural. (p.1)

En el documento del “Estado del arte del conocimiento sobre adaptación al cambio climático, agua y seguridad alimentaria” (PNUD, 2011) :

Determinados interrogantes sobre la situación del cambio climático del milenio en Bolivia se responden en este texto. Los objetivos de este reporte son para la contribución al análisis y la orientación de acciones inaplazables que requieren de atención en la situación de cambio climático. Los métodos de investigación empleados son la recapitulación de 2000 publicaciones claves nacionales e internacionales con aportes y experiencias respecto al cambio climático, para su correspondiente sistematización.

Los hallazgos y resultados con respecto a la gestión del agua identifican la contribución potencial del sector hídrico a los objetivos del desarrollo del milenio:

- a) Una menor degradación de los ecosistemas mejora el desarrollo sostenible a nivel local. El suministro de agua más fiable contribuye al abaratamiento alimentos. Proveer servicios a domicilios contribuye a la asistencia de niños al aula, como al desarrollo del género para el uso de su tiempo en actividades que den ingresos y mejore los roles de género. La gestión hídrica reduce el consumo de agua, recicla nutrientes y sustancias orgánicas. Iniciativas que aseguren la sostenibilidad ambiental incluye las mejoras de los sistemas de agua y saneamientos en las comunidades pobres, la reducción del caudal de aguas de desecho que mejoran la salud medioambiental en áreas periféricas. (pp.90-110)

En sus conclusiones de consecución de los objetivos del milenio identifica la importancia de la gestión del agua, y propone fortalecer los aspectos de desarrollo sostenible en Bolivia: dialogo de saberes, conocimiento ancestral y la ciencia moderna; estudios estratégicos de riesgo climático.

(Otero Valle, 2003) en el artículo “Necesidad Urgente de la inserción de la Prevención y Atención de Emergencias y Desastres en el Sector Agua Potable y Alcantarillado”:

La pregunta de cómo insertar la gestión de riesgo en el sector agua potable y alcantarillado ante la necesidad urgente de hacerlo. El objetivo central es proponer acciones mínimas necesarias urgentes para introducir la gestión de riesgos a consecuencias del desastre de febrero de 2002 donde 63 personas murieron a causa de una lluvia de gran intensidad con granizada que identifica lecciones aprendidas como la intensificación de desastres y disminución de la calidad de vida. El método de investigación histórica de eventos y experiencia de acciones de prevención realizadas en la empresa de aguas (Aguas del Illimani) entre 1998-2002 permite dar conclusiones. Las acciones mínimas propuestas en programas nacionales: Implementación para la

Prevención y Atención de Emergencias y Desastres, constituido por normas técnicas y de inversión, términos de concesiones, acciones interinstitucionales, capacitación, etc. Seguimiento y control de Prevención y Atención de Emergencias

(OPS/OMS/AIDIS. Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: Guía para una respuesta eficaz Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental División de Ingeniería Sanitaria y Salud Ambiental en Emergencias y Desastres, 2004):

Este libro es una guía con el objetivo para orientar la respuesta eficaz a emergencias en los sistemas de saneamiento básico para los países de Latinoamérica a través de uniformidad de criterios, procedimientos, y acciones dentro del Ciclo del Desastre orientado a mitigar impactos que puedan sufrir la población por daños en los servicios de saneamiento básico en una situación de emergencia o desastres. El método utilizado es didáctico con formatos estructurados al tema con ejemplos ilustrativos como material de capacitación de actores en la respuesta de emergencias del sector saneamiento básico en las empresas de servicio a nivel latinoamericano. (pp-50-60)

(Otero Valle Maria N. y Alvarez Alba, 2003):

Documento de capacitación para formar en el servicio, sobre el análisis de vulnerabilidad de sistemas, amenazas y riesgos de los componentes de los sistemas. Se recomienda el establecimiento de Planes de Prevención y atención de Emergencias en cada EPSAS. Dentro las lecciones aprendidas están la implementación del Plan en la empresa Aguas del Illimani y la experiencia de atención de Emergencias del Desastre de la inundación de febrero 2002 en la ciudad de La Paz. El método didáctico con formatos estructurados al tema y con casos ilustrativos aplicados en EPSA para las ciudades de La Paz y El Alto. (pp.15-22)

1.3.6 Interpretación del Estado de Arte

En la documentación revisada se destaca la preocupación compartida por abordar los nuevos desafíos surgidos en el contexto del Antropoceno en relación con el desarrollo sostenible.

Al respecto, existen diferencias conceptuales sobre la forma de abordar la transformación, cambio, o complementación de la educación actual.

Los expertos internacionales ven con preocupación la complejidad de lidiar con la nueva era antropogénica, donde el mundo transformado por las actividades humanas ha incrementado el fraccionamiento de los ecosistemas, formas de vida social, cultural y generación de conflictos diversos, relacionados también al desarrollo tecnológico y al mundo virtual.

Durante los últimos 20 años, la comunidad internacional ha compartido la preocupación constante respecto a: la disponibilidad de los recursos hídricos se enfrenta al crecimiento de los impactos causados por desastres, cambio climático, deterioro ambiental, crecimiento tecnológico y actividades humanas en contra de la gestión del agua, así también las bases conceptuales de gestión de riesgos, resiliencia climática y gestión ambiental.

El desarrollo sostenible, el concepto de "vivir bien" y otras alternativas de vida se presentan como propuestas ante los grandes retos como el cambio climático, la contaminación del agua, los riesgos urbanos, el deterioro ambiental, la gestión de residuos sólidos, los incendios en la Amazonía y los riesgos hídricos, que afectan a los territorios y sus formas de vida a nivel global, nacional y local.

La Organización de Naciones Unidas ha ido promoviendo acciones para mitigar los efectos de los cambios ambientales como son la preservación de patrimonios naturales y de la biodiversidad, con apoyo de redes científicas de investigación y promoción de la educación del desarrollo sostenible, entre ellas programas de postgrado en el tema del agua.

Los objetivos del desarrollo sostenible ODS de la agenda 2030 de desarrollo del PNUD cuentan con amplias propuestas relacionadas a la gestión integral del agua y demás temas mencionados arriba, cuyo cumplimiento se complica cuando proyectos concernientes al desarrollo de país, en el tiempo, no han cumplido las metas acordadas internacionalmente (PNUD, 2011).

A nivel de Bolivia, estos temas se consideran insuficientemente agendados en las entidades gubernamentales académicas de la sociedad civil como indica la evaluación realizada el 2011 del proyecto: "Fortalecimiento de las Capacidades Nacionales de Sistematización del Conocimiento, Información y Difusión sobre el Cambio Climático en Bolivia" (PNUD, 2011).

Los diversos materiales de capacitación sobre la gestión integral del agua provienen principalmente de agencias internacionales de desarrollo. Estos materiales están diseñados principalmente para la capacitación en servicio o durante el ejercicio laboral dentro de instituciones gubernamentales u organizaciones no gubernamentales (ONG).

La cooperación internacional ha ido promoviendo proyectos de gestión integral del agua y de saneamiento básico con gestión integral del agua, dentro de sus programas de financiamiento. Incluye capacitaciones correspondientes durante el servicio del sector agua y/o promocionando cursos postgrado internacionales. El problema principal es que estas capacitaciones son temporales. Es necesario se desarrollen en las universidades para que sean continuas y periódicamente innovadas y/o renovadas de tal forma no se dispersen los esfuerzos grandes realizados.

Las metas de educación referidas en los informes periódicos del desarrollo sostenible, indican que no son cumplidas por lo que el país posterga sus compromisos necesarios a cumplir. Lo cual, implica la acumulación de condiciones inadecuadas de desarrollo de país, que van a incidir en el aumento de problemas en la sociedad por falta de condiciones para la resiliencia ante: desastres, deterioro ambiental, cambio climático, atraso tecnológico, atraso en la educación, descompromisos de sostenibilidad de la sociedad y su gobierno entre otros. Estos incumplimientos implican la postergación de la educación y desarrollo.

Los enfoques locales, utilizados en la gestión del desarrollo nacional se constituyen en instrumento parcial de sostenibilidad. Ahora las propuestas de sostenibilidad recomiendan enfoques integrales, por cuanto la educación y la ciencia tendría que ingresar a una permanente dinámica de renovación y actualización acorde al ritmo científico del siglo XXI (internacional) y las necesidades.

Se considera pertinente abordar la didáctica interdisciplinaria con las recomendaciones (Gutiérrez Barba & Martínez Rodríguez, 2010) donde se identifica, la necesidad de plantear

estrategias de formación en la educación superior (universidades) para la población estudiantil, para darles competencias no solo para solucionar los problemas de los servicios básicos en las áreas metropolitanas. Aún hay necesidades de mejorar la calidad de vida en los centros urbanos en continuo crecimiento, como también abordar estrategias de formación orientadas a la problemática del área rural, ambiental, ecológica, tecnológico, cultural, socioeconómico y de gestión de los servicios con metodologías educativas, innovadoras sostenibles que aborden objetivos de educación sostenible.

La intervención del profesional, de la ingeniería hidrosanitaria, en la vida y desarrollo de la sociedad y su ambiente, involucra contar con competencias y valores con contenidos tecnológicos, ambientales, sociales, humanitarios innovadores: ¿cuáles, como priorizarlos e incluirlos? en la formación de la educación superior significativa, con inteligencia social, conciencia tecnológica, principios humanitarios, ecológicos (Tobón, 2010) y otros a identificar.

La tecnología tiene vigencia temporal: tanto en los principios de las teorías de la Gestión de Riesgo, Gestión Ambiental, Resiliencia Climática y otras que surgieron a consecuencia del estado de situación de riesgos, ambiente y cambio climático en territorio, población y tecnología ejecutada implican que estas condiciones son dinámicas.

Las fases de los sistemas de la ingeniería sostenible, exige el control de los proyectos en sus diferentes etapas, con relación a sus variables internas y externas, bajo principios de eficacia, eficiencia, de forma participativa y utilizando mecanismos medibles de sus respuestas en el medio donde se establecen.

Esta documentación recopilada permite identificar el estado en cuestión para abordar la investigación didáctica interdisciplinar de la ingeniería hidrosanitaria sostenible, pero con gran vacío sobre la educación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible de Bolivia.

Otros vacíos identificados son: abordaje de la educación tecnológica en ecosistemas y abordaje de la educación superior para la Ingeniería hidrosanitaria sostenible.

En el campo laboral se fomenta la elaboración de materiales de capacitación para su aplicación en el desempeño profesional de la ingeniería hidrosanitaria, y/o para la administración de los pequeños servicios de agua potable locales.

1.4 ESTADO DIALÉCTICO

La comprensión documental y la perspectiva de aplicación de la investigación acción y para la UMSA (Bolivia), vislumbran la necesidad de investigar sobre interdisciplinaridad; donde la ingeniería hidrosanitaria se identifica como disciplina de la regulación del uso del agua y con cierta relación al desarrollo sostenible. Y es parte de la gestión del agua tiene alcance integral complejo (Vásquez, 2017). Su interdisciplinaridad se relaciona con la gestión de la ingeniería hidrosanitaria sostenible, pero no adopta el desarrollo de sistemas de ingeniería hidrosanitaria sostenible abordada por Allenby, 2012.

Surgen, aun interrogantes del abordaje y limitación de la investigación didáctica interdisciplinar en la complejidad de la problemática hídrica (efecto del Antropoceno) en su relación al contexto de la UMSA.

Se acude a textos específicos relacionados a la didáctica interdisciplinar, ética, complejidad y sostenibilidad; para interpretarlos bajo enfoque epistemológico como: la complejidad de Morin (2019), enfoque hermenéutico cualitativo (Gadamer H. G) y enfoque sistémico (Luhmann, N.)

La hermenéutica con enfoque filosófico (Gadamer H. G) se enfoca en la comprensión humana de la verdad. Es reconocido como un enfoque filosófico significativo. Se reconoce como una herramienta para la comprensión y la interpretación (Gadamer, Morin). Sin embargo, Morin restringe los alcances de la hermenéutica hacia disciplinas como la sociología y la crítica literaria.

El abordaje hermenéutico, en la presente investigación, se realiza para la interpretación y comprensión de los textos seleccionados de carácter interdisciplinar, relacionados a la complejidad de la educación superior de la ingeniería sostenible, en contextos nacionales e internacionales.

El enfoque sistémico, surge en la propia interdisciplinaridad de la Ingeniería sanitaria ambiental con la gestión integral del agua en un contexto ambiental, tecnológico, social y académico,

cuando la conjunción de estas disciplinas se interpretaría en su integración, totalidad e interconexión que contribuya a la Ingeniería hidrosanitaria sostenible

La metodología predominante de la didáctica interdisciplinar (Homero & Fuentes González, 2009) tiene varias etapas y enfoques como ser: problematización de la realidad/objeto, competencias a desarrollar y su despliegue, motivación y afianzamiento de valores, conocimiento previo, gestión y acompañamiento en el desarrollo de competencias integradoras, evaluación, reestructuración y organización.

La gestión del agua tiene alcance integral complejo (Vásquez, 2017). Su interdisciplinaridad se relaciona con la gestión de la ingeniería hidrosanitaria sostenible, pero no adopta el desarrollo de sistemas de ingeniería hidrosanitaria sostenible abordada por Allenby, 2012.

1.4.1 Descripción del Problema

El desarrollo de la educación hidrosanitaria con relación al desarrollo sostenible y otras propuestas vida (vivir bien, sustentabilidad), no se han desarrollado en los programas de formación de ingeniería de la UMSA.

La falta de aplicación de sistemas de ingeniería sostenible implica la postergación del uso tecnología de la ingeniería sostenible en beneficio de la gestión integral del agua.

La educación de la ingeniería hidrosanitaria tradicional desactualizada no incluye la complejidad integral de los problemas actuales con ciencia e ingeniería sostenible y en forma específica con la ingeniería hidrosanitaria sostenible y su correspondiente formación.

En general, se resuelve los problemas de disponibilidad de agua y saneamiento básico sin gestión integral del agua, aunque hay aislados proyectos con alternativas tecnológicas innovadoras.

La tecnología global es dinámica, acorde a los retos, por cuanto las actualizaciones de la educación también deben serlo. Para su ejecución es necesario la participación de las instituciones nacionales, la comunidad nacional e internacional.

Los programas curriculares universitarios están desactualizados. Hasta 2019, los contenidos curriculares del pregrado de la formación tanto de la Ingeniería Civil como de Construcciones

Civiles de la UMSA han permanecido sin cambios significativos desde la década del 1980 hasta ese año. Aunque existen propuestas para actualizar el perfil profesional basado en competencias del ingeniero civil de la UMSA, como el planteamiento realizado por Barragán Guzmán en 2011, así como otras propuestas de transformación curricular que se encuentran en proceso de actualización desde el año 2020.

La Carrera de Construcciones Civiles ha estado en proceso de actualización curricular durante años, desde 2005, y esta actualización se ha concretado recién en 2021. Este proceso se llevó a cabo de manera participativa y consensuada en su presectorial docente-estudiantil. El nuevo currículo incorpora competencias que permiten la transversalización de la gestión de recursos hídricos en las materias hidrosanitarias, además de incluir una materia dedicada a la gestión de riesgos en la construcción.

Desde 1957 ya se desarrolla la ingeniería sanitaria con la formación de la Asociación de Ingenieros Sanitarios ABIS de Bolivia con profesionales formados, principalmente, en universidades extranjeras (Estados Unidos, Europa, Brasil, etc.)

La educación hidrosanitaria (Rivas Mijares, 1966) en Bolivia se afianza en la década 1980, en la UMSA orientada a la ingeniería sanitaria ambiental (TUDELA, 1991) con su correspondiente Instituto de Investigación (IISA) en la mención Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería. Hasta el 2019 la malla curricular de la ingeniería civil, en las carreras relacionadas a ingeniería civil (Facultad de Ingeniería, Facultad de Tecnología), se habían mantenido durante 30 años.

La actual formación hidrosanitaria de la UMSA, se orienta principalmente a diseñar proyectos de servicios básicos con el enfoque recomendado por la Organización Panamericana de la Salud OPS en la década del 1970 (Mijares, 1966); donde el objetivo es desarrollar la formación del ingeniero sanitario en la ingeniería civil para lograr el saneamiento básico de las poblaciones, el control de la contaminación del agua y de residuos sólidos; y otros aspectos ambientales, provocados por el continuo crecimiento de las manchas urbanas en Latinoamérica desde esa época. Su aplicación en el pasado y ahora tiene una amplia significancia en el desarrollo y bienestar de las poblaciones. Pero ahora ya se desarrollan y financian proyectos de saneamiento con gestión integral del agua para alinearse al desarrollo sostenible.

En el año 2000 se incorpora: la gestión de riesgos y ambiental dentro del Programa de Maestría de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Carrera de Ingeniería Civil UMSA, donde, por ejemplo, el Módulo de Vulnerabilidad de Sistemas Sanitarios se lo dictó en el periodo 2001-2005. Pero se ha discontinuado.

En los planes de estudios del área hidrosanitaria de la UMSA (2009-2019), tanto de las carreras de ingeniería civil y de construcciones civiles de la UMSA no se incluyen temas identificados a continuación : la ingeniería hidrosanitaria sostenible, la innovación tecnológica para el vivir bien, tecnologías para la resiliencia del cambio climático, desastres y contaminación ambiental y otros incluidos en las propuestas de gestión nacional e internacionales del desarrollo sostenible y del vivir bien (países del área andina).

Ante mayores retos, y amplitud de intervención (Bolivia país hídrico con grandes cuencas), con deterioro ambiental, desastres naturales, y cambio climático: ¿Cómo establecer las relaciones y la dimensión interdisciplinaria entre los objetivos, contenidos y métodos para la formación de profesionales con valores, responsabilidad social y ambiental, hacia el desarrollo de la ingeniería hidrosanitaria sostenible?

1.4.2 Desfases identificados en la indagación

La indagación documental ha permitido ratificar e identificar los desfases de carácter cognitivo, temporal y espacial de la educación de la ingeniería hidrosanitaria (UMSA, 2009-2019), en relación con los retos actuales (desastres, cambio climático, deterioro ambiental y desarrollo tecnológico insostenible) impactan en la disponibilidad del agua en calidad, cantidad y distribución territorial. Esta problemática compleja de manejo de recursos hídricos y la alteración de los ecosistemas por las actividades antropogénicas (Hoffman, 2016) ; es necesaria abordarla y encaminarla para la formación orientada a la ingeniería hidrosanitaria sostenible(Allenby, 2012) .

Figura 1.2. Desfases identificados en la indagación

DEFASES COGNITIVOS	DEFASES TEMPORALES	DEFASES ESPACIALES
Ingeniería Sanitaria y Ambiental con la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible	Incumplimiento de metas de los objetivos del desarrollo sostenible ODS agendados (2011), y de la formación correspondiente del país.	Desfases entre los escenarios académicos: <i>pea</i> , investigación, e interacción social
Rol del ingeniero hidrosanitario en la sociedad y medio ambiente en la complejidad del Antropoceno (problemática hídrica)	Permanencia de la malla curricular del área de la Ingeniería Civil (Carrera de Ingeniería Civil y Carrera de Construcciones Civiles) de la UMSA durante casi 30 años (2019)	Desfases entre la formación universitaria y el ejercicio profesional
Innovación Tecnológica		Desfase entre la educación universitaria y la formación en servicio

Fuente: elaboración propia.

Los desfases cognitivos se relacionan a: la interdisciplinariedad de la ingeniería sanitaria ambiental con la ingeniería hidrosanitaria sostenible, el rol de ingeniero hidrosanitario con los retos del Antropoceno (problemática hídrica), y en general con la innovación tecnológica.

Los desfases temporales se relacionan a: incumplimiento metas objetivos del desarrollo sostenible ODS agendados (2011), permanencia de la malla curricular del área ingeniería hidrosanitaria en UMSA por casi 30 años (2019). Prácticas de enseñanza e investigación desfasadas con la problemática hídrica y la tecnología.

Los desfases espaciales entre los escenarios académicos, el ejercicio profesional y la formación en servicio.

Por consiguiente, se plantea realizar la investigación compleja denominada: “Didáctica de la Gestion Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible”, que parte del supuesto que la Ingeniería hidrosanitaria sostenible puede iniciarse con la conjunción interdisciplinar de la Ingeniería sanitaria ambiental (Rivas Mijares, 1966) con la gestión integral del agua (Vásquez, 2018), de la cual surge la siguiente pregunta:

1.4.3 Pregunta Principal

¿Cómo contribuye la interdisciplinariedad de la ingeniería hidrosanitaria convencional con la gestión integral del agua a la propuesta didáctica de la ingeniería hidrosanitaria sostenible en la UMSA con valores de responsabilidad social y ambiental?

Preguntas Secundarias

1. ¿Cómo se desarrolla la gestión integral del agua en la ingeniería hidrosanitaria en los casos de estudio seleccionados?
2. ¿En qué medida se puede desarrollar la formación de competencias de la ingeniería hidrosanitaria sostenible de la UMSA?
3. ¿Cómo validar la propuesta de la didáctica de la gestión integral de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible con formación por competencias

1.4.4 Justificación de la investigación

En el decenio 2009-2019 se identifica la postergación del cumplimiento de las metas de desarrollo humano que no están consideradas en la formación de la educación superior pública como reclaman los informes (PNUD, 2011), a la vez que hay varias iniciativas institucionales para tratar los temas de gestión integral del agua, resiliencia climática, gestión de riesgos y gestión ambiental sin ser parte de la formalidad de la educación superior de la UMSA. En la medida que se haga pasar el tiempo sin lograr introducir educación hidrosanitaria sostenible en la UMSA se posterga la posibilidad de lograr el capital humano que promueva, active y articule la gestión integral del agua en la sociedad boliviana.

En el periodo 2009-2019 la gestión pública introduce la gestión integral del agua en sus metas de planificación del sector agua.

Las universidades latinoamericanas como de otros continentes están orientando investigaciones para la gestión integral del agua ante los nuevos retos de cambio climático, deterioro ambiental, disponibilidad del agua, tecnologías innovadoras del agua y otras correspondientes.

En los países en desarrollo hace décadas tienen programas tecnológicos de mediano y largo plazo acompañados con la participación de las universidades con investigación, interacción social y

empresarial, con la permanente preocupación de planificar la resiliencia al cambio climático, principalmente.

Hay una realidad preocupante sobre el desfase de la Ingeniería hidrosanitaria en relación con la problemática hídrica relacionada al manejo de los recursos hídricos y la alteración de los ecosistemas por las actividades antropogénicas.

La preocupación está en como disminuir los desfases a través de la formación didáctica interdisciplinar (Homero & Fuentes González, 2009).

La ingeniería hidrosanitaria orientada al desarrollo sostenible incorpora la aplicación de tecnologías alternativas, como por ejemplo aquellas que mitiguen o repongan la incidencia del crecimiento urbano sobre el recurso hídrico y/o el ciclo hidrológico de manera local.

Los conocimientos y contribuciones de manera interdisciplinar, no se incluyen en la formación de la ingeniería hidrosanitaria de la UMSA. Es pertinente (Morin, 2019) integrarlas para direccionarlas hacia la “ingeniería hidrosanitaria sostenible” (Allenby, 2012), mediante una estrategia didáctica.

Existe la necesidad de direccionar la formación pertinente hacia la Ingeniería hidrosanitaria sostenible considerando las potencialidades (logros) de la Ingeniería sanitaria ambiental y la gestión integral del agua.

La investigación contribuye a la formación tecnológica pertinente de la UMSA, con relación a la problemática hídrica, mediante la didáctica interdisciplinar con formación continua y dinámica que permita inducir los lineamientos estratégicos direccionados a la “Ingeniería hidrosanitaria sostenible”. De modo de disminuir las brechas de los desfases, ampliando la dimensión espacial y cognitiva de los escenarios académicos orientados a mitigar la problemática hídrica actual y futura mediante la ingeniería sostenible axiológica.

Las potencialidades interdisciplinares de la ingeniería sanitaria y ambiental, la gestión integral del agua correlacionada a la ingeniería sostenible, junto a las estrategias educativas de la UMSA, son elementos oportunos para el desarrollo de una didáctica interdisciplinar, tecnológica y axiológica dentro la educación superior.

1.4.5 Relevancia, pertinencia y factibilidad

Las necesidades de transformación de la educación hidrosanitaria por las nuevas condiciones de vida de la sociedad respecto al recurso hídrico y los retos ocasionados por las condiciones adversas por cambio climático, deterioro ambiental, riesgos y desastres cada vez más frecuentes y de mayor intensidad implican la realización de la presente investigación en el entorno académico de la ingeniería hidrosanitaria de la UMSA, para la didáctica de la gestión integral del agua con alta relevancia en la participación, cooperación en los procesos de enseñanza aprendizaje (Mora, 2006) considerando el entorno social, cultural y natural.

La ingeniería sostenible de (Allenby, 2012) remarca importancia de la Ingeniería como el motor de clave para la consecución de soluciones sostenibles, promoviendo la integración de consideraciones ambientales y sociales en la práctica de la ingeniería.

Esta investigación aborda la conjunción de la gestión integral del agua con la ingeniería hidrosanitaria, por ser un camino más directo para generar soluciones tecnológicas sostenibles respecto a la problemática hídrica actual.

En base a experiencias nacionales e internacionales y propuestas innovadoras tecnológicas recopiladas y seleccionadas tanto en la docencia como en el ejercicio profesional se orienta el trabajo de la investigación con la recopilación de información bibliográfica y de estudios de casos realizados (2009-2019), para tener una muestra representativa y elementos que orienten a la construcción de la didáctica interdisciplinar de la gestión integral del agua de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible en el contexto UMSA, introduciendo y evaluando los procesos enseñanza-aprendizaje, de investigación e interacción social correspondientes mediante los resultados que se vayan obteniendo en el transcurso de la investigación.

1.4.6 Objeto de estudio

La concreción de la didáctica interdisciplinar con enfoque de ingeniería hidrosanitaria sostenible orientada a la formación con valores de responsabilidad socioambiental.

1.4.7 Tema de indagación

La investigación parte de la siguiente hipótesis:

“La Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria, parte de la hipótesis que la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible puede iniciarse con la concreción interdisciplinar de la Ingeniería Sanitaria y Ambiental con la Gestión Integral del Agua”.

Se desarrolla la investigación para comprender y concretar la didáctica interdisciplinar. Paulatinamente se va respondiendo a la pregunta de la investigación en relación con los hallazgos que se van logrando.

La concreción interdisciplinaria daría lugar a la propuesta estratégica de la didáctica de la ingeniería hidrosanitaria sostenible con valores de responsabilidad social y ambiental.

1.4.8 Campo de Acción

El campo de acción comprende:

- escenarios didácticos convencionales enseñanza, investigación e interacción social de la formación universitaria y no convencionales de la formación en servicio
- escenarios laborales, a través de estudios de caso emergentes de aplicación de la Ingeniería hidrosanitaria

El entorno académico corresponde a las Carreras de Ingeniería Civil y Construcciones Civiles de las Facultades de Ingeniería Civil y Tecnológica respectivamente, donde se desarrollan la formación de la ingeniería hidrosanitaria en diferentes niveles: Licenciado en Ingeniería Licenciado en Construcciones Civiles, Técnico Superior en Construcciones Civiles.

Se seleccionan avances de la tecnología de la ingeniería sostenible y la educación innovadora de las universidades internacionales para incorporarlos en la formación actual de la UMSA de manera de orientar la “Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible”.

1.4.9 Costos de la Investigación

Los costos de la presente investigación fueron erogados por el investigador, por tanto, la presente investigación careció de financiamiento institucional.

Esta investigación no cuenta con financiamiento institucional, pero se realiza desde en el entorno académico, de investigación de la UMSA y en el ámbito profesional del área hidrosanitaria a la que pertenece la investigadora.

Porque es una investigación con recursos personales que ha delimitado su factibilidad.

1.5 OBJETIVO

Elaborar la propuesta estratégica para la concreción de la didáctica interdisciplinar axiológica orientada a la ingeniería hidrosanitaria sostenible en la UMSA, para el desarrollo de las competencias tecnológicas con principios de responsabilidad social y ambiental.

1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar la investigación acción de la didáctica interdisciplinar de la gestión integral del agua de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible en escenarios académicos de enseñanza, investigación e interacción social de la UMSA en periodo (2009-2019) y en otros escenarios de formación.
2. Analizar los casos de estudio en situaciones emergentes con relación a la ingeniería hidrosanitaria sostenible
3. Determinar los lineamientos de la propuesta estratégica didáctica.
4. Validar la formación interdisciplinar de la ingeniería hidrosanitaria sostenible con modelo de formación por competencias en UNIVALLE (2019-2022).

1.7 DISEÑO METODOLÓGICO

1.7.1 Declaración epistémica

La investigación se desarrolla desde la perspectiva compleja (Morin, 2019) con enfoque hermenéutico cualitativo (Gadamer H. G) y enfoque sistémico (Luhmann, N.)

El paradigma complejo de (Morin, 2019) y (Moraes, 2007) donde la estrategia del conocimiento en su complejidad debe enfrentar las certezas e incertidumbres con pertinencia para la acción frente a las transformaciones;

El paradigma sociocrítico de Arnal 1992, donde el investigador participa en los estudios de investigación con enfoque de complejidad e interdisciplinariedad, “a través de la praxis se conoce la realidad “Alvarado(Alvarado Lusmidia & García Margarita, 2008)

Se considera (Arraiz, 2014) que utiliza la Teoría Fundamentada para identificar o generar postulados teóricos emergentes partiendo de la realidad y de la práctica de la profesión, con estudios de casos, enriqueciendo el conocimiento y la disciplina. En la educación considerar las situaciones didácticas dentro de un determinado escenario, por ejemplo: una mirada de la educación matemática desde la Teoría Fundamentada, se adoptó una metodología de tipo descriptiva con énfasis en el estudio de caso. Se concluye que al utilizar esta metodología en educación matemática se generan postulados teóricos emergentes partiendo de la realidad y de la práctica de la profesión, enriqueciendo el conocimiento y la disciplina.

El paradigma complejo de (Morin, 2019) y (Moraes, 2007) donde la estrategia del conocimiento en su complejidad debe enfrentar las certezas e incertidumbres con pertinencia para la acción frente a las transformaciones;

Las propuestas pedagógicas orientadas al aprendizaje emancipador y transformador para la profesionalización del futuro considerando "el desarrollo de sistemas educativos y formativos plurales, transformadores y comprometidos con el vivir bien de los pueblos" (Oberliessen, y Mora, 2013, p. 5).

La era actual del Antropógeno viene con la alteración de los sistemas hídricos por contaminación y variación en su disponibilidad

La teoría de la formación de la Ingeniería Sanitaria y Ambiental (Rivas Mijares, 1966) orientada a resolver los problemas de saneamiento básico de la población, donde actualmente (AIDIS, 2018), se va incrementando la aplicación de tecnológicas alternativas sostenibles en el sector agua.

El enfoque de la gestión integral del agua desde una perspectiva de complejidad según Vázquez (2017) basada en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) del desarrollo sostenible, y ampliada según el enfoque de dimensión patrimonial de las formas de vida relacionadas al agua, bajo una dinámica local cambiante por alteraciones de los ecosistemas por actividades socioeconómicas.

Según (Valle & Suanno, 2023):

La teoría y aplicación práctica de la ingeniería sostenible, según Allenby (2012), busca comprender el papel de la ingeniería sostenible en relación con los cambios globales y los eventos humanos, considerando factores como: a) Las transformaciones significativas en los sistemas globales, como el cambio climático, demandan la creación de enfoques fundamentados en la ciencia e ingeniería sostenibles. b) Integrar la ingeniería y los sistemas tecnológicos en contextos culturales, sociales e institucionales requiere la aplicación de marcos teóricos y tecnológicos significativos. Esto tiene como objetivo la formación de nuevas disciplinas y competencias profesionales que puedan integrarse con otras áreas y gestionar la complejidad de manera responsable, racional y ética. (p.8)

Las propuestas pedagógicas orientadas al aprendizaje emancipador y transformador para la profesionalización del futuro considerando "el desarrollo de sistemas educativos y formativos plurales, transformadores y comprometidos con el vivir bien de los pueblos" (Oberliessen, y Mora, 2013, p.).

1.7.2 Declaración pragmática

La investigación es mixta (cuantitativa y cualitativa), técnicas de exploración, acción y análisis cualitativo (Atlas ti) para lograr la propuesta estratégica de la didáctica con modelo de gestión de formación por competencias que se desarrolla el área hidrosanitaria de la UMSA (2009-2019) y que se valida con la inserción didáctica en UNIVALLE (2019-2022).

Respecto a la educación se considera: las situaciones didácticas dentro de un determinado escenario y se adopta una metodología de tipo descriptiva en la presentación de casos de estudio. Se concluye que al utilizar esta metodología se pueden generar postulados emergentes partiendo

de la realidad y de la práctica (academia, profesión), enriqueciendo el conocimiento interdisciplinario.

La investigación didáctica, realiza el trabajo de campo en los diferentes procesos académicos de aprendizaje, investigación e interacción social. Así como también en los escenarios de desempeño profesional narrados en los casos de estudio, que se analizan sistemáticamente mediante el uso del Atlasti.

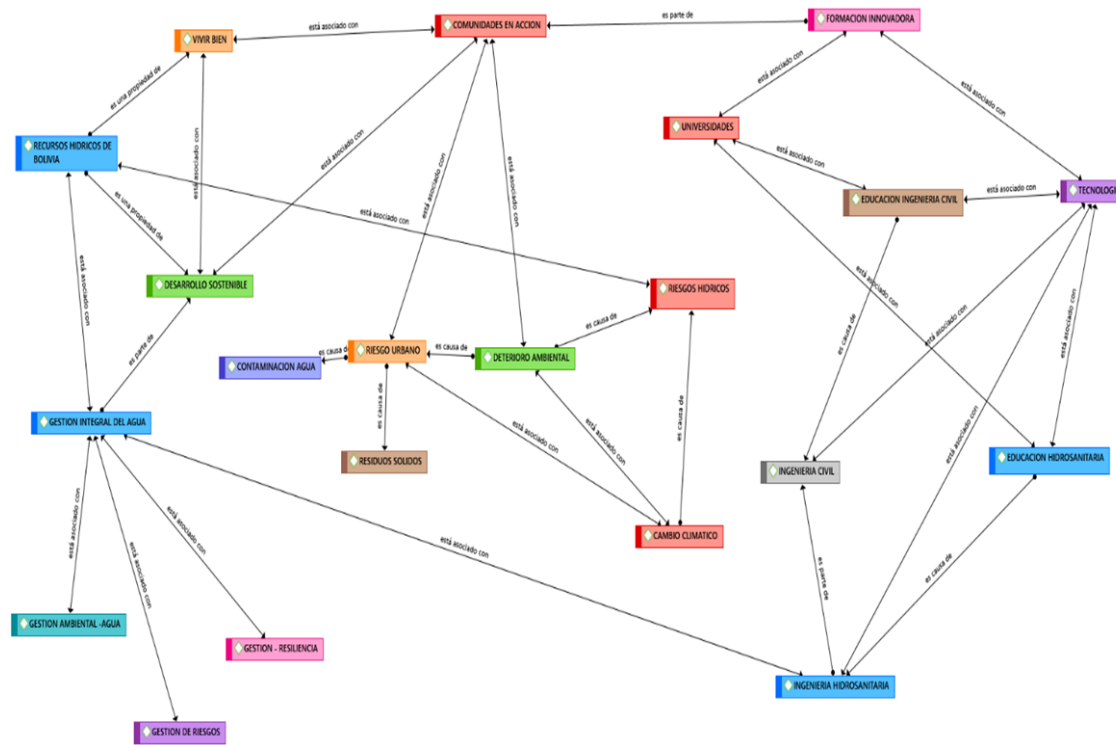
Diversas fuentes de información bibliográfica, trabajo de campo y estudios de casos son analizadas con enfoque de sostenibilidad, que permite identificar los contenidos de la formación por competencias de la didáctica interdisciplinar de la ingeniería hidrosanitaria convencional con la gestión integral del agua

En la parte final de la investigación se hacen encuestas abiertas de la percepción de los sujetos de estudio (estudiantes, docentes y profesionales) respecto a la formación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible que se analizan cuantitativamente.

El abordaje teórico de la investigación se realiza con enfoque hermenéutico dialéctico (pares dialécticos) que se sistematizan mediante el Atlasti.

Para la producción didáctica se considera el Modelo de formación innovadora de INAP, y el modelo de formación por competencias GESFOC ([Libro] Tobón - Formación Basada En Competencias, 2004.)

Figura 1.3. Categorización inicial de la complejidad de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua en la Ingeniería hidrosanitaria



Fuente: (Nadiezda Otero Valle, 2021)

Modelo de Gestión de Formación por Competencias GESFOC de (Tobón, 2004) con sus secuencias didácticas y desarrollo curricular en base al dominio y formulación a través de ejes procesales, criterios y evidencias. El aprendizaje se proyecta con enfoque de problemas y proyectos formativos según (Medina Vidaña, 2010).

Figura 1.4. Diagrama conceptual de la aplicación del modelo GESFOC en la educación tecnológica



Fuente: (Tobón 2010)

1.7.2.1 Constructo inicial de la gestión integral del agua en la formación hidrosanitaria

Para iniciar la didáctica de la gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria, se plantea la presente investigación con un enfoque interdisciplinario de la **gestión integral del agua compleja** (Vásquez Paniagua, 2017) con la **ingeniería hidrosanitaria convencional (OPS/OMS)** que incluya elementos axiológicos de responsabilidad social, ambiental y tecnológica. (ver 2.1.3)

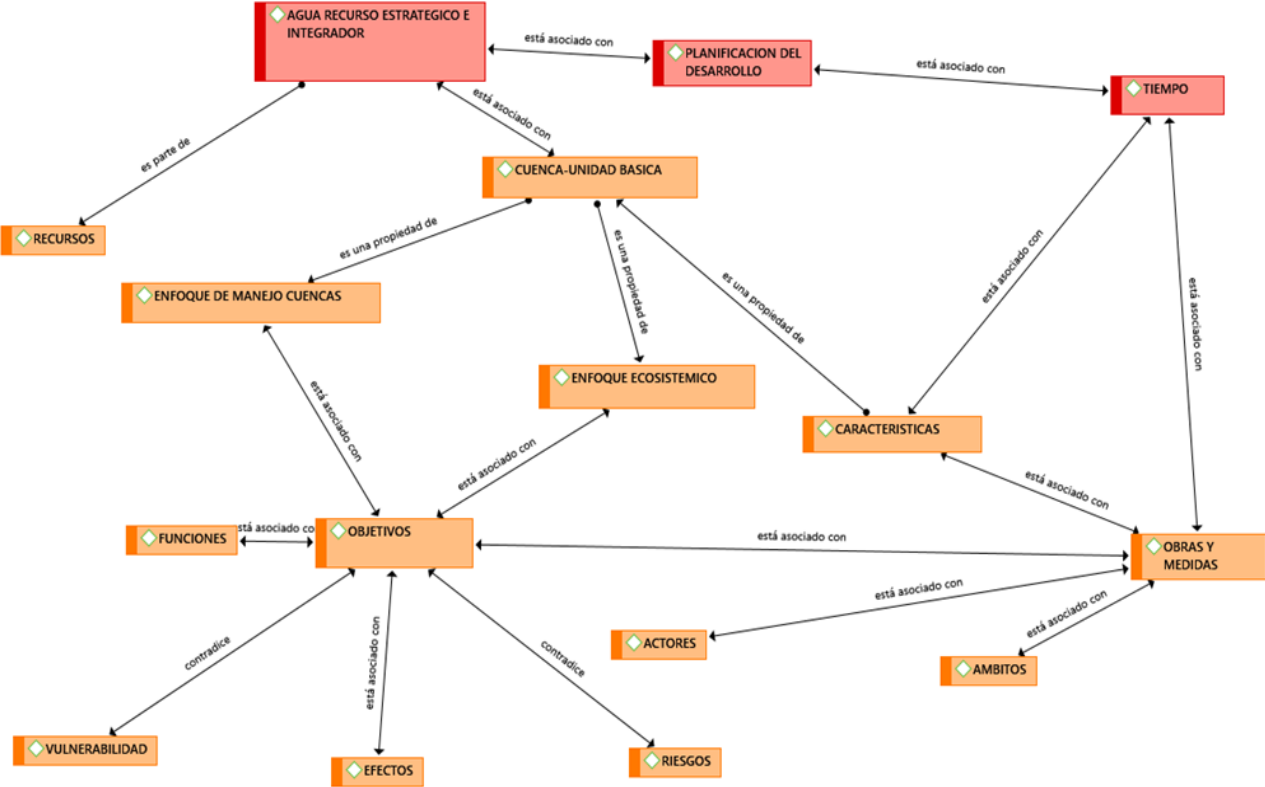
Propone para su inserción en la educación superior el modelo de formación por competencias.

Figura 1.5. Didáctica gestion Integral del Agua de la ingeniería hidrosanitaria sostenible



Fuente: (DIDÁCTICA DE LA FORMACIÓN DE LA GESTION INTEGRAL DEL AGUA EN LA INGENIERIA HIDROSANITARIA (2009-2019). Msc. Maria Nadezda Otero Valle, n.d.)

Figura 1.6. Red semántica del Concepto tiempo y Gestion Integral del Agua (Vásquez Paniagua, 2018).



Fuente: (Nadiezda Otero Valle, 2021)

1.8 RIGOR CIENTÍFICO

El rigor científico que prosigue la investigación acción es constado desde el inicio de su desarrollo (constructo) hasta la respuesta estratégica didáctica interdisciplinar axiológica

1.8.1 Novedad científica

La concreción didáctica interdisciplinar de la ingeniería hidrosanitaria sostenible en diversos escenarios académicos (enseñanza aprendizaje, investigación e interacción social) y con modelo de formación por competencias.

La ingeniería hidrosanitaria convencional es la base científica e ingenieril de la didáctica interdisciplinar axiológica por consiguiente la implementación de esta con ciencia y tecnología sostenible concreta la disciplina de la ingeniería hidrosanitaria sostenible. Sin embargo, la gestión integral del agua, si bien ha sido planteada científicamente (Vasquez, 2018) no se ha podido identificar ciencia ni ingeniería aplicada específica.

1.8.2 Contribución teórica

Abordaje teórico, de la didáctica interdisciplinar cognitiva tecnológica y axiológica sustentada principalmente por la ingeniería hidrosanitaria, gestión integral del agua (Vásquez, 2017) y la teoría de la ingeniería sostenible (Allenby, 2012).

La gestión integral del agua no ha logrado concretizar una ciencia o ingeniería propia que logre afianzar sus intenciones específicas sostenibles, por tanto, se identifica que La ingeniería hidrosanitaria es la fuente interdisciplinar tecnológica y científica de la gestión integral del agua con y aplicadas en el saneamiento básico y desarrollo urbano, durante décadas, en el contexto de país. La Ingeniería hidrosanitaria sostenible se concretiza mediante la didáctica de la gestión integral del agua que paulatinamente ha ido incorporando (2009-2019) el conocimiento interdisciplinar sostenible, mediante la cátedra, la investigación y la interacción social para orientar la implementación o invención de las nuevas tecnologías sostenibles con principios de responsabilidad social, ambiental con la axiología del agua que debe ser ampliada hacia los ecosistemas.

La didáctica interdisciplinar es el agente de transformación de la “ingeniería hidrosanitaria” hacia la “ingeniería hidrosanitaria sostenible”. Mediante la misma se logra la producción didáctica interdisciplinar axiológica en el ámbito de estudio.

1.8.3 Significancia práctica

Abordaje práctico (investigación – acción), de la didáctica interdisciplinaria cognitiva tecnológica y axiológica, dentro de un contexto tecnológico, social, cultural, académico (UMSA) orientado a la ingeniería sostenible.

Significación didáctica de impacto social y tecnológico con enfoque de sostenibilidad, como ha sido la propuesta del Comité de Emergencias de la UMSA en la Crisis del Agua 2016.

Incorporación de contenidos temáticos de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible, en los planes de estudio durante el ejercicio de la docencia, investigación e interacción social.

Lineamientos de la estrategia didáctica orientados al desarrollo de sistemas de ingeniería hidrosanitaria sostenible en dimensión mayor, en los diversos escenarios académicos, con relación al potencial hídrico de Bolivia.

Inferencia de nuevas competencias laborales respecto a la ingeniería hidrosanitaria sostenible.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ABORDAJE HISTÓRICO

2.1.1 La Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Educación.

En el seguimiento histórico de la bibliografía en Litmaps¹ se encuentran publicaciones relacionadas a la ingeniería sanitaria y ambiental en la revista científica de la revista Journal AWWA (Langelier, W.F. 1936), desde 1936, relacionadas al control analítico de la corrosión en el tratamiento de agua potable, con una marcada dinámica científica en el periodo (1977-1981). En periodos posteriores (2010-2015) surgen otras propuestas científicas para el control del tratamiento de agua potable relacionadas al control de descarga de metales, y así sucesivamente se observa el progreso de la ciencia en relación con el control y manejo del agua con fines de potabilización, por ejemplo. Apoyadas científicamente por universidades locales; las empresas públicas de saneamiento y agua potable forman alianzas institucionales (científicas y administrativas) para el desarrollo de la ingeniería sanitaria y ambiental correspondiente.

Tudela (1991) plantea la necesidad de adoptar un enfoque sistémico en la gestión ambiental y de servicios. El objetivo principal es proponer estrategias que puedan conducir a la solución de nuevos problemas en el campo de los servicios urbanos en América Latina, repensar y desarrollar nuevos enfoques para resolver problemas relacionados con los servicios urbanos que no pueden resolverse por métodos tradicionales.

En el periodo (1997-2007) la empresa pública de agua de La Paz es privatizada y dada en concesión a la transnacional Suez Lyonnaise des Eaux, donde se debilita el enlace científico con la UMSA. Se aplica parcialmente, los conocimientos científicos actualizados propios de la empresa transnacional Aguas del Illimani. Se fortalece el área ambiental, la gestión de riesgos (Otero Valle, 2003) y el laboratorio de aguas (Otero Valle María Nadezda, 1999)

¹ <https://app.litmaps.co/>

A pesar del retorno de la empresa pública de agua EPSAS (2007) al dominio del gobierno boliviano, no se ha recuperado el espacio científico que tenía la UMSA, antes de la privatización de 1997.

Los objetivos principales de los proyectos de la ingeniería hidrosanitaria son principalmente: a) ampliar la cobertura de acceso y derecho del agua b) desarrollar sistemas e instalaciones en la construcción (producción).

2.1.2 Desarrollo Sostenible. Educación

La UNESCO (2009), plantea en el Decenio de la Educación del Desarrollo Sostenible, a la comunidad internacional trabajar tres temas principales: a) iniciativas conjuntas para la superación problemas comunes c) los docentes son la piedra angular de los programas eficaces de la Educación del Desarrollo Sostenible EDS y requieren recibir apoyo para llevar a cabo la tarea de aprovechar los aportes, contextos y valores locales correspondientes. c) La educación no se limite a una materia o contenido educativo específico, sino que proporciona una "visión más amplia de las metas y objetivos de la educación, qué significan, en qué contextos tiene lugar el aprendizaje, qué tipos de valores y principios, y qué tipos de las habilidades, competencias y comportamientos generalmente conducen al aprendizaje descrito en temas de calidad.

Según (Marco Conceptual y Estratégico de Planificación Nacional de Cuencas Hidrográficas, 2007), “en Bolivia, el plan nacional de desarrollo incluye la implementación del plan nacional de cuencas hidrográficas para establecer prácticas de gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) y la gestión integrada del agua en las cuencas hidrográficas del MIC” (p.11). Asimismo, la gestión de riesgos se analiza en el marco de Hyogo (Rodríguez, Marco, VIRHR-MAYA, 2012).

La teoría de la gestión integral del agua de (Vásquez, 2018) considera como referente la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) y producto del conjunto de conferencias mundiales del agua, de la comunidad internacional, en el periodo 1965 a 2015. La valoración del agua, como recurso vital, se manifiesta en la cultura y con enfoque ecosistémico y ambiental en el desarrollo sostenible.

Según la “Teoría de la Ingeniería Sostenible “de Allenby (2012):

Los programas de ingeniería están cada vez más fragmentados: en términos de capacitación en tecnología compleja y resolución de problemas en contextos social y ambientalmente más complejos, los programas se han acortado a cuatro años, lo que ha sido insuficiente durante muchos años. Nuevas fronteras virtuales en el desarrollo tecnológico: biotecnología, robótica, aplicaciones de las ciencias cognitivas, para que la educación ya no produzca los ingenieros que la sociedad necesita. (pag.10)

2.1.3 La interdisciplinariedad compleja. Constructo Cualitativo

La recopilación de información (gestor bibliográfico Mendeley), respecto a temas relacionados con: la gestión integral del agua, la ingeniería hidrosanitaria, la ingeniería hidrosanitaria sostenible dentro la didáctica interdisciplinar; da un alto número de categorías (Atlas.ti v.8i)) temáticas, necesarias a sintetizarlas mediante un enfoque holístico que da lugar al constructo cualitativo para el abordaje inicial de la investigación acción.

Figura 2.1. Constructo de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua, hacia la formación del Ingeniero Civil y Construcción Civil de la UMSA.



Fuente:(Otero Valle, 2019a)

Considerando (Álvarez B et al., s/f) se identifica el constructo inicial de la gestión integral del agua en la formación hidrosanitaria, con categorías temáticas dentro el área tecnológica, de gestión, formación innovadora, los problemas globales (desastres, cambio climático, deterioro ambiental) sus teorías para su gestión, las necesidades de formación con objetivos de lograr un adecuado desempeño tecnológico, laboral, social y ambiental que contribuya al desarrollo de la tecnología sostenible con responsabilidad social, ambiental, y humanística.

Siendo que se limita la investigación al área de la ingeniería civil y considerando los avances y propuestas tecnológicas respecto al desarrollo sostenible se obtiene como primer resultado de la investigación el “**constructo**” orientador hacia la educación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible, con las temáticas siguientes:

- Problemática de la disponibilidad del Agua, Teorías de la Gestión de Riesgo,
- Resiliencia al Cambio Climático. Gestión Ambiental, que deben ser abordadas en la Formación de Competencias de la ingeniería Hidrosanitaria,
- Formación innovadora, para un desempeño tecnológico, laboral y social con técnicas hidrosanitarias sostenibles.

2.1.4 Formación de la Ingeniería Hidrosanitaria UMSA

Las Facultad de Ingeniería Civil (Barragán Guzmán, 2011) y la Facultad de Tecnología² desarrollan (2019) su plan de estudios con contenidos planteados y desarrollados desde la década de 1980.

Existen algunos enfoques, como el Perfil de Competencia Profesional para Ingenieros Civiles de la UMSA (Barragán Guzmán, 2011) y otras propuestas de reforma curricular que se están actualizando (2020).

2.1.4.1 Formación del Ingeniero Civil del área hidrosanitaria UMSA

El Ingeniero con competencias hidrosanitarias, es el ingeniero civil que se forma en la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería en mención de hidrología-hidráulica o ingeniería

² <https://ft.umsa.bo/>

sanitaria. En el último semestre de la carrera el estudiante puede elegir la mención deseada, por lo cual deberá llevar las materias designadas en el pensum.

Cada mención cuenta con el respectivo instituto de investigación: Instituto de Hidráulica e Hidrología e Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

(Barragán Guzmán Ma. Cristina, 2015):

Existe un Plan de Desarrollo de la Carrera de Ingeniería Civil donde el diseño curricular acorde con la Misión y visión de la Carrera, con características flexibles, con enfoque interdisciplinar, multidisciplinar y transdisciplinar cimentado sobre la investigación científica y una pedagogía acorde con el desarrollo de ciencia y tecnología e implementando la maestría como nivel académico terminal, se concreta mediante las siguientes políticas:

- Rediseñar la estructura curricular partiendo de la experiencia acumulada
- Elevar el nivel académico y científico con docentes e investigadores competentes, responsables y comprometidos con el desarrollo institucional.
- Asegurar a los estudiantes una formación integral, con impacto en su rendimiento académico
- Generar nuevos programas en función de las necesidades del país y la región. (pp. 120-180)

La Carrera de Ingeniería Civil realiza postgrados relacionados con la Ingeniería Hidrosanitaria como por ejemplo en la década del 2000 se realizó el Postgrado en Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

La Facultad de Ingeniería cuenta con la Carrera de Ingeniería Ambiental que incluye en su pensum las materias de Hidrología e Hidráulica y la Gestión Ambiental.

2.1.4.2 Formación del Licenciado en Construcciones Civiles del área hidrosanitaria.

UMSA

El licenciado en Construcciones Civiles de la Facultad de Tecnología no realiza ninguna mención. Las materias de Hidrología, Hidráulica, Obras Sanitarias I y Obras Sanitarias II, pertenecen al área hidrosanitaria de esta carrera.

La Facultad de Tecnología cuenta con el Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas, cada carrera cuenta con laboratorios. La carrera de Construcciones Civiles cuenta con el Laboratorio de Investigación de Aguas.

La Facultad de Tecnología cuenta con la Carrera de Química Industrial, que tiene la materia de Medio ambiente e Industria en su pensum.

2.1.5 La didáctica interdisciplinar

La educación de la ingeniería sanitaria ambiental es interdisciplinar; su didáctica especial o específica orienta los contenidos curriculares para formar al ingeniero hidrosanitario, con investigación científica específica, y competencias en elaboración de proyectos de agua potable y saneamiento básico. Con la guía de la Organización Panamericana de la Salud OPS (Rivas Mijares, 1966) para resolver los problemas de los servicios urbanos (ambientales) principalmente.

2.2 ABORDAJE CONTEXTUAL

2.2.1 La interdisciplinariedad de la ingeniería sanitaria y ambiental con la gestión integral del agua.

La investigación se desarrolla desde la perspectiva compleja (Morin, 2019) con enfoque hermenéutico cualitativo (Gadamer H. G) sistémico (Luhmann, N.) y sociocrítico de acuerdo con Arnal (1992) donde el investigador es participante en los estudios de investigación correspondientes (investigación – acción)

Del análisis hermenéutico sistémico a continuación se remarcan determinados conceptos emergentes:

A pesar de que Alberto Maturana (1999) no se centra en la sostenibilidad, algunos de sus principios de la complejidad y la ética podrían asemejarse con los enfoques de Morin (2019), Allenby (2012) y Vásquez (2018), y especialmente en lo que respecta a la preocupación del futuro de los ecosistemas y respecto a la ética del ser humano en relación con la naturaleza. Sin embargo, es importante recordar que estos autores tienen perspectivas y áreas de enfoque específicas que difieren en cierta medida, y cualquier comparación se debe realizar con cautela.

La ingeniería sanitaria y ambiental como la gestión integral del agua son utilizadas para resolver el acceso y los derechos al agua, pero la gestión integral aún no ha podido cristalizar la ciencia o ingeniería para lograr sus intenciones sostenibles específicas. Por lo que, se direcciona la investigación acción, hacia la ingeniería hidrosanitaria sostenible apoyándose en la teoría de la ingeniería sostenible de Allenby (2012), para abarcar la integridad de la gestión del agua de Vásquez (2018) y desarrollar la didáctica correspondiente en el ámbito la UMSA para concretar la didáctica de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible.

La complejidad de la didáctica de la gestión integral del agua en la ingeniería hidrosanitaria implica un trabajo de gran magnitud, por tanto, es necesario, delimitar temas principales relacionados al desempeño profesional en nuestro medio y los aspectos identificados en el estado de arte y marco teórico.

Los valores de responsabilidad social, ambiental y tecnológica están inmersos en la carta humanitaria y en los enunciados del desarrollo sostenible como también en las teorías de gestión de riesgos, gestión ambiental, resiliencia climática, en la complejidad de la gestión integral del agua de (Vásquez Paniagua, 2017) y en la Ingeniería sostenible (Allenby, 2012). Las gestiones y tecnologías sostenibles del agua se diseñan para mitigar, enmendar o reponer los impactos sobre el agua, el ambiente, etc. (conciencia tecnológica).

La investigación acción con enfoque cuali-cuantitativo se desarrolla en el periodo (2009-2019) en diferentes escenarios académicos de la UMSA y laborales en Bolivia, que permita comprender la didáctica interdisciplinar (Rodríguez Ávila, 2010) de la ingeniería hidrosanitaria convencional con la gestión integral del agua, como parte del abordaje de la complejidad de la “Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible” con formación por competencias.

Se identifica las potencialidades interdisciplinarias de la ingeniería sanitaria ambiental y la gestión integral del agua, con relación a lo siguiente:

- 1 Se relacionan, en diferente medida, al pensamiento ambiental de la gestión integral del agua (Vásquez, 2018) de forma tecnológica y ética, pues se solidarizan en mitigar los probables efectos ambientales mediante proyectos de sistemas de saneamiento básico o de gestión de la cuenca hídrica respectivamente.
- 2 Tienen el propósito común del aprovechamiento del agua de manera controlada con enfoque ambiental y social.
- 3 La ingeniería sanitaria y ambiental es parte de la estrategia de la gestión integral del agua.
- 4 Ambas disciplinas contribuyen en diferente manera a la solución de la problemática hídrica, a la aplicación de las Teorías de la Gestión de Riesgo, Resiliencia al Cambio Climático. Gestión Ambiental respecto al agua.
- 5 La formación ingeniería sanitaria y ambiental de la UMSA, contiene en sus planes de estudios la base de conocimientos para el desarrollo de los proyectos de agua potable y saneamiento básico.
- 6 La ingeniería sanitaria y ambiental contribuye al desarrollo económico y social del país por más de 40 años.
- 7 La gestión integral del agua se introduce al Plan Nacional de Cuencas (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA MMAYA, 2007) con la gestión integral de recursos hídricos GIRH el año 2010.
- 8 Mediante la ingeniería sanitaria y ambiental se solucionan los problemas locales de acceso y derecho del agua en la problemática de los recursos hídricos.
- 9 Según (Vásquez (2018):, “la gestión integral del agua compleja es moviente, dinámica con influencia del relacionamiento naturaleza-cultura, con amplia perspectiva territorial” (p.98).

2.2.2 Desfase científico interdisciplinar

La gestión integral del agua no ha logrado concretizar una ciencia o ingeniería propia que logre afianzar sus intenciones específicas sostenibles.

En contraste, la ingeniería sanitaria y ambiental ha experimentado un desarrollo continuo basado en fundamentos científicos y en una ingeniería específica.

2.2.3 La complejidad de la gestión integral del agua

La teoría de la gestión integral del agua desde una perspectiva de complejidad de Vásquez (2017) plantea captar el fenómeno del agua en su dimensión compleja, como emergente de un tejido de relación natural-cultural. En sus conclusiones recomienda pensar en la gestión integrada del agua que trascienda las generalidades y abstracciones tradicionales. Diseñar métodos de gestión del agua adecuados a las condiciones específicas de cada contexto. Su investigación está fundada en 3 ejes: a) los diversos abordajes de la gestión del agua b) paradigmas de conocimiento y modelos de gestión de agua c) La complejidad de la gestión integral del agua. De donde deriva la propuesta para la gestión integral del agua bajo el pensamiento de lo moviente (dinámico) de cambio continuo y con perspectiva del devenir. Remarca el enfoque de sostenibilidad integral con una visión adicional (ecosistemas acuáticos) a la antropocéntrica y ambiental tradicional.

Esta teoría compleja de Vásquez (2018), “analiza la concepción de la gestión integral del agua desde diferentes perspectivas epistemológicas, eligiendo el pensamiento complejo propuesto por Ana Patricia Noguera (2004,2007,2010,2012), construido a partir de la teoría de sistemas, las teorías de la complejidad y el pensamiento ambiental complejo” (pag.107).

La relación del hombre y la naturaleza en el enfoque ambiental mencionado por Vásquez (2018), “sugiere el redireccionar las actitudes agresivas del ser humano con otros seres mediante el cambio hacia la cooperación (solidaridad) y el reconocimiento de las interdependencias con la naturaleza” (pag.110)

La gestión integral del agua "debe considerar la “Gestión de Riesgos, Resiliencia Climática y Gestión Ambiental”, por los escenarios emergentes actuales y futuros que están derivando en crisis climática, desastres, deterioro ambiental, etc., como parte del Antropoceno (Hoffman, 2016)

2.2.4 La teoría y práctica de la ingeniería sostenible (Allenby, 2012)

Según Allenby (2012), la noción de sostenibilidad enfrenta desafíos significativos debido a cuestionamientos válidos sobre cambios sistémicos profundos relacionados con el cambio climático, la adaptación a la biodiversidad, la urbanización, el envejecimiento de la población, los sistemas energéticos y el comportamiento económico. Ante esto, propone redirigir enfoques dogmáticos e ideológicos hacia la "ciencia sostenible" y la "ingeniería sostenible".

Allenby se centra en el papel de la ingeniería sostenible en respuesta a cambios mundiales, destacando a) la necesidad de enfoques basados en la ciencia e ingeniería sostenibles ante transformaciones profundas en los sistemas globales, como el cambio climático, y b) la incorporación de la ingeniería y sistemas tecnológicos en contextos cultural, social e institucional mediante marcos teóricos y tecnológicos significativos, generando nuevas disciplinas y competencias profesionales.

El autor reconoce el impacto directo que la ingeniería tiene en el territorio y aboga por la utilización de Sistemas de Información y Gestión Territorial (ESEM) para su análisis. Destaca la importancia de considerar aspectos económicos, culturales y tecnológicos locales. Además, resalta que los ingenieros deben ser conscientes de los límites tecnológicos y de gestión dentro de su entorno, enfatizando la responsabilidad tecnológica como una competencia esencial. En última instancia, concluye que al abordar sistemas complejos, el uso de ESEM y la práctica de la ingeniería sostenible permiten enfrentar dicha complejidad para proporcionar soluciones efectivas, evitando la búsqueda de una simplicidad falsa que pueda conducir a la disfuncionalidad de los sistemas (pp. 381-387).

A continuación, se indica el mapa conceptual:

Desafíos para la Sostenibilidad

Cambio Climático

Adaptación a la Biodiversidad

Urbanización

Envejecimiento de la Población

Sistemas Energéticos

Comportamiento Económico

Redirección de Enfoques

Ciencia Sostenible

Ingeniería Sostenible

Rol de la Ingeniería Sostenible

Transformaciones Profundas en Sistemas Globales

Enfoque de Ciencia e Ingeniería Sostenibles

Incorporación Cultural, Social e Institucional

Marcos Teóricos y Tecnológicos Significativos

Nuevas Disciplinas y Competencias Profesionales

Impacto de la Ingeniería en el Territorio

Sistemas de Información y Manejo Territorial (ESEM)

Análisis Económico, Cultural y Tecnológico

Conciencia de Límites Tecnológicos y de Gestión

Responsabilidad Tecnológica

Competencia Necesaria

Conclusión

Abordaje de Sistemas Complejos

ESEM e Ingeniería Sostenible

Soluciones frente a Simplicidad Falsa

(pp.381-387)

2.2.5 El paradigma emergente

El análisis epistemológico detallado llevado a cabo por Vásquez (2018) conduce a un pensamiento ambiental complejo que busca establecer conexiones entre la naturaleza y la cultura, es decir, entre el ecosistema y la sociedad humana. Este enfoque tiene como objetivo orientar acciones sostenibles. Aunque se reconoce la importancia de la interdisciplinariedad, se considera que esta es insuficiente para los propósitos deseados, por lo que se sugiere complementarla con un enfoque sistémico que permita integrar los diversos componentes de la gestión integral del agua.

La ingeniería sanitaria y ambiental, así como la gestión integral del agua, se utilizan para abordar cuestiones relacionadas con el acceso y los derechos al agua. Sin embargo, aún no se ha logrado establecer una ciencia o ingeniería definida para alcanzar objetivos sostenibles específicos en este ámbito. Por ello, la investigación se dirige hacia la ingeniería hidrosanitaria sostenible, apoyándose en la teoría de la ingeniería sostenible de Allenby (2012), con el fin de abarcar la integridad de la gestión del agua de Vásquez (2018) y desarrollar la didáctica correspondiente en el contexto de la UMSA para concretar la enseñanza de la ingeniería hidrosanitaria sostenible.

Este estudio se desarrolla desde una perspectiva compleja, utilizando un enfoque hermenéutico cualitativo y sistémico, y se basa en un análisis sociocrítico según Arnal (1992), donde el investigador participa como parte de la investigación (investigación-acción), y los estudiantes son los beneficiarios. La complejidad inherente a la enseñanza de la gestión integral del agua en la ingeniería hidrosanitaria implica un trabajo extenso, por lo que es necesario delimitar temas principales relacionados con el desempeño profesional en el contexto local y los aspectos identificados en la literatura existente y el marco teórico.

Los valores de responsabilidad social, ambiental y tecnológica están presentes en diversas corrientes, como la carta humanitaria, el desarrollo sostenible y las teorías de gestión de riesgos, gestión ambiental y resiliencia climática. Las gestiones y tecnologías sostenibles del agua se diseñan para mitigar, reparar o compensar los impactos en el agua y el medio ambiente, reflejando una conciencia tecnológica. A nivel global, la axiología del agua está orientada hacia el derecho al agua potable y al saneamiento básico (Bolivia_Informe-de-Avances-Hacia-El-Cumplimiento-Del-Derecho-Humano-al-Agua-y-al-Saneamiento-En-Bolivia, 2010).

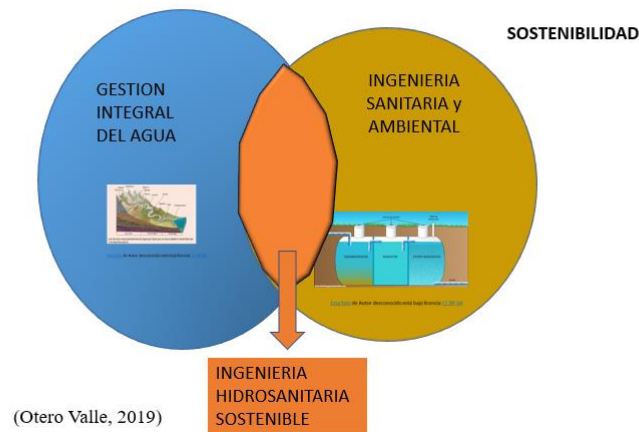
La investigación-acción se lleva a cabo con un enfoque cuali-cuantitativo durante el período de 2009 a 2019 en diversos entornos académicos de la UMSA y contextos laborales en Bolivia. Esto permite comprender la enseñanza interdisciplinaria de la ingeniería hidrosanitaria convencional en el contexto de la gestión integral del agua, como parte del abordaje de la complejidad de la enseñanza de la gestión integral del agua en la ingeniería hidrosanitaria sostenible, con un enfoque en la formación por competencias.

Dada la complejidad temática del estudio en el ámbito universitario y nacional, se ha requerido un enfoque holístico para orientar el trabajo de campo en los entornos intervenidos. Las experiencias recopiladas y sistematizadas se analizan utilizando Atlasti.

Por consiguiente, el diseño de la investigación es integral e interdisciplinario, integrando la ingeniería hidrosanitaria (AIDIS, 2018) y la gestión integral del agua (Vásquez, 2017), con el objetivo de orientarse hacia la ingeniería hidrosanitaria sostenible (Allenby, 2012).

Figura 2.2. Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible

INGENIERIA HIDROSANITARIA SOSTENIBLE



Fuente: (Otero Valle, 2019a)

Los nodos cognitivos interdisciplinarios

Los nodos cognitivos interdisciplinarios (Llano Arana et al., 2016) de la ingeniería hidrosanitaria, la gestión integral del agua y la ingeniería sostenible se identifican en el análisis hermenéutico a través de: enfoque sistémico, enfoque de la complejidad, enfoque axiológico y enfoque de la sostenibilidad como se resumen a continuación:

Enfoque sistémico: Allenby (2012) y Vásquez (2018) hacen referencia a la importancia de un enfoque sistémico en la gestión del agua y la ingeniería. En el primer texto, se menciona que la investigación se desarrolla desde una perspectiva compleja y sistémica, lo que implica considerar el agua como un fenómeno emergente de un tejido de relaciones natural-culturales. En el segundo texto, se habla de la complejidad de la didáctica de la gestión integral del agua, lo que implica abordar sistemas complejos y considerar aspectos como la resiliencia climática y la gestión ambiental.

Interdisciplinariedad: Resaltan la importancia de la interdisciplinariedad en la gestión del agua y la ingeniería. Los valores de responsabilidad social, ambiental y tecnológica, que son relevantes para abordar la gestión integral del agua. El segundo texto hace referencia a la necesidad de considerar la economía, la cultura y la tecnología en el análisis de sistemas complejos, lo que requiere la integración de diversas disciplinas.

Enfoque en la sostenibilidad: La ingeniería sostenible, destaca su importancia en el contexto de los cambios mundiales y el impacto de la ingeniería en el territorio. La ingeniería sostenible se considera como una competencia necesaria para abordar sistemas complejos y dar soluciones responsables y éticas.

Responsabilidad ambiental: Remarcan la responsabilidad ambiental en la gestión del agua y la ingeniería. Se menciona la importancia de la gestión ambiental y la resiliencia climática, así como la consideración de los límites tecnológicos y de gestión en el entorno de trabajo.

La gestión integral del agua compleja, es moviente, dinámica con influencia del relacionamiento naturaleza-cultura, con amplia perspectiva territorial.

Potencialidades interdisciplinarias

Se identifica empírica y documentalmente, las potencialidades interdisciplinarias de la ingeniería sanitaria ambiental y la gestión integral del agua, con relación a lo siguiente:

Se relacionan, en diferente medida, al pensamiento ambiental de la gestión integral del agua (Vásquez, 2018) de forma tecnológica y ética, pues se solidarizan en mitigar los probables efectos ambientales mediante proyectos de sistemas de saneamiento básico o de gestión de la cuenca hídrica respectivamente.

Tienen el propósito común del aprovechamiento del agua de manera controlada con enfoque ambiental y social.

La ingeniería sanitaria y ambiental es parte de la estrategia de la gestión integral del agua.

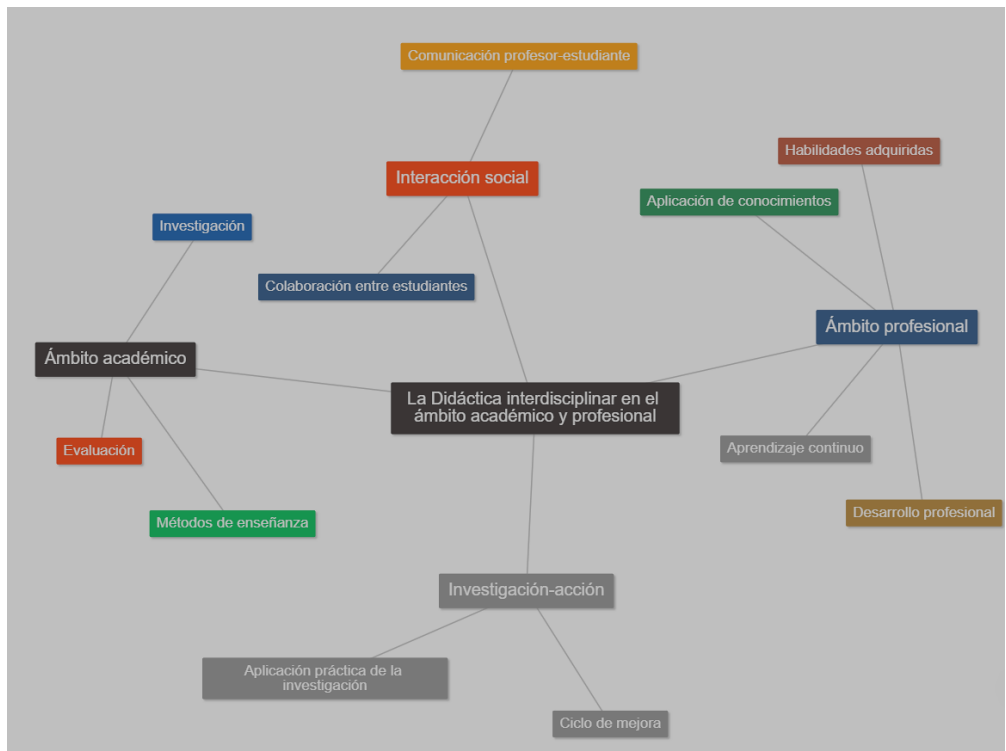
Ambas disciplinas contribuyen en diferente manera a la solución de la problemática hídrica, a la aplicación de las Teorías de la Gestión de Riesgo, Resiliencia al Cambio Climático. Gestión Ambiental respecto al agua.

La formación ingeniería sanitaria y ambiental de la UMSA, contiene en sus planes de estudios la base de conocimientos para el desarrollo de los proyectos de agua potable y saneamiento básico.

La ingeniería sanitaria y ambiental contribuye al desarrollo económico y social del país por más de 40 años.

La didáctica es el mecanismo de acción en el ámbito académico relacionado al ámbito profesional mediante la investigación e interacción social en el proceso de la investigación acción; de manera de ampliarse los escenarios académicos y de la profesión (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 2.3. Didáctica interdisciplinar en el ámbito académico, interacción social y profesional



Fuente: Elaboración propia

Limitaciones interdisciplinarias

La gestión integral del agua no ha concretado una ciencia o ingeniería propia que logre afianzar sus intenciones específicas sostenibles. En cambio, la ingeniería sanitaria y ambiental, se ha desarrollado bajo fundamentos científicos.

2.2.6 Formación interdisciplinar innovadora

Para la realización de la investigación acción en el escenario didáctico se propone considerar los modelos de formación: innovador y sociocrítico siguientes:

Modelo de Formación Innovadora INAP

Modelo de formación por competencias GESFOC

2.2.6.1 Modelo de Formación Innovadora INAP

Rodríguez Ávila, O. (2010):

La planificación de producción didáctica innovadora se basa en el modelo de formación innovadora del INAP de España, que establece competencias clave para los docentes planificadores. Estas competencias incluyen la indicación de objetivos de aprendizaje formativo con e-learning, la consideración de derechos de propiedad intelectual, la aplicación de herramientas de la WEB 2.0, y la elaboración de guías didácticas enriquecidas con material virtual. El contenido didáctico se organiza en torno a conocimientos sobre comunidades en acción, la programación didáctica, definición de objetivos, elaboración de materiales, orientación y gestión de actividades, y evaluación.

Principales Puntos:

Competencias Clave del Docente Planificador:

Indicación de objetivos de aprendizaje formativo con e-learning.

Consideración de derechos de propiedad intelectual y autoría.

Aplicación de herramientas y aplicaciones de la WEB 2.0.

Elaboración de guías didácticas enriquecidas con material virtual.

Estructura del Contenido Didáctico:

Conocimiento sobre comunidades en acción.

Programación didáctica.

Definición de objetivos.

Elaboración de materiales didácticos.

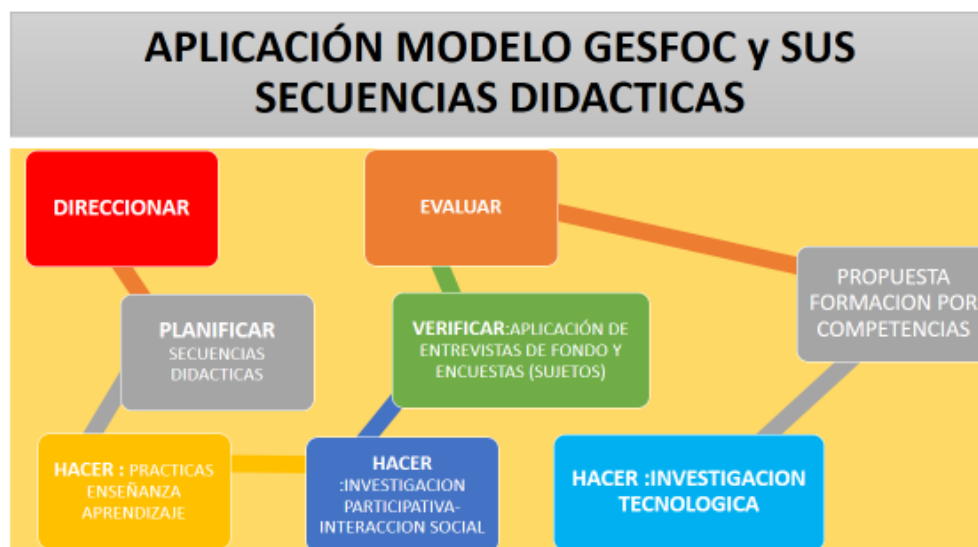
Orientación y gestión de actividades.

Evaluación. (p.2)

2.2.6.2 Modelo de formación por competencias GESFOC.

Adecuación, del Modelo de Gestión de Formación por Competencias GESFOC (Tobón, 2004), que incorpora secuencias didácticas y estructuración curricular basada en el dominio y la formulación a través de ejes procesales, criterios y evidencias. La metodología de aprendizaje se orienta hacia enfoques de problemas y proyectos formativos (Medina Vidaña, 2010)

Figura 2.4. Diagrama conceptual de la aplicación del modelo GESFOC en la educación tecnológica.



Fuente: (Tobón Tobón et al., 2010)

2.3 ABORDAJE PROYECTIVO

La investigación acción basada en una didáctica interdisciplinar con escenarios académicos (enseñanza, investigación, e interacción social) y de aplicación (estudios de casos) busca proyectar la didáctica de la gestión integral de la ingeniería hidrosanitaria sostenible en lineamientos estratégicos bajo el contexto social, cultural y académico de la UMSA (2009-2019).

El abordaje histórico y contextual recomienda la interacción en diferentes escenarios académicos: cátedra, investigación y la interacción social para abordar teóricamente el objeto de estudio se parte del constructo cualitativo según el contexto UMSA y de país con los siguientes componentes:

La investigación acción comienza en el área hidrosanitaria de las materias donde el investigador tiene la oportunidad de ser docente: Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria (Alcantarillado) en el periodo 2018 en Carrera de Ingeniería Civil, y desde 2009 hasta la fecha en el área hidrosanitaria de la Carrera de Construcciones Civiles, de forma permanente en Hidráulica, Obras Sanitarias (2009) y Laboratorio de Investigación de Aguas (2017,2019) que se desarrolló de manera transversal al área hidrosanitaria de la Carrera de Construcciones Civiles.

La investigación acción, paulatinamente va realizando la producción didáctica innovadora que es aplicada en el contexto académico disponible, de tal manera que se va concretando la didáctica de la gestión integral del agua de la Ingeniería hidrosanitaria, con tecnologías y formación innovadoras en la UMSA (2009-2019).

La respuesta de la investigación acción se identifica en los resultados obtenidos en la inserción Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria en el medio académico, con elaboración de material didáctico aplicado a materias del área hidrosanitaria, con validación de la investigación se realiza su inserción con modelo de formación por competencias en UNIVALLE (2019-2022). De modo de contribuir a la disminución de las brechas en los desfases cognitivos, temporales y espaciales, innovando y recomendando la ampliación dimensional y cognitiva mediante la Ingeniería sostenible, en los escenarios académicos orientados formar profesionales que contribuyan a la mitigación de la problemática hídrica actual y futura con valores de responsabilidad social, ambiental y tecnológica.

La respuesta de la investigación acción da lineamientos estratégicos que da lugar a la propuesta didáctica estratégica.

CAPÍTULO III.

DIAGNÓSTICO

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO

3.1.1 Unidades temáticas y sus contenidos

El enfoque temático de la didáctica de la gestión integral del agua en la ingeniería hidrosanitaria se fundamenta en la importancia de los recursos hídricos y su problemática frente al Antropoceno que exige la educación de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible con didáctica interdisciplinar tanto en el ámbito académico de la UMSA como en el laboral donde se aplica la ingeniería hidrosanitaria.

Por el tamaño de la complejidad de la gestión integral del agua, y para fines de la esta investigación, los puntos principales del enfoque temático son:

- **Axiología del Agua:**

Según Gleick, 1998:

El agua merece respeto y protección simplemente por existir, es vital.

El acceso al agua limpia y segura es un derecho humano fundamental. Reconoce que todas las personas tienen el derecho de acceder a suficiente agua para sus necesidades básicas sin discriminación.

El agua también tiene un valor instrumental. Esto significa que el agua es valiosa porque es esencial para la vida, la agricultura, la industria, la producción de energía y otros usos que sustentan a la sociedad humana.

Ahorrar y utilizar los recursos hídricos de forma sostenible. Esto significa reconocer que el agua es un recurso finito y que su uso debe gestionarse para que pueda ser utilizado por las generaciones futuras.

La importancia de una distribución justa del agua. Esto incluye garantizar que todas las comunidades tengan acceso a agua de alta calidad sin discriminación, independientemente de su geografía, etnia o estatus socioeconómico.

Los ecosistemas acuáticos como ríos, lagos y océanos son fundamentales para la salud del planeta y merecen protección.

Importancia de los recursos hídricos. Los recursos hídricos son parte primordial de la sobrevivencia humana y de toda forma de vida, son utilizados para diferentes propósitos humanos por lo cual se desarrollan obras hidráulicas para su uso, protección y mitigación de eventos adversos de origen hídrico.

- **Retos para el Desarrollo Sostenible y el Vivir Bien.** Las condiciones de los recursos en calidad, cantidad y distribución espacial regulan la gestión integral del agua, el desarrollo sostenible, el vivir bien u otra propuesta de vida existente en el territorio de Bolivia, que son afectados por los nuevos grandes retos (problemas): el cambio climático, la contaminación del agua, riesgo urbano, deterioro ambiental, manejo de los residuos sólidos, los riesgos hídricos, etc.
- **La Educación Ingeniería Hidrosanitaria.** La educación de la ingeniería hidrosanitaria de la ingeniería civil en las Universidades debe acompañar este nuevo contexto considerando los temas de formación e investigación tecnológica innovadora relacionados a la ingeniería civil.
- **Innovación Formativa.** Asimismo, las nuevas tendencias innovadoras involucran a los procesos las comunidades en acción y los Tics y se están generando conocimientos en red a través de grupos estructurados en redes sociales virtuales.
- **La transdisciplinariedad e interdisciplinariedad en la didáctica de la gestión integral del agua.** Debido a la complejidad de las temáticas identificadas, desde el principio de la investigación, se han desarrollado actividades relacionadas con la formación de competencias del ingeniero y el constructor civil del área hidrosanitaria. Esto ha llevado a la investigación a una siguiente etapa de delimitación temática, descubriendo que tanto la formación universitaria como el desarrollo de competencias en la profesión requieren la intervención de diversas

disciplinas en la gestión del área hidrosanitaria. Igualmente, se identifica la necesidad de ampliar y actualizar el campo de intervención didáctica para incluir otros entornos como ser la investigación y la interacción social. La investigación tiene como objetivo encontrar la conexión entre la ingeniería hidrosanitaria y la gestión integral del agua, y sus beneficios.

- **Modelos de Formación por Competencias de carácter Socioformativo y otros aspectos.** En base a experiencias y necesidad del fortalecimiento de las competencias para la incorporación de la Gestión Integral del Agua en el área hidrosanitaria se justifica la selección del modelo de formación de competencias de Tobón (2010) para la inserción curricular de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua en la Ingeniería Sanitaria en las materias de la ingeniería hidrosanitaria.
(pp.4-15)

La indagación, estado de arte y el desarrollo de la investigación acción han ido retroalimentando los contenidos temáticos y métodos utilizados en la inserción didáctica que se describe a continuación:

3.1.1.1 El Antropoceno

En su trabajo, (Hoffman, 2016) resalta que la influencia humana en el entorno se extiende más allá de afectar únicamente al planeta, llegando a tener un impacto a nivel geológico. La designación de la "edad del hombre" señala el fin del Holoceno, que abarcó los últimos 11.700 años desde el término de la última glaciación. A lo largo del Holoceno, el clima se caracterizó por su estabilidad y una concentración de dióxido de carbono en la atmósfera entre 260 y 280 ppm. Sin embargo, en los últimos 200 años, la actividad humana, especialmente la quema de combustibles fósiles ha aumentado esta concentración en un 40%, superando los 400 ppm. Este cambio ha contribuido al aumento de la temperatura global, afectando la variabilidad climática y conduciendo al cambio climático, con consecuencias notables como la disminución de los recursos hídricos (p.1).

Por tanto, en un futuro inmediato, habrá mayores necesidades de alto grado relacionadas con la formación de capacidades de la ingeniería respecto a estas condiciones adversas.³

3.1.1.2 Desarrollo Sostenible

(Flores Bedregal, 2002)

"Genéricamente se llama desarrollo sostenible a aquel que satisfice las necesidades de la presente generación sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones" (Comisión Brundtland). Se trata de un paradigma o modelo de desarrollo que pretende cambiar las modalidades de producción y consume contaminantes o de alto impacto negativo, sustituyéndolas por modos de producción basados en tecnologías limpias y eficientes. (p.17).

Incluye el uso sostenible de los recursos naturales y la equidad social, étnica y de género.

3.1.1.3 ⁴Vivir Bien

(Choquehuanca, 2010):

Según Choquehuanca (2010), el concepto de Vivir Bien implica vivir en armonía con la naturaleza, retomando principios ancestrales de las culturas regionales que priorizan el medio ambiente sobre el ser humano. La Constitución Política del Estado (CPE) incorpora el Vivir Bien, promoviendo la valoración de la historia, música, vestimenta, cultura, idioma y recursos naturales, seguido por la recuperación de la cultura ancestral. Ejercer la soberanía, según Choquehuanca, implica construir desde las comunidades el ejercicio soberano en el país, basado en el consenso comunal para definir la unidad y la responsabilidad en pro del bien común. Vivir Bien implica también distribuir y aprovechar de manera racional el agua, considerándola esencial para la vida en el planeta. (pp.1-3)

Según constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia CPE (2009):

Ejercer la soberanía, Aprovechar el agua

Según la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia (CPE) de 2009, ejercer la soberanía implica construir, desde las comunidades, la soberanía nacional

³ HOFFMAN, D. (2016), BIENVENIDOS AL "ANTROPOCENO", LA NUEVA ÉPOCA GEOLÓGICA http://www.cambioclimatico-bolivia.org/agenda.php?cod_agenda=70

⁴ (Flores Bedregal, 2002)

a través del consenso comunal para lograr unidad y responsabilidad en pro del bien común. Esta iniciativa busca reconstruir comunidades y naciones, estableciendo una sociedad soberana que administre la naturaleza y el cosmos, en armonía con el individuo, la naturaleza y el cosmos mismo.

Vivir Bien también se traduce en la distribución racional y el aprovechamiento adecuado del agua. Este recurso vital es considerado la "leche" de los seres que habitan el planeta. El artículo 8 de la CPE establece principios ético-morales, entre ellos el Vivir Bien, como parte de una sociedad plural.

En el sector vial, la propuesta de incorporar el Vivir Bien en la Gestión de Riesgos del Servicio Nacional de Caminos de Bolivia se presentó en el Primer Seminario de Gestión de Riesgos en Carreteras (2006). En esa oportunidad, Cecilio Ilasaca Quispe sostiene que la concepción occidental del equilibrio entre el hombre y la naturaleza ha causado desequilibrios sociales y ambientales debido a una visión individualista. El enfoque de sistemas basado en la cosmovisión biológica ayuda a comprender la importancia de los seres vivos y su autoorganización, abogando por la gestión de saberes universales para fortalecer los sistemas autoorganizados, como los Hogares Comunitarios.

3.1.1.4 Derechos y deberes sobre el Agua

La Nueva Constitución Política establece en el capítulo quinto Recursos Hídricos, artículos 373,374,375,376 y 377, la importancia del agua, como un derecho fundamentalísimo para la vida, en el marco de la soberanía del pueblo.

El Estado fomentará la utilización y la disponibilidad del agua fundamentándose en principios de solidaridad, complementariedad, reciprocidad, equidad, diversidad y sustentabilidad.

Los recursos hídricos en todas sus formas ya sean superficiales o subterráneos, se presentan como elementos limitados, susceptibles y cruciales con roles sociales, culturales y ambientales. El Estado asume la gestión, regulación, protección y planificación para el uso adecuado y sostenible de estos recursos, involucrando a la sociedad y asegurando el acceso al agua para todos los habitantes. Se consideran los usos y tradiciones de las autoridades locales y las organizaciones indígenas originarias en relación con los derechos y la

administración sustentable del agua. El Estado también se encargará de regular la administración y gestión sostenible de los recursos hídricos y las cuencas, especialmente para riego, seguridad alimentaria y servicios básicos. Esto se realizará respetando las prácticas y costumbres de las comunidades, respaldadas por estudios pertinentes que aborden la protección, manejo y aprovechamiento sostenible. de abundantes recursos hídricos que desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas. Los considera estratégicos para su desarrollo y soberanía. Por lo tanto, es imperativo que el Estado implemente medidas para prevenir daños a estos recursos, evitando la disminución de caudales o la contaminación. También debe garantizar la disponibilidad volumétrica y la distribución territorial, preservando el estado natural y promoviendo el desarrollo y bienestar de la población.

3.1.1.5 Los recursos hídricos en Bolivia

Los recursos hídricos en Bolivia son superficiales y subterráneos que Bazoberry (2014) denomina recursos hidráulicos de Bolivia.

Según (Bazoberry Quiroga Antonio, 2014):

Los recursos hidráulicos son abundantes, aunque su distribución no es homogénea, y su uso tiende a ser indiscriminado, con prácticas deficientes en muchas áreas del territorio. Se llevan a cabo estudios en relación de las unidades hidrográficas, donde las mayores son: Hoya Hidrográfica del Amazonas (284.000.000.0000 m³/año), Hoya Hidrográfica del Río de La Plata, Hoya Hidrográfica Endorreica. Los afluentes principales de estas Hoyas Hidrográficas forman parte de los límites internacionales de Bolivia. Acogen reservas ambientales con amplia biodiversidad, además de grandes bosques

Afectados por el crecimiento poblacional sin ordenamiento territorial, con ausencia de política para el uso equitativo y priorizado de los recursos relacionado con el origen y localización de las fuentes de agua.

Su aprovechamiento hacia el desarrollo integral puede ser utilizados sectorialmente en: agricultura, ganadería, abastecimiento de agua, puertos y vías navegables, (los más caudalosos), hidroelectricidad, cría de especies acuáticas. Acogen áreas forestales, y con amplia biodiversidad.

La cuenca baja de las amazonas, desde la confluencia del Ichilo Mamoré, se caracteriza por sus grandes extensiones de inundación que se expanden al final del periodo de lluvias.

3.1.1.6 Derechos ambientales

(Flores Bedregal, 2005):

Los derechos ambientales están vinculados a los derechos humanos, ya que la preservación de un entorno saludable, seguro y libre de contaminación es crucial para el adecuado desarrollo y la salud del ser humano. Por lo tanto, los sistemas que sustentan la vida, los ciclos naturales y la biodiversidad no deben ser perturbados en exceso, degradados o destruidos. Los ecosistemas nos proporcionan una variedad de bienes y servicios ambientales, como el suministro de oxígeno, la purificación del agua, el reciclaje de nutrientes y la reproducción de plantas y animales, todos esenciales para la vida humana y la continuidad de la vida en el planeta.

La incidencia de enfermedades consideradas ambientales ha crecido dramáticamente en las últimas décadas debido a las modalidades de producción que ocasionan grandes impactos ambientales, como la minería que contamina las aguas con metales pesados fuertemente tóxicos.

La contaminación de las aguas no solo ocasiona las diarreas, que son la principal causa de la mortalidad infantil en el país, sino diversas enfermedades según el tipo de agentes contaminantes y sus concentraciones.

La destrucción de los bosques en las partes altas de las cuencas disminuye la generación de lluvias por lo tanto la reducción de volúmenes de agua, incremento de sedimentos y encarecen el tratamiento del agua para usos urbanos. (pp.10-30)

3.1.1.7 Problemática de disponibilidad del agua

3.1.1.7.1 Riesgos hídricos ⁵

(Clarke, 1993:

El agua, como recurso, presenta variaciones temporales y espaciales inherentes y está sujeta a eventos extremos. Se han observado prácticas antiguas de sociedades que implementaron sistemas elaborados para recolectar y gestionar el agua, abordando

⁵ (Rees, 2002)

así los desafíos de suministro irregular y facilitando la producción de cultivos en regiones semiáridas (p.3).

La manera en que se perciben y responden a estos riesgos ha tenido un impacto en la evolución de los sistemas convencionales de gestión del agua.

Ejemplos históricos, como el control de inundaciones del Río Min en China en el año 250 AC, ilustran la respuesta de la sociedad mediante la construcción de sistemas de control que continúan operativos en la actualidad (McDonald y Kay, 1988).

A medida que la población aumenta y se intensifican las presiones sobre los recursos, los riesgos asociados al agua evolucionan.

La percepción y respuesta a estos riesgos han influido en el desarrollo de sistemas convencionales de gestión hídrica. La necesidad de desarrollar suministros para satisfacer los requisitos de diversos usuarios y reducir los riesgos de escasez ha sido crucial. Además, los riesgos para la salud pública, vinculados a la contaminación humana, han influido en la municipalización del suministro, persistiendo la visión del suministro hídrico como un servicio público de salud y bienestar en lugar de un bien económico producido por una empresa.

3.1.1.7.2 Cambio Climático.

El informe del Grupo de trabajo II del Grupo intergubernamental indica (Ripl, 2003):

El aumento de la temperatura global está provocando alteraciones significativas en el ciclo hidrológico, intensificando la evaporación, afectando la distribución de las precipitaciones y generando consecuencias adversas como sequías, inundaciones y tormentas. Estos cambios impactan directamente en los ecosistemas, comprometiendo la disponibilidad de alimentos y recursos naturales esenciales (p.30)

El informe del Grupo de Trabajo I del IPCC, publicado en 2001, aborda las modificaciones observadas en el clima, sus causas y las proyecciones para el futuro. Se destaca que la temperatura media global ha aumentado en $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ durante el siglo XX, y los modelos sugieren un aumento adicional de 1,4 a $5,8^{\circ}\text{C}$ para el año 2100. Estas proyecciones incluyen también cambios en los niveles del mar, previéndose un aumento de 0,09 a 0,88 m para el mismo período. Estas tendencias variarán regionalmente e irán acompañadas de

modificaciones en la precipitación y en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos.

En este contexto, el Grupo de Trabajo II del IPCC se enfoca en evaluar los impactos, la adaptación y la vulnerabilidad al cambio climático. Cada conclusión aborda una dimensión específica; reconociendo que ninguna dimensión predomina por sí sola. La bibliografía actual aún no ha explorado completamente los impactos y la vulnerabilidad asociados al extremo superior de la gama de valores previstos de calentamiento.

En resumen, el cambio climático está generando cambios significativos en el ciclo hidrológico, con implicaciones sustanciales para los ecosistemas y la disponibilidad de recursos. Los informes del IPCC proporcionan una evaluación integral de estas modificaciones y destacan la necesidad de abordar los desafíos asociados a los distintos aspectos del cambio climático.

3.1.1.7.3 Deterioro Ambiental

En los países en desarrollo la principal preocupación del deterioro ambiental se ha focalizado sobre la producción de residuos industriales y los gases contaminantes que genera.

Las actividades de producción, así como el crecimiento urbano en el país han ido deteriorando el ambiente en diferentes grados. La minería ha contaminado los cursos de agua con precursores químicos que utiliza en esta actividad.

Para fertilizar los suelos los agricultores utilizan químicos que contaminan el agua y los suelos con implicaciones serias sobre la salud pública.

La ampliación de la frontera agrícola o ampliación de las áreas urbanas fomenta la deforestación por cuanto se disminuyen las precipitaciones de lluvia afectando a la propia actividad agrícola por la falta de agua.

3.1.1.7.4 Crecimiento Urbano

El incremento de la concentración de la población en áreas urbanas alcanza valores superiores al 70%; esto implica el aumento del deterioro ambiental por la generación de residuos sólidos, aguas residuales y deforestación de áreas verdes en las ciudades. Tiene implicaciones en la contaminación de los recursos hídricos y los suelos principalmente.

La ciudad de La Paz se desarrolla en la cuenca del río La Paz que tiene al menos 300 tributarios que han sido contaminados por las aguas residuales que se descargan sobre ellos mismos.

3.1.1.8 Manejo de Recursos Hídricos y Gestión Integral de los Recursos Hídricos

El enfoque de gestión de cuencas hidrográficas implica la administración de los recursos naturales en estas áreas para satisfacer las necesidades humanas, priorizando un equilibrio entre equidad, sostenibilidad y desarrollo. El proceso de manejo de cuencas comprende varios elementos, como caracterización, diagnóstico, establecimiento de línea base, implementación, seguimiento, monitoreo y evaluación

Según (Jorge Faustino, 2004):

La planificación, el manejo y la gestión de cuencas, basados en enfoques ecosistémicos y socioambientales, buscan la sostenibilidad de los recursos naturales a largo plazo. La cuenca hidrográfica se considera la unidad básica, y el agua se ve como el recurso estratégico para el manejo. En Centroamérica, estos enfoques se centran en reducir la vulnerabilidad frente a eventos como sequías, inundaciones y contaminación del agua. En Bolivia, el Plan Nacional de Desarrollo incluye la implementación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) y el Manejo Integral de Cuencas (MIC). Además, se considera la Gestión de Riesgos basada en el Marco de Hyogo. La población y otros actores locales participan de manera participativa y transversal en la gestión de riesgos hídricos para el desarrollo sustentable de la cuenca. Proyectos GIRH/MIC existentes involucran a las comunidades en talleres, encuestas y ejecución de tareas para abordar los problemas y necesidades de la cuenca. En general, el Manejo de Cuencas y la Gestión Integral de Recursos Hídricos buscan el uso sostenible del agua, interviniendo según sea necesario con obras hidráulicas y medidas ambientales. (pp.15-40)

3.1.1.9 Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático

El retraso de los avances nacionales e internacionales en el Marco de Hyogo está creando la tensión institucional a todo nivel en la medida que se aprecia que los efectos del cambio climático son contundentes y evidentes, pero no se logran establecer acciones concretas y objetivas.

Existen elementos comunes a los principios de la Madre Tierra indicados en la ley 031 con respecto a los enfoques ecosistémicos y de comunidades.

Ahora ya se identifica y documenta los efectos como es el caso del deshielo de los Glaciares Andinos que incluye a Bolivia, surgen de que se identifican ya otros efectos como es el caso de la subcuenca de San Juan del Oro, que ha sufrido inundaciones y riadas como consecuencia de una degradación ambiental producida por frecuentes Fenómenos de Niño y Niña y que la zona no ha podido restablecerse a condiciones anteriores al 2008.

El abastecimiento de agua potable en la ciudad de La Paz está siendo afectado por el cambio climático a consecuencia del deshielo que disminuye la disponibilidad de los volúmenes de agua en las fuentes. Aspecto que ha incidido en la Crisis de Agua del 2016 de la ciudad.

Durante los últimos años también se han ido institucionalizando las acciones recomendadas y expresado en normas y leyes. Así como en programas específicos del sector agua.

3.1.1.10 Gestión de riesgos

La Gestión de Riesgos ha sido promovida por los organismos mundiales del desarrollo y fortalecida desde el Decenio de la Reducción de Desastres de 1999; donde la comunidad internacional da las correspondientes recomendaciones de resiliencia para todo el continente. Para lo cual financia el establecimiento normativo legal de la gestión de riesgo: la primera ley 2140 del 25 de octubre de 2000, y sus artículos orientan la planificación del desarrollo con la inclusión de la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres.

Los principios de gestión de riesgo han ido progresando en el marco de los acuerdos internacionales logrados en eventos como: “El Decenio de Reducción de los Desastres 1999” y “La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR) 2009”; que también incluye un resumen del Marco de Acción de Hyogo respecto al Cambio Climático.

Se aprecia un notable esfuerzo de análisis y concientización sobre las implicaciones socioeconómicas de los desastres, sin embargo, no se logran acciones contundentes recomendadas en el Decenio de la Reducción de Riesgos que considera que acciones de prevención son medidas más eficientes. La “respuesta” a desastres sigue siendo la principal acción.

En una relación del avance normativa se aprecia que para el periodo 2000-2002 no se logra todavía, en Bolivia, integrar la Gestión de Riesgo de Desastre dentro la planificación del desarrollo, y la gestión se concentra en realizar actividades dentro el ciclo de Desastres: Preparación, Recuperación, Reducción y Respuesta a los Desastres.

La planificación de la gestión de riesgos en la década del 2000 se deriva, al mando militar (Viceministerio de Defensa Civil VIDECI), para su coordinación con los gobiernos departamentales y municipales dentro de una política de gestión local del riesgo.

Los sectores van incluyendo la gestión de riesgos en sus normativas, así por ejemplo la ex empresa de aguas de La Paz (Aguas del Illimani) incluye el primer Plan de Emergencias del Sistema de Agua Potable (1999).

Podemos mencionar al ex Servicio Nacional de Caminos SNC, que mediante un convenio con JICA, el 2006 introduce un Plan Tecnológico y un Plan de Desarrollo de Capacidades dentro del Proyecto de Apoyo al Desarrollo de Capacidades para la Gestión de Riesgos SNC (Tomida Y., 2006). A partir de las investigaciones elaboran el Manual de Gestión de Prevención de Desastres en Carreteras donde se confirma y acuerda la importancia de la inclusión de los riesgos hídricos y sus impactos en los proyectos viales, además de los riesgos geológicos.

La planificación del desarrollo en Bolivia es descentralizada, por lo tanto, la gestión del riesgo también lo es mediante la creación de unidades de riesgos tanto en municipios como entidades del sector agua.

El sector del agua (2010) realiza la gestión de riesgos hídricos mediante la Unidad de Gestión de Riesgos del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (Ministerio de Medio Ambiente y Agua)

Los municipios van creando unidades o designando responsables de gestión de riesgos (2012). Presentan sus demandas (proyectos) de gestión de riesgos al gobierno central para su financiamiento.

La gestión de riesgos del sector agua está centrado en el Ministerio de Medio Ambiente y Agua MMAyA quien coordina con el Ministerio de Defensa y Ministerio de Planificación (gobierno central) la promoción financiera de la gestión de riesgos en los municipios y comunidades según el principio de subsidiariedad (gobierno, municipio, comunidad);

aspecto consolidado, a partir del año 2010 mediante una reglamentación de presentación de proyectos para la obtención de financiamiento de organismos de la cooperación internacional como el PNUD, BID, Unión Europea, JICA, Consorcio de Ayuda Humanitaria, UNICEF y ONGs.

A medida que los eventos adversos y desastres se hacen más frecuentes y de mayor magnitud como es el caso de la Inundación de La Paz en febrero de 2002 y las siguientes grandes inundaciones en los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba y Santa Cruz (2003-2007) hacen que se vayan ejecutando diversos proyectos como parte de planes de recuperación nacional, departamentales y municipales para la mitigación y reducción de riesgos.

En las últimas décadas se ha incrementado el número de población y áreas afectadas por diversos desastres o eventos adversos. En la medida que se incrementan los riesgos son menores posibilidades de adaptabilidad y resiliencia habrá, lo cual motiva la migración de comunidades a otras áreas o centros urbanos.

En la Crisis del Agua de la ciudad de La Paz del 2016, se identifica la debilidad en la aplicación de la gestión de riesgos desarrollada por el sector agua años atrás. Así también la falencia en la planificación de saneamiento básico cuando en respuesta a esta crisis se construyen represas planificadas hace décadas para el sistema de abastecimiento de agua potable de La Paz las cuales fueron culminadas el año 2019.

3.1.1.11 Gestión y Control Ambiental

La gestión ambiental abarca acciones estatales para preservar la calidad ambiental y los recursos naturales, involucrando estrategias, políticas, planes, marco legal e institucional, y herramientas para el uso sostenible de los recursos y la prevención de la contaminación. Es transectorial, atravesando todos los sectores relacionados con el uso de recursos ambientales. La "gestión ambiental del agua" se refiere a organizar y proteger este recurso, pero su disponibilidad local varía significativamente debido a la distribución irregular de la población y el agua. Las carencias de agua se han abordado históricamente mediante el aumento de recursos a través de represas y la explotación de agua subterránea, así como mejorando la eficacia de técnicas de regadío o dependiendo más de importaciones de alimentos. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, la escasez de agua es cada vez más evidente debido al crecimiento de la población, la industria y la agricultura, generando déficits importantes a medida que la demanda supera el suministro.

3.1.1.12 Gestión Ambiental Nacional

La Ley del Medio Ambiente, aprobada en 1992, establece el marco para la gestión y control ambiental en el país con el objetivo principal de proteger y conservar el medio ambiente sin frenar el desarrollo necesario para el país, al mismo tiempo que busca mejorar la calidad de vida de la población. Los objetivos del control de calidad ambiental incluyen preservar, conservar, mejorar y restaurar el medio ambiente y los recursos naturales, normar y regular su utilización en beneficio de la sociedad, prevenir actividades dañinas para la salud y el medio ambiente, y orientar las acciones del Estado y la sociedad para garantizar la satisfacción de las necesidades actuales y futuras. Las actividades y factores que pueden degradar el medio ambiente incluyen la contaminación del aire, agua y suelo, alteraciones nocivas de las condiciones hidrológicas, edafológicas, geomorfológicas y climáticas, daños al patrimonio cultural y natural, así como acciones que afectan la diversidad biológica, genética y ecológica, y cualquier acción que cause deterioro ambiental y afecte la salud de la población.

Figura 3.1. Reglamentos de la Ley de Medio Ambiente, 1995.



Fuente: [https://www.educabolivia.bo/files/LeydelMedioAmbientey sus reglamentos.pdf](https://www.educabolivia.bo/files/LeydelMedioAmbientey%20sus%20reglamentos.pdf)

La gestión ambiental comprende un conjunto de actividades y decisiones alineadas con el desarrollo sostenible, según lo establecido en el Reglamento de Gestión Ambiental. En cuanto a la prevención y control ambiental, se implementan mecanismos técnicos y legales para identificar, cuantificar y categorizar los impactos ambientales de las actividades, utilizando herramientas como la Ficha Ambiental, el Manifiesto Ambiental, Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental, Auditorías Ambientales, Categorización de Impactos

ambientales, y la intervención de las autoridades competentes, según lo regula el Reglamento de Prevención y Control Ambiental.

Para abordar la contaminación atmosférica, se establecen sistemas y medios de control de diversas fuentes, con límites permisibles de emisión, según el Reglamento de Contaminación Atmosférica. En el ámbito de la contaminación hídrica, el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333 evalúa el impacto de las actividades en relación con los cambios en las características de cuerpos o flujos de agua.

El manejo de sustancias peligrosas se regula mediante procedimientos de registro y seguimiento, exigiendo el cumplimiento de normativas para evitar daños ambientales, según el Reglamento de Actividades con Sustancias Peligrosas. Por último, la gestión de residuos sólidos se rige por un régimen jurídico que ordena y supervisa su manejo, disposición final y regulaciones, buscando prevenir la contaminación del suelo y cuerpos de agua, según el Reglamento de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.

3.1.1.13 Estudio de Diseño Técnico de Preinversión para Proyectos de Desarrollo Social:

Se trata de un análisis destinado a proyectos que buscan mejorar las condiciones de vida de la población beneficiaria de manera integral y sostenible. Estos proyectos incluyen inversiones en infraestructura, equipamiento y, en caso necesario, capacitación. Las acciones pueden abarcar instalación de sistemas de agua potable, alcantarillado, embovedado de ríos, suministro de energía, construcción o renovación de instalaciones médicas y educativas, viviendas sociales, áreas deportivas, centros culturales, etc.⁶ entre otros.

3.1.2 Fases de un-Sistema de Ingeniería Sostenible⁷

De acuerdo con (Allenby, 2012) :

Las fases de un sistema de ingeniería sostenible son:

⁶ Art 11. Resolución Ministerial No. 115/2015. Reglamento Básico de Preinversión (RBP). Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública de Bolivia.

⁷ Branden R. Allenby. The Theory and Practice of Sustainable Engineering, Prentice Hall, 2012

Determinación de los Objetivos del sistema: de forma participativa con las comunidades e instituciones involucradas, de tal manera que las contribuciones aproximen los más posible al mundo real

Establecer criterios para calificar y designar las diferentes soluciones: Esta fase involucra la dificultad de convertir los objetivos en cantidades medibles.

Figura 3.2. Ciclo de Vida de los Proyectos de Inversión Pública.



Fuente: Rubén Apaza Consulting (2012)

No siempre es posible que todos los objetivos sean cuantificables, en ese caso se reasigna las cantidades con condiciones de borde y límites.

Desarrollar soluciones alternativas: Según la formación, experiencia y criterio profesionales se generan soluciones que incluyen alternativas con estructuras tecnológicas, funcionales y de largo plazo,

Clasificación de las soluciones alternativas: que incluyen aspectos periféricos como impactos sobre sistemas existentes, sensibilidad de variación de parámetros, etc.

Iniciar la ejecución: realizar los preparativos de inicio del sistema de acuerdo con los objetivos planificados.

Iteración: pruebas de Implementación y respuesta del sistema: en relación con elementos representativos de la dinámica del sistema, donde es necesario conocer el comportamiento del sistema en el tiempo y su respuesta.

Diseño y control gerencial de los procesos de iteración entre el sistema y el proyecto: Esta fase representa en forma explícita la responsabilidad sobre el sistema, en especial aquellos que necesitan mayores controles. (pp.361-387)

3.1.3 La ingeniería sanitaria y ambiental

El rol del ingeniero sanitario en la década del 1970 fue actualizado para encarar la contaminación de las metrópolis que empezaron a crear problemas importantes de contaminación a consecuencia de la generación de altos volúmenes de basura y aguas residuales entre los más importantes.

Por lo que su finalidad de formación en la Ingeniería Civil, es lograr competencias técnicas de planificación, diseño y construcción de:

sistemas de abastecimiento de agua potable

sistemas de saneamiento y de drenaje urbano.

sistema de manejo de residuos sólidos

3.1.4 La Universidad Mayor de San Andrés UMSA

La UMSA es una universidad autónoma y pública del departamento de La Paz, con amplia influencia en la historia del país, como contestaria a las problemáticas sociales y políticas de la sociedad boliviana mediante sus procesos académicos de enseñanza -aprendizaje, investigación, interacción social y extensión universitaria, controlados por el cogobierno docente-estudiantil.

Se alinea a las políticas nacionales de desarrollo, es decir tiene un carácter “nacional, democrático, científico, popular y antiimperialista. Promueve la libertad de pensamiento, la libertad de cátedra y la cátedra paralela” (De Planificación & Coordinación, 2020, pag.11)

La UMSA ha formado reconocidos ingenieros hidrosanitarios, con prestigio nacional e internacional ABIS (1966-1990).

3.1.4.1 Formación del Ingeniero Civil del área hidrosanitaria. UMSA

Ver Formación de la Ingeniería Hidrosanitaria UMSA Formación del Licenciado en Construcciones Civiles del área hidrosanitaria. UMSA.

Ver 2.1.4.2

El licenciado en Construcciones Civiles de la Facultad de Tecnología no realiza ninguna mención. Las materias de Hidrología, Hidráulica, Obras Sanitarias I y Obras Sanitarias II, pertenecen al área hidrosanitaria de esta carrera.

La Facultad de Tecnología cuenta con el Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas, cada carrera cuenta con laboratorios. La carrera de Construcciones Civiles cuenta con el Laboratorio de Investigación de Aguas.

La Facultad de Tecnología cuenta con la Carrera de Química Industrial, que tiene la materia de Medio ambiente e Industria en su pensum.

3.1.4.2 Perfil Profesional del Ingeniero Civil

El egresado de Ingeniería Civil será competente en la concepción, planificación, diseño, construcción, mantenimiento e innovación de proyectos y obras en el ámbito de la ingeniería civil. Su objetivo será utilizar eficientemente los recursos disponibles para elevar el nivel de vida de la población, contribuir al desarrollo regional y nacional, y demostrar un fuerte compromiso con los valores éticos y morales. Además, estará preparado para generar, adaptar y mejorar conocimientos en su campo. Científicos y tecnológicos.⁸

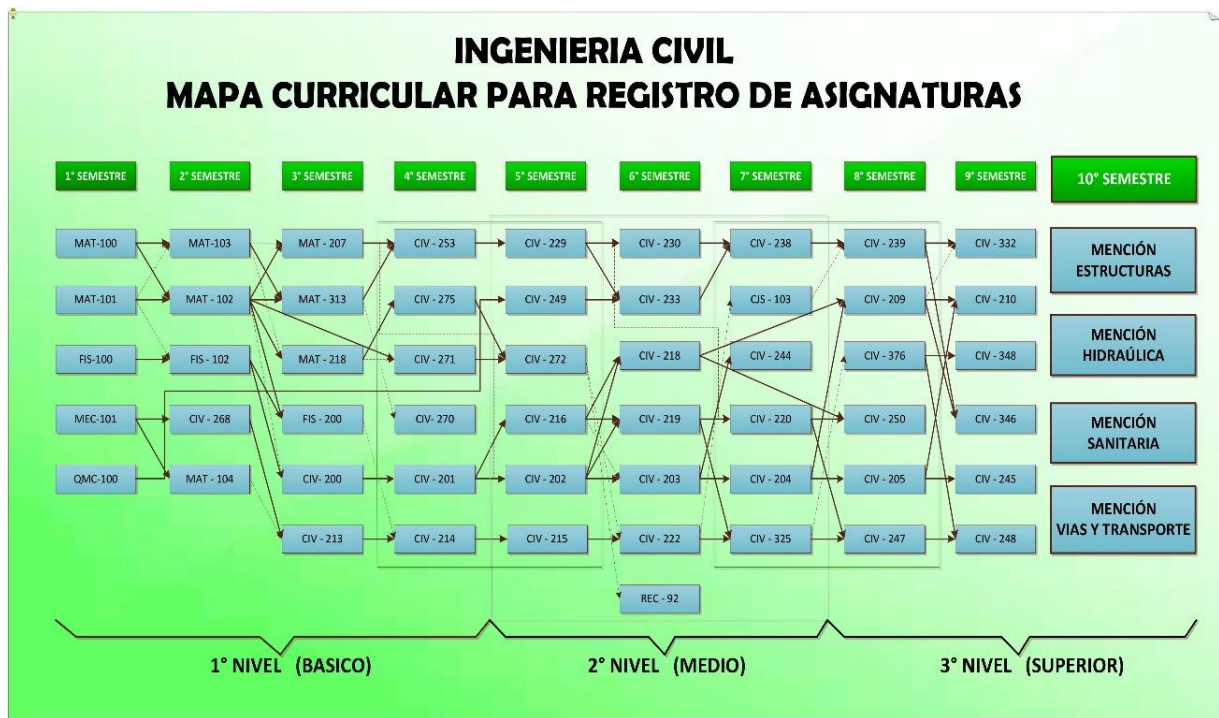
3.1.4.3 Plan de Estudios del Ingeniero Civil en las menciones hidrosanitarias.⁹

La formación general de la ingeniería civil se desarrolla en nueve semestres, en el décimo semestre se elige la orientación; para el caso puede ser: hidráulica o sanitaria. Ver Anexos.

⁸ Guía Académica de Ingeniería Civil 2004

⁹ <http://ingenieriacivil.umsa.bo/ingenieria-civil1>

Figura 3.3. Mapa Curricular. Ingeniería Civil.



Fuente: Facultad de Ingeniería UMSA¹⁰

3.1.4.4 Campo Laboral del Ingeniero Civil

El Ingeniero civil de la UMSA, tiene la capacidad de realizar trabajos en donde se requiera planificar (gerente), diseñar (consultor), ejecutar (residente obra, supervisor, fiscal obra). Realizar el mantenimiento de obras (ingeniero de mantenimiento)

Se desempeña en instituciones públicas del estado ;(ministerios y empresas de servicios) o municipales Y en privadas: consultoras, constructoras y de servicio. Donde tiene amplia capacidad de desarrollar variedad de actividades

En la investigación y ensayos de laboratorio de suelos, hidráulica, sanitaria, ensayo de materiales.

Diseñar y construir diques, represas, canales de regadío, plantas generadoras hidroeléctricas, etc. Como también carreteras, caminos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, puertos marítimos, fluviales y lacustres.

¹⁰ <http://ingenieriacivil.umsa.bo/ingenieria-civil1>

3.1.4.5 Perfil Profesional de Constructor Civil

El Constructor Civil se caracteriza por ser un profesional con habilidades empresariales y competencia científico-tecnológica, lo que le permite gestionar proyectos de construcción, dirigir su ejecución, controlar y fiscalizar su desarrollo. Su formación incluye sólidos conocimientos en procedimientos administrativos para orientar sus decisiones. Destacan en su perfil ético y disposición al servicio social. Las características más destacadas incluyen su capacidad científico-tecnológica para adaptarse a nuevas tecnologías, trabajar eficientemente en equipos multidisciplinarios y poseer habilidades empresariales, especialmente relevantes en el contexto actual de competencia global con eficiencia y eficacia en la gestión de empresas del sector.¹¹

3.1.4.6 Plan de Estudios del Constructor Civil¹²

En Anexos, se incluye la tabla del plan de estudios de la Carrera de Construcciones Civiles (2009-2022).

Ver Anexo A.

3.1.4.7 Títulos y menciones Construcciones Civiles¹³

Grados académicos y títulos

Según las normativas actuales, la Universidad Mayor de San Andrés confiere diplomas académicos y títulos de alcance nacional de acuerdo con el nivel académico y la práctica profesional. En el marco de esta regulación, la Carrera de Construcciones Civiles de la Facultad de Tecnología otorga dichos diplomas y títulos conforme al Plan de Estudios 1999-2004, siguiendo el siguiente esquema:

¹² <http://concivil.umsa.bo/>

¹³ <http://concivil.umsa.bo/>

Tabla 3.1. Grados Académicos Carrera Construcciones Civiles

GRADO ACADÉMICO	DIPLOMA ACADÉMICO	TÍTULO EN PROVISIÓN NACIONAL
TÉCNICO SUPERIOR	Técnico Superior en Construcciones Civiles	Técnico Superior en Construcciones Civiles
LICENCIATURA	Licenciado en Construcciones Civiles	Licenciado en Construcciones Civiles

Fuente: Plan de Estudios 1999-2004 Facultad de Tecnología 2004, UMSA

Promoción

La modalidad de promoción es semestral mediante el vencimiento de materias y actividades prácticas requisitos que le permiten al estudiante pasar al siguiente semestre.

Modalidades de Graduación

De acuerdo con el Reglamento General de Graduación de la Facultad Técnica, la Carrera de Construcciones Civiles, considera las siguientes modalidades de graduación:

TÉCNICO SUPERIOR: Pasantía o Proyecto de grado técnico

LICENCIATURA: Trabajo dirigido o Proyecto de grado o Tesis por excelencia

Las asignaturas están organizadas por semestres, cada uno de los cuales tiene un objetivo general que forma parte del modelo del profesional. Estas asignaturas están repartidas sistemáticamente en 10 semestres y tienden a formar un profesional de amplio espectro.

3.1.4.8 Mercado profesional del Constructor Civil¹⁴

Campo ocupacional

- Empresas constructoras de vivienda y edificios, obras viales, obras hidráulicas, obras sanitarias obras industriales, entre otras.
- Empresas inmobiliarias dedicadas a la gestión, financiamiento, promoción y venta de departamentos, locales comerciales y oficinas.
- Oficinas de estudio relacionadas con la fabricación y comercialización de insumos de la construcción.
- Laboratorio de ensayo y centros de investigación de materiales.
- Instituciones del Estado: Ministerios y Viceministerios relacionados con las construcciones civiles, Municipios urbanos y Rurales, Fondos de Inversión, etc.
- Ejercicio libre de la profesión.

3.1.4.9 Ubicación profesional dentro el proceso de producción

Las funciones que debe cumplir el profesional Constructor Civil formado en sus diferentes niveles académicos dentro el sector productivo y de servicios, son los siguientes:

- Administrar, dirigir y supervisar obras civiles
- Planificar y controlar la maquinaria y equipo de construcción
- Programar, verificar y controlar la calidad y el uso adecuado de materiales e insumos que requiera la obra
- Programar y optimizar en la ejecución de la obra los recursos humanos

Relación con otros campos profesionales

Dada la complejidad cada vez mayor de la división técnica en la producción, que requiere la participación de especialistas, el constructor civil colabora frecuentemente en equipos

¹⁴ <http://concivil.umsa.bo/>. Jornadas Académicas 2017 Facultad de Tecnología-UMSA

interdisciplinarios con ingenieros civiles y arquitectos. Esta colaboración demanda que su formación esté actualizada y al nivel de ambos profesionales.

En la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), el área hidrosanitaria se aborda en las carreras de Ingeniería Civil y Construcciones Civiles en diversos niveles de formación. En Construcciones Civiles sin menciones específicas.

Desde la década de 1970, la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) destaca la importancia del Ingeniero Sanitario ante el crecimiento urbano y la necesidad de servicios de agua potable y alcantarillado, así como la gestión ambiental, como la gestión de residuos sólidos.

La OPS/OMS recomienda la inclusión de la Ingeniería Sanitaria en la formación de Ingeniería Civil, y la UMSA adopta esta recomendación, incorporando menciones en Ingeniería Sanitaria, Hidráulica e Hidrología, todas pertenecientes a la Ingeniería Hidrosanitaria.

Sin embargo, el desarrollo curricular (2009-2019) de la Facultad de Ingeniería y la Facultad de Tecnología de la UMSA, tanto en posgrado como en grado, en el área hidrosanitaria revela una falta de actualización de los planes de estudio frente a nuevos desafíos emergentes, como el deterioro ambiental, el cambio climático y el aumento de desastres con impacto negativo en los recursos hídricos.

3.2 UNIDADES DE ANÁLISIS

Del ámbito de estudio se deriva las siguientes unidades de análisis:

Gestión de la axiología del Agua: Analizar y promover valores y principios que contribuyan a una gestión sostenible y justa del agua en beneficio de las generaciones presentes y futuras

Ingeniería y tecnología del agua sostenible: Ingeniería y tecnología del aprovechamiento racional del agua como recurso humano y de los ecosistemas

Casos de Estudio: Estudios de casos de situaciones significativas o de alto riesgo con intervenciones de ingeniería en la gestión de recursos hídricos. En la mayoría de los casos, el investigador participa, observa y describe, en diversas etapas del desarrollo del proyecto de ingeniería.

Gestión integral del agua: según Vásquez (2018), se fundamenta en la integración de la cultura y la naturaleza, reconociendo la complejidad de los procesos hídricos y superando enfoques antropocéntricos y fragmentados en la gestión del recurso.

Producción didáctica: Elaboración de material didáctico orientados a la formación innovadora de competencias. Para el desarrollo de proyectos con ingeniería y tecnología sostenible del agua; respetuosos con el medio ambiente y económicamente viables.

Comunidades en acción y dialogo de saberes: La didáctica se desarrollada mediante un trabajo participativo entorno a una problemática hídrica, evento y/o proyecto. Donde la comunidad pone en práctica sus experiencias, genera o intercambia conocimientos para la solución o desarrollo de proyecto.

En esta unidad se destaca el dialogo de saberes de la comunidad actual y del conocimiento ancestral (ver 3.4.2.1.2) en manejo de agua y la tecnología actual en gestion integral del agua.

Tabla 3.2. Matriz de Categorización

ÁMBITO DE ESTUDIO			
CATEGORIAS TEMATICAS	CONCEPTO	UdeA	TIPOLOGÍA
Derechos y Deberes	Analizar y promover valores y principios que contribuyan a una gestión sostenible y justa del agua en beneficio de las generaciones presentes y futuras	Gestión de la axiología del Agua	Q
Aprovechamiento racional del agua	Ingeniería y tecnología del aprovechamiento racional del agua como recurso humano y de los ecosistemas	Ingeniería y tecnología del agua sostenible	Q
Recursos Hídricos finitos y estrategias	Gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado sostenible del agua en relación a su función social, cultural y ambiental, de producción y desarrollo	Casos de Estudio	Q
Problemática de Disponibilidad del Agua	Resolver, mitigar, la problemática mediante la aplicación la Ingeniería hidrosanitaria (motor) en la creación de soluciones sostenibles considerando los problemas ambientales y sociales contemporáneos	Casos de Estudio	Q
Disponibilidad y Distribución desigual	Gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado sostenible del agua en relación a su función social, cultural y ambiental, de producción y desarrollo	Casos de Estudio	Q
Uso indiscriminado y mal uso	Gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado sostenible del agua en relación al deterioro ambiental y mitigación	Didáctica Interdisciplinar axiología	Q
Condiciones ambientales y biodiversidad en las unidades hidrográficas principales	La Gestión Integral del agua considera a la unidad hidrográfica como unidad lógica de intervención sostenible	Didáctica Interdisciplinar axiología	Q
Aprovechamiento integral del agua. Multiuso	Planificación integral de la gestión del agua	Gestión Integral del agua	Q
Cuenca Amazonas y sus inundaciones	La cuenca amazónica de gran potencial hídrico pero con altos riesgos de inundaciones	Casos de Estudio	Q
Problemática hídrica en las Cuencas	Disminución de la disponibilidad del recurso hídrico en las cuencas hidrográficas	Casos de Estudio	Q
Competencias tecnológicas del agua con responsabilidad social y ambiental	Competencias para el desarrollo de proyectos beneficiosos para la sociedad, respetuosos con el medio ambiente y económicamente viables a largo plazo.	Producción didáctica	Q#
	Competencia de investigación de ingeniería y tecnología sostenible del agua	Producción didáctica	Q#
	Competencia de aplicación de la ingeniería en las Comunidades en acción según el contexto social, cultural, ambiental y económico	Producción didáctica	Q#
Competencias de conocimiento y acción de las comunidades	Organización de la Comunidad en Acción	Comunidades en Acción y diálogo de saberes	Q
Espacio físico y virtual de la comunicación didáctica interdisciplinar de la ingeniería hidrosanitaria sostenible	Espacio físico y virtual de la comunicación didáctica interdisciplinar de la ingeniería hidrosanitaria sostenible	Producción didáctica	Q
Diálogo de saberes	Diálogo de saberes de la comunidad actual y del conocimiento ancestral en manejo de agua y la tecnología actual en gestión integral del agua	Casos de Estudio	Q#

Fuente: Elaboración propia

3.3 SUJETOS DE ESTUDIO

La investigación participativa, según el abordaje de los casos de estudio y la inserción didáctica con formación por competencias, involucra a los siguientes sujetos: docentes, profesionales de la ingeniería civil, estudiantes de las áreas hidrosanitarias, titulados y egresados de ingeniería civil. Empleadores. Participantes y beneficiarios (comunidad civil y otros) en los casos de estudio y la inserción la formación y desarrollo de la ingeniería civil hidrosanitaria y de otras áreas relacionadas.

3.4 CASOS DE ESTUDIO¹⁵

Durante el periodo (2009-2018) se ha ido documentado estudios de caso de situaciones emergentes destacables o de alto riesgo, relacionados a la intervención tecnológica de la ingeniería civil respecto al manejo de los recursos hídricos. En la mayoría de estos el investigador participa, observando, y/o participando de las diferentes etapas del desarrollo de los proyectos ingenieriles correspondientes.

Durante el transcurso de las investigaciones (casos de estudio) se ha observado el incremento de los eventos adversos (deslizamientos, inundaciones, sequías, etc.) por lo cual se incrementan las exigencias de intervención integral (social, ambiental y tecnológica) y la aplicación de tecnológicas alternativas en las obras o proyectos de mitigación a nivel local y/o nacional.

El análisis de estos se realiza mediante la adecuación metodológica de investigación de eventos específicos emergentes donde se caracteriza, analiza la problemática, y se indaga para proponer las intervenciones de mitigación mediante medidas estructurales y no estructurales orientadas a proteger principalmente la población humana. Lo que significa que la ingeniería civil y/o hidrosanitaria, de estos casos de estudio, tiene un enfoque principalmente antropogénico obviando el resto de las poblaciones existentes en el medio o en los ecosistemas (biodiversidad, por ejemplo).

¹⁵ Los casos de estudio desarrollados en la presente investigación fueron publicados en su mayoría en revistas científicas nacionales e internacionales.

En alguno de los casos de forma disciplinar (ambientalista y/o biólogo) se estima las pérdidas de la biodiversidad como parte del inventario de los daños ocasionados por el evento.

Los proyectos pueden ser complementados con intervenciones integrales que consideren los efectos sobre el conjunto poblacional (población humana y demás especies), por lo que se infiere a la necesidad de contar con aportes multidisciplinarios dentro de la interdisciplinariedad de la gestión integral del agua con la Ingeniería hidrosanitaria.

Los estudios del caso son parte de los instrumentos de abordaje integral se harán para orientar el nivel de aplicación alcanzado en la interdisciplinariedad de la gestión integral del agua con ingeniería hidrosanitaria según el caso.

Para la evaluación de los estudios de caso se considera el ciclo **de vida de un proyecto** como el conjunto de fases en las que se organiza un **proyecto** desde su inicio hasta su cierre. Una fase es un conjunto de actividades del **proyecto** relacionadas entre sí y que, en general, finaliza con la entrega de un producto parcial o completo. Sus fases dependen de tipo de proyecto.

En la normativa boliviana se identifica técnicamente las etapas del ciclo del proyecto hidrosanitario:

Ciclo de Vida Convencional de un proyecto: Perfil del Proyecto, Prefactibilidad, Factibilidad, Diseño Final, Operación y Mantenimiento.

Ciclo de Vida según normas bolivianas: Informe Técnico de Condiciones Previas (ITCP), Términos de Referencia (TDR), Estudio de Diseño Técnico de Preinversión (EDTP), Ejecución y Operación, Abandono

Los Proyectos hidrosanitarios son considerados en la normativa como proyectos de desarrollo social.

3.4.1 Caso 1: Vulnerabilidad de los Sistemas Sanitarios de La Paz.

Durante el periodo 1998 – 2002 la Empresa Aguas del Illimani desarrolla su Plan de Prevención de Emergencias (Otero Valle María Nadezda, 1999) que se centraba en:

- Análisis y Diagnóstico de las Vulnerabilidades de los Sistemas Sanitarios de la ciudad de La Paz y El Alto

- La propuesta de un Plan de Prevención de Emergencias para disminuir la vulnerabilidad de los sistemas sanitarios
- La inversión en proyectos de mitigación en función al análisis de vulnerabilidad.
- Contar con el Asesoramiento de la Organización Panamericana de la Salud para retroalimentar los planes propuestos
- El establecimiento de un Comité de Emergencias liderado por el Gerente de la Empresa con una gestión ejecutiva periódica y con el responsable del Plan de Prevención de Emergencias en forma continua para articular las diferentes unidades técnicas y operativas de la empresa.
- Elaboración el Mapa de Riesgos sobre las amenazas geológicas, ubicación y distribución de los sistemas de agua potable principalmente sobre el área de la concesión del servicio en La Paz y El Alto.

La Empresa enfrentó diferentes crisis del sistema en el periodo 1998-2003, sin embargo la peor fue la correspondiente al Desastre de Febrero 2002 (Otero Valle, 2003) donde se produjo la mayor inundación de la ciudad de La Paz a causa de un extrema granizada jamás vista en 60 años de registro hidrológico lo que produjo el Desastre mencionado que movilizó muchas instituciones como empresas de servicio, gobierno municipal, fuerzas de la policía y la armada boliviana entre otras instituciones incluyendo la cooperación internacional.

Al final de la crisis mencionada se implementaron varios proyectos de Emergencias en el Municipio de La Paz como el mejoramiento e instalación de embovedados de cursos de ríos, construcción de los mercados Lanza y Camacho y otros proyectos de prevención de emergencias.

Años posteriores se fueron implementando los sistemas de drenaje pluvial en ambas ciudades La Paz y El Alto con la ayuda financiera de la Cooperación Internacional.

Sin embargo, hasta antes de la crisis de noviembre 2016 (Agua, 2018) solo se estaba ejecutando la construcción de la represa Alto Hampaturi. Es decir, solo una de las

2 presas propuestas en el Plan Maestro Saneamiento de la Ciudad de La Paz del 1994 (Otero Valle, 2018, 2022).

3.4.2 Caso 2. Saberes locales ancestrales y el monitoreo agroclimatológico de Tiahuanacu¹⁶

3.4.2.1.1 Introducción

(Otero, 2014):

En los últimos años, se ha observado un cambio en el comportamiento climático en varias regiones del altiplano boliviano, lo que ha afectado tanto a las actividades de la población como a los ecosistemas locales. Esto ha generado preocupaciones a nivel local, técnico y científico sobre cómo está evolucionando el clima y qué medidas se deben tomar para aumentar la resiliencia de las comunidades ante esta problemática.

El Programa de Reducción de Riesgos (PRRD), financiado por la cooperación suiza, ha estado llevando a cabo una serie de actividades para promover la gestión local de riesgos y el cambio climático. Este programa está recuperando los conocimientos locales ancestrales, los cuales se están sistematizando e incorporando al monitoreo climático en varios municipios del país, con el objetivo

¹⁶ http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rftf/v10n16/v10n16_a06.pdf (Otero Valle M. N., 2014), (Aguilar, 1977), (J., 1992), (Tiawanaku, 2013), (García E, 2010), (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2013), (IPCC, 2012) (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, VRHR, 2013)

de fortalecer la resiliencia local frente al cambio climático y los riesgos, considerando el contexto socioeconómico y ambiental en el que se desarrollan las actividades agrícolas.

El propósito de este estudio es analizar el Sistema de Información Agroclimatológico Mixto para la Gestión de Riesgos en el Municipio de Tiahuanacu. En primer lugar, es importante definir qué se entiende por Saberes Locales y su relevancia en la predicción y alerta agroclimática.

Para responder a una serie de preguntas clave, se realizará una encuesta en tres comunidades del municipio de Tiahuanacu y se analizarán los resultados obtenidos. Estas preguntas incluyen:

¿Es adecuado el sistema de información agroclimática de Tiahuanacu para la planificación productiva?

¿Qué conocimientos locales utiliza la comunidad de Tiahuanacu para predecir el clima?

¿El Sistema Agroclimatológico de Tiahuanacu tiene la capacidad suficiente para identificar los fenómenos específicos del cambio climático?

¿Cómo percibe la comunidad de Tiahuanacu la eficacia de los conocimientos locales en la predicción climática durante el período 1984-2012?

¿Cuál es la percepción de la comunidad de Tiahuanacu sobre las variaciones climáticas y los eventos extremos?

¿Qué aspectos deberían incluirse en el sistema mixto agroclimatológico de Tiahuanacu para mejorar la predicción y la resiliencia ante el cambio climático y la gestión de riesgos? (p.37)

3.4.2.1.2 Saberes Locales. Sistemas Predicción y Alerta

(Otero, 2014):

En la cultura Andina, el conocimiento del clima se expresa en las prácticas cotidianas de siembra, cosecha, castración, esquila y otras actividades. Los campesinos han desarrollado una capacidad de observar todo tipo de alteraciones de la naturaleza y de deducir, a partir de sus observaciones, las implicaciones para sus actividades agrícolas, para el buen resultado de estas.

A continuación, se muestra como ejemplo el manejo de indicadores de la comunidad de Yarvicoya del ayllu Aransaya del Municipio de Tapacarí en Cochabamba (zona andina). (p.38)

Tabla 3.3. Manejo de indicadores de la comunidad Yarvicoya del Ayllu Aransaya

Listado de indicadores que conocen	¿En qué momento se debe mirar el indicador?	¿Qué es lo que se debe observar?	¿Cuál es su significado?
Nublado y llueve	1º de agosto	Nubes, lluvia	Buen año
Viento	Septiembre - Agosto	Fuerte viento	Año de mucha lluvia contra el cerro siembra de papa
Zorro	Septiembre - Agosto	Llorando en el río, Lloro en las alturas	En el valle da bien En la altura da bien
Qota (flor)	Octubre	Flor blanca	Tiempo de sembrar papa
Waraqo (cactus, espinas) (pasacana)	Agosto adelante	Flor roja	No florece bien (poca producción de papa) Si florece bien (buena papa)
Sikímira (hormiga)	Agosto – Sep.	Alas	Sequía, la lluvia se perderá, dejará de llover
Luna	Cada que sale la luna	Vista a Kallistia, color rojo. Sin vista, blanca	Llueve No llueve
Estrellas		Madrugadas qotus vuelve atrás (muchas estrellitas)	Kuti Kusani, lo que significa es que una vez más se debe sembrar

Fuente: (Otero, 2014)

(Otero, 2014):

En el caso del Leque-Leque, ave pequeña que habita la zona altoandina, si sus huevos tienen manchas claras es indicio de mal año, cuanto más oscuras sean, mejor será el año venidero. Sus nidos los construyen sobre el pajonal, si lo hace en las lomas habrá un año de lluvias, pero si los construyen en las partes bajas señalan un año de sequías (Antunez de Mayolo 1982: 91, citado por Aguilar 1997:19).

Los indicadores tradicionales del clima están basados sobre todo en observaciones ecológicas. De esta manera el comportamiento de los animales y plantas tanto silvestres como domesticadas, le dan al campesino pautas para prever si se aproxima una helada, granizo, sequía, o inundación. Con base en ellas puede anticipar o retrasar el tiempo de siembra o cosecha. Otros indicadores tradicionales son la observación astronómica y la práctica de ritos y celebraciones religiosas.

Los saberes locales andinos utilizan indicadores bióticos para prever las condiciones hidroclimáticas del ciclo agrícola, y permiten a las comunidades campesinas pronosticar los resultados de la producción. Por tanto, se constituyen en sistemas de predicción climática y base del sistema de información agroclimatológica local.

En la tecnología actual, se realizan sistemas predicción climática y alerta temprana con la incorporación de un conjunto de capacidades tecnológicas para generar y difundir información de alerta que sea oportuna y significativa, con el fin personas, comunidades y las organizaciones amenazadas se preparen y actúen en forma apropiada, y con suficiente tiempo de anticipación para reducir la posibilidad de que se produzcan pérdidas o daños (EIRD, 2009. En: PNUD, 2011)

En Bolivia se han realizado iniciativas de Alerta Climatológica en instituciones como SENAMHI; SEARPI; SEMENA; vivir con el agua (VRHR-MMAyA); SIAGERSA, Gobierno Municipal de La Paz, orientadas principalmente al monitoreo de eventos hidrometeorológicos, en determinadas cuencas hidrográficas.

Por ejemplo, SENAMHI cuenta con estaciones en la Cuenca del Pilcomayo contribuyendo al sistema de vigilancia trinacional del Rio Pilcomayo (Argentina, Paraguay, Bolivia). También ha incorporado el sistema DEWETRA para el alerta agroclimatológico en coordinación con el VIDECI y MDRT

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras tiene como objetivo de gestión 2013, organizar e implementar mecanismos de protección de riesgos a la producción agropecuaria, mediante la prevención, reducción y manejo de desastres. Donde se incluye la actividad de “Revalorización del Saber Local y Prácticas ancestrales

para la Gestión del Riesgo Agropecuario frente al cambio climático en tierras altas y bajas”. (p.39)

Desarrollo del Estudio de Caso

(Otero, 2014):

Se realiza el Manejo de indicadores de la comunidad Yarvicoya del Ayllu Aransaya o la caracterización del municipio de Tiahuanacu en los aspectos territoriales, hidrometeorológicos y socioeconómicos a fin de conocer el ámbito del Estudio y orientar la encuesta realizada para analizar la percepción del cambio climático, la resiliencia ante eventos adversos y dar las conclusiones-recomendaciones correspondientes.

Caracterización del Municipio de Tiahuanacu. Ubicación Geográfica

El Municipio de Tiahuanacu o Tiwanaku pertenece a la tercera sección de la provincia Ingavi del departamento de La Paz. Geográficamente ocupa el territorio de la región oeste del departamento; el mismo se encuentra ubicado a una distancia de 72 kilómetros de la ciudad de La Paz, sobre la principal carretera (ruta internacional) que se dirige hacia el río Desaguadero.

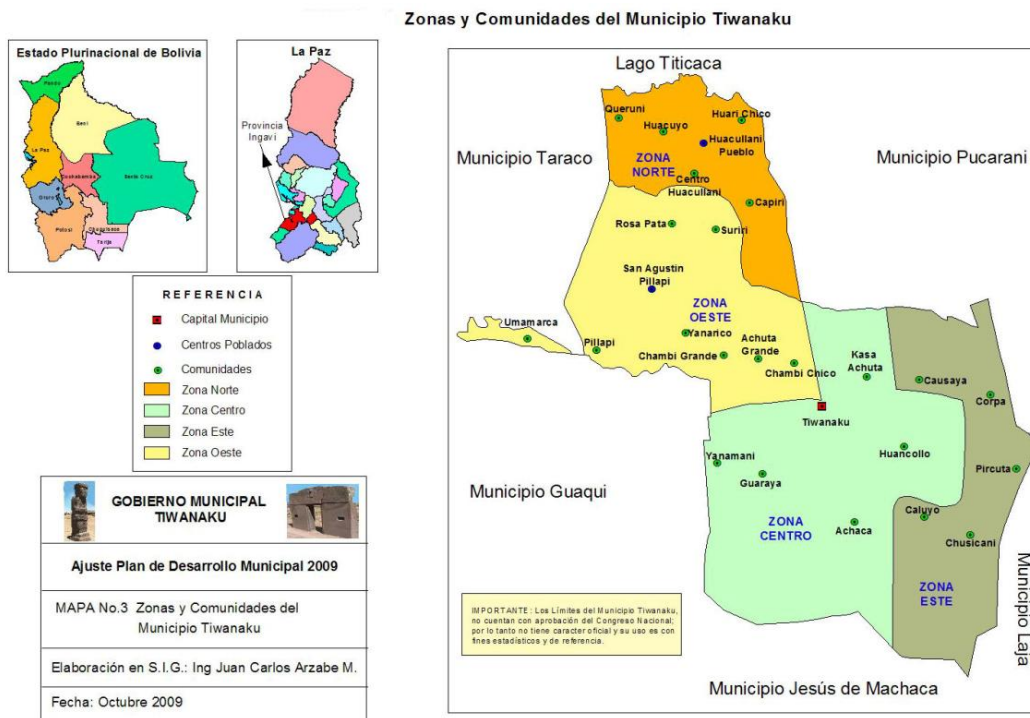
Latitud y longitud

El territorio del Municipio de Tiwanaku, se sitúa en las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud Sur	:	16°25'8.58''	-	16°41'21.03''
Longitud Oeste	:	68°51'18.15''	-	68°35'14.34''

Población: 12 000 hab.

Figura 3.4. Mapa de Zonas y Comunidades del Municipio de Tiahuanacu.



Fuente: (Otero, 2014, obtenido de POA GAM. Tiahuanacu 2013)

Hidrografía

La subcuenca de Tiahuanacu pertenece a la cuenca endorreica del Lago Titicaca que forma parte del Sistema Endorreico: Titicaca – Desaguadero-Poopó- Salar de Coipasa Sistema TDPS.

En la figura siguiente se identifica la subcuenca de Tiahuanacu según la delimitación de las Cuencas UH de Nivel-5 de Bolivia (Plataforma Sectorial del Plan Nacional de Cuencas). www.cuencasbolivia.org). (p.40)

Figura 3.5. Ubicación de la subcuenca Tiahuanacu en mapa de Cuencas Bolivia.



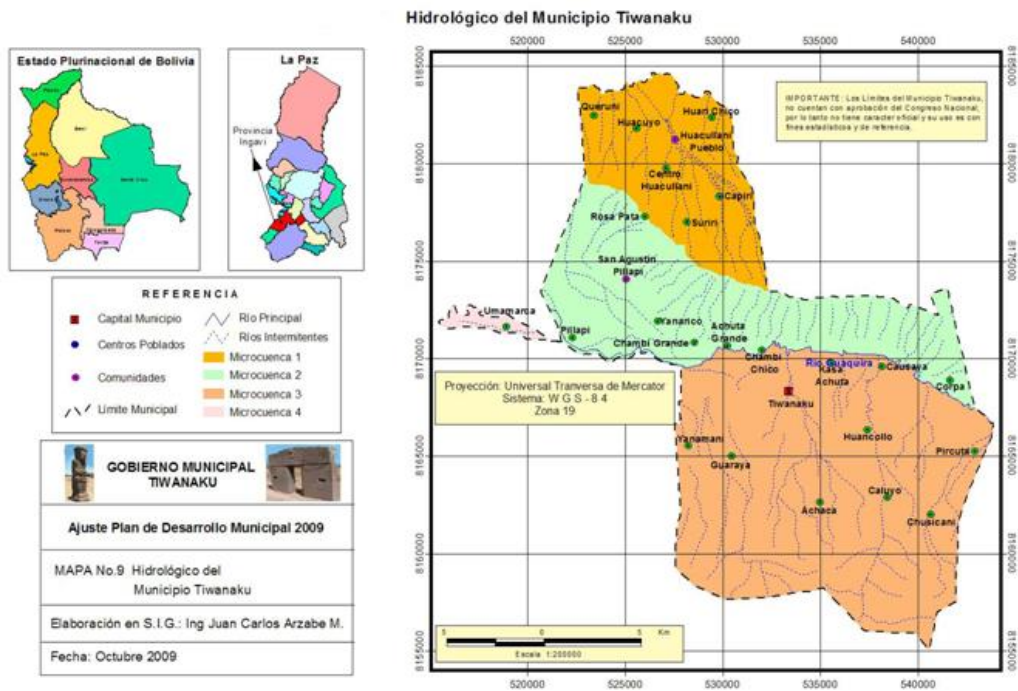
Fuente: (Otero, 2014 obtenido de www.cuencasbolivia.org)

(Otero, 2014):

La región está caracterizada por el alto riesgo climático y predominancia de condiciones extremas para los organismos ya sean silvestres o cultivados-criados. En los últimos años han aparecido indicios claros del cambio climático a nivel mundial, a raíz del calentamiento global y mayormente expresado en un incremento de los promedios de temperaturas. (ALT, Sistema TDPS)

A continuación, se incluye el mapa hidrológico de la subcuenca Tiahuanacu. (p.40)

Figura 3.6. Mapa Hidrológico Subcuenca de Tiahuanacu.



Nota: POA 2013 – Municipio Tiahuanacu SIG GAM, Tiahuanacu 2013

Fuente: (Otero, 2014)

.Flora

(Otero, 2014):

El municipio de Tiahuanacu ha identificado más de 100 especies de plantas herbáceas, pertenecientes a diferentes familias de plantas principalmente gramíneas, leguminosas y otras, que son características similares de la ecorregión altiplánica, sin embargo, con influencia lacustre, por el Lago Titicaca, se desarrollan otro tipo de plantas principalmente acuáticas.

La flora entendida como el conjunto de plantas que crecen en una región, se identificaron especies nativas que paulatina disminuyen debido a la degradación del suelo y las condiciones climáticas adversas.

A partir de los 3.812 m.s.n.m. la vegetación es abundante en Chilliwa e Ichu donde sus densidades varían según la intensidad de pastoreo. En zonas más bajas se encuentran arbustos, sobre todo de la familia *Baccharis sp.* (Thola, Añawayá).

En el lecho de los ríos y en los bordes de canales de riego, crece vegetación de pradera (*Alnus sp*, *Berberis ciliata*, etc.). Relictos de bosque makapaki, chachacoma y koa que se encuentran en la zona de puna del municipio. (p.41)

Fauna

(Otero, 2014):

La fauna, se define como el conjunto de animales o especies en estado salvaje que forman poblaciones estables e integradas en las diferentes comunidades.

Muchas de estas especies de animales silvestres se constituyen como perjudiciales para la producción agrícola tal como la liebre, y producción pecuaria como el zorro, águila, halcón, que atacan al ganado ovino y aves domésticas.

La choca (pato silvestre) es un ave acuática apetecida por su carne y huevos que se desarrolla en el sector del Lago Titicaca. (p.41)

Figura 3.7. Choca (pato silvestre)



Fuente: (Otero, 2014)

Riesgos Climáticos

(Otero, 2014):

Las principales inclemencias climáticas del municipio de Tiahuanacu, son la helada y el granizo, con respecto al primero, éste se presenta a lo largo de todo el año, pero principalmente en los meses de Febrero, Marzo y Abril en plena época de floración de los cultivos, principalmente la papa, afectando así mismo a los pobladores en cuanto a su salud (resfríos)

El granizo, afecta en la misma época de ocurrencia que la helada, de un momento para otro, por descompensación climática, dañando a los cultivos principalmente.

La sequía es otro fenómeno que con el pasar de los años se torna más grave, ya que debido al fenómeno del “calentamiento global”, las lluvias no son uniformes y se dan de un momento para otro, además que la radiación solar es más fuerte, situación que se manifiesta en verano, afectando especialmente a los mantos acuíferos y por ende a la actividad agropecuaria y al ser humano finalmente.

El Plan de Desarrollo Municipal de Tiwanaku 2013, indica que los mayores riesgos climáticos son los siguientes: heladas, granizos, inundaciones, sequías, que afectan principalmente la producción agrícola.

Contexto socioeconómico y cultural

El Municipio de Tiahuanacu, dentro el sector productivo cuenta con 75% de generación lechera de bovinos y ovinos. Los productores llevan la leche a unos reservorios y cuando tienen toda la leche de la comunidad, ésta es trasladada a la fábrica PIL de la ciudad de El Alto para ser procesada e industrializada. Asimismo, existe la producción de papa con asociaciones de paperos a partir de 2005, entre los cuales están PROSUCO, UNAPA Y los Yapuchiris; quienes celebran la fiesta de la papa en marzo, mediante el manejo de los Sukacollus (disposición de los sembradíos en terrazas, que los ancestros Tiwanacotas descubrieron junto a la papa originaria o Imilla). La infraestructura productiva está actualmente con un plan de riego apoyado por su actual alcaldesa. El problema en Tiahuanacu es la falta de riego a gran alcance.

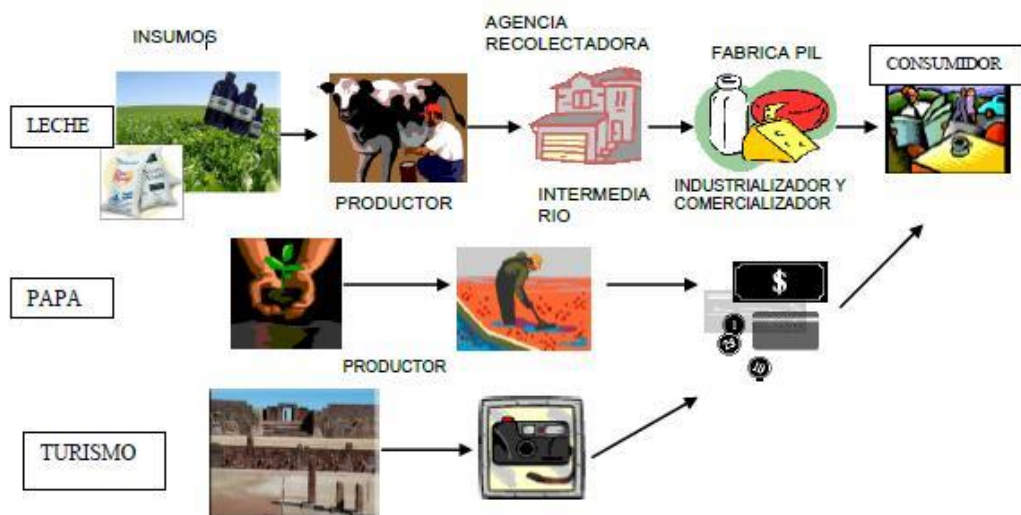
Descripción del proceso productivo

Cada productor guarda las semillas o papa vieja “kisa”, se la siembra los primeros días de noviembre que es la época de San Clemente.

Cuando no hay semillas tienen que comprarlas, pero arguyen con esas semillas sale la papa fea y agria. Como abono utilizan la urea de sus animales o la compran como urea química, así dicen que sale rica la papa. Actualmente, hay mucho pulgón en la papa y utilizan insecticidas para este problema.

En lo que respecta a la papa, el problema más grande es la helada, así que quieren saber cómo recuperar y contrarrestar eso. Les gustaría saber aspectos meteorológicos para prever la helada, porque ahora varían mucho las estaciones, ellos perciben que es más seco. En este municipio, para producir más, practican el Ayni (hoy por ti y mañana por mí). También se dedican a la las artesanías de arcilla, se utiliza la arcilla del lugar, por ser Tiahuanacu centro turistico. (p.41)

Figura 3.8. Actores de los Sectores productivos-Esquema. Producción



Fuente:(Otero, 2014):

Los agricultores de Tiahuanacu obtienen semillas de papa en La Paz cuando no tienen acceso a la feria local los domingos. En este caso, los consumidores son los propios habitantes de la comunidad de Tiahuanacu. Los artesanos que trabajan con arcilla toman prestada la arcilla de sus vecinos para elaborar objetos

artesanales, los cuales venden a los comerciantes locales, quienes a su vez los comercializan a los turistas que visitan el complejo de Tiahuanacu.

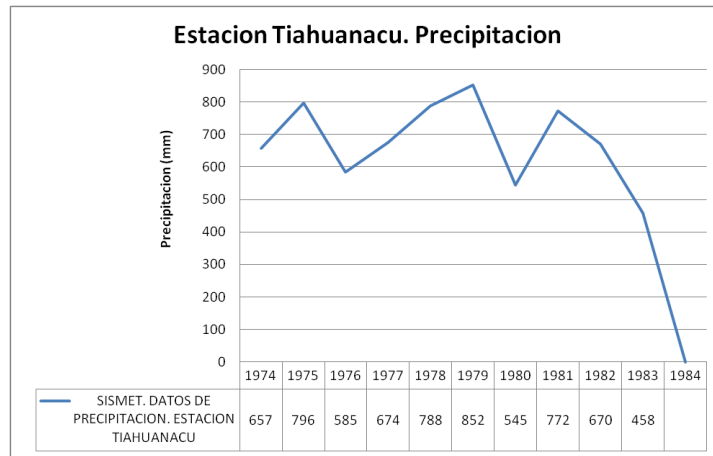
Por otro lado, las artesanas textiles adquieren lana para confeccionar productos de llama y alpaca, los cuales venden a los distribuidores de textiles en el complejo turístico. Estos distribuidores, a su vez, venden los productos a los turistas que visitan la zona. Los comunarios que ofrecen servicios turísticos se organizan en grupos para realizar tours de tres días, aunque aún no coordinan entre sí de manera formal ni tienen acuerdos con agencias de turismo en La Paz.

Los criadores de ganado compran forraje en La Paz para sus animales, producen leche y queso y venden estos productos a los reservorios de leche local. La leche recolectada de todas las comunidades de Tiahuanacu se vende a la fábrica Pil Andina, donde se industrializa y se comercializa en los mercados y agencias de La Paz, así como en toda Bolivia. Este proceso está liderado por los lecheros que forman parte de la asociación lechera APEL. Aquellos que no están asociados llevan su leche y queso a La Paz para venderlos, estableciendo conexiones con clientes pasteleros y consumidores directos.

Para identificar las variaciones climáticas en el Municipio de Tiahuanacu, se lleva a cabo un análisis de los datos de la estación meteorológica de Tiahuanacu del SENAMHI correspondientes al período 1975-2012.

A continuación, se incluyen los gráficos correspondientes de precipitación (mm)

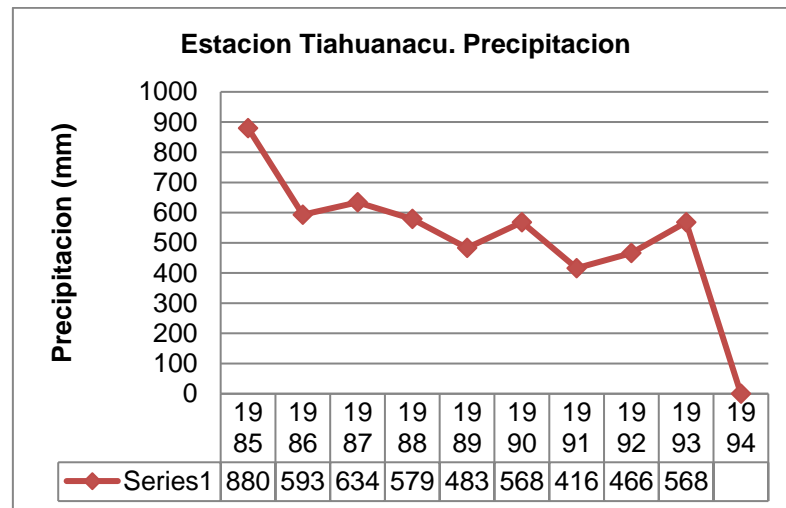
Figura 3.9. Registro de Precipitación Anual (1974-1984)



Fuente: (Otero, 2014)

La figura anterior indica que el año 1983 registra la menor precipitación del periodo 1974-1984 igual a 458 mm, y coincide con la gran sequía de 1983, que terminó con muchas especies nativas de la propia producción de papa en el altiplano.

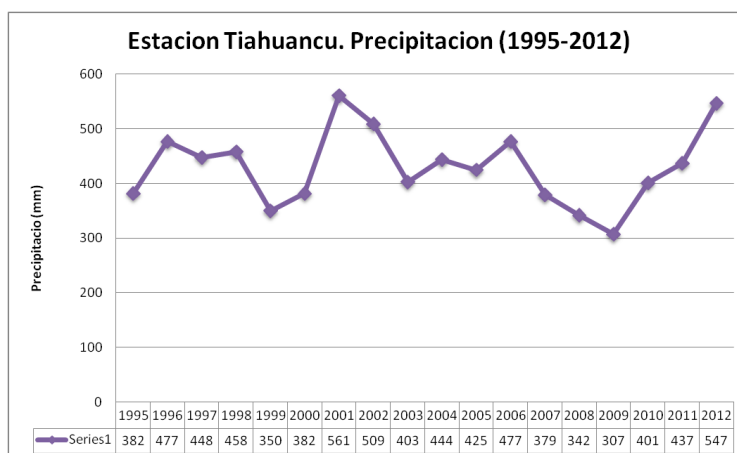
Figura 3.10. Registro de Precipitación Anual (1984-1994)



Fuente: (Otero, 2014):

La figura anterior indica que el año 1991 registra la menor precipitación del periodo 1984-1994 igual a 416 mm y corresponde a un año de sequía.

Figura 3.11.Registro de Precipitación Anual (1995-2012)



Fuente: (Otero, 2014)

En la figura anterior se aprecia que para el periodo 1995-2012, los valores mínimos de precipitación son menores al registro del periodo 1984-1994. A pesar de que el municipio indica de la presencia de áreas inundadas en el periodo 2011-2012, el registro pluviométrico anual no percibe este fenómeno. Se puede inferir que hay una notable disminución de las precipitaciones anuales como se caracteriza en una marcada variabilidad climática al disminuir 100 mm la precipitación promedio de la década del año del 80 que era del rango de 550 a 500 mm a las décadas actuales con un rango actual de precipitación promedio anual de 450 a 400 mm

El año 2011 la precipitación del mes de febrero fue superior 113 mm a las precipitaciones mensuales de febrero de años anteriores y se infiere que ésta haya producido la inundación en Tiahuanacu.

Sistema Integral de Información Agroclimatológica para la Gestión del Riesgo y la Seguridad Alimentaria con Soberanía (SIAGERSA) en Tiahuanacu

El municipio de Tiahuanacu, implementa el Sistema Integral de Información Agroclimatológica para la Gestión del Riesgo y la Seguridad Alimentaria con Soberanía (SIAGERSA), donde realiza los pronósticos locales mediante indicadores naturales, que son generados por los observadores locales agroclimáticos, que están estrechamente relacionados a las prácticas agrícolas.

Para fines consiguientes realiza la difusión de los pronósticos mencionados en medios locales de comunicación, Radio Kollasuyo y Canal 13. También se realizan jornadas de análisis y difusión de pronósticos locales.

Para el análisis y perspectivas del comportamiento climático en el municipio, se utilizan los datos climatológicos evaluados por la Unidad de Contingencia Rural (UCR) del Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario (VDRA), dependiente del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), principalmente con datos de precipitación.

Como parte del Programa de Gestión de Riesgos y Desastres (PGRD) que ejecuta PROSUCO se establece la importancia de fortalecer las capacidades locales para enfrentar los riesgos climáticos a través de la complementación de los saberes ancestrales con datos científicos para mejorar la producción frente al cambio climático. El trabajo se realiza con líderes campesinos llamados “yapuchiris”, que, a través de los procesos de experimentación, intercambio de experiencias y difusión de campesino a campesino desarrollan y difunden técnicas mejoradas, entre otros, el manejo de biodindicadores. PROSUCO, trabaja en los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí y Chuquisaca.

Encuesta al Municipio de Tiahuanacu

(Otero, 2014):

Para fines consiguientes de llevar a cabo la encuesta se realiza una encuesta a la Unidad de Gestión de Riesgos del Municipio de Tiahuanacu y 3 comunidades. La encuesta identifica las condiciones de amenazas y riesgos en el Municipio de Tiahuanacu, la percepción de la medición del Sistema Hidrometeorológico Convencional y el Sistema Agroclimatológico – Saberes Locales, además se identifica el contexto socioeconómico en condiciones normales, durante o luego del evento adverso.

A continuación, se muestra la estructura de la encuesta realizada en el Municipio de Tiahuanacu:

Tabla 3.4. Inundación periodo 2010-2011. Afectación de sembradíos

Nº	DESCRIPCIÓN
I, II, III	Datos Generales: Fecha, Identificación Geográfica, Personas Entrevistadas
IV	Principales Amenazas
V	Percepción de Efectos por el Cambio Climático
VI	Fuentes Principales de Ingreso
VII	Seguridad Alimentaria
VIII	Estrategias de Supervivencia
IX	Producción Agrícola Promedio
X	Análisis Económico Promedio Anual
XI	Producción Pecuaria Promedio
XII	Principal Fuente de Agua
XIII	Sistema Hidrometeorológico Convencional
XIV	Sistema Agroclimatológico Saberes Locales
XV	Recomendaciones para enfrentar los eventos adversos y el cambio climático
XVI	Recomendaciones para mejorar/implementar los sistemas hidrometeorológicos/agro climatológicos convencionales y de saberes locales

Fuente: (Otero, 2014)

Cada respuesta dada por el encuestado se pondera con el valor de uno (1), en caso de no haber respuesta es cero (0), y el análisis se realiza en función del total de respuestas dadas al tema específico.

(Otero, 2014):

Análisis de las capacidades técnicas y saberes locales para el pronóstico agroclimatológico en el municipio de Tiahuanacu.

El análisis que se realiza se orienta a identificar la relación de las capacidades técnicas que se establecen mediante las acciones de seguimiento y control

hidrometeoro lógico convencional y de saberes locales con las actividades que desarrollan las comunidades de Tiahuanacu.

El muestreo se realiza mediante encuestas a la unidad de gestión de riesgos UGR, de Tiahuanacu y las 3 comunidades entrevistadas.

La encuesta confirma que en el municipio de Tiahuanacu las mayores amenazas son: la sequía, contaminación del agua, granizada, helada y los recientes vientos huracanados, como se indica en la tabla siguiente de “Percepción de amenazas” donde por ejemplo 100 % de las comunidades entrevistadas coinciden que la “Sequia” es la amenaza principal.

Además, los encuestados mencionan adicionales amenazas como ser: vientos huracanados, contaminación del aire por carreteras y en menor proporción inundaciones, rayos, tormentas y plagas.

Las mayores amenazas recordadas por los encuestados son las **Inundaciones** de 1983 y 2010 - 2011, las **heladas** del periodo 1996-1997, y las **sequias** de los periodos 1991, y 1996-1997. (p.42)

Figura 3.12. Inundación periodo 2010-2011. Afectación de sembradíos



Fuente: (Otero, 2014)

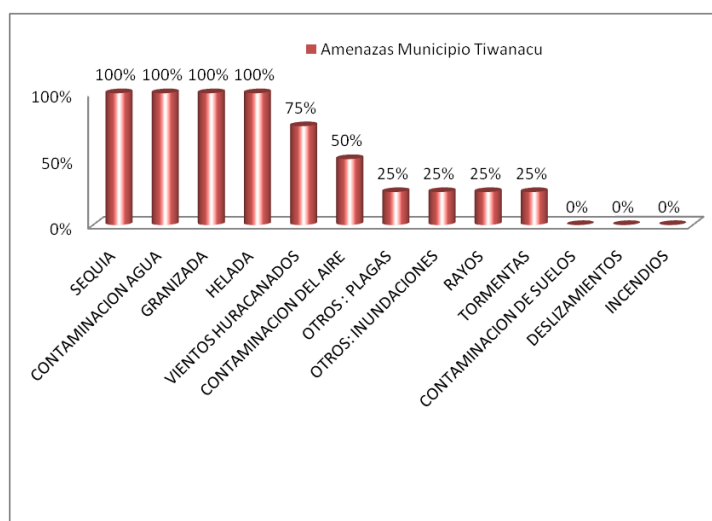
La tabla y grafico siguiente identifica la percepción de las amenazas en población encuestada en relación con su condición climática, eventos adversos.

Tabla 3.5. Percepción de Amenazas. Municipio de Tiahuanacu

	% de Respuestas
SEQUIA	100%
CONTAMINACIÓN AGUA	100%
GRANIZADA	100%
HELADA	100%
VIENTOS HURACANADOS	75%
CONTAMINACIÓN DEL AIRE	50%
OTROS: PLAGAS	25%
OTROS: INUNDACIONES	25%
RAYOS	25%
TORMENTAS	25%
CONTAMINACIÓN DE SUELOS	0%
DESLIZAMIENTOS	0%
INCENDIOS	0%
GRADOS DE AMENAZA	
ALTA	75%-100%
MEDIA	26% -50%
BAJA	<=25%

Fuente: (Otero, 2014)

Figura 3.13. Diagrama de la percepción amenazas de los entrevistados



Fuente: (Otero, 2014)

3.4.2.1.3 Efectos por Cambio Climático

(Otero, 2014) :

Las principales variables donde se percibe el cambio climático en el municipio y comunidades encuestadas son la temperatura, radiación solar, viento y la disminución de la lluvia, humedad del aire, flora y fauna.

La variación de humedad de suelo, fuentes de agua (ríos y cuerpos de agua), depende de la zona, pues en algunos casos hay un aumento y en otra disminución. En especial la comunidad de Chambi Chico expresa incremento de la humedad de suelo posiblemente por efecto de las inundaciones que menciona anteriormente e identifica que las inundaciones que ocurren afectan a los bofedales.

Se indica el resumen de la percepción del cambio climático, en los últimos años, con respecto a las variables climatológicas como bióticas (Ej. flora y fauna) donde se hace diferencia entre cuales variables van en incremento o disminución.

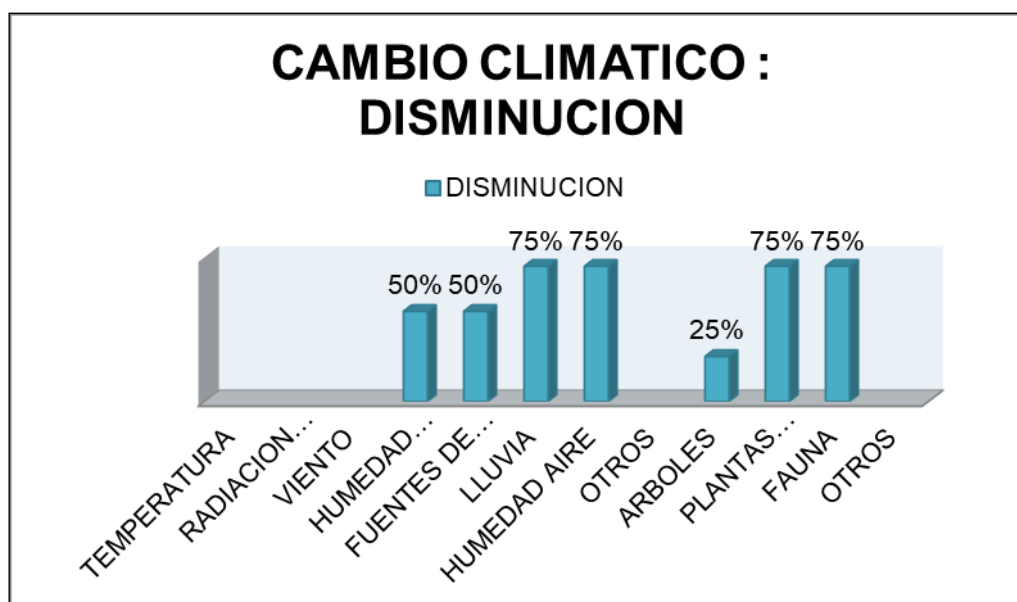
Por ejemplo, el 100 % de los entrevistados perciben que la temperatura ha aumentado los últimos años y el 75 % de los entrevistados perciben que la lluvia ha disminuido. (p.42)

Tabla 3.6. Efectos por Cambio Climatológico

Efectos por Cambio Climatológico		
VARIABLE	INCREMENTO	DISMINUCIÓN
TEMPERATURA	100%	
RADIACIÓN SOLAR	100%	
VIENTO	75%	
HUMEDAD SUELO	50%	-50%
FUENTES DE AGUA	50%	-50%
LLUVIA	25%	-75%
HUMEDAD AIRE	25%	-75%
OTROS	25%	
ARBOLES		-25%
PLANTAS SILVESTRES		-75%
FAUNA		-75%
OTROS: Bofedales		-25%

Fuente: (Otero, 2014)

Figura 3.14. Disminución de Fuentes hídricas y otros por cambio climático



Fuente: (Otero, 2014)

Las fuentes principales de ingreso de las familias son identificadas mediante actividades económicas según dos situaciones: Condiciones Normales y Luego de un Evento Adverso, para cada caso y actividad se da la opción de identificar 3 alternativas de importancia: con la ponderación de 3 a la de mayor importancia, 2 media importancia y 1 de leve importancia.

En condiciones normales, de acuerdo con la encuesta, la principal actividad es la venta de productos pecuarios: leche, queso y ganado (ovejas, chancho, vaca) y le sigue la venta de productos agrícolas, que se identifica en la tabla y gráfico correspondientes con la mayor ponderación (12), es decir es la principal actividad para todas las comunidades entrevistadas.

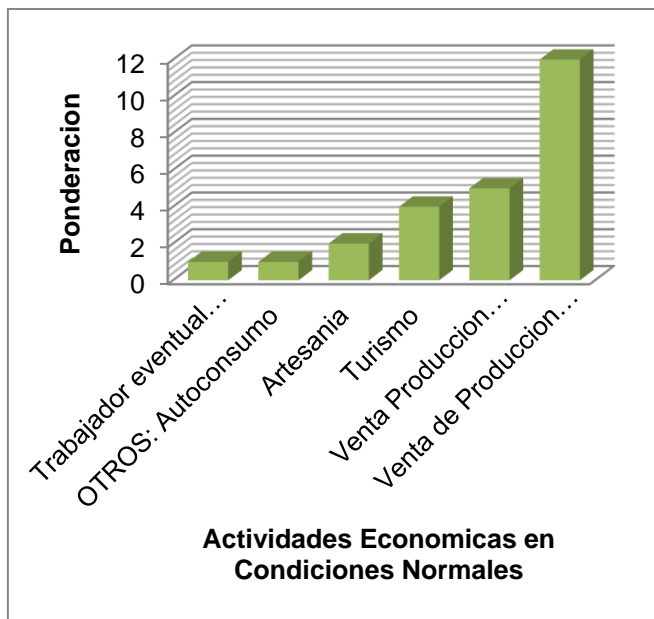
Luego de un evento adverso, las actividades principales se siguen realizando, pero se adicionan otras como trabajos eventuales en la población de Tiahuanacu o en la ciudad de El Alto, etc., también la artesanía y turismo. La migración es una opción importante luego de un evento adverso, y recibe la mayor ponderación (6).

Figura 3.15. Actividades Económicas. Municipio Tiahuanacu

Tabla. Actividades Economicas Municipio Tiawanacu					
	ACTIVIDAD ECONOMICA	PONDERACION		ACTIVIDAD ECONOMICA	PONDERACION
NORMALMENTE	Trabajador eventual (jornalero)	1	LUEGO DE UN EVENTO ADVERSO	Venta de Produccion Pecuaria	2
	OTROS: Autoconsumo	1		Artesania	2
	Artesania	2		Turismo	2
	Turismo	4		Trabajador eventual (jornalero)	4
	Venta Produccion Agricola	5		Venta Produccion Agricola	5
	Venta de Produccion Pecuaria	12		OTROS: Migración	6

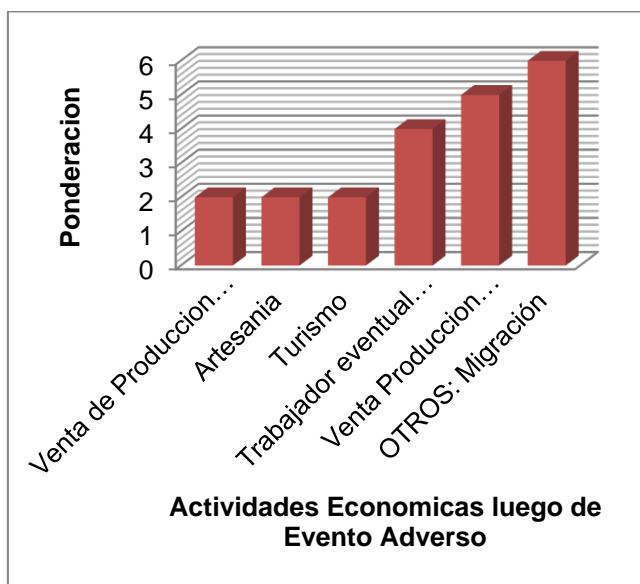
Fuente: (Otero, 2014)

Figura 3.16. Actividades Económicas. Municipio Tiahuanacu antes del evento adverso



Fuente: (Otero, 2014)

Figura3.17. Actividades Económicas. Municipio Tiahuanacu después evento adverso



Fuente: (Otero, 2014)

Seguridad Alimentaria

En condiciones normales, los alimentos provienen principalmente de productos agrícolas y pecuarios como indica la mayor ponderación obtenida (12), y compra de mercado con ponderación de 8.

En condiciones adversas, las fuentes de alimentos se dispersan con la primera opción de compra de mercado, productos agropecuarios y asistencia alimentaria.

Figura 3.18. Seguridad Alimentaria.

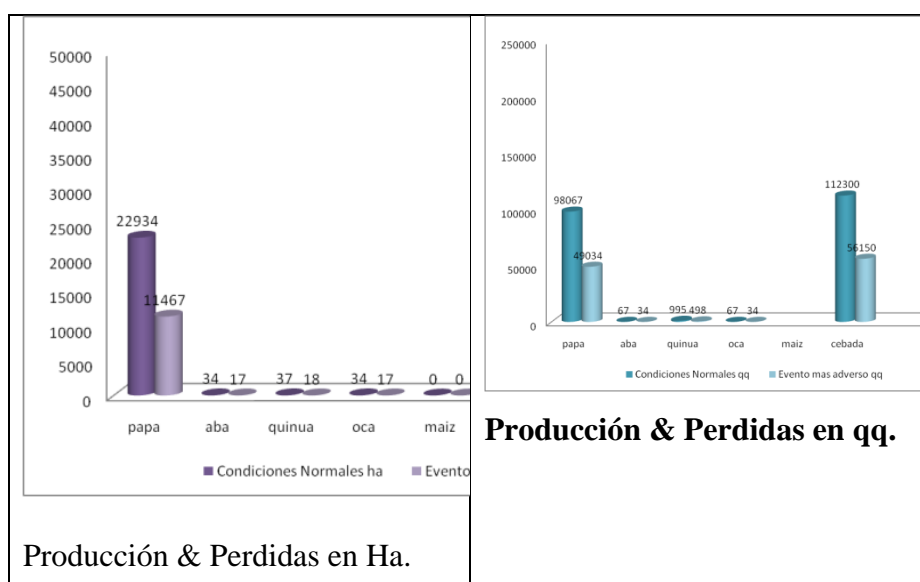
		FUENTES DE OBTENCION DE ALIMENTOS	PONDERACION
NORMALMENTE		Compra en el Mercado	8
		Produccion Propia (Agricola y Pecuaria)	12
		Pesca	1
		Asistencia Alimentaria	0
		Otra:	1
		FUENTES DE OBTENCION DE ALIMENTOS	PONDERACION
LUEGO DE UN EVENTO ADVERSO		Compra en el Mercado	8
		Produccion Propia (Agricola y Pecuaria)	5
		Pesca	0
		Asistencia Alimentaria	3
		Otra:	0

Fuente: (Otero, 2014)

Producción Agrícola Promedio

Dependiendo de las comunidades, las pérdidas durante un evento adverso oscilan entre 50% y 100% de la producción. Por ejemplo, la comunidad de Chambi Chico indica pérdidas de 90% a 100%.

Figura 3.19. Producción agrícola promedio Tiahuanacu



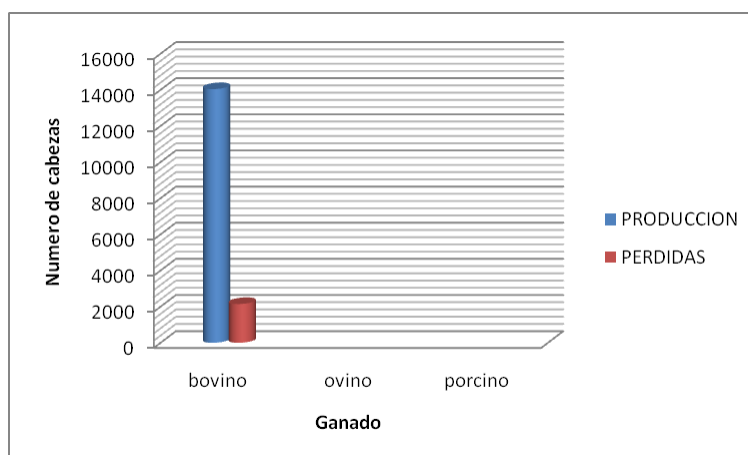
Fuente:
(Otero, 2014)

Producción

pecuaria promedio anual

Siendo la principal producción del municipio, la lechería, etc., la crianza de ganado bovino se desarrolla con mayor fuerza, cuando al menos hay 14 042 cabezas y en caso de evento adverso se tienen pérdidas de 2137 cabezas aproximadamente. Como se indica en el grafico siguiente:

Figura 3.20. Producción pecuaria promedio anual



Fuente: (Otero, 2014)

3.4.2.1.4 Principal Fuente de Agua

(Otero, 2014):

Las comunidades tienen diferentes opciones de abastecimiento de agua para diferentes usos donde su preferencia en condiciones normales es mediante: Red domiciliaria, pozo con motor, y durante algún evento adverso se mantiene el uso de red domiciliaria, y se elimina el uso de pozo familiar sin motor, atajados y disminuyen el uso de río/vertiente.

El reemplazo de fuentes que realizan las comunidades, durante un evento adverso, es característico de una situación de disminución de los niveles freáticos y de la disponibilidad de fuentes de agua (sequía).

Las comunidades expresan preocupación respecto a la disminución de fuentes de agua y la variación de la calidad del agua.

Figura 3.21. Sistema Hidrometeorológico Convencional

PREGUNTA XIII SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO CONVENCIONAL						
PARAMETRO MEDIDO	TIAWANACU	SENAMHI	HUANCOLLO	PILLAPI	CHAMBI CHICO	TOTAL
LLUVIA	5	1	0	0	0	6
TEMPERATURA	2	1	0	0	0	3
VIENTO	1	1	0	0	0	2
RADIACION SOLAR	1	1	0	0	0	2
PRESION			0	0	0	0
HUMEDAD DEL SUELO	1		0	0	0	1
HUMEDAD DEL AIRE	1		0	0	0	1
NIVELES DE AGUA	0		0	0	0	0
CAUDALES DE AGUA	0		0	0	0	0
POZOS	24		0	0	0	24
OTROS (ESPECIFICAR)						
OBSERVACIONES	estacion agrometeorologica en Pircuta					
COMO CONOCE LA INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA	TV, RADIO, LOCALES		INDICADORES BIOLC	NUBOSIDAD	NUBOSIDAD	

Fuente: (Otero, 2014)

Las comunidades de Pillapi, Huancollo y Chambi Chico desconocen la existencia de estaciones meteorológicas convencionales, y el seguimiento meteorológico lo realizan con la nubosidad y los indicadores biológicos. Y algunas comunidades no toman conocimiento de la información climatológica difundida por el municipio en TV y radio local.

Sin embargo, el Municipio de Tiahuanacu informó que cuenta con varias estaciones hidrometeorológicas de las cuales 5 miden precipitación (lluvia), 2 temperatura, 1 viento, 1 radiación solar, 1 humedad del suelo, a humedad del aire. Algunas están en Pillapi, y otras en las comunidades de Anarco, Quiqui, Kaluyo, Achaca, y la misma población de Tiahuanacu. Así también coordinan la obtención de información con las estaciones de SENAMHI localizadas en el Municipio de Tiahuanacu (4). Y difunde los pronósticos climatológicos por medios de TV y radio locales.

El municipio realiza el monitoreo de caudales en 24 pozos perforados (16 a 40 m profundidad) desde el año 2010 y cuenta con registro de datos del periodo 2010-2013.

El mes de septiembre de 2013, el Municipio de Tiahuanacu lanzó la licitación para la instalación de una estación agroclimatológica.

Hay responsables de las estaciones hidrometeorológicas llamados “Yapucamanis”, quienes indican que tienen estaciones de SENAMHI y Municipio.

3.4.2.1.5 Sistema Agroclimatológico Saberes Locales

Según la encuesta, los observadores locales, llamados "Pacha-Unjiris", centran su atención en identificar el grado de heladas para las actividades agrícolas, especialmente en los días 1, 2 y 3 de agosto. Utilizan diversos indicadores, como la visión de estrellas, ocaso, cielo despejado, nubosidad, neblina y el florecimiento de la leña (t-ula), para anticipar la siembra. Otros indicadores, como el huevo del Leque-Leque y las algas de ríos, se consideran en menor medida. Comparan sus observaciones con sistemas hidrometeorológicos convencionales y evalúan cómo los bioindicadores afectan las actividades agrícolas.

Indicadores Principales:

Nivel de heladas en los días 1, 2 y 3 de agosto.

Visión de estrellas, ocaso, cielo despejado, nubosidad, neblina (urpuntata), y florecimiento de la leña (t-ula) para anticipar la siembra.

Indicadores Secundarios:

Huevo del Leque-Leque y algas de ríos para prever la calidad de la cosecha.

Observadores Locales ("Pacha-Unjiris"):

Realizan comparaciones con eventos identificados por sistemas hidrometeorológicos convencionales.

Evalúan la influencia de los bioindicadores en las actividades agrícolas.

Aportes de Entrevistados Mayores:

Proporcionan antecedentes de fenómenos adversos vividos.

Informan sobre el retroceso del área de inundación afectada por la presencia del Lago Titicaca en los últimos 40 años.

Figura 3.22. Jornada de Bioindicadores, UGR-comunarios, Tiahuanacu



Fuente: (Otero, 2014)

A continuación, se identifica las vivencias respecto al Sistema Agroclimatólogo en la comunidad entrevistada.

Figura 3.23. Sistema Agroclimatólogo Saberes Locales

PREGUNTA XIV SISTEMA AGROCLIMATOLOGICO SABERES LOCALES					
EVENTO/INDICADOR	TIWANACU	HUANCOLLO	PILLAPI	CHAMBI CHICO	TOTAL
HELADA (agosto)/ESTRELLAS/OCASO/CIELO DESPEJADO	1	1	1	1	4
NEBLINA (urpuntata)	1		1	1	3
ALGAS DE RIOS-BUENA COSECHA	1			1	2
FLORECIMIENTO LEÑA (T'ULA)-INICIO DE SIEMBRA	1		1	1	3
TORMENTAS/RAYO/GRANIZADA-HUEVO LEQUE LEQUE	1		1		2
HELADA -ALMANAQUE ARGOTE			1		1
¿COMO CONOCE LA INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA?	TV, RADIO, LOCALES, EVENTOS Y JORNADAS DE BIOINDICADORES	SE PASAN LA VOZ ENTRE LOS FAMILIARES	ESCUCHAN RADIO	JORNADAS, ESPACION MUNICIPAL, RADIO LOCAL	

Fuente: (Otero, 2014)

3.4.2.1.6 Conclusiones

Se han establecido estrategias para sistemas de alerta temprana en sectores agropecuarios y del agua.

La resiliencia está ligada a conocimientos locales agrícolas ancestrales.

A pesar de esfuerzos del Municipio de Tiahuanacu, la conexión con la actividad principal, la producción lechera, carece de apoyo tecnológico.

Datos de precipitación indican un cambio climático, afectando la disponibilidad de agua. Los sistemas hidrometeorológicos son insuficientes y no consideran la influencia del Lago Titicaca según comunarios.

El POA municipal no incorpora tecnología para alertas. Aunque reconocida por turismo, las actividades y pronósticos no se orientan a ello.

El sistema de información agroclimatológico convencional no es eficiente. La sostenibilidad de saberes locales e indicadores depende de memoria documentada. La sostenibilidad de indicadores biológicos requiere investigación y control ambiental.

Saberes locales ancestrales están en riesgo por variabilidad climática y falta de agua. Aunque Tiahuanacu destaca por turismo, los entrevistados no valoran su importancia, a pesar de su posible resiliencia. (p.43)

3.4.2.1.7 Recomendaciones

(Otero, 2014):

Las sugerencias proporcionadas por los encuestados para hacer frente a eventos adversos y al cambio climático abarcan diversas áreas:

Producción Agrícola:

Mejora de semillas y uso de fertilizantes geológicos no químicos.

Enfoque en semillas de papa y quinua real.

Mejora en la infraestructura productiva y el manejo de biofertilizantes y riego.

Producción Agropecuaria:

Implementación de forraje de alfalfa para mitigar el efecto invernadero.

Mejoramiento del ganado y la infraestructura productiva.

Recuperación de especies forrajeras nativas o implementación de nuevas especies.

Proyectos de manejo de cuencas y residuos sólidos.

Turismo:

Mejora de la calidad del agua y proyectos de agua.

Aumento de la cantidad de árboles.

Protección de la producción y su comercialización.

Recuperación de especies nativas.

Administrativos/Planificación/Otros:

Capacitación en producción y comercio agropecuario.

Fortalecimiento del COE, Plan de Contingencias y asignación de presupuesto a Partida 31.

Para mejorar/implementar sistemas hidrometeorológicos y agroclimatológicos:

Consolidación del Centro de Formación de Observadores Locales:

Participación de comunidades.

Integración de sistemas agroclimatológicos en SIAGERSA.

Mejora en la disponibilidad de estaciones y asignación de presupuesto.

Difusión de la Información de los Sistemas Hidro-Agroclimatológicos:

Participación comunitaria.

Difusión en TV, Radio y boletines.

Establecimiento de una Radio Emisora para las 23 comunidades.

Recomendaciones para el Establecimiento de un Sistema de Alerta Mixto:

Recapitulación, sistematización y difusión de saberes locales.

Incorporación de sistemas hidrometeorológicos y agroclimatológicos.

Estudios e investigaciones de medios de vida, flora, fauna, suelos, etc.

Análisis ecosistémico de las condiciones hídricas endorreicas.

Consideración de la influencia del Lago Titicaca en el seguimiento hidrometeorológico.

Investigaciones científicas sobre el comportamiento de indicadores biológicos.

Incorporación de actividades de mayor resiliencia, como el turismo y la arqueología. (p.44)

3.4.3 Caso 3. Estudio de Zonificación de Áreas de Riesgo y Medidas de Mitigación Deslizamiento Complejo Pampahasi – Callapa

3.4.3.1 Antecedentes

(M. N. Otero Valle, 2016):

El incremento de los desastres, cambio climático, variabilidad climática, así como la ocurrencia de eventos extremos han establecido la necesidad de promover acciones de gestión de riesgos,

Esta problemática exige mejorar o crear capacidades de reflexión, transformación e involucramiento de la población, los actores del desarrollo, de la ciencia, tecnología y la educación.

El “Estudio de Zonificación de Áreas de Riesgo y Medidas de Mitigación Deslizamiento Complejo Pampahasi – Callapa” ha sido seleccionado para su evaluación aplicando la técnica didáctica del Estudio de Casos en la temática de la Gestión de Riesgo Urbana de la ciudad de La Paz permitiendo identificar herramientas para un **aprendizaje desarrollador** (Castellanos D., 2002 citado por Díaz Valdés et al., 2010)

Este Estudio se selecciona en la investigación cualitativa en Gestión Integral de Riesgos Hídricos que actualmente realizo, dentro del Programa Rectoral del CEPIES-UMSA, Grupo VB (2010), para contribuir al fortalecimiento de la educación superior de la Ingeniería y Construcción en beneficio de sociedad y el medio ambiente. (p.55)

3.4.3.2 El Estudio de Caso dentro de la perspectiva didáctica

(M. N. Otero Valle, 2016):

Se ha seleccionado el Estudio de Zonificación de Áreas de Riesgo y Medidas de Mitigación Deslizamiento Complejo Pampahasi Callapa porque con él, se puede cumplir con la perspectiva didáctica, en la temática de la Gestión de Riesgo Urbana mediante los análisis de las metodologías utilizadas y el propio contenido de acuerdo con las condiciones propuestas por Mucchielli (1970):

Autenticidad: Ser una situación concreta, basada en la realidad

Urgencia de la Situación: Ser una situación problemática que provoca un diagnóstico o una decisión.

Orientación pedagógica: Ser una situación que puede proporcionar información y formación en un dominio del conocimiento o de la acción

Totalidad: Ser una situación total, es decir incluye toda la información necesaria y todos los hechos disponibles. (p.55)

3.4.3.3 La Problemática del Estudio de Caso. “Estudio de Zonificación de Áreas de Riesgo y Medidas de Mitigación Deslizamiento Complejo Pampahasi – Callapa”

(M. N. Otero Valle, 2016):

La ciudad de La Paz ha enfrentado numerosos desafíos geológicos debido a su ubicación, con más de 300 ríos y terrenos adversos. Uno de los eventos más significativos fue el deslizamiento ocurrido el 26 de febrero de 2011, donde un deslizamiento antiguo en la ladera oeste del Río Irpavi afectó a cinco barrios y destruyó alrededor de 1200 propiedades en una superficie de 140 hectáreas.

Como consecuencia de este deslizamiento, seis barrios más quedaron expuestos a riesgos similares, lo que llevó a la evacuación de 736 propiedades y a la modificación de la trama urbana en una franja de seguridad de entre 50 y 70 metros desde el escarpe del deslizamiento.

La magnitud del evento superó la capacidad de gestión del Gobierno Municipal de La Paz, lo que llevó al Gobierno del Estado Plurinacional a promover un estudio de zonificación de áreas de riesgo y medidas de mitigación, culminado en octubre de 2012 para su ejecución en el Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

En cuanto al saneamiento básico de la población afectada, las familias fueron evacuadas antes del deslizamiento en 2009 y posteriormente reubicadas en distintas viviendas, incluyendo albergues en Callapa, viviendas particulares, y viviendas de interés social en la ciudad de El Alto en colaboración con el Ministerio de Vivienda en 2012. (p.55)

(M. N. Otero Valle, 2016):

Para el aprovisionamiento de agua en albergues se aplicó la Norma Esfera, que luego se la incluyó en el Plan de Contingencias del Sector Agua(Nacional et al., 2013)

Figura 3.24. Vista Panorámica sector afectado. Deslizamiento Complejo Pampahasi-Callapa



Fuente: (Otero Valle, 2016a)

3.4.3.4 Fases del estudio de caso

3.4.3.4.1 Fase Preactiva del Estudio de Caso

(M. N. Otero Valle, 2016):

La fase preactiva del estudio está sintetizada en el objetivo del estudio, desarrollado mediante la recopilación de información, uso de recursos, técnicas necesarias y una temporalización, priorizando metas técnicas y socioeconómicas con la participación de la comunidad afectada (método participativo).

En la evaluación cualitativa de esta fase surge, por ejemplo, la interrogante si el objetivo implica la determinación de medidas ambientales para la mitigación de las vulnerabilidades encontradas.

Por consiguiente, puede replantearse todo el proceso de investigación realizado en este Estudio por la dinámica de crecimiento y desarrollo urbano.

Contar con un proyecto de zonificación de las áreas de riesgo, tanto en el cuerpo como en las zonas aledañas al escarpe y flancos del deslizamiento, que contemple medidas de mitigación de los riesgos, en el marco de la fase de rehabilitación y reconstrucción de las zonas afectadas.

El estudio estuvo orientado a resolver los problemas y riesgos de inestabilidad en el área del deslizamiento complejo, proponiendo lo siguiente:

Medidas estructurales y no estructurales,

Medidas que mitiguen los efectos de futuros deslizamientos y

Medidas que reduzcan vulnerabilidades y disminuyan el grado de exposición a las amenazas. (p.53)

3.4.3.4.2 Fase Interactiva del Estudio de Caso

(Otero Valle, 2016a)

La Metodología y Desarrollo del Estudio se desarrolló para lograr una interpretación heurística de la problemática del Deslizamiento Complejo Pampahasi-Callapa del 2011. Las temáticas son:

- Establecimiento de la línea Base
- Vulnerabilidad
- Medidas Estructurales y No Estructurales
- Zonificación. (p.55)

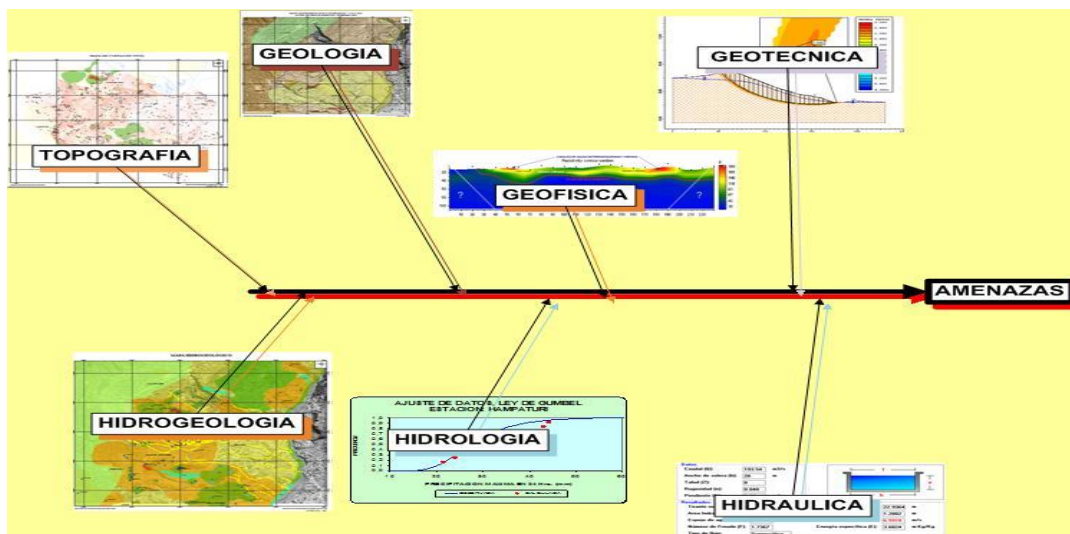
3.4.3.4.2.1 Establecimiento de la Línea Base como directriz del proyecto

(M. N. Otero Valle, 2016):

Se realizaron estudios básicos que permitieron caracterizar el estado de situación del área afectada sobre una información objetiva que facilitó la formulación y diseño de las medidas estructurales y no estructurales de mitigación de daños y rehabilitación de la zona.

Todos los procesos de investigación tanto a nivel técnico, de campo y social fueron de carácter participativo con los beneficiarios o damnificados de la zona afectada.

Figura 3.25. Mapa Conceptual de la Línea Base del Estudio.

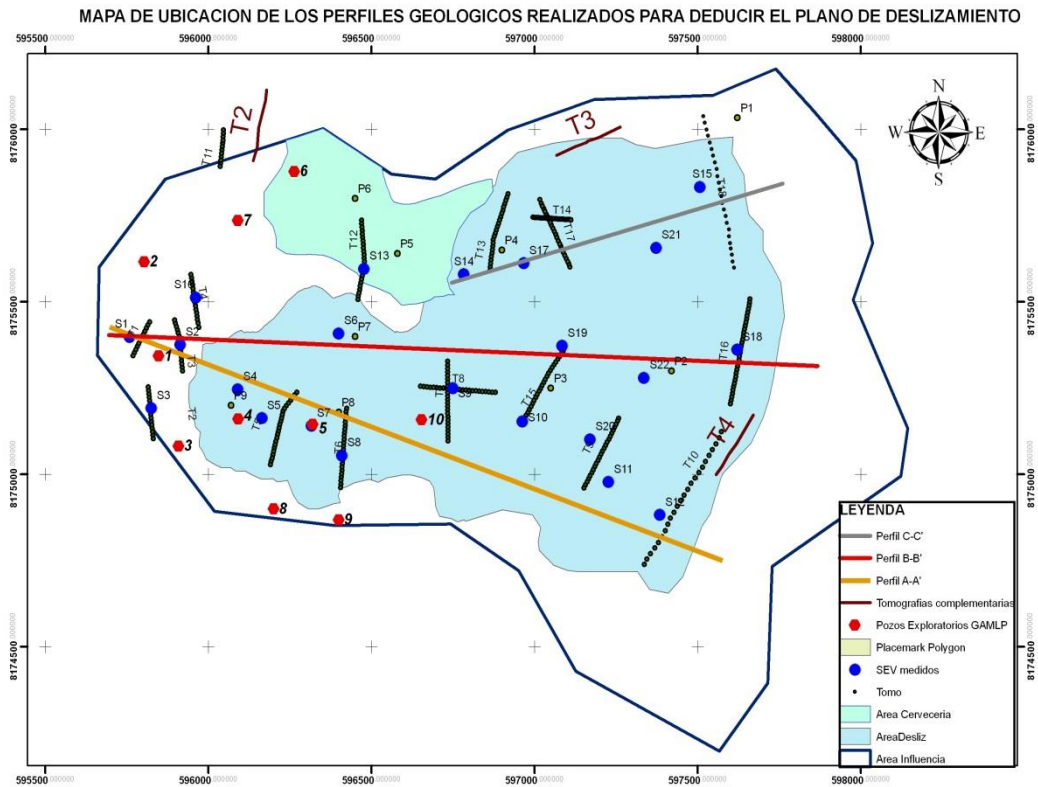


Fuente: (Otero Valle, 2016a)

3.4.3.4.3 Estudios técnicos logrados:

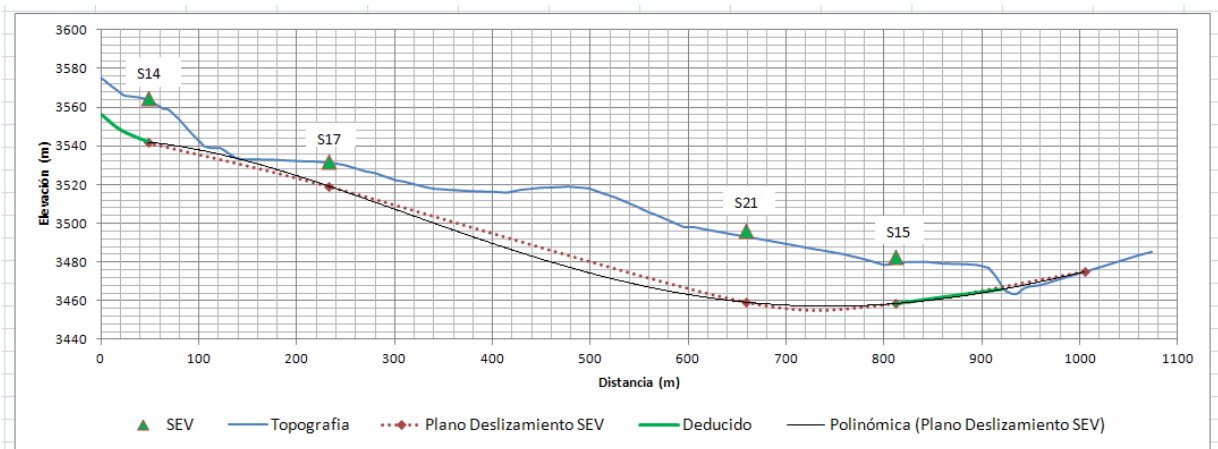
- Topografía
- Geología
- Geotecnia, Geofísica
- Hidrología, Hidráulica
- Encuestas Socioeconómicos

Figura 3.26. Mapa de ubicación de los perfiles realizados deduciendo el plano de deslizamiento a partir de los resultados de los SEV. Se muestra también las tomografías complementarias (líneas de color marrón oscuro)



Fuente: (Otero Valle, 2016a)

Figura 3.27. Mapa de ubicación del perfil mostrando los niveles y la forma del plano de deslizamiento.



Fuente:(Otero Valle, 2016a)

3.4.3.4.4 Fase Postactiva

En esta fase se elaboró el informe final del Estudio, cuyos resultados se indican a continuación:

3.4.3.5 Determinación de las Causas Naturales del Deslizamiento Complejo

3.4.3.5.1 Causas Antrópicas

(Otero Valle, 2016a):

La expansión urbana, la carga adicional en taludes, la nivelación de terrenos, la apertura y pavimentación de vías, el uso de pozos sépticos y sistemas deteriorados de agua y alcantarillado han contribuido a la inestabilidad en Pampahasi. La erosión en la quebrada Chujlluncani, agravada por descargas no reguladas, fue un factor clave en el deslizamiento complejo de 2011. Se sugiere evitar el vertido masivo de agua a las quebradas y realizar mejoras en la infraestructura para mitigar riesgos futuros.

Expansión Urbana:

El aumento de la mancha urbana causa alteraciones significativas en las condiciones preexistentes del territorio, modificando los usos del suelo.

Recarga de Taludes:

Las construcciones en áreas urbanizadas representan una carga adicional para los taludes.

Nivelación de Terrenos:

La ocupación de la ladera al este de Pampahasi mediante nivelación de terrenos contribuyó a la inestabilidad localizada debido a prácticas constructivas no reguladas.

Apertura y Pavimentación de Vías:

El crecimiento urbano demanda la apertura y pavimentación de vías, lo cual, si no se realiza correctamente, puede aumentar la inestabilidad del talud y provocar desbordes de agua.

Uso de Pozos Sépticos:

La construcción de pozos sépticos en áreas sin alcantarillado provoca la infiltración directa de agua al terreno y la contaminación de aguas subterráneas, afectando la estabilidad del talud.

Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Deteriorados:

Las redes de agua y alcantarillado, susceptibles a daños por movimientos del terreno, experimentaron roturas en la zona estudiada, exacerbando la saturación del terreno y afectando la estabilidad de los taludes.

Erosión en Quebradas:

El vertido no regulado de aguas pluviales y residuales en la quebrada Chujlluncani desde los años 80 provocó erosión y deslizamientos, contribuyendo a la formación del deslizamiento complejo en 2011. (p.57)

3.4.3.6 Vulnerabilidad

(Otero Valle, 2016a):

El análisis identifica vulnerabilidades de índole física, social, política e institucional. La ocupación de las laderas en el entorno urbano de La Paz se ve influida por una combinación de factores sociales, económicos, políticos e institucionales, los cuales han resultado en un descontrol del proceso de expansión urbana y una ocupación desorganizada del territorio. Esto ha generado una elevada densidad poblacional, condiciones precarias en las construcciones y una falta significativa, incluso total ausencia, de servicios básicos, especialmente de agua potable y alcantarillado (p.58)

3.4.3.7 Medidas Estructurales y No Estructurales

(M. N. Otero Valle, 2016):

Entre estas medidas, cobran especial importancia aquéllas destinadas a estabilizar los taludes y lograr el drenaje adecuado de las aguas subterráneas, así como el drenaje controlado de las aguas superficiales. Sin embargo, estas medidas no serán suficientes si no vienen acompañadas con un Plan de uso de suelo que se traduzca en un adecuado ordenamiento territorial por las entidades encargadas, con el fin de evitar que nuevamente se generen las condiciones que den lugar a una nueva construcción social del riesgo. (p.59)

3.4.3.8 Estrategia de Ejecución de la Obras y Medidas de Mitigación del “Estudio de Zonificación de Áreas de Riesgo y Medidas de Mitigación Deslizamiento Complejo Pampahasi – Callapa”

(M. N. Otero Valle, 2016):

Con objeto de modificar el escenario de riesgo presente en la zona y obtener resultados óptimos acordes a la inversión proyectada, se debe seguir una secuencia estricta, donde las prioridades están fijadas en función a los grados de riesgo y su incidencia en la estabilidad tanto local como general de toda el área de estudio.

Se ha planificado ejecutar las obras en un plazo de 1521 días calendario (50 meses), a partir del mes de octubre de 2012, siempre y cuando se cuente con el financiamiento requerido. El siguiente cuadro ha sido estructurado con el fin de detallar la secuencia de prioridades e intervenciones, así como las fechas recomendadas para el inicio de estas. (p.60)

Tabla 3.7. Estrategia de Ejecución de las Obras y Medidas de Mitigación

COMPONENTE	ACTIVIDAD	FECHA RECOMENDADA	ACCIONES COLATERALES
ESTABILIZACIÓN	Movimiento de tierras: cortes en la parte superior del talud, colindante con Pampahasi Central Bajo	Octubre de 2012	Monitorear el sector próximo al borde de Pampahasi, para advertir cualquier desajuste del resto de casas situadas detrás y movimientos desestabilizantes en los sectores medio e inferior
ESTABILIZACIÓN	Movimiento de tierras: cortes en el sector Cervecería Muros de contención sector Cervecería y Metropolitana	Octubre de 2012	Monitoreo para evitar la caída de bloques de la parte superior hacia las casas del sector inferior y para advertir desajustes en el sector superior con deterioro de casas y calles
DRENAJE SUBTERRÁNEO	Galería de chapa metálica en el sector oeste de Pampahasi	Enero de 2013	Control de los caudales de aguas subterráneas.

COMPONENTE	ACTIVIDAD	FECHA RECOMENDADA	ACCIONES COLATERALES
DRENAJE SUBTERRÁNEO	Drenajes verticales y drenajes horizontales en el sector superior de Callapa	Octubre de 2012	Monitoreo de la recarga de agua por debajo de Callapa, para advertir movimientos caóticos que podrían causar daños a las casas que quedaron en pie
DRENAJE SUPERFICIAL	Embovedados en las diferentes quebradas tributarias del río Callapa - Irpavi	Abril de 2013	Control del incremento de la erosión del fondo del lecho y de los taludes laterales durante la próxima temporada de lluvias, para evitar inestabilidad localizada
ESTABILIZACIÓN	Regularización del curso del río Callapa – Irpavi, mediante nivelación y rellenos compactados	Marzo de 2013	Defensivos temporales para evitar la erosión en los taludes laterales y para reducir el riesgo de inundación en la parte baja de la urbanización Irpavi II

COMPONENTE	ACTIVIDAD	FECHA RECOMENDADA	ACCIONES COLATERALES
ESTABILIZACIÓN	Peinado manual de taludes	Febrero de 2013	Control de caída de bloques y afectaciones a taludes y banquetas del sector inferior
DRENAJE SUBTERRÁNEO	Galerías filtrantes de hormigón armado	Octubre de 2012	Control del incremento de la saturación de los taludes por las aguas subterráneas
ESTABILIZACIÓN	Muros de tierra armada	Octubre de 2012	Control de los cortes en la parte superior, para que sean ubicados detrás de los muros de contención
ESTABILIZACIÓN	Muros de pilotes	Enero de 2013	Monitoreo de los taludes a estabilizar para priorización en la ejecución
DRENAJE SUPERFICIAL	Canalización río Irpavi	Abril de 2013	Control de la erosión de taludes laterales y del curso principal Prevención de desbordes hacia las viviendas ubicadas en las márgenes

COMPONENTE	ACTIVIDAD	FECHA RECOMENDADA	ACCIONES COLATERALES
DRENAJE SUPERFICIAL	Cunetas y rápidas en banquinas y taludes	Abril de 2013	Previsiones para evitar la erosi3n de los taludes y banquinas y el arrastre de material en forma de mazamorra hacia la parte inferior
OBRAS COMPLEMENTARIAS	Muros de contenci3n y terraplenes	Marzo 2014	Control de los rellenos para que sean ejecutados con prioridad en los puntos menos estables

Fuente: (Otero Valle, 2016a)

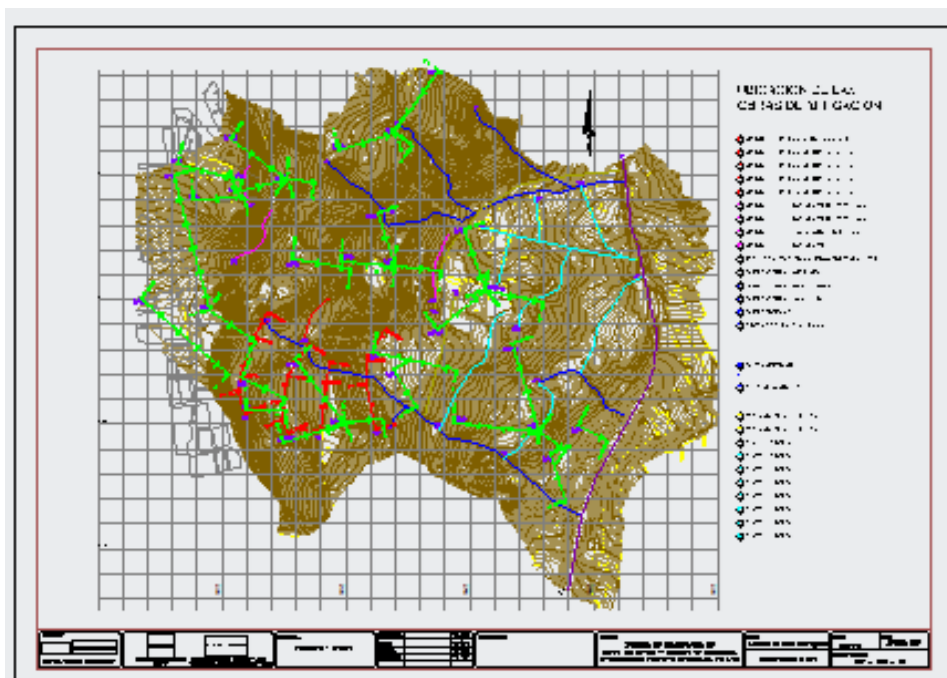
Nota: Obtenido de informe supervisi3n MMAyA (2012)

Es recomendable cumplir esta estrategia de ejecuci3n, con objeto de que los escenarios de riesgo no sufran drásticas modificaciones por efecto de las pr3ximas temporadas de lluvias.

Las condiciones pueden cambiar luego de eventos severos como ser una temporada de lluvias, es preciso recomendar que las obras sean ejecutadas en la forma planificada, para evitar la introducci3n de modificaciones al proyecto, aspecto en montos de inversi3n.

A continuación, se indica el mapa de ubicación de las obras y medidas de mitigación propuestas.

Figura 3.28. Propuesta de las Obras y Medidas de Mitigación



Fuente: (Otero Valle, 2016a)

3.4.3.9 Zonificación. Uso de Suelo Recomendado

(M. N. Otero Valle, 2016):

De acuerdo con la Zonificación de Áreas de Riesgo obtenida, se ha elaborado las recomendaciones de uso de suelo, tomando en cuenta que se trata de un entorno urbano, sobre el cual existía anteriormente una urbanización. Se debe destacar que tanto la zonificación como el uso de suelo recomendado se podrán lograr cuando las medidas de mitigación planteadas en el proyecto estén implementadas, pudiendo llevarse a cabo las mismas de manera paulatina, conforme a la estrategia de ejecución recomendada. (p.62)

En la siguiente tabla se indica la zonificación y uso de suelo recomendado por el estudio.

Tabla 3.8. Zonificación y Uso del Suelo. Área Megadeslizamiento Callapa

ZONIFICACIÓN	USO DE SUELO RECOMENDADO	PRINCIPALES RESTRICCIONES
ZONA ROJA – RIESGO ALTO		
Áreas susceptibles a sufrir deslizamientos de magnitud en eventos súbitos	Área forestal exclusiva	Evitar especies que requieren riego
		Eficientes sistemas de drenaje para evacuación de aguas
		Acceso restringido a la zona
ZONA NARANJA – RIESGO ALTO MITIGABLE		
Áreas susceptibles a sufrir deslizamientos de magnitud en eventos de mediana duración	Área de recreación	Paseos, jardines y miradores de reducido tamaño
		Jardines no deberán requerir riego
		Eficientes sistemas de drenaje para evacuación de aguas
		Monitoreo permanente de movimientos
ZONA AMARILLA – RIESGO MEDIANO		
Áreas susceptibles a sufrir deslizamientos localizados en eventos de mediana duración	Área de equipamiento	Edificaciones de bajo porte, como talleres y galpones
		Sistema de drenaje superficial eficiente
		Viviendas de una sola planta, con losa radier y/o pilotes

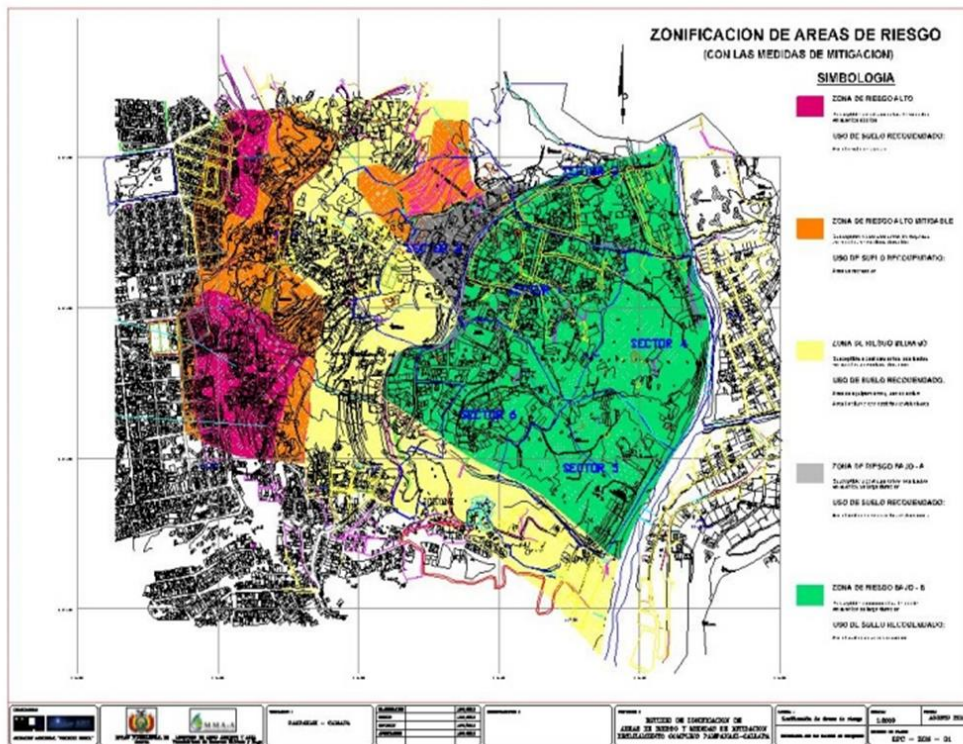
		<p>Materiales livianos y sistemas ajustables para viviendas</p> <p>Prohibición de excavar los taludes</p> <p>Red de agua potable de PVC adosada a las paredes</p> <p>Alcantarillado de PVC sistema condominial</p> <p>Estudio geológico-geotécnico para nuevas construcciones</p>
ZONA GRIS – RIESGO BAJO A MEDIANO		
Áreas susceptibles a sufrir deslizamientos localizados en eventos de larga duración	Área habitable con restricción estricta	Viviendas de una sola planta
		Losa radier en sectores planos
		Pilotes en sectores más empinados
		Prohibición de excavar taludes
		Prohibición de instalar equipos que produzcan vibraciones
		Red de agua potable de PVC adosada a las paredes
		Alcantarillado de PVC sistema condominial
		Prohibición de cultivos y jardines
		Estudio geológico-geotécnico para nuevas construcciones
ZONA VERDE – RIESGO BAJO		
		Viviendas hasta de dos plantas

Áreas susceptibles a sufrir movimientos de ajuste en eventos de larga duración	Área habitable con restricción	Losa radier o cimientos arriostrados en sectores planos
		Pilotaje en sectores más empinados
		Red de agua potable de PVC adosada a las paredes
		Alcantarillado de PVC sistema condominial
		Prohibición de cultivos y jardines
		Estudio geológico-geotécnico para nuevas construcciones

Fuente:(Otero Valle, 2016a)

La zonificación se expresa en mapeo temático.

Figura 3.29. Mapa de Zonificación. Estudio de Zonificación de Áreas de Riesgo y Medidas de Mitigación Deslizamiento Complejo Pampahasi – Callapa (2012)



Fuente: (Otero Valle, 2016a)

Presupuesto de Construcción de Obras y Medidas de Mitigación

(M. N. Otero Valle, 2016):

El presupuesto de la construcción de obras y las medidas de mitigación alcanza la suma de Bs 198.139.925.01 (Ciento noventa y ocho millones ciento treinta y nueve mil novecientos veinticinco 01/100 bolivianos), que es el monto de las obras que se ejecutarán entre 2012 y 2016. (p.65)

Tabla 3.9. Presupuesto

Concepto	Monto Bs	Período de ejecución	Ejecutor
Inversión requerida para implementar las medidas de mitigación	198.139.925.01	Octubre 2012 Noviembre 2016	Por definir

Fuente:(Otero Valle, 2016a)

3.4.3.10 Conclusiones y Recomendaciones de la Evaluación del Estudio de Caso. Didáctica desarrolladora

(M. N. Otero Valle, 2016):

La evaluación del Estudio de Zonificación de Áreas de Riesgo y Medidas de Mitigación Deslizamiento Complejo Pampahasi – Callapa es una herramienta didáctica que sitúa al estudiante en un contexto auténtico, permitiéndole analizar y tomar decisiones sobre problemas reales relacionados con la gestión de riesgos. Este estudio aborda la problemática del riesgo urbano en La Paz hasta el año 2012.

Se identifican varias necesidades de formación y competencias laborales, así como procesos de enseñanza-aprendizaje, para abordar adecuadamente esta temática:

- Recopilación y sistematización de información básica e histórica para estudios en gestión de riesgos.
- Utilización de tecnología actualizada, incluyendo estudios geofísicos, hidrológicos, de suelos, uso de sistemas de información geográfica, entre otros.

- Realización de estudios socioeconómicos participativos con los afectados como actores principales.
- Estudios de obras civiles para la estabilización según las condiciones de vulnerabilidad.
- Consideración de aspectos técnicos y socioeconómicos en los estudios.
- Elaboración de medidas y obras de mitigación que trasciendan lo convencional.
- Zonificación y planificación del uso del suelo para la planificación territorial.
- Previsión presupuestaria y consideración de aspectos socioeconómicos.
- Fomento de la participación e interacción de diversas instituciones, desde el gobierno central hasta organizaciones locales como juntas de vecinos.
- Importancia de la participación de los vecinos damnificados en todos los procesos de desarrollo del estudio, en coordinación con expertos y supervisión gubernamental. (p.67)

3.4.4 Caso 4. Propuesta: Intervención Sectorial del Subsector Recursos Hídricos y Riego. Inundación 2014. Norte Amazónico Bolivia

3.4.4.1 Antecedentes

En el periodo enero a marzo de 2014 se han manifestado intensas precipitaciones pluviales con promedios superiores a los normales en regiones altas del país, que han provocado el aumento de los niveles de ríos con repercusiones evidentes a partir del descenso en la parte media y baja de la cuenca del Mamoré que pertenece al departamento de Beni.

El MMAyA a través del VRHR en el ámbito de las atribuciones y competencias de la normativa nacional de los Recursos Hídricos y Riego y en orientación a la política sectorial de Manejo Integral de Cuencas (MIC) y la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) asume la decisión de preparar una propuesta técnica como un mecanismo articulador de respuesta que permita desarrollar un trabajo multisectorial de recuperación del territorio afectado de los municipios del departamento del Beni.

Asimismo, la propuesta destaca y responde a un enfoque de Reducción de Riesgos de Desastres (RRD) a partir de la ejecución de medidas estructurales ante inundaciones basada en la experiencia desarrollada en el contexto del territorio de las llanuras del Beni.

3.4.4.2 Análisis del contexto del territorio

a. Análisis del régimen pluviométrico 2013-2014 y sus implicaciones en la Inundación 2013-2014.

El régimen pluviométrico de las cuencas altas del río Mamoré tenía una gran influencia en la ocurrencia de inundaciones en el departamento del Beni, en especial en años húmedos y no así las lluvias locales en las cuenca media y baja, aunque eran grandes, sus volúmenes eran despreciables frente a los grandes volúmenes de los cursos de agua (Saavedra 2008). Sin embargo, en las inundaciones del año 2013-2014 se identifica que las precipitaciones locales sobre la cuenca media del Mamoré (Ej. Trinidad) tuvieron influencia en el incremento de los niveles de agua debido a la deficiencia de drenaje o disminución de la capacidad de escurrimiento de los ríos inducido por un taponamiento aguas abajo.

Aparentemente, el mismo fenómeno ha sucedido en las cuencas del Beni e Itenez.

De acuerdo con el SENAMHI, en febrero 2013 hubo excesos de precipitación en el Norte del Departamento de La Paz y en los sectores centro y sur del Departamento del Beni (ciudades de Trinidad, San Ignacio de Moxos, San Borja, Rurrenabaque), en el sector de la Chiquitania y centro del Departamento de Santa Cruz (ciudades de Ascensión de Guarayos, San Ignacio de Velasco, San Javier, San Matías, Puerto Suarez, Santa Cruz de la Sierra, Vallegrande).

El resto de las regiones no mencionadas en párrafos anteriores, las precipitaciones estuvieron cercanas a sus promedios.

Fenómeno Niña 2007-2008: Precipitación en enero 2008 en estación Cochabamba fue de 159 mm y en Santa Cruz 369 mm

Fenómeno Niño 2012-2013: La Precipitación de marzo 2013: 43,9 mm en Cochabamba y enero 2013: 145.8 mm

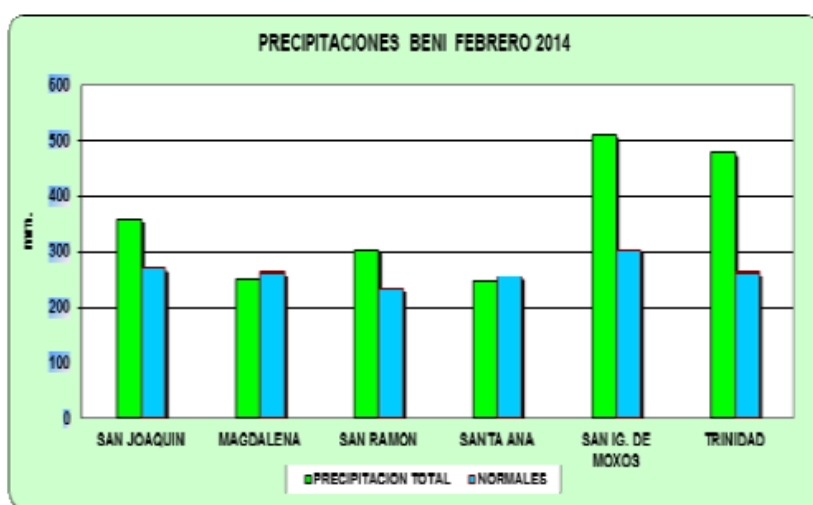
Fenómeno Niña 2013-2014: la Precipitación en enero 2014: 172.1 mm en Cochabamba y en Santa Cruz 204: 1 mm. La Precipitación de marzo 2014: 8,9 mm en Cochabamba

Precipitaciones Locales

Trinidad: enero 2008 la precipitación fue 328, 9 mm, enero 2014 la precipitación fue de 690 mm

Con respecto al Departamento del Beni, en las principales poblaciones los valores de precipitación en su mayoría estuvieron por encima de sus valores normales como indica la siguiente:

Figura 3.30. Precipitaciones Beni en febrero 2014. SENAMHI.



Fuente: SENAMHI 2014

Las precipitaciones en las cuencas altas en enero 2013 fueron superiores a las precipitaciones del periodo 2007-2008 en la cuenca alta del Mamoré en Cochabamba en un valor promedio de 27 mm.

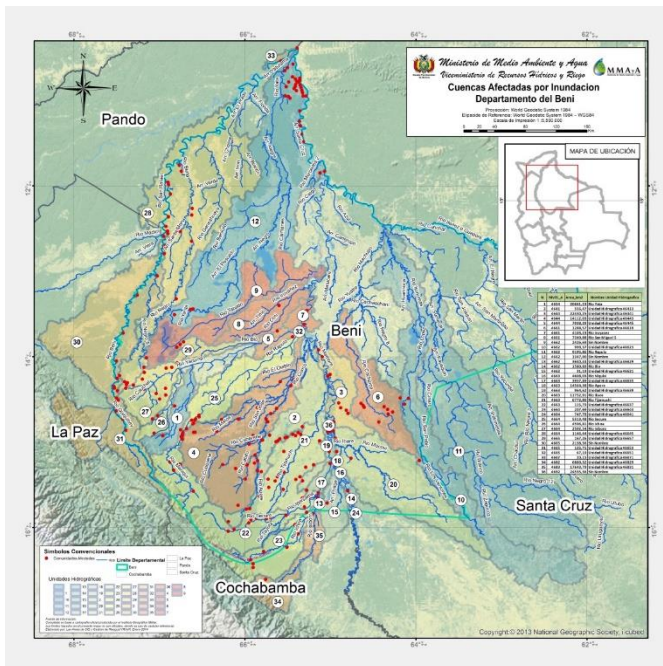
Las precipitaciones locales de enero 2014 de la ciudad de Trinidad (690 mm) supero en casi el doble de la precipitación de enero 2008 (328,9 mm), lo que se puede inferir que hubo una influencia notable de las grandes precipitaciones locales de la cuenca media y baja del Mamoré, por disminución de velocidades de drenaje y taponamiento aguas abajo, contrario al comportamiento característico de las inundaciones de la llanura beniana (Saavedra,2008).Siendo las cuencas afectadas en el Beni las indicadas en la figura 5-34.

Y la información de SEMENA indica incidencia en los niveles de inundación para los periodos 2007-2008 y 2013-2014 en la estación Puerto Almacén del Rio Ibare con valores

máximos actuales superiores en 1 m con respecto a la anterior inundación como indica la (según SEMENA).

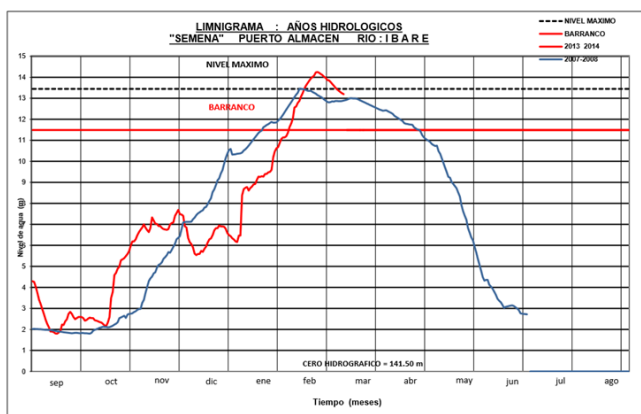
Durante la visita (VRHR) del 23 al 28 de febrero 2014, que el deflector Oeste se elevó un promedio de 1.6 m sobre su corona alcanzando las aguas a un nivel aproximado de 4 m. con respecto a su fondo.

Figura 3.31. Mapa de Cuencas Afectadas Departamento Beni. Inundación 2013-2014.



Fuente: VRHR,2014

Figura 3.32. Niveles del Rio Ibare, periodos 2007-2008 y 2013-2014.SEMENA.



Fuente: SENAMHI 2014

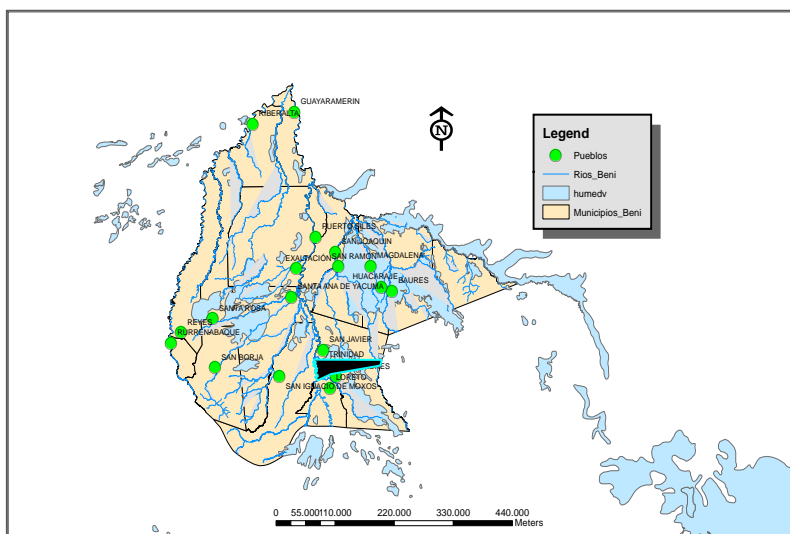
Los niveles del Rio Ibare en Puerto Almacén superan el nivel de barranco (11.5 m aprox.) tanto en las inundaciones de los periodos 2007-2008 (13.5 m aprox.) y 2013-2014 (14.5 m aprox.), siendo este último el nivel extraordinario mayor registrado en 70 años. Es decir hay una sobreelevación entre 2 en año 2008 y 3 m el año 2014.

En informe del 20 de marzo de 2014 de SEMENA concluye: Las estaciones de Puerto Villarroel, Santa Rosa del Chapare El Carmen y Gundonovia que son poblaciones que se encuentran en la parte alta donde vienen las aguas y afectan a la Ciudad de Trinidad, registra niveles de bajada sin embargo estas aguas llegan a afectar a las distintas zonas conforme realizan su recorrido por lo que recomiendan todavía **mantener la alerta en el departamento del Beni.**

b. Descripción espacial de las cuencas hidrográficas del Beni

La disponibilidad de recursos hídricos en el departamento del Beni, se encuentra en los cursos principales Mamoré, Beni e Itenez, áreas de inundación de los llanos de Mojos (principalmente) y lagunas distribuidas indistintamente en estas cuencas, como se puede ver en la siguiente figura.

Figura 3.33. Hidrografía del Departamento del Beni.



Fuente: VRHR-MMAyA, 2012

c. Características de la dinámica hidrológica

La precipitación anual varía desde 1500 a 2000 msnm. La temperatura media anual es de 22° a 27° C. Las zonas de mayor precipitación registradas están en la zona de contacto entre la llanura y el Subandino y al Norte del Departamento.

El régimen hídrico del Departamento del Beni está gobernado por el comportamiento de las cuencas del Rio Beni, Mamoré, Itenez. Donde, las precipitaciones que caen en más del 65% (Roche et al., 1992) en Bolivia (Santa Cruz, Sucre, Cochabamba y La Paz) drenan hacia el rio Amazonas (Rio Madera), en su paso y a medida que van confluyendo sus tributarios a los cursos principales, se ocasionan inundaciones con niveles considerables en casi todas las ciudades y poblaciones (Saavedra, 2008).

Según (Ahfeld, 1973):

El departamento del Beni por sus condiciones geomorfológicas y geológicas cuenta con una región inundable que coincide con los Llanos de Mojos, delimitados por el piedemonte andino al oeste, al norte por los ríos Beni y Madre de Dios, al este, los ríos San Miguel e Itenez, y al sur aproximadamente en el paralelo 17°30 S donde afloramientos del basamento precámbrico de la cuenca se acercan hasta 150 Km del pie de los Andes. (p. 19).

Los llanos de Mojos, en el Beni, constituyen una de las mayores superficies estacionalmente inundadas en el mundo, con un nivel promedio de 1 m durante tres a cuatro meses del año. También están sujetas a sequías que duran un tiempo parecido, casi sin lluvias (Saavedra, 2008).

Las aguas que no pueden escurrir mediante la red hídrica y van desapareciendo, en periodo de estiaje. Por evaporación, se estima que esta radiación solar es de 1 cm/día aproximadamente.

Los eventos de fuente hidrológica que ocurre en el Beni son las inundaciones lentas o de tipo aluvial. También se produce turbiones, por aumento del caudal en los cauces. (Catálogo de las Principales Amenazas de Bolivia, 2013).

En la llanura beniana próxima a la ciudad de Trinidad, los ríos no producen turbiones o riadas, sino van aumentando su caudal lentamente, subiendo de 5 a 10 cm por día, fenómeno conocido como la “gateadora”.

El Río Mamoré, de gran influencia en el desarrollo de inundaciones del departamento del Beni, en su curso medio y final va generando grandes llanuras de inundación principalmente generadas por las descargas importantes precipitaciones en las cuencas altas localizadas en los departamentos de Santa Cruz, Sucre y Cochabamba, en especial en la zona del Chapare. La inundación llega a Mojos con atraso respecto del inicio de las lluvias en la región (noviembre-enero) ya que depende de la intensidad de las precipitaciones en los Andes Orientales.

Las inundaciones que se producen en la ciudad de Trinidad proceden del desborde de las aguas del Río Mamoré y Río Ibare a 12 y 9 Km respectivamente de la ciudad, que reciben los aportes de diversas cuencas ubicadas en el departamento de Santa Cruz y Cochabamba que confluyen principalmente al Mamoré (SIB-Beni, 2008).

El año 2008 la SIB-Beni indicaba: “Las inundaciones del Beni, por causas pluviales no coinciden con inundaciones causadas por el Río Mamoré, normalmente ocurre el elevamiento grande de las aguas por el desborde de los mencionados ríos, aunque las lluvias locales sean grandes sus volúmenes son despreciables frente a los grandes volúmenes de los cursos de agua”. Sin embargo, en las inundaciones del año 2013-2014, las precipitaciones sobre la cuenca media del Mamoré (Trinidad) tuvieron influencia en

el incremento de los niveles de agua debido al deficiente drenaje o disminución de la capacidad de escurrimiento de los ríos por un taponamiento inducido aguas abajo.

La cuenca del Beni en Cachuela Esperanza se caracteriza que los caudales máximos de sólidos coinciden con los máximos hidrológicos y los periodos de crecidas proporcionan la mayor parte de los sedimentos en el período de aguas bajas (diciembre-abril), Cachuela Esperanza se ubica por debajo del nivel de Guayaramerín 11 m por debajo y es susceptible hacer inundada por sobrelevaciones extraordinarias como ha sucedido a inicios de febrero de 2014 con la Alerta Roja decretada el 11 de febrero de 2013 porque el nivel de agua supera el nivel de barranco en 2.30 m aprox. y se informa al Presidente Evo Morales.

Al alcanzar los ríos Beni, Mamoré e Itenez el Amazonas en el río Madera se convierte en uno de los cinco ríos más caudalosos del mundo y su principal afluente, tanto por su longitud, por el caudal que aporta y por ser la fuente principal de sedimentos en suspensión y sólidos disueltos de la cuenca, el cual está siendo aprovechado por el Brasil para generar mega energía. hidroeléctrica e hidrovías mediante un complejo de megapresas como las de San Antonio y Jirau. Dónde estarían influyendo en la sobre elevación de los niveles de aguas arriba de 1 a 1.95 m aumentando los riesgos de inundación en territorio boliviano, que irían en aumento por la sedimentación provocada por esas en el tiempo (Molina, 2009) y otros entendidos asumen incremento considerable de la sedimentación y erosión porque los ríos de las Cuencas altas son grandes generadores de sedimentos que llegan al Madera. Motivo por el cual se indicaba las deficiencias en el diseño de obras en cuanto a su vida útil y los tremendos impactos sobre nuestro territorio.

Según Lidema, el año 2010, Jirau obtuvo el permiso de la Agencia de Energía de Brasil para aumentar seis turbinas más, a las 44 del diseño original y, a fines de 2012, la autorización para subir la altura del reservorio (y del dique), por encima de los 74,8 metros originalmente establecidos, con lo que su embalse aumentaría de 350 km² a 430 km² y su potencia de energía de 3.300 a 3750 MW. Por su parte, el año 2013, San Antonio fue autorizado para aumentar turbinas y elevar el dique, así como la altura de su reservorio, por lo que el área de inundación aumentó de 350 km², a 421 Km², y su potencia de 3.150 a 3.570 MW.

Los posibles resultados de esta competencia, que no tomó en cuenta sus impacto sobre la hidrología del río, los ecosistemas y la vida de la gente de la región, fueron advertidos a mediados de 2013, cuando se señaló que una mayor manipulación de la hidrología del río

Madera podía llegar a ocasionar procesos de mayor retención de aguas e inundaciones anómalas, especialmente en años excepcionalmente húmedos, producto de la alternancia de los fenómenos Niño-Niña (ENSO), como en 2007 y 2002 (Lidema, febrero 2014).

Por lo que se infiere, en base a los antecedentes ya conocidos y la vivencia de las inundaciones (2013-2014) que hay una tendencia al aumento de las áreas de inundación aguas arriba de estas represas, incremento del efecto de las precipitaciones en todas las cuencas afluentes al Rio Madera en Villa Bella, y la correspondiente disminución del drenaje normal por obstrucción aguas abajo con todas las implicaciones ambientales previstas por los estudiosos los años 2007 y 2008.

3.4.4.3 Antecedentes de Inundaciones

En relación con las condiciones naturales (geomorfológicas y geológicas) de la llanura beniana es inundable anualmente entre los meses enero a mayo, y en especial la ciudad de Trinidad era permanentemente inundada.

Por lo que recién en 1981, en la ciudad de Trinidad, se eleva la avenida de circunvalación hasta la cota 155.50 para que funcione como represa de tierra y con un juego de compuertas sobre la parte del arroyo San Juan la ciudad queda protegida al rebalse del río Mamoré. El fondo del reservorio con nivel de 150 msnm y el barrio más propenso a inundarse tiene un nivel de 153,20. Se considera que el nivel promedio de las inundaciones anuales llega hasta el nivel de 154.20 msnm y un nivel extraordinario de 154.70. Sin control de inundación los barrios más vulnerables tendrían 1.50 metros dentro las viviendas durante 4 meses.

El año 2008 el nivel de agua llegó a la cota 155.50 correspondiente al mayor nivel de inundación alcanzado entre 1943 y 2008 (65 años).

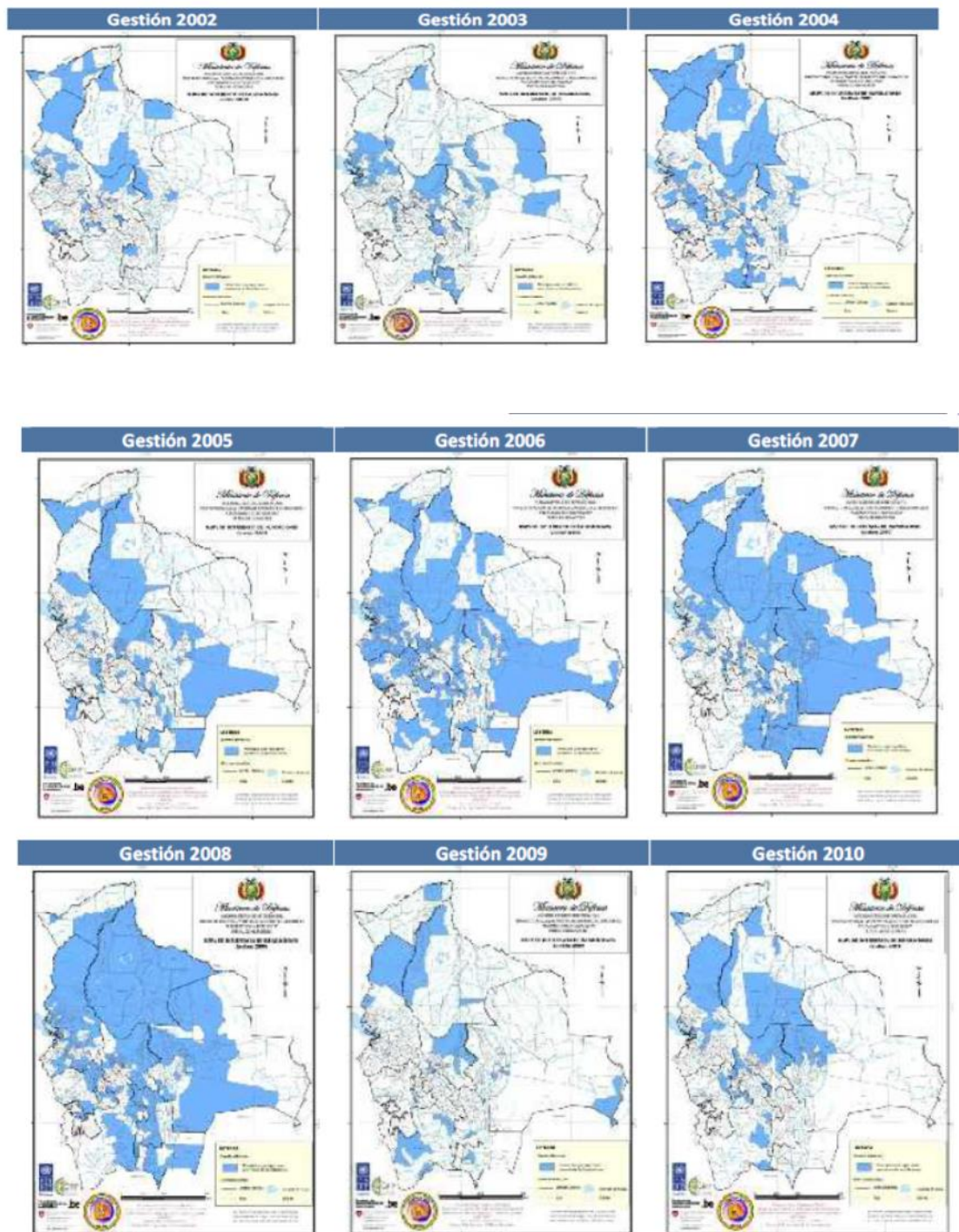
En la relación de inundaciones del periodo 2002-2013, las inundaciones mayores en el Departamento del Beni se produjeron en los periodos 2006-2007, 2007-2008, 2010-2011 y 2013-2014. Que coinciden con años húmedos y producto de la alternancia de los fenómenos Niño- Niña, como indica la tabla siguiente:

Tabla 3.10. Hidrografía del Departamento del Beni.

Fenómenos	Años de ocurrencia	Meses	Intensidad
El Niño	2002-2003	Noviembre 02 a Marzo 03	Moderada
El Niño	2006-2007	Noviembre 06 a Marzo 07	Moderada
La Niña	2007-2008	Noviembre 07 a Marzo 08	Moderada
El Niño	2009-2010	Octubre 09 a Abril 10	Moderada a fuerte
La Niña	2010-2011	Octubre 10 a Abril 11	Moderada a fuerte
La Niña	2011-2012	Septiembre 11 a Abril 12	Moderada

Fuente: VRHR-MMAyA, 2012

Figura 3.34. Inundaciones Periodos 2002-2010



Fuente: (VIDECI, 2013)

3.4.4.4 Problemática de recurrencia ante inundaciones

El departamento de Beni enfrenta inundaciones anuales en los Llanos de Mojos debido a factores climáticos y geomorfológicos. Estas inundaciones son más severas en años excepcionalmente húmedos relacionados con el fenómeno Niño-Niña. Además, la deforestación y el uso del suelo en las cuencas contribuyen a los problemas de inundación.

Contexto Geográfico:

Beni tiene una región propensa a inundaciones llamada Llanos de Mojos.

Limitado por el piedemonte andino, ríos Beni, Madre de Dios, San Miguel e Itenez.

Inundaciones Anuales:

Ocurren un mes después del inicio de las lluvias en las cuencas altas.

Aumentan en años excepcionalmente húmedos (ENSO).

Factores Contribuyentes:

Deforestación en las cuencas Mamore, Beni e Itenez.

Uso del suelo.

Impacto de Represas en el Río Madera:

Represas en el Brasil afectan el drenaje y aumentan la sedimentación.

Alteran el régimen hídrico, contribuyendo a las inundaciones.

Preocupaciones y Acciones por represas en Río Madera:

Se autoriza la modificación de represas existentes, aumentando el riesgo.

Necesidad de auditorías ambientales en cuencas y reconsideración de nuevas megarepresas.

Impactos incluyen inundaciones, pérdida de biodiversidad, conflictos sociales, entre otros.

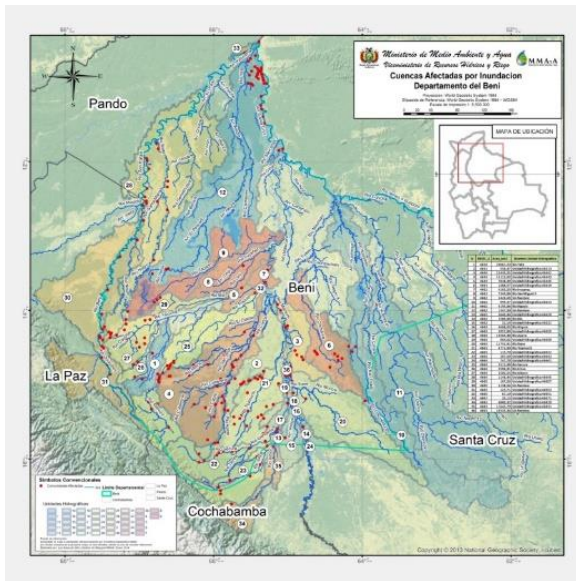
Conclusiones:

La problemática de inundaciones en Beni está influenciada por factores climáticos, acciones humanas y operación de represas (Brasil). Es crucial evaluar los riesgos y tomar medidas preventivas.

3.4.4.5 Diagnóstico de las zonas y municipios más afectados

El departamento de Beni tiene tres cuencas principales: cuenca del río Beni, cuenca del río Mamoré y la cuenca del río Itenez. Las precipitaciones fuertes registradas en la temporada de lluvias, desde la zona del Trópico de Cochabamba (Chapare), hicieron que gradualmente los ríos presentaran crecidas extraordinarias, y consecuentemente se desborden, con mayor intensidad en la parte media y baja particularmente. En este sentido, las principales cuencas han sido afectadas, de acuerdo con el siguiente mapa:

Figura 3.35. Cuencas Afectadas por Inundación. Departamento de Beni



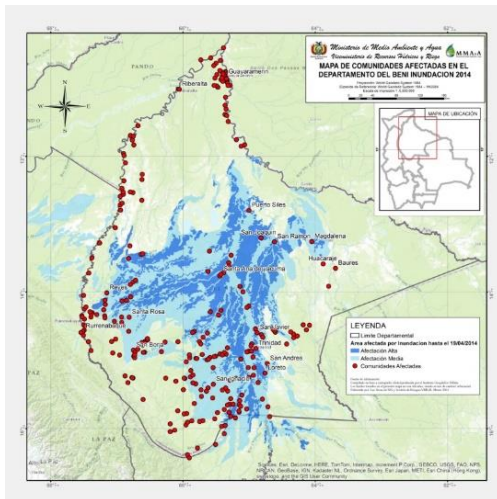
Fuente: (VRHR, 2014)

En las poblaciones ubicadas en zonas planas con pendientes muy bajas, como el caso del municipio de Trinidad, se registró una subida gradual de las aguas, amenazando con ingresar a las poblaciones urbanas que cuentan con diques de protección y en los casos donde no existe la protección, ingresaron directamente.

Por otro lado, en el caso de poblaciones ubicadas en los márgenes de los ríos principales en zonas altas (por ejemplo, Riberalta), las crecidas de los ríos lograron inundar la parte baja de las poblaciones.

En general, en todos los casos las comunidades no cuentan con sistemas de protección que eviten el ingreso de las aguas, por lo que el agua inundó un gran número de comunidades, aislando de forma permanente la comunicación hacia las poblaciones vecinas, acentuando la situación crítica por la que vienen pasando. En las siguientes figuras se aprecian las comunidades afectadas:

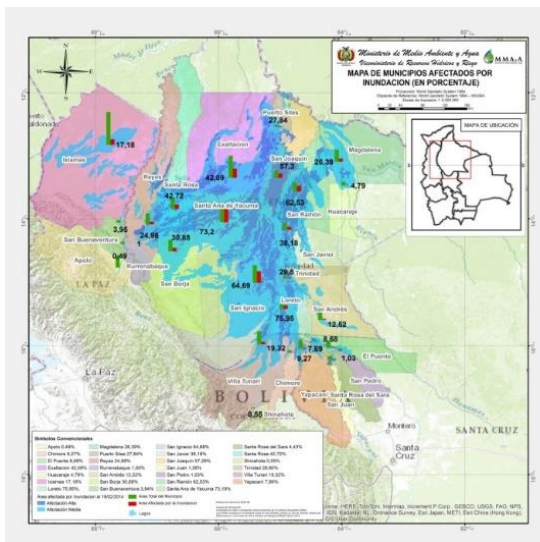
Figura 3.36. Mapa de Comunidades Afectadas. Departamento de Beni.



Fuente: (VRHR, 2014)

En cuanto a las poblaciones importantes afectadas, en el departamento de Beni, de acuerdo con los reportes de las instancias nacionales y locales, se cuenta con el porcentaje de afectación por municipio, que se traduce en el siguiente mapa:

Figura 3.37. Mapa de Comunidades Afectadas. Departamento de Beni.



Fuente: (VRHR, 2014)

Por otra parte, de acuerdo con los reportes de las instituciones del nivel central y las inspecciones técnicas realizadas por el personal del MMAyA, se tiene la siguiente tabla las poblaciones principales más afectadas por el fenómeno de la inundación 2014:

Tabla 3.11. Reporte de Afectación en el Departamento del Beni

REPORTE DE AFECTACIÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL BENI							
Nº	CUENCA	ZONA	MUNICIPIOS AFECTADOS	Nº COMUNIDADES AFECTADAS	FAMILIAS AFECTADAS*	FAMILIAS AFECTADAS POR CUENCA	%
1	Beni	Alta	Rurrenabaque	11	1.500	7.362	36%
2			San Borja	51	1.497		
3		Media	Reyes	44	1.479		
4			Santa Rosa	10	1.141		
5			Baja	Riberalta	21		
6	Mamoré	Media	Trinidad	11	1.918	11.043	54%
7			Loreto	24	538		
8			San Ignacio de Moxos	118	4.457		
9			San Javier	20	568		
10			San Andrés	12	500		
11			Exaltación	35	635		
12			Santa Ana de Yacuma	37	1.170		
13		Baja	Guayaramerín	37	1.257		
14	Itenez	Media	Huacaraje	6	290	1.941	10%
15		Baja	Puerto Siles	6	330		
16			San Ramón	12	283		
17			San Joaquín	18	1.038		
TOTAL			17	473	20.346	20.346	100%

* Centro de Operaciones de Emergencia Departamental del Beni (COED) al 14/03/2014

Fuente: Centro de operaciones de Emergencia Departamental del Beni COED, 2014

En marzo 2014, el sector agua, no había concluido de evaluar el evento de la inundación puesto que los niveles máximos que registraron las zonas altas y medias de las cuencas, se desplazaron a las zonas bajas de las cuencas, pero no logran en el periodo contar con mayor información (reportes) de la afectación en las zonas bajas de las cuencas, como el caso de la población de Guayaramerín, San Ramón y San Joaquín.

En cuanto a los sistemas de agua, sistemas de alcantarillado (incluidas las plantas de tratamiento), se han registrado grandes afectaciones en varios componentes en las ciudades de Guayaramerín, Libértala, Rurrenabaque respectivamente.

En cuanto a los diques de protección, de acuerdo con la magnitud del evento, se han visto afectados los diques de la ciudad de Trinidad, Santa Ana del Yacuma y San Ignacio, que son las poblaciones que cuentan con este sistema de protección.

En los centros poblados que no cuentan con el sistema de protección, la afectación ha sido total, repercutiendo significativamente en los medios de vida de las poblaciones asentadas como el caso de San Joaquín, San Ramón, etc.

3.4.4.6 Priorización

Los departamentos de Beni, La Paz y Pando son priorizados por las afectaciones sufridas desde su parte media hasta la parte baja de las cuencas Mamore, Beni y Madre de Dios por lo que en función a la información del VIDECI se tienen priorizados 25 municipios para su intervención respecto a control de inundaciones con diques y gaviones deflectores y 3 municipios con respecto a intervención mediante camellones (culturas hidráulicas).

3.4.4.7 Obras Hidráulicas – 25 Municipios

Departamentos: Beni, La Paz y Pando

Municipio(s): Beni: Guayaramerín, Loretto, Reyes, Riberalta, Rurrenabaque, San Andrés, San Borja, San Ignacio, Santa Ana de Yacuma, Santa Rosa, Trinidad

La Paz: Caranavi, Chacarilla, San Buenaventura, Guanay, Ixiamas, La Asunta,

Pando: Bella Flor, Filadelfia, Nueva Esperanza, Pto. Rico, San Pedro, El Sena, Villa Nueva, Gonzalo Moreno, Cobija.

3.4.4.8 Aplicación de Tecnología de Culturas Hidráulicas Municipios del Beni. San Ignacio de Moxos, Santa Ana y Loretto

1. Efectos e Impactos directos

El estado central y las instituciones competentes del territorio local aún no contaban (marzo 2014) con información oficial que establezca la real dimensión de las consecuencias del fenómeno de la inundación 2014, por lo tanto, se realizaron estimaciones aproximadas para valorar y evaluar los efectos en cuanto a los daños y pérdidas en los distintos ámbitos afectados.

Sin embargo, de acuerdo a las características y magnitud de los eventos de inundación de pasadas gestiones y su relación con la del 2014, se asume que en el ámbito territorial del departamento de Beni y municipios, se ha generado un fenómeno de impacto mayor en cuanto a las estructuras de protección de poblaciones contiguas a los ríos más importantes; es así que asumiendo el análisis en cuanto a la ubicación geográfica de las obras de protección construidas, en el pasado, y su actual estado de situación, se identifica que el mayor impacto en este campo corresponde al resultado de la subida de los niveles de los ríos, el incremento de caudales y la concentración de aguas por periodos prolongados producto de las lluvias, en sectores localizados de las cuencas, lo cual tiene su influencia

directa en las poblaciones en las ciudades principales de Trinidad, Santa Ana del Yacuma y San Ignacio de Moxos respectivamente.

En lo que se refiere a otras poblaciones distantes, en función a la delimitación de las cuencas hidrográficas, y su localización cercana a las proximidades de los ríos, el impacto se ha concentrado a nivel de las áreas de inundación, donde se ha llegado a cubrir buena parte de la superficie y con fuertes efectos en el área productiva y ganadera particularmente.

En general, el impacto desde el punto de vista del subsector se traduce en un deterioro y debilitamiento de la infraestructura de protección (deflectores), que en algunos casos se encuentra con serios problemas, particularmente en la ciudad de Trinidad y que requiere de trabajos de reparación en cierto grado y con medidas efectivas que garanticen una vida útil prolongada. En este sentido, se identifica también desde el punto de vista técnico, la necesidad de construir nuevas obras de protección y encauzamiento en sectores críticos como a la vez complementar y reforzar las existentes en los lugares requeridos.

Asimismo, un factor determinante en poblaciones amenazadas permanentemente por las inundaciones, que han sido afectadas durante 2014. Así, se identifica la ausencia de medidas de prevención (no se cuentan con estudios técnicos de prevención) como obras de regulación hidráulica en sectores críticos, donde se ha generado una intensa dinámica hidrológica a causa de la subida del nivel de los ríos y el estancamiento de las aguas. En este sentido, se ha provocado un progresivo daño en cuanto a la calidad y funcionalidad de la infraestructura de protección existente.

3.4.4.9 Propuesta y estrategia del subsector

En lo que se refiere, a la intervención en el departamento de Beni, es importante promover un enfoque basado en las características fisiográficas y el contexto de las condiciones hidrodinámicas e hidrológicas de las cuencas y el territorio con especial atención en el sistema de los ríos más importantes; además para garantizar una plena recuperación y rehabilitación, se debe asumir una serie de factores determinantes como la disponibilidad de materiales locales, facilidades de desplazamiento de maquinaria pesada, mano de obra local y alternativas técnicas en cuanto a diseño estructural como la temporalidad de ejecución. Asimismo, se debe rescatar las obras tipo que han sido efectivas y que han sido comprobadas en su funcionamiento con referencia a los distintos eventos ocurridos en la

geografía territorial. Para ello, es importante establecer criterios técnicos basados en una estrategia de corto plazo que responda a los siguientes elementos:

- Protección permanente, de poblaciones principales del Norte Amazónico
- Construcción de deflectores y correspondiente dragado en las poblaciones principales según los niveles de agua inundación 2013-2014
- Construcción de camellones (culturas hidráulicas) para apoyar la seguridad alimentaria
- Utilización de material y mano de obra local durante la construcción obras y medidas de mitigación para disminuir costos y generar empleos.

A mediano plazo se propone

Implementar un programa de Gestión de Riesgo Hídrico para el control del nivel de aguas que no sobrepasen las alturas de barranco de los cauces de agua principales

A nivel de los centros poblados más importantes, existen en algunos casos deflectores que se construyeron en pasados años, los cuales han sido afectados por la dinámica continua de trabajo hidrológico, que representa en términos de evaluación en un deterioro en la infraestructura como en la estructura y la estabilidad, por lo tanto se ha generado un efecto directo provocado por la presión hidrostática que debe ser subsanado a partir de trabajos de reforzamiento, ampliación y elevación de las dimensiones iniciales, en base a los estudios y resultados de los datos de la última inundación.

Para ello, se deben realizar trabajos acelerados y efectivos en el corto plazo que garanticen una acertada protección de la población antes de la próxima temporada de lluvias.

3.4.4.10 Descripción de las líneas de acción

En base a un análisis técnico del subsector y tomando en cuenta la problemática actual se plantea las siguientes medidas, que permitan a las instancias competentes recomponer y reactivar los servicios como estabilizar la situación en los centros poblados y que a la vez represente mayores niveles de seguridad a las poblaciones expuestas a las recurrentes inundaciones en el territorio del departamento de Beni.

Las medidas de mitigación se han enfocado a:

- Medidas de control hidráulico
- Medidas de aplicación de saberes locales (medidas de las culturas hidráulicas ancestrales)

Tabla 3.12. Afectación. Dpto. Beni. Inundaciones 2014.

MATRIZ RESUMEN AFECTACIÓN Y ACCIONES POR CENTROS POBLADOS IMPORTANTES INUNDACIÓN 2014 DEPARTAMENTO DE BENI		
DESCRIPCIÓN	SECTOR RECURSOS HÍDRICOS	
MUNICIPIOS/CUENCAS	PRINCIPALES AFECTACIONES	ACCIONES DE RECUPERACIÓN
CIUDAD DE TRINIDAD (CUENCA MAMORÉ)	- Daño a diques deflectores - Inundaciones por aguas pluviales y del río por falta de protección - Daño a la infraestructura de drenaje de la ciudad - Inundación de las comunidades	Reconformación y ampliación de Diques Readecuación y ampliación del sistema de drenaje pluvial (incluido el sistema de bombeo).
SANTA ANA DEL YACUMA (CUENCA MAMORÉ)	- Daño a diques deflectores - Inundaciones por aguas pluviales y del río por falta de protección - Inundación de las comunidades - Alto impacto por efecto de las inundaciones en el municipio en general.	Reconformación y ampliación de Diques Implementación de un sistema de evacuación de aguas para mejorar el sistema de bombeo actual.
SAN IGNACIO DE MOXOS (CUENCA MAMORÉ)	- Daño a diques deflectores - Inundaciones por aguas pluviales y del río por falta de protección - Inundación de las comunidades - Alto impacto por efecto de las inundaciones en el municipio en general.	Reconformación y ampliación de Diques Implementación de un sistema de evacuación de aguas para mejorar el sistema de bombeo actual.
GUAYARAMERIN (CUENCA MAMORÉ)	Impacto directo con inundación en las poblaciones asentadas en la ribera de los ríos Mamoré y afluentes	Reubicación de asentamientos hacia zonas altas Medida de planificación a largo plazo; Elaboración de POT Municipal
RIBERALTA (CUENCA BENI)	Inundación del sector bajo de la población de Riberalta en la ribera del Río Beni. Comunidades afectadas que se encuentra asentadas en las riberas cercanas al Río Beni.	Reubicación de asentamientos hacia zonas altas Medida de planificación a largo plazo; (Elaboración de POT Municipal
RURRENABAQUE (CUENCA BENI)	Deterioro de la infraestructura de protección (defensivos) por el impacto de las aguas del Río Beni.	Reparación de la infraestructura de protección en base a evaluación del subsector.
SAN BORJA (CUENCA BENI)	Impacto directo por inundación en las poblaciones del río Maniqui y afluentes	Construcción de Defensivos
SAN RAMON (CUENCA ITENEZ)	Impacto directo por inundación en las poblaciones del río Machupo y afluentes	Construcción de Diques Deflectores
SAN JOAQUIN (CUENCA ITENEZ)	Impacto directo por inundación en las poblaciones del río Machupo y afluentes	Construcción de Diques Deflectores

Fuente: VRHR, 2014

3.4.4.11 Medidas de control y culturas hidráulicos en Norte Amazónico. Obras Hidráulicas

Con respecto a la zona amazónica de Bolivia, que comprende los departamentos de La Paz, Beni y Pando se plantea realizar diques/deflectores y dragado en la línea del dique deflector propuesto.

Las líneas deflectores con remates en forma de Y, para fines de facilitar el acceso fluvial y mitigación golpe de agua.

Con el fin de proteger las principales poblaciones afectadas en la zona amazónica de los mencionados departamentos.

Sobre la base de antecedentes de las inundaciones del 2008 y los niveles de agua verificados en la inspección de Trinidad por parte del VRHR (2014) se propuso las medidas de mitigación indicadas, para proteger las poblaciones principales en los niveles de agua promedio alcanzados en una altura extraordinaria de 4 m, comprobando, con información de los otros municipios de los departamentos de La Paz, Beni, Pando del Norte Amazónico con similares niveles extraordinarios:

Las inundaciones que se producen en la ciudad de Trinidad proceden del desborde de las aguas del Rio Mamoré y Rio Ibare a 12 y 9 Km respectivamente de la ciudad, que reciben los aportes de diversas cuencas ubicadas en el departamento de Santa Cruz y Cochabamba que confluyen principalmente al Mamoré.

Las inundaciones por causas pluviales no coinciden con inundaciones causadas por el Rio Mamoré, normalmente ocurre el elevamiento grande de las aguas por el desborde de los mencionados ríos, aunque las lluvias locales sean grandes sus volúmenes son despreciables frente a los grandes volúmenes de los cursos de agua.

En la gran crecida del año 2007 los profesionales de la Sociedad de Ingenieros del Beni plantearon que la alternativa más adecuada para la protección de la ciudad de Trinidad era realizar nuevo anillo de circunvalación de una altura máxima de 3.4 m igual al nivel máximo de aguas alcanzado en la crecida de ese año, protegiendo de esta forma todas las viviendas existentes, para evacuar las aguas de precipitaciones pluviales del lugar por gravedad, y no por bombeo como se hace ahora.

Sugiriéndose que el alineamiento del deflector sea paralelo a los cauces del Rio Mamoré, y Rio Ibare, como se alinean en el sector aledaño a la ciudad de Trinidad.

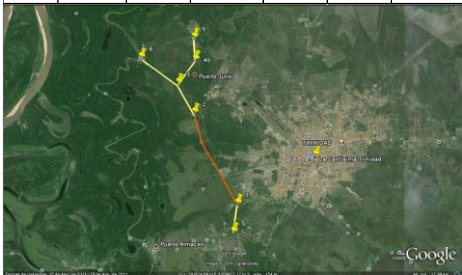
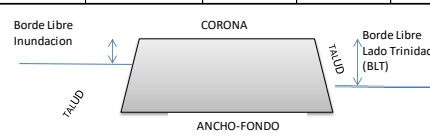

Asimismo, se planteó realizar un sistema de monitoreo y alerta de niveles de agua y precipitaciones pluviales que hasta el momento no prospero (2014), a pesar de los esfuerzos del Programa Vivir con el Agua del MMAyA y otros anteriores en el Departamento de Beni.

De igual manera plantearon hacer diques deflectores para las poblaciones aledañas a Trinidad.

En la siguiente figura se detalla la ficha de inspección de deflectores en Trinidad. Las obras hidráulicas que se proponen son diques deflectores para Beni y Pando, y gaviones deflectores para La Paz.

Figura 3.38. Ficha Inspección, mes de marzo. Deflector urbano Oeste. Trinidad Beni

FICHA PLAN DE RECUPERACION - DEPARTAMENTO DE BENI												
DIQUES DE PROTECCION PRINCIPALES CIUDADES-REQUERIMIENTOS MINIMOS												
TRAMOS DE CONTROL-DIQUES						MUNICIPIO: CIUDAD DE TRINIDAD; CUENCA MEDIA DEL RIO MAMORE						
BORDE LIBRE INUNDACION												
TRAMO	X1	Y1	X2	Y2	LONGITUD	ALTURA DIQUE	ANCHO CORONA	INCLINACION	ANCHO DE FONDO	M3	OBSERV.	
.1-2	205 292089	8357031.56	205 291995	8361044	5000	0.5	5,5	4	45	16	275000	RECONFORMACION
.1-5	205 292089	8357031.56	205 291995	8355748.62	1300	0.5	5,5	4	45	16	71500	PROLONGACION SUR
.2-3	205 290135	8361044	205 289396.17	8362359.17	1450	0.5	5,5	4	45	16	79750	PROLONG. NORTE
.3-4	205 289396.17	8362359.17	205 290147.8	8363409.08	1280	0.5	5,5	4	45	16	70400	PROLONG. NORTE:Y
.4-5	205 290147.8	8363409.08	205 29060.74	8364431.21	1100	0.5	5,5	4	45	16	60500	PROLONG. NORTE:Y
.5-6	205 29060.74	8364431.21	205 287740	8363505.64	2000	0.5	5,5	4	45	16	110000	PROLONG. NORTE:Y
					12130							
									TOTAL		667150	

 <p>UBICACIÓN DE DIQUES A RECONFORMAR Y PROLONGAR</p>		

Responsable de inspección: Ing. M. Nadezda Otero Valle

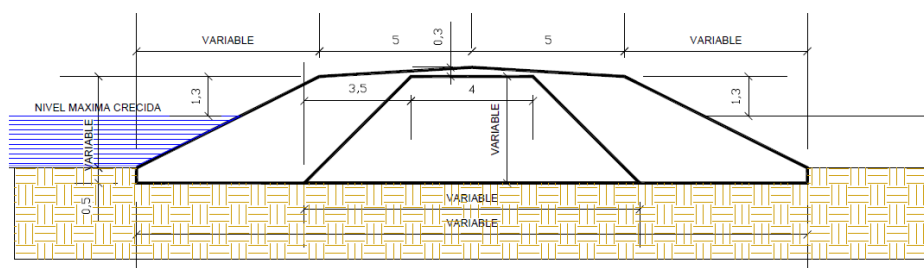
Fuente: (VRHR. 2014)

Figura 3.39. Visita a Trinidad. Inundación Beni 2014.



Fuente: Elaboración Propia (2014)

Figura 3.40. Tipología de Dique Deflector propuesto para zonas rurales de Beni y Pando (VRHR 2014)



CORTE CAPA VEGETAL = 11.0 (m²)
CORTE NUCLEO DE ARCILLA = 26.25 (m²)
CORTE DEL SALDO DE RELLENO = 34.25 (m²)

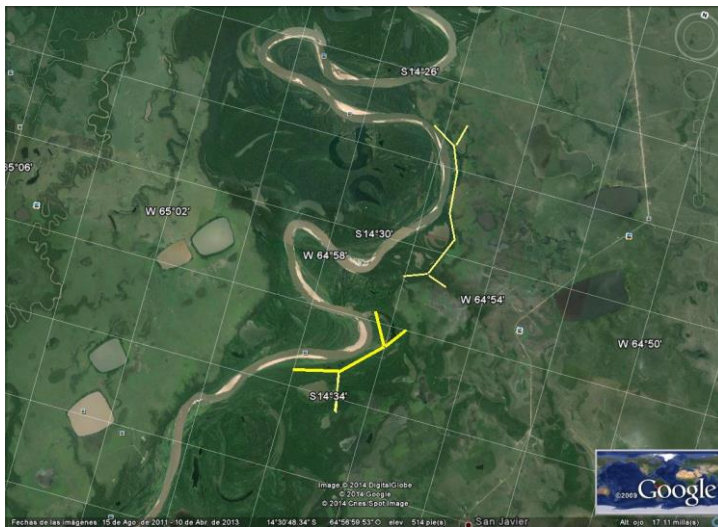
Fuente: Elaboración propia (2014)

Alineamiento del Dique Deflector

En una propuesta inicial se había recomendado realizar el alineamiento con dos filas paralelas, pero en relación con la disponibilidad de recursos financieros del Estado plurinacional se propone solo una línea con remates en Y para amortiguar el golpe de agua e ir protegiendo áreas rurales de las inundaciones.

Figura 3.41. Alineamiento con remates en Y propuesto para el dique deflector.

(VRHR, 2014)

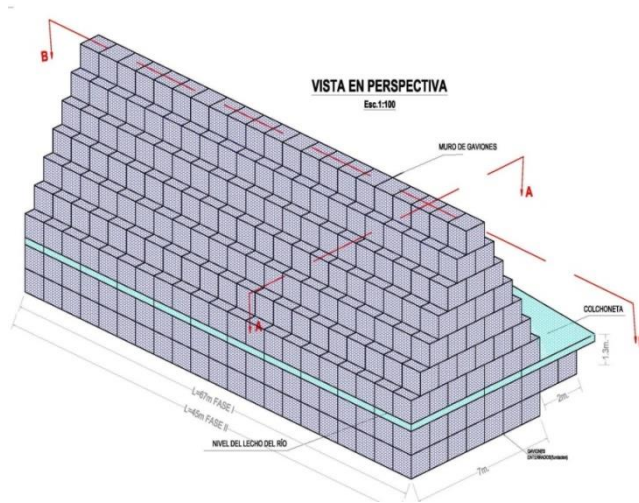


Fuente: Google Earth, 2014

Esquema de Gavión Deflector

La propuesta de gaviones deflectores utilizados ya en el Chapare, se propone realizarlos en los municipios afectados del departamento de La Paz, en la cuenca del Beni principalmente en las cuencas Media y Baja.

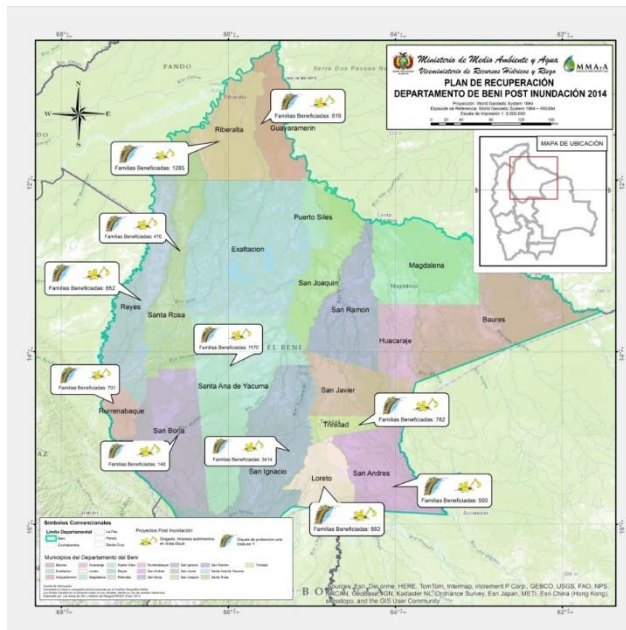
Figura 3.42. Esquema Gavión Deflector para protección inundaciones del Departamento de La Paz.



Fuente: Propuesta. (VRHR, 2014)

En la figura siguiente se tiene el mapa de la identificación inicial de intervención con diques deflectores en los municipios de Beni, como ejemplo.

Figura 3.43. Departamento de Beni, Ubicación de Municipios a intervenir con Obras Hidráulicas.



Fuente: (VRHR, 2014)

BENEFICIARIOS

De acuerdo con los reportes del VIDECI se prioriza la intervención en las Cuencas del Mamoré, Beni y Madre de Dios en comunidades ubicadas en la parte media y baja de estas hasta la cercanía de la confluencia con el Rio Madera que comprenden poblaciones del Departamento de Beni, La Paz y Pando.

Departamentos: Beni, La Paz y Pando

Municipio(s):

Beni: Guayaramerín, Loretto, Reyes, Riberalta, Rurrenabaque, San Andrés, San Borja, San Ignacio, Santa Ana de Yacuma, Santa Rosa, Trinidad

La Paz: Caranavi, Chacarilla, San Buenaventura, Guanay, Ixiamas, La Asunta,

Pando: Bella Flor, Filadelfia, Nueva Esperanza, Pto. Rico, San Pedro, El Sena, Villa Nueva, Gonzalo Moreno, Cobija.

Por lo que se recomienda realizar el proyecto de obras hidráulicas en los 25 municipios (Diques deflectores y gaviones deflectores) para lograr lo siguiente:

- 1) Contribuir a la política nacional de Reducción de Riesgos de Desastres, el MMAyA como cabeza del sector y en respuesta a los eventos de inundación en el Departamento de Beni se prioriza la ejecución de diques de protección y deflectores del proyecto de referencia 25 Municipios de los departamentos de Beni, La Paz, y Pando que se desarrollan en las cuencas medias y bajas de los ríos Mamoré, Beni y Madre de Dios.
- 2) El Proyecto se constituye en una alternativa técnica viable que contribuye a mitigar las inundaciones del siguiente periodo húmedo 2014-2015 y posteriores periodos.
- 3) El mencionado Proyecto consiste en diques de protección y deflectores con su correspondiente línea de dragado que se constituye en una línea de drenaje paralela al emplazamiento del dique de protección y/o deflector sobre el lado húmedo y contribuye a la protección de la obra misma.
- 4) El Proyecto se constituye en una alternativa técnica importante que contribuye a la recuperación de áreas dañadas por las inundaciones o generación de áreas protegidas contra inundaciones.

Tabla 3.13. Beneficiarios

BENEFICIARIOS:	El proyecto beneficiará de manera directa a aproximadamente 1963 familias de 25 Municipios de acuerdo con el área de influencia de la protección de márgenes en zonas críticas afectadas por el golpe de agua en forma severa, y en forma indirecta se beneficia a 19394 familias afectadas por las últimas inundaciones (2014): 10336 familias del Beni, 5828 de La Paz y 3230 de Pando.
-----------------------	---

Fuente: VRHR,2014

- 5) El Proyecto permitirá establecer tramos de áreas protegidas y amortiguamiento del golpe de agua además de facilitar la movilización fluvial en el lado húmedo en caso de crecidas.
- 6) El diseño de los diques y deflectores incluyen la protección de sus taludes para su sostenibilidad.

Por lo que se recomienda realizar el proyecto de obras hidráulicas en los 25 municipios (Diques deflectores y gaviones deflectores) para lograr lo siguiente:

- 1) Contribuir a la política nacional de Reducción de Riesgos de Desastres, el MMAyA como cabeza del sector y en respuesta a los eventos de inundación en el Departamento de Beni se prioriza la ejecución de diques de protección y deflectores del proyecto de referencia 25 Municipios de los departamentos de Beni, La Paz, y Pando que se desarrollan en las cuencas medias y bajas de los ríos Mamoré, Beni y Madre de Dios.
- 2) El Proyecto se constituye en una alternativa técnica viable que contribuye a mitigar las inundaciones del siguiente periodo húmedo 2014-2015 y posteriores periodos.
- 3) El mencionado Proyecto consiste en diques de protección y deflectores con su correspondiente línea de dragado que se constituye en una línea de drenaje paralela al emplazamiento del dique de protección y/o deflector sobre el lado húmedo y contribuye a la protección de la obra misma.
- 4) El Proyecto se constituye en una alternativa técnica importante que contribuye a la recuperación de áreas dañadas por las inundaciones o generación de áreas protegidas contra inundaciones.

- 5) El Proyecto permitirá establecer tramos de áreas protegidas y amortiguamiento del golpe de agua además de facilitar la movilización fluvial en el lado húmedo en caso de crecidas.
- 6) El diseño de los diques y deflectores incluyen la protección de sus taludes para su sostenibilidad.
- 7) Para su implementación requiere un monto de inversión de Bs 345.760.760,5 (trescientos cuarenta y cinco millones setecientos sesenta mil setecientos sesenta bolivianos 5/100) para lo cual se precisa de la transferencia de recursos del Tesoro General del Estado (TGN) por la suma de Bs. 242.000.000 (doscientos cuarenta y dos millones de bolivianos 00/100).
- 8) De acuerdo con lo expuesto y al correspondiente análisis de los términos del proyecto, se recomienda la aprobación de la realización del presente proyecto y las gestiones correspondientes para su ejecución en el menor tiempo posible para asegurar sectores protegidos en los 25 municipios en las llanuras inundables y partes bajas de los departamentos de Beni, La Paz y Pando del Norte Amazónico de Bolivia

Culturas Hidráulicas

En el contexto rural y como base del manejo de agua para la producción agrícola se plantea desarrollar el enfoque de Culturas Hidráulicas (la ejecución de camellones) que han sido exitosas en Moxos en la cuenca del Río Mamoré.

A partir de la implementación de los Sistemas Productivos Hidro-agrícolas Precolombinos, se aportará a la adaptación al cambio climático de los sistemas agro-productivos, rescatando el conocimiento ancestral del manejo de los cultivos y piscicultura en la zona y aportará con estas experiencias al conocimiento y toma de decisiones.

La adaptación al clima y suelo en las llanuras inundables del Beni se relaciona con especial atención al manejo de los recursos hídricos de la zona, a la gestión de riesgos de desastres y a la Resiliencia al cambio climático. Todos estos factores muy complementarios entre sí e integrales se reflejan en la implementación de Camellones como parte de las Culturas Hidráulicas de Moxos:

Al construir los diques, lomas y canales con Camellones rescatando las Culturas hidráulicas Precolombinas de Moxos se permite que los terrenos agrícolas antes al nivel

de los ríos y sujetos a la inundación se protejan de las riadas que causaban desastres desde de la pérdida total o parcial de sus cultivos y trabajo a la pérdida de la capa fértil de sus suelos, promoviendo la rápida erosión de éstos.

La implementación de proyectos de Camellones rescatando las Culturas Hidráulicas de Moxos permiten la mejor Resiliencia al cambio climático de las poblaciones locales con la generación de una mayor organización en la comunidad, la unión de las familias para un fin común, que es la adaptación a las condiciones locales y al cambio climático para asegurar la producción y comercialización sus productos. De esta manera, se generan ingresos para las familias beneficiadas y se aporta a la seguridad alimentaria de éstas.

Para una efectiva gestión de apoyo a iniciativas orientadas a apoyar a comunidades afectadas se propone establecer una serie de criterios en base a:

- Demanda de la Comunidad
- Priorización del Municipio
- Vulnerabilidad a las Inundaciones y Sequías
- Niveles de Pobreza- nutrición
- Accesibilidad a Centros Poblados
- Cercanía a abastecimiento permanente de agua (pozo, laguna, río)
- Número de familias Beneficiadas

Tabla 3.14. Cronograma estimado de ejecución

CRONOGRAMA ESTIMADO DE EJECUCIÓN													
N°	ACTIVIDAD	ÁMBITO GEOGRÁFICO	MESES										
			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
1	Medidas estructurales:	Urbano y rural											
	a) DEFLECTORES/DIQUES DE PROTECCION 1 LINEA EN Y		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	b) DIQUES DE PROTECCION 1 LINEA EN Y												
	c) DRAGADO. LIMPIEZA SEDIMENTOS EN LINEA DIQUE												
1.1	Supervisión		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Culturas Hidráulicas (Construcción de camellones)	Rural	X	X	X	X	X	X					
2.1	Supervisión		X	X	X	X	X	X					

Fuente: Elaboración propia (2014)

Presupuesto General en Bs.

COMPONENTES	ÁMBITO GEOGRÁFICO	MONTO APROXIMADO (Bs) TGN
1 OBRAS HIDRÁULICAS	URBANO RURAL	- 242.000.000,00
2 CULTURAS HIDRÁULICAS	RURAL	7.660.800,00
TOTAL		249.660.800,00

3.4.5 Caso 5. Deslizamiento Calles 4 y 5 zona Obrajes, Ciudad La Paz (2018-2019).¹⁷

3.4.5.1 Introducción

Desde el año 2014, los vecinos de la Zona Álamos-Obrajes, calles 3 y 4 informaron a la secretaria Mayor de Gestión Integral de Riesgos SMGIR sobre la existencia de deformaciones y grietas en suelo y viviendas que fueron aumentando visiblemente desde el año 2015 en una zona con presencia de agua subterránea, y grietas en el canal del Río Herrerías. (Informe SMGIR-DPAR-UPEZ 239/2017)¹⁸

3.4.5.2 Descripción del problema

(Eventos Adversos Didáctica En Gestión Integral Del Agua La Paz-Iagua Blog, 2019):

En abril 2018 se identifica, grietas pronunciadas en suelo de viviendas y canal Río Herrerías que habrían superado los 20 cm en suelo de las viviendas aledañas al río, indicando indicios de la influencia de un deslizamiento lento que estaría actuando visiblemente desde el año 2015 y que empuja la masa de terreno en dirección NE-SO que se habría manifestado en las grietas iniciales tanto en viviendas de las calles 3,4. En marzo 2018 aumentaron las grietas rápidamente coincidiendo con la aceleración de movimiento de tierras para la edificación de un edificio al pie de la calle 5 de Obrajes y Av. 14 de septiembre.

A pesar de que el 2017 SMGIR descartó la presencia de deslizamiento y se atribuyó la situación a deformaciones de terrenos, los indicios de comportamiento de la zona indican movimiento en masa propio de un deslizamiento lento que está empujando los terrenos hacia línea del canal del Río Herrerías y hacia la línea de la Av. 14 de septiembre. Poniendo en riesgo terrenos, viviendas, el propio canal y el puente de cruce del Herrerías en Av. 14 de septiembre. Posiblemente su origen se debía a la activación de una zona de deslizamiento contigua como es la calle 2 de Obrajes con antecedentes de deslizamiento (ubicada en cota superior de la zona en contingencia). En abril 2018 el tramo del canal del Río Herrerías desde la Av.

¹⁷ Otero Valle María Nadezda. (2019, marzo 14). *Eventos adversos y didáctica en gestión integral del agua: La Paz (2011-2019)*. <https://www.iagua.es/blogs/otero-valle/eventos-adversos-didactica-gestion-integral-agua-paz-2011-2019>.

¹⁸ Informe SMGIR-DPAR-UPEZ 239/2017

14 de septiembre y Av. Hernando Siles estaba colapsando, afectando el muro aledaño a la Universidad Privada Boliviana UPB.

Se han hecho muchos cortes de terreno en el talud tanto superior como inferior para construir edificios lo que habría activado el movimiento de masa en la zona además por la saturación de suelos por ingreso del agua del río a terrenos aledaños y presencia de agua de diversos orígenes: aguas subterráneas, filtraciones de sistemas de saneamiento básico y otras. Tres roturas de agua potable fueron atendidas la última semana 16-22 abril en calle 4 y Av. 14 de septiembre.

Las casas colapsadas, el anegamiento de terrenos aledaños al Río Herrerías, y alta saturación de suelos en las viviendas colapsadas en las calles 4 y 5 de Obrajes a una distancia del curso de 20 m de la Av. 14 de septiembre. (p.1)

Figura 3.44. Inspección a casa colapsada calle 4, mayo 2018. Maria Otero



Fuente: Elaboración propia

Desafortunadamente colapsó la residencia de la Embajada Británica; frente a esta se había socavado 6 m. de profundidad en un terreno (Calle 5 y Av. 14 de septiembre) para la construcción de un edificio multifamiliar que paralelamente edificaba su muro de contención sobre terreno saturado de agua (2018) el cual también tuvo que ser apuntalado y anclado para evitar su caída.

Figura 3.45. Corte Cuña natural calle 5 y Av. 14 septiembre, La Paz marzo 2018.



Foto: María Otero

Figura 3.46. Edificios Multifamiliares Av. 14 de septiembre, Av. Hernando Siles, calles 3 y 4 Obrajes, agosto 2018.



Foto María Otero

3.4.5.3 Causas del deslizamiento calles 4 y 5 Zona Los Álamos Obrajes, año 2018

- Se cambia la Norma de uso de suelos, que da lugar a edificaciones superiores de 10 pisos en la zona de obrajes, desde el 2015¹⁹. Y desde ese año los vecinos de diferentes calles reclaman el incremento de grietas en sus viviendas y daños diversos hasta provocar el colapso de algunas viviendas.
- El cambio de normativa de uso de suelos desde el 2015, no ha tenido el debido sustento técnico y ha provocado daños y caída de casas en varias calles: 3, 4, 5, 6, 8, y 17, en especial en las inmediaciones de la Av. 14 de septiembre. Donde casas de valor estético y calidad de estilo arquitectónico. Como, por ejemplo, las residencias diplomáticas fueron afectadas; la residencia británica fue demolida.
- Corte de la base de apoyo natural del pie de talud calle 5 por edificio empresa COCIV.

¹⁹ Francia Demanda a BAISA por daños a su residencia, La Razón, 22/4/2015

- Grieta en embovedado aledaño a la Embajada Británica, donde las aguas del Río Herrerías se introdujeron a las viviendas contiguas, principalmente, a la residencia diplomática.
- Presencia de aguas subterráneas y elevados niveles freáticos cerca de 4 m por debajo de la rasante de terreno.
- Zona de vertientes naturales.
- Filtraciones por mal estado de los sistemas de agua potable y saneamiento, o por caducidad de su vida útil.
- Ausencia de alcantarillado pluvial.
- Mal estado de la obra de canalización del Río Herrerías, que tuvo que ser renovado (falta un tramo) en 80 m, desde la Av. Hernando Siles en dirección aguas arriba.

Figura 3.47. Viviendas colapsadas calles 4 y Residencia Británica calle 5.



Fuente: Maria Otero, mayo 2018

3.4.5.4 Obras de Estabilización

Las obras de drenaje (hidro túneles) de las aguas subterráneas realizadas, en años anteriores (al 2018), por el SMGIR fueron insuficientes para mitigar el movimiento existente, por cuanto los vecinos y la junta de vecinos tuvieron una gestión ardua para obtener la realización de las obras de emergencias al deslizamiento de la calle 4 y 5 iniciadas en mayo 2018. Mediante diversas gestiones y reuniones con el subcalde zona sur y áreas relacionadas con el problema del desastre (SMGIR, infraestructura urbana y fiscalización territorial) se logró la ejecución. Se utilizaron otros medios como la prensa. Además de drenar el área, embovedar el río, había que incluir obras de estabilización, por el notorio movimiento de masa y presencia de mucha agua.

Los movimientos de terreno prosiguieron por cuanto el GMLP debió proceder con la ejecución de las obras de control tanto del agua y del movimiento de masa (testigos).

Las obras presentadas por el GMLP (Subalcaldía y SMGIR), para intervenir la zona, fueron las siguientes:

- Obras de captación aguas subterráneas (hidro túneles)
- Embovedado del Rio Herrerías de 80 m de largo
- Muros pantalla con pilotes profundos

Desde junio 2018, durante 6 meses se interrumpieron los permisos de construcción en un perímetro ideal como medida de emergencia, sin embargo, no se paralizaron las obras del edificio en construcción de la esquina calle 5 y Av. 14 de septiembre.

En septiembre 2018, EPSAS hizo la correspondiente renovación de la tubería de alcantarillado de las calles 4 y 5 (50 m), y la Av. 14 de septiembre.

3.4.5.5 Medidas de Emergencia

Las medidas de emergencia solicitadas al GMLP fueron:

- Regular las nuevas construcciones según las nuevas condiciones de riesgo del terreno.
- Aliviar la descarga hidráulica como las velocidades del flujo del rio como del alcantarillado es necesario aliviar desde Alto Obrajes.
- Controlar el estado de las redes de servicios tanto de agua, saneamiento, gas, luz y otros. Para evitar daños mayores. Realizar las correspondientes reparaciones.
- De las medidas de emergencia que se hacen formalmente en esta situación solo se logró la coordinación de la ejecución de obras con el SMGIR del GMLP durante casi 9 meses. Las medidas que se recomiendan realizar son:
 - Declaración de Emergencia o Desastre
 - Contar con Plan de Emergencias y ejecutarlo
 - Coordinar la Ejecución de Obras y el Plan de Emergencias con SMGIR

3.4.5.6 Ejecución y seguimiento de obras participativo. Comunidad en Acción.

La ejecución de obras y su correspondiente seguimiento tuvo el carácter participativo donde, vecinos y miembros de la Junta de Vecinos Zona Los Álamos acompañaron cada

martes desde hrs. 9 am durante casi 9 meses (mayo 2018-enero 2019) como en otras reuniones con el municipio y la junta de vecinos.

La base del correspondiente seguimiento fue el cronograma de ejecución de obra consensuado entre los vecinos y el SMGIR.

El ingeniero civil de seguimiento (Maria Otero) lideró el seguimiento técnico vecinal, y fue acompañada por vecinos de diferentes profesiones y grado de estudios, donde se compartieron conocimientos e información de la zona, se intercambiaron criterios de la experiencia existente en la comunidad participante y del historial de crecimiento urbano de la zona y sus implicaciones en los suelos, geología, drenaje y viviendas.

Se realizó el intercambio de criterios técnicos, aclaraciones, consultas, requerimientos, etc., con los ingenieros supervisores designados del SMGIR y la fiscalización de la subalcaldía de zona sur.

3.4.5.7 Identificación de competencias profesionales

Las necesidades formativas identificadas para la enseñanza y el aprendizaje, así como para el desarrollo de la investigación en la formación de competencias laborales, abarcan diversos temas, que incluyen:

Elaboración de Mapas de Riesgos:

Basada en estudios específicos como geología, geotecnia, hidrología, uso de suelos y catastro urbano.

Utilización de Tecnología Actualizada:

Incluyendo estudios geofísicos, hidrológicos, de suelos, sistemas de información geográfica, sondeos y pruebas de laboratorio.

Estudios Socioeconómicos Participativos:

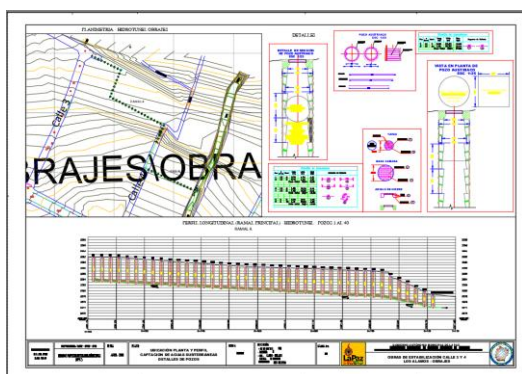
Realizados de manera colaborativa con los afectados como actores principales.

**Figura 3.48. Ejecución Embovedado Rio
Herrerías, septiembre 2018.**



Foto Maria Otero

**Figura 3.50. Planos de ubicación, planta y
perfil de pozos de captación aguas
subterráneas, calle 4 y viviendas.**



Fuente SMGIR-GMLP, mayo 2018.

**Figura 3.49. Construcción
Embovedado Rio Herrerías Tramo
Av. 14 Septiembre - Av. Hernando
Siles, octubre 2018.**



Foto Maria Otero

**Figura 3.51. Construcción Muro
Pantalla con pilotes profundos 16
m. Av. 14 de septiembre.**



Foto Maria Otero, septiembre 2018

Figura 3.52. Renovación de la tubería alcantarillado Av. 14 de septiembre.



Foto: María Otero, 2018

Figura 3.53. Seguimiento participativo de las obras estabilización.



Foto: María Otero, 2018

Diseño de Obras Civiles Adecuadas:

Englobando diseño hidráulico, estructuras de estabilización de suelos y tecnologías alternativas.

Ejecución de Estudios Técnicos y Socioeconómicos Participativos:

Realizados con la colaboración de la comunidad afectada.

Implementación de Medidas y Obras de Mitigación:

Superando las prácticas convencionales de ingeniería.

Zonificación y Uso del Suelo:

Para la planificación territorial considerando los riesgos presentes y futuros a mediano y largo plazo.

Consideración de Aspectos Socioeconómicos:

Integrando estos aspectos en los estudios realizados.

Gestión edil e Implementación de Proyectos Hidráulicos:

Con conocimientos técnicos actuales y adaptados a situaciones de riesgo a largo y mediano plazo.

Formación Especializada:

Dada la complejidad de eventos adversos urbanos, se requiere una formación especializada que vaya más allá de los programas convencionales de estudio.

3.5 PRODUCCIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA DE LA INGENIERÍA HIDROSANITARIA SOSTENIBLE

3.5.1 Formación por impactos ambientales respecto al recurso hídrico en proyectos viales

3.5.1.1 Introducción

La gestión ambiental es transversal a los proyectos de ingeniería, en este caso se consideran los proyectos viales de Bolivia de la Red Fundamental y su incidencia sobre los recursos hídricos (o viceversa) que requieren la formación de capacidades al respecto.²⁰

Asimismo, se considera que Medio Ambiente, Seguridad, Salud Ocupacional son temas que deben acompañar el ejercicio profesional de las áreas tecnológicas por lo que se motiva a través de la Cooperación de Dinamarca su introducción en la formación de la educación técnica a partir del 2003 en la Facultad de Tecnología.²¹

3.5.1.2 Problemática del Cambio Climático, Ocurrencia de Desastres e Impactos Ambientales en Proyectos Carreteros

En Bolivia, la red hidrográfica es densa, con grandes reservorios de agua en lagos y lagunas (sistemas hídricos), y una riqueza en humedales, como los llanos y los bofedales (ecosistemas). También hay aguas subterráneas cuya cantidad varía por procesos

²⁰ (Otero Valle M. N., Medidas Preventivas para la Mitigación de Impactos sobre los Recursos Hídricos en los Proyectos Viales de Bolivia, 2005)

²¹ Viceministerio de Educación Ciencia y Tecnología. Componente 2 Educación Ambiental en Institutos de Formación Técnica - PCDSMA

geológicos. El país tiene una amplia variación climática debido a su tamaño y geomorfología, desde el Altiplano con baja precipitación hasta la zona oriental con lluvias intensas.

La explotación de recursos superficiales y subterráneos para consumo humano, riego y proyectos de infraestructura, como carreteras, afecta estos recursos. Además, fenómenos climáticos adversos como sequías, granizos y lluvias intensas, exacerbados por el cambio climático y la deforestación, impactan negativamente, causando erosión, desbordes de ríos y infraestructurales viales entre otros.

De acuerdo con las características fisiográficas, topográficas, climatológicas y del diseño de proyecto vial, las carreteras pueden ser afectadas por diversas amenazas como: inundaciones, torrenteras, infiltraciones por aguas subterráneas, anegamiento por inadecuado drenaje, contaminación de las aguas y otros.

La calidad del agua, tanto superficial como subterránea, está degradada, especialmente en zonas mineras donde se acumulan metales pesados, y en zonas urbanas donde residuos domésticos e industriales contaminan las aguas. El cambio climático, los desastres naturales y los impactos ambientales están interrelacionados y afectan el desarrollo de proyectos viales, enfocándose especialmente en el impacto ambiental en el recurso hídrico.

Los proyectos carreteros se realizan para asegurar la vinculación vial de las poblaciones del territorio boliviano, que atraviesan grandes extensiones territoriales, donde se encuentran con diversos sistemas hídricos (aguas superficiales y subterráneas) y ecológicos.

Las obras de drenaje se diseñan para facilitar el paso los cursos de agua a través de la carretera y protegerla de anegamientos y erosión hídrica que puedan dañarla.

Por ejemplo, en zonas montañosas la saturación de suelos de taludes contribuye a los deslizamientos sobre carreteras, por cuanto las carreteras son drenadas mediante canales (ejemplo: zanjas de coronamiento) en taludes.

Se considera que los factores ambientales sensibles a los impactos de una carretera y que tienen incidencia en las aguas superficiales son: suelo, clima, química, biología y paisaje.

En la actualidad, el sector del transporte tiene significativos desafíos para evitar el desequilibrio ecológico provocado por el alto consumo de energía y las emisiones contaminantes que afectan el medio ambiente.

La adopción del transporte sostenible, que busca satisfacer las necesidades de movilidad sin causar daños a la salud pública y a los ecosistemas, se vuelve esencial. En este contexto, es crucial integrar consideraciones ambientales en todas las etapas de planificación de proyectos viales para anticipar y abordar posibles impactos negativos.

3.5.1.3 Descripción de los impactos ambientales respecto al Recurso Hídrico (Agua) en Proyectos Viales

Los principales impactos ambientales que pueden generarse durante la construcción y explotación de un proyecto vial y respecto al factor agua, se indica en la tabla siguiente, con indicativos generales, pues según las características del diseño, lugares de emplazamiento, aspectos socio ambientales y otros pueden variar.

Tabla 3.15. Descripción de los impactos ambientales respecto al Recurso Hídrico (Agua) en Proyectos Viales en la fase de ejecución obras y explotación

Factor o Medio	Impacto		Acciones del Proyecto	Técnicas de Previsión Aplicables
Hidrología Superficial y Subterránea	Perdida de la calidad de agua		Emisiones Atmosféricas, vertido de sustancias toxicas, aditivos en la conservación vial	Modelos Matemáticos de Calidad simplificados
				Modelos de flujos de caudales
	Riesgo de Inundaciones		Efecto barrera de plataforma vial, deficiente drenaje	Mapa de riesgos geológicos e hídricos
	Cambio de los flujos de caudales		Movimiento de tierras, desvíos permanentes y temporales de cursos de agua	Superposición de impactos de flujo de caudales
	Cambio en procesos de erosión, sedimentación		Movimiento de tierras, desvíos permanentes y temporales de cursos de agua, deforestación	Estudios multitemporales del medio ambiente

	Afectaciones a volúmenes de agua superficiales		Vertidos accidentales de sustancias de sustancias	Estudios multitemporales de riesgos
	(Humedales, esteros, etc.)			
	Interrupciones en flujos superficiales y subterráneos		Movimiento de Tierras, alteraciones de cauces	Modelos hidrológicos y de drenaje
	Disminución de la tasa de infiltración y la tasa de recarga en los acuíferos		Movimiento de Tierras, impermeabilización vial, deforestación	Modelos hidrogeológicos

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.4 Posibles Indicadores de Impactos y Medidas Preventivas Correctivas

Durante la ejecución de proyectos y su fase operativa, se pueden evaluar varios indicadores de impacto ambiental, incluyendo la cantidad de cursos de agua interceptados, la vulnerabilidad de los acuíferos, la superficie afectada en zonas de recarga, y elementos como embalses y lagos. También se pueden evaluar los caudales afectados y áreas en riesgo de barreras y presas.

Los potenciales indicadores de impacto en los aspectos ambientales durante la realización de proyectos y su fase operativa incluyen los siguientes aspectos:

- Cantidad de cursos de agua interceptados, diferenciados por su ubicación en las secciones alta, media o baja del río.
- Evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos, abarcando las superficies y tipos de acuíferos afectados por las obras.
- Extensión de áreas afectadas por la infraestructura en las zonas de recarga de acuíferos.
- Número y valor de elementos como embalses, lagos y áreas húmedas.
- Evaluación de los caudales impactados por cambios en la calidad del agua.
- Áreas en riesgo de barreras y presas.

Indicadores de Impacto Ambiental:

Cantidad de cursos de agua interceptados (tramo alto, medio, bajo).

Vulnerabilidad de acuíferos (superficies y tipos afectados).

Superficie afectada en zonas de recarga de acuíferos.

Número y valor de embalses, lagos, etc.

Caudales afectados por cambios en la calidad del agua.

Superficies en riesgo de barreras-presa.

Medidas Preventivas y Correctivas:

Protección de obras y cauces interceptados.

Elevación de obras para evitar la interceptación de niveles freáticos.

Minimización de interferencias con flujos de agua subterránea.

Uso de medidas contra la erosión.

Prevención del vertido de aceites y grasas en la limpieza de motores.

Instalación de parapetos para retener sedimentos durante la construcción.

Empleo de balsas de decantación.

Evitación del efecto de represamiento mediante obras de drenaje.

Figura 3.54. Daños Ocasionados por efectos de inundación en el Departamento del Beni, 2005



Fuente: Hugo Padilla Monroy. Primer Seminario de Gestión de Riesgos (2005)

3.5.1.5 Desarrollo de competencias para la incorporación de medidas preventivas/correctivas en los proyectos viales

Las competencias principales identificadas para la aplicación de medidas preventivas en proyectos viales se indican en la tabla siguiente:

Tabla 3.16. Competencias para la incorporación de medidas preventivas/ correctivas en los proyectos viales de Bolivia

TEMA	COMPETENCIA
Sensibilización ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional: Conceptos de medio ambiente, contaminación hídrica, factores y atributos ambientales relacionados a los recursos hídricos, impactos, medidas preventivas y correctivas	Diseña, ejecuta, conserva las obras preventivas, así como las acciones correspondientes considerando los impactos potenciales sobre el medio ambiente.
Identificación de los Riesgos ambientales y ocupacionales Conocimiento Normativa Boliviana en Medio Ambiente, Salud y Seguridad Ocupacional. Normas de Calidad ISO	Identifica los riesgos potenciales y se anticipa a incorporar obras preventivas y correctivas, así como acciones correspondientes considerando los impactos potenciales sobre los recursos hídricos.
Buenas prácticas profesionales Principio de ética profesional, autonomía, liderazgo, innovación, el mercado y la relación al medio ambiente, aplicación de las normas ambientales, seguridad y salud ocupacional en la aplicación de la hidráulica.	Diseña, ejecuta y conserva las obras y acciones preventivas correspondientes aplicando las normas de diseño, ejecución y conservación vigentes, considerando los factores ambientales, seguridad y salud ocupacional
Disposición y tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales	Ejecuta las obras preventivas, utilizando las recomendaciones para el manejo adecuado de los residuos generados en los procesos de construcción y conservación de las carreteras

Producción más limpia y normas ambientales: selecciona materiales biodegradables, o con menor impacto ambiental	Diseña, ejecuta las obras viales seleccionando materiales, procesos que reduzcan el volumen de residuos y costos de uso de energía.
---	---

3.5.1.6 Conclusiones y recomendaciones

Desafíos del Transporte Convencional:

Consumo energético elevado

Emisiones contaminantes

Contribución al calentamiento global

Ruido y ocupación del suelo

Ruptura de ecosistemas

Congestión y riesgos en transporte de mercancías

Definición de Transporte Sostenible:

No perjudica salud ni ecosistemas

Utiliza recursos renovables sosteniblemente

Satisface necesidades actuales sin comprometer futuras generaciones

Necesidad de Integrar Consideraciones Ambientales en Proyectos Viales:

Impactos ambientales de infraestructuras viales

Efectos del cambio climático y desastres

Importancia de medidas preventivas y adaptación al cambio climático

Desarrollo de capacidades en adaptación, gestión de riesgos y gestión ambiental en proyectos viales.

La mitigación de los impactos con medidas preventivas y correctivas en el proyecto implica definir los indicadores de cada impacto y sus magnitudes.

La incorporación de medidas preventivas correctivas para la reducción de los impactos sobre los recursos hídricos es un proceso de mediano a largo plazo, porque existe un

proceso preliminar de concientización necesaria tanto en diferentes niveles institucionales políticos, financieros y educativos.

Sin embargo, los grandes problemas como el cambio climático en el actual Antropoceno, y en cada país y localidad los problemas de deterioro ambiental, riesgos y desastres exigen acortar tiempos a pesar de que son varios años que se hacen esfuerzos de concientización a través de programas de desarrollo sostenible principalmente.

Es necesario encontrar la forma de acortar los tiempos de concientización, actualización técnica, científica y metodológica operativa, para mitigar efectos adversos en incremento en todo el ciclo de desarrollo de proyectos.

La definición y cuantificación de indicadores de impacto requieren la incorporación de base de datos de manera de resguardar la información que se genera, para disponerla en forma oportuna como varios institutos de investigación de la UMSA lo hacen.

Debido a la deficiencia de información hidrometeorológica, que es parte de la información básica para la generación de indicadores, será necesario recurrir a tecnologías adicionales, especialmente de trabajo de campo, modelos computacionales u otros para complementar esta deficiencia.

Es importante un cambio de actitud hacia la proactividad, de los sujetos involucrados en la formación educativa, para la actualización en estos temas en el área de la ingeniería civil y tecnología correspondiente.

3.5.2 Experiencia de la didáctica de la gestión integral del agua dentro de las áreas hidrosanitarias de la carrera de construcciones civiles UMSA (2009-2019)

En la medida que se tiene la oportunidad de impartir la docencia en las áreas hidrosanitarias de las carreras se va incorporando la didáctica interdisciplinar en los planes de trabajo de la docencia e investigación según corresponda.

En este caso se expone la experiencia realizada en la Carrera de Construcciones Civiles de la UMSA donde actualmente el investigador es docente emérito

3.5.2.1 Objetivo

El propósito de esta experiencia consiste en integrar los conceptos de Gestión de Riesgos, Resiliencia Climática, Gestión Ambiental y Gestión Integral del Agua en las áreas

hidrosanitarias, incorporando estas teorías tanto en la enseñanza como en la investigación práctica. A modo de ejemplo, se consideran las Normas Mínimas de la Ayuda Humanitaria (Proyecto Esfera 2011), que proporcionan pautas para la asistencia humanitaria y normas para el suministro de agua potable en situaciones de emergencia en el ámbito hidrosanitario.

3.5.2.2 Inserción de la Gestión Integral del Agua con innovación Formativa en la docencia hidrosanitaria

Durante la trayectoria de docente universitario, se ha incorporado y aplicado elementos conceptuales, pragmáticos e innovadores alineados con los objetivos académicos tanto de la UMSA como de instituciones educativas internacionales. Las experiencias acumuladas a lo largo de la carrera docente y en diversos procesos de formación y actualización han sido fundamentales para preparar y motivar a los estudiantes de pregrado y postgrado, brindándoles la confianza necesaria para su futura inserción en el ámbito profesional al culminar sus estudios.

En el periodo comprendido entre 2009 y 2019, específicamente en la enseñanza de materias relacionadas con la ingeniería hidrosanitaria, se ha logrado enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la incorporación de herramientas didácticas y la investigación, abordando contenidos innovadores vinculados a la gestión integral del agua en el ámbito de la ingeniería hidrosanitaria. Este enfoque responde a la dinámica actual de la sociedad y a la necesidad de abordar los problemas existentes en este campo de manera efectiva. Los elementos introducidos como los siguientes:

- Proyectos específicos de Ingeniería y Obras de Construcción
- Incorporación de Tecnologías Alternativas en proyectos de saneamiento básico
- Normas Medio Ambiente y de Higiene, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (HSISO)
- Uso de la Normativa Nacional NB 688, NB 689 e internacional para la realización de proyectos de saneamiento básico.
- Gestión de Riesgos y Cambios Climáticos relacionados al sector agua
- Uso de Tics
- Dinámicas de grupo adecuadas para clases en horarios nocturnos
- Uso de software de hidráulica, saneamiento básico, hidrología y drenaje vial

- Utilización de material bibliográfico, actualizado de fuentes nacionales o internacionales aplicables en Bolivia.
- Prácticas en laboratorio de aguas.
- Trabajo de campo
- Aplicación de la cartilla No.1 de potabilización del agua. Elaborada en la Crisis del Agua 2016, dentro de la Comisión del Agua UMSA

Estas iniciativas propias del docente se han ido incluyendo paulatinamente en las diferentes materias donde se han ejercido la docencia con enfoques diferentes hacia el diseño y construcción para la Facultad de Ingeniería y Facultad de Tecnología y respectivamente. Hasta convertirse una actividad permanente, sobre la práctica profesional, con la propia aceptación de los estudiantes participantes.

Implican la ampliación y adaptación de contenidos, metodologías de enseñanza, incorporación de la investigación en la docencia, para lograr profesionales competentes en el área hidrosanitaria

Tiene carácter emergente realizar los cambios, aunque sea por propias iniciativas de cada docente, estudiantes de la carrera, o facultad, mejor si es en toda la institución UMSA, siendo que hay espacios académicos adecuados como aula, los institutos o laboratorios de investigación y las instituciones o comunidades externas como espacios de interacción social

Si bien hay iniciativas y acciones en esos niveles académicos locales, los programas de estudios de las carreras de Ingeniería Civil y de Construcciones Civiles de la UMSA están en procesos de actualización, sin embargo, aún no consolidaron institucionalmente estas actualizaciones.

El 2009, se propuso el proyecto "Estudio de Medidas Ambientales para el Tratamiento y Reciclado de las Aguas Residuales de los edificios multifamiliares de la ciudad de La Paz" para participar en el Concurso ASDI-SAREC. Este proyecto fue seleccionado para recibir financiamiento en 2010 y, en diferentes periodos, se han llevado a cabo prácticas en el laboratorio de aguas del área hidrosanitaria de la Carrera de Construcciones Civiles (2017 y 2019).

3.5.2.3 El enfoque de Hidráulica General incluye la transversalización de la gestión ambiental y la gestión de riesgos.

(M. N. Otero Valle, 2016b):

Sobre la base de la actualización al Plan General de la materia Hidráulica General, realizada en la Sectorial de Construcciones Civiles el año 2004 se inicia la adecuación en aula de la materia como se indica a continuación:

La carrera de Construcciones Civiles de la Facultad de Tecnología dentro de su Plan de Estudios desarrolla la materia de Hidráulica General en el Tercer Semestre. (p.1)

Tabla 3.17. Datos Generales de la Materia Hidráulica General. Carrera Construcciones Civiles UMSA

ASIGNATURA:	HIDRÁULICA GENERAL	SIGLA: COC 102	DOCENTE: Msc. M. Nadiezda Otero
ÁREA:	FORMATIVA	Catedra: 32 hrs.	Prerrequisito MAT 102, FIS 102
Justificación de la Asignatura			
Materia Base del Plan de estudio de la carrera componente del área hidrosanitaria, conocimientos necesarios para lograr la capacidad de interpretación y aplicación para procesos de diseño y construcción en obras hidráulicas en general			
Objetivo General de la Asignatura			
Curso fundamental destinado para lograr una capacidad de interpretación y aplicación para procesos de diseño y construcción de obras hidráulicas en General			
Objetivos Específicos de la Materia			
NIVEL DE APRENDIZAJE	CONDUCTA	COMPLEMENTO DIRECTO	CONDICIONES

Cognitivo	Definir	Principios de la Hidráulica	Según información recibida e investigada
Cognitivo	Interpretar	Teorías de la Hidráulica y su aplicación	Selección y definición de su aplicación
Psicomotriz	Desarrollar	Criterio de la Hidráulica en su entorno	Practicando ejercicios y visualizando el entorno de obras hidráulicas

Estrategias Metodológicas de Aprendizaje

Método Heurístico, utilización de Mapas Conceptuales, Método Homologado

Recursos didácticos: Técnicas: Expositiva, Discusión en grupos pequeños, uso de material visual.

Bibliografía principal

L. Mott Robert, Mecánica de Fluidos

Gilles Ronald, Mecánica de Fluidos

Bibliografía de Referencia

Azevedo Netto, Manual de Hidráulica

Freeze, Applied Hydraulic for Engineers

Fuente: (Otero Valle, 2016b)

Tabla 3.18. Contenido mínimo de la materia Hidráulica General Carrera Construcciones Civiles. Facultad de Tecnología UMSA

	CONTENIDO MÍNIMO
1	Naturaleza de los fluidos
2	Viscosidad de los fluidos
3	Medición de la Presión
4	Fuerzas sobre áreas planas y curvas sumergidas
5	Flotabilidad y Estabilidad
6	Flujo de Fluidos y la Ecuación de Bernoulli
7	Ecuación General de la Energía
8	Numero de Reynolds, Flujo Laminar y Flujo Turbulento
9	Perdidas de energía debido a la fricción
10	Sistemas de línea de tubería en serie
11	Sistemas de línea de tubería en paralelos
12	Flujo en Canal Abierto
13	Selección y Aplicación de Bombas
	Fuente: (Otero Valle, 2016b)

3.5.2.4 Transversalización de los temas de Medio Ambiente, HSISO, Producción Más Limpia.

(Otero Valle, 2016b)

Por lo que la mayoría de los docentes de la Facultad de Tecnología habrían asistido a las capacitaciones organizadas por la propia Facultad y otras instituciones con resultados en la adecuación de la curricular de las materias (unidades didácticas) con criterios de transversalización de Medio Ambiente y de Higiene, Seguridad Industrial y Saludo Ocupacional (HSISO). (p.4)

Por consiguiente, se replantea la Unidad Curricular de Hidráulica General con los objetivos siguientes:

Tabla 3.19. Objetivos de Aprendizaje materia Hidráulica con transversalización de temas de Medio Ambiente, Higiene, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (HSISO)

Curso Fundamental destinado a dotar al estudiante de los fundamentos de la Hidráulica y principios de aplicación en la construcción de obras hidráulicas en general considerando aspectos de Medio Ambiente y de Higiene, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (HSISO)

Objetivos de Aprendizaje

Obtener criterio de aplicación de la Hidráulica

Interpretación de la hidráulica para su uso en construcciones civiles

Aplicar diferentes métodos y recomendaciones ambientales y de HSISO en manejo de fuerzas hidráulicas.

Fuente: (Otero Valle, 2016b)

Tabla 3.20. Transversalización de los temas Medio Ambiente, HSISO, Producción más Limpia en la materia Hidráulica General

CONTENIDOS		
Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
<p>Conceptos e Introducción</p> <p>Gráficos de comparación hidráulicos</p> <p>Clasificación</p> <p> a. Observación</p> <p> b. Comparación</p> <p> c. Impactos Ambientales</p> <p>Descripción de Flujos Hidrostáticos e Hidrodinámicos</p> <p>Clasificación</p> <p>Comparación</p> <p>Efectos</p> <p>Investigaciones de Obras Hidráulicas tipo</p> <p>Descripción</p> <p>Identificación de Riesgos</p>	<p>Describir la hidráulica de los fluidos limpios y contaminados.</p> <p>Trabajo de grupos y de defensa oral</p> <p>Descripciones y demostraciones graficas de fluidos diferentes limpios y contaminados en su relación hidráulica</p> <p>Sistemas de medición de presiones e interpretaciones de efectos en obras y medio ambiente.</p> <p>Aplicaciones de conceptos de Producción más limpia y de seguridad industrial</p>	<p>Valoración e importancia del conocimiento de los efectos hidráulicos y ambientales</p> <p>Sentido Crítico para diferenciar el comportamiento hidráulico, bajo el concepto de Producción más limpia.</p> <p>Reflexión riesgos en obras hidráulicas y en personal que maneja y construye</p> <p>Aceptación y disposición al uso de técnicas en el proceso de producción para evitar pérdidas, para mantener un rendimiento productivo optimo (productividad)</p> <p>Incorporación de acciones para la Conservación del Medio Ambiente e HSISO</p>

Fuente: (Otero Valle, 2016b)

3.5.2.5 Actividades de motivación y actividades de aprendizaje

Se incluyen actividades de motivación y aprendizaje en el desarrollo de la materia Hidráulica General

Tabla 3.21. Actividades de motivación y aprendizaje. Hidráulica General

1. ACTIVIDADES DE MOTIVACIÓN				
Dinámicas Grupales para la formación de grupos de investigación				
Debates después de la clase audiovisual				
Preparación de conferencias complementarias por grupos después de cada clase audiovisual				
Limpieza de aula y áreas de trabajo				
Visita a obras hidráulicas y sanitarias				
B. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE				
	Tiempo s (periodos)	Grupos/ participación	Espacios	Equipos y materiales
1. Diagnóstico de conocimientos previos	½	Grupal	Aula	Cartulina, pizarrón y marcadores de agua.
2. Desarrollo de la unidad didáctica, exposiciones y demostraciones graficas en pizarra	4	Grupal	Aula, sala audiovisual, Laboratorio informático	Plan de unidad didáctica, leccionario, textos de consulta, internet, bibliotecas virtuales, equipo laboratorio informático, laboratorio de aguas. Comunicación docente-estudiante mediante TICs.
3. Exposiciones audiovisuales	4	Grupal	Sala Audiovisual	Laptop, computadora, videos, data show

4. Conformación de grupos de trabajo	½	Por Grupos	Aula y Sala Audiovisual	Hojas con gráficos y registros. Formulario de encuesta de datos y motivaciones personales
5. Normas HSISO y aplicaciones en obras hidráulicas	4	Individual	Áreas de trabajo	Utilizando herramientas de aseo, y recomendando no dejar basura en aula y hacer uso de los basureros
total	13 periodos			

Fuente: (Otero Valle, 2016b)

3.5.2.6 Evaluación del estudiante de Hidráulica General

Tabla 3.22. Evaluación del estudiante. Hidráulica General

	<p>A. Actividades de evaluación inicial</p> <p>Ej. Diagnóstico de conocimientos básicos mediante pruebas orales y escritas.</p> <p>otros</p>
	<p>B. Técnicas de evaluación formativa</p> <p>Ej. Premiación a las mejores participaciones</p> <p>Método de registro sobre el grado de aprendizaje de los estudiantes en los temas desarrollados,</p> <p>Otros.</p>
	<p>C. Contenido del informe de la evaluación sumaria</p> <p>Ej. Consecución de objetivos de aprendizaje</p> <p>Identificación con facilidad de las diferentes aplicaciones de obras hidráulicas</p> <p>Aplicación en la práctica de normas de mantenimiento, calibración y HSISO con enfoque ambiental</p> <p>Desarrollo de Trabajos de investigación por grupos</p> <p>Desarrollo de Trabajos de investigación personal</p> <p>Investigaciones Participativas de Proyectos Hidráulicos en Bolivia y países de Latinoamérica en especial</p> <p>Otros.</p>
	<p>D. Instrumentos de Evaluación</p>

Evaluación Formativa mediante una agenda de Evaluación del proceso
Exámenes escritos parciales
Presentación y defensa oral de las investigaciones
Asistencia a las presentaciones a las investigaciones participativas.

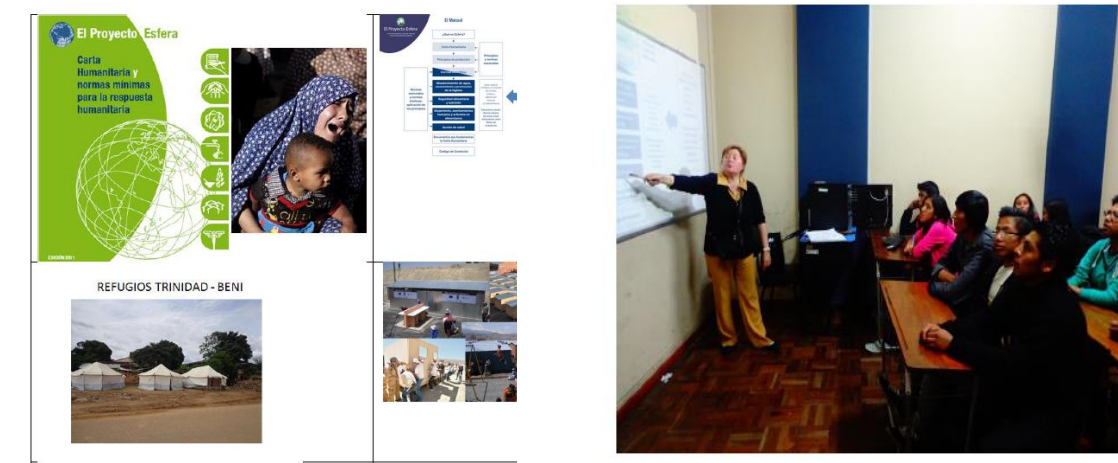
Fuente: (Otero Valle, 2016b)

3.5.2.7 Inclusión de la gestión de riesgos, mediante la enseñanza del Manual Esfera. Normas Mínimas. Hidráulica General

(Otero Valle, 2016b)

Según El Manual Esfera elaborado por instituciones internacionales de ayuda humanitaria contiene los lineamientos de la Carta Humanitaria, procedimientos y normas mínimas para la atención de emergencias y desastres a nivel mundial. En nuestro país sus Normas Mínimas están incluidas dentro los procedimientos del Plan de Contingencia del sector agua elaborado por el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego del MMAyA el año 2013 (Nacional et al., 2013). En la siguiente figura se describe el desarrollo de la catedra universitaria con uso del Manual Esfera en la materia de Hidráulica General. (p.8)

Figura 3.55. Inserción de normas mínimas del Manual Esfera en la materia Hidráulica General, año 2014



Nota: Foto Maria Otero.²² Fuente:(Otero Valle, 2016b)

3.5.2.8 Investigaciones Participativas de Proyectos Hidráulicos en Bolivia y países de Latinoamérica en especial

(M. N. Otero Valle, 2016b):

La realización de esta actividad, integrada en el plan de estudios, brinda a estudiantes y docentes la oportunidad de mantenerse actualizados sobre la aplicación de la hidráulica. Se logra a través de la investigación de temas relacionados con proyectos de obras hidráulicas, utilizando fuentes convencionales de instituciones gubernamentales y privadas, internet y bibliotecas virtuales accesibles para la comunidad universitaria. Además, el docente ha supervisado el proceso de investigación, proporcionando orientación específica para proyectos de construcción civil, incluyendo una guía para la elaboración y presentación oral del documento de investigación mediante PowerPoint.

En un periodo de casi 7 años se ha investigado en las áreas del sector agua y otros sectores relacionados a obras hidráulicas:

1. Recursos Hídricos
2. Control de inundaciones – Obras de Emergencias
3. Riego y Drenaje

²² www.sphereproject.org/download-user.php?u=5140&f=file-54e468aeb75e0.pdf

4. Saneamiento Básico
5. Técnicas Hidráulicas Ancestrales
6. Hidráulica Fluvial. (p.10)

Las exposiciones de trabajos de investigación de los alumnos de COC 102, Hidráulica General, 2016 se ilustran en la figura siguiente:

Figura 3.56. Docente M. Nadezda Otero y algunos alumnos de Hidráulica General COC 102, en jornada de exposición de investigaciones participativas de Proyectos Hidráulicos, La Paz 31 de mayo de 2016.



Fuente: (M. N. Otero Valle, 2016b):

Esta actividad tiene una dinámica de aprendizaje periódica y de actualización semestral.

En su desarrollo ha habido muchos hallazgos tecnológicos relacionados a la aplicación de proyectos hidráulicos en diferentes sectores, en Bolivia, Latinoamérica y otros países.

En el transcurso del tiempo, se ha acompañado las actualizaciones tecnológicas en estos proyectos, siendo un recurso didáctico exitoso donde los estudiantes ponen mucho entusiasmo e interés. (p.9)

3.5.2.9 Uso de TICs y Software en la docencia hidrosanitaria

(M. N. Otero Valle, 2016b):

El manejo de Tics se empieza a difundir y capacitar en la UMSA a partir del 2009 mediante el Programa Rectoral de Educación Superior Virtual

El acceso a softwares amigables y de libre disposición para la realización de aulas virtuales facilita el proceso enseñanza y aprendizaje, tanto para docentes como estudiantes.

Sin embargo, las condiciones y tipos de software académicos no pudieron ser generalizados en el ejercicio docente de la Facultad de Tecnología hasta este año 2019, mediante el Curso Taller: Promoviendo Mejoras del Proceso Enseñanza en TICs e Innovación y Emprendimiento (350 horas).

De igual manera el uso de modelos de simulación hidráulica como PipeFlo, Watercad fue introducido por el docente, siendo que la facultad de tecnología no cuenta con licencias académicas correspondientes.

En la docencia realizada en la Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, de las materias de Hidráulica, Ingeniería Sanitaria II (Alcantarillado) se pudo introdujo los paquetes computacionales como Watercad y Sewercad parte debido a que la Carrera de Ingeniería Civil cuenta con licencia académica de la Empresa Bentley. (p.10)

Tabla 3.23. Proceso de desarrollo de investigaciones participativas de Proyectos Hidráulicos en la materia de Hidráulica General COC 102

Proceso de desarrollo de investigaciones participativas de Proyectos Hidráulicos en la materia de Hidráulica General COC 102 – Facultad de Tecnología				
	Periodo	Temas Investigados	Número de alumnos promedio por Semestre	Número de alumnos promedio Total del Periodo Anual
1	2009-2011	Sistemas Constructivos Sifones Alcantarillado Sanitario Sistemas Sanitarios Instalaciones Sanitarias en Edificios	17	68
2	2011-2013	Instalaciones Sanitarias en Edificios Sistemas Sanitarios Drenaje Vial Sistemas de Riego y Drenaje	19	76
3	2014-2015	Drenaje Vial Alcantarillado Pluvial Riego y Drenaje Materiales y Accesorios de Agua Potable Grandes Represas Obras Hidráulicas Técnicas Ancestrales	21	42
4	2016	Hidráulica Fluvial Drenaje Vial Obras Hidráulicas Técnicas Ancestrales Restauración Integral Ecológica e hidráulica de Ríos y sus Cuencas	30	30
			total	216 alumnos

Fuente:(Otero Valle, 2016b)

3.5.2.10 Conclusiones

(M. N. Otero Valle, 2016b):

La implementación del Plan General de la materia se ha realizado con adaptaciones específicas a la Hidráulica Aplicada, incluyendo aspectos transversales como Normas Ambientales, HSISO, y consideraciones de Gestión de Riesgos y Cambio Climático mediante la enseñanza de Normas Mínimas del Manual Esfera en COC 102 Hidráulica General. Se han incorporado técnicas TIC para la comunicación entre docentes y estudiantes, así como para las investigaciones. Durante las exposiciones de investigación, se ha guiado el desarrollo del documento, integrando conocimientos y experiencia de 25 años en el ejercicio profesional y en investigaciones afines.

Se han abordado seis temas relacionados con Obras Hidráulicas entre 2011 y 2016, con la participación de al menos 216 estudiantes y el docente. Además, se ha contribuido a la implementación del Laboratorio de Aguas de la Carrera de Construcciones Civiles, transfiriendo equipos adquiridos en proyectos anteriores. Los contenidos del Plan General, aspectos ambientales, HSISO, Gestión de Riesgo y Cambio Climático se han presentado en cada clase y se han relacionado con los temas discutidos en investigaciones sobre proyectos de obras hidráulicas. Se han desarrollado dinámicas de trabajo y enseñanza adaptadas al horario nocturno de pregrado y postgrado.

El Comité Multidisciplinario UMSA, previamente Comité de Emergencias del Agua, ha brindado oportunidades para que docentes y estudiantes participen en investigaciones y orienten los procesos de enseñanza-aprendizaje. En años posteriores, el comité ha abordado temas importantes como el problema del Relleno Sanitario de Alpacoma y la Comisión de Evaluación del Proyecto Bala-Chepete. Los estudiantes de hidráulica han participado en visitas a sitios como Patapampa en 2019, una alternativa para reemplazar el relleno sanitario de Alpacoma, y han realizado investigaciones sobre proyectos de relleno sanitario como parte de la actividad de investigación participativa en la materia de Hidráulica General de Construcciones Civiles (p.11).

3.5.3 Formación Innovadora en la Gestión de Riesgos en Carreteras con énfasis en la mitigación de impactos sobre los recursos hídricos²³

3.5.3.1 Introducción

Se presenta la propuesta del “Curso Formación Innovadora de Gestión de Riesgos en Carreteras con énfasis en la mitigación de impactos sobre los recursos hídricos”, considerando el modelo de formación innovadora para organizaciones de CEDDET-INAP 2016, para incorporar en los Programas de Formación Universitaria de forma continua dirigida a profesionales del área de ingeniería y tecnología civil, de carga horaria 40 horas, con modalidad a distancia (e-learning).

El “Curso” está orientado a fomentar capacidades de desarrollo de la Gestión de Riesgos de Infraestructura consideran las amenazas de origen hídrico principalmente, las condiciones de deterioro ambiental y el cambio climático en el territorio.

De acuerdo con el modelo (CEDDET-INAP) el documento de propuesta del “Curso” se ha estructurado en cuatro partes (Rodríguez et al., 2016):

Introducción y Justificación de la Propuesta Formativa: permitirá identificar las razones por las cuales se hace necesario desarrollar la formación en el sistema universitario, en específico de la Universidad Mayor de San Andrés.

Propuesta de Acción Formativa: cuenta con los siguientes elementos: Objetivos Generales y Específicos, Índice de contenidos, Actividades, Evaluación.

Bibliografía: referencia a la provista para el desarrollo de la formación

Considerar el Anexo 1. Sobre las condiciones para que las rutas definitivas sean archivadas en el repositorio del INAP y publicadas en el Banco de Buenas Prácticas. (página 4)

3.5.3.2 Perfil de los participantes a la formación:

Profesionales de ingeniería y tecnología civil, con formación y/o experiencia en elaboración y/o ejecución de proyectos viales.

²³ Otero Valle, Maria Nadezda, La Antigua, Guatemala 2016. Taller Especialista en Innovación Formativa de la Fundación CEDDET e INAP

3.5.3.3 Justificación

Se identifica la necesidad de la formación de competencias en el área de ingeniería y tecnología civil en el Sistema Universitario y la Universidad Mayor de San Andrés UMSA, para la formación de capacidades en la prevención y resiliencia de eventos adversos, con obras y medidas de mitigación, considerando intervenciones donde la tecnología no contribuya al riesgo, ni afecten los recursos hídricos en especial, por las razones siguientes:

La ocurrencia de desastres se relaciona con el deterioro ambiental y los cambios climáticos, con mayor daño a la infraestructura, lo que exige la necesidad de fortalecer las capacidades para la Gestión de Riesgos al respecto.

El desarrollo de proyectos ingenieriles puede afectar los recursos hídricos en volumen y distribución siendo que el territorio boliviano se conforma por grandes cuencas hidrográficas de alta densidad hídrica y grandes volúmenes de sedimentos afectadas principalmente por eventos y desastres de origen: sequia, inundaciones, granizadas y altas precipitaciones que producen torrenteras.

Los proyectos de capacitación en Gestión de Riesgos específicos no se desarrollan en forma continua en la Administración Pública.

3.5.3.4 Objetivos Generales

Elaboración y ejecución de proyectos carreteros considerando la gestión de riesgos hídricos

3.5.3.5 Objetivos específicos

- Identificar la problemática de riesgos hídricos en Bolivia y las políticas de gestión de riesgos hídricos
- Identificar la relación de la gestión de riesgos con la adaptación al cambio climático y la gestión ambiental
- Realizar el análisis de estudio de casos en proyectos de gestión de riesgos hídricos y gestión de riesgos en Carreteras.
- Desarrollar proyectos carreteros con gestión de riesgos y medidas preventivas para la mitigación de impactos sobre los recursos hídricos.

3.5.3.6 Contenidos

Módulo 1: Gestión de Riesgos Hídricos & Infraestructura

Lección 1: Eventos Adversos/Desastres de origen hídrico

Lección 2: Gestión de Riesgos Hídricos en el Plan Nacional de Cuencas. Proyectos de Gestión de Riesgos Hídricos.

Módulo 2: Adaptación al Cambio Climático y Gestion Ambiental

Lección 1: Cambio Climático en Bolivia

Lección 2: Enfoque del Plan Nacional de Cuencas para la Adaptación al Cambio Climático.

Módulo 3: Medio Ambiente y Carreteras

Lección 1: Deterioro Ambiental del Territorio. Ley 1333 de Medio Ambiente.

Lección 2: Normativa Ambiental para Carreteras

Módulo 4: Gestion de Riesgos en Carreteras y Medidas Preventivas para los Recursos Hídricos

Lección 1: Vulnerabilidad de la Red Vial Fundamental de Bolivia: Estudio de Casos

Lección 2: Manual de Gestion de Prevención de Desastres en Carreteras

Lección 3: Medidas Preventivas para la mitigación de Impactos sobre los Recursos Hídricos en los Proyectos Viales.

3.5.3.7 Definición de actividades del curso en exelearning

El exelearning es una herramienta de código abierto que facilita la creación de materiales educativos sin necesidad de conocimientos especializados en HTML o XML. Permite la integración de contenido multimedia, actividades interactivas y su exportación a varios formatos, incluyendo HTML, SCORM e IMS., etc.

3.5.3.8 Cronograma

Se desarrolló los módulos en función de un cronograma de actividades de 8 semanas de 5 horas haciendo un total de 40 horas.

3.5.3.9 Lectura de Contenidos

En este sitio de la plataforma, se proporciona información y conceptos teóricos sobre los contenidos propuestos incluyendo videos.

Videos:

3.5.3.10 Desarrollo de las Actividades

Para la participación se desarrollarán las siguientes actividades:

- Reconocimiento de concepto y expresión en infografías
- Actividades de selección múltiple en módulos específicos con alto contenido teórico.
- Participación de Foro con las opiniones sobre la base de un resultado de actividad o tarea dada.
- Desarrollo de trabajos aplicados mediante el uso de tablas, infografías, mapas conceptuales.
- Desarrollo de estudio de casos de proyectos viales para el análisis respecto a la temática correspondiente.
- Desarrollo de la evaluación de autoaprendizaje por parte de los participantes en función de una recopilación de los aspectos aprendidos expresados en una página.

Figura 3.57. Estructura y Contenidos del “Curso Formación Innovadora de Gestión de Riesgos en Carreteras infraestructura con énfasis en la mitigación de impactos sobre los recursos hídricos”. La Antigua-Guatemala 2016.

ESTRUCTURA Y CONTENIDOS						
OBJETIVOS	MODULOS	CONTENIDOS/TEMAS	Actividades	RECURSOS	Bibliografía	
OBJETIVO 1	Modulo 1. Gestión de Riesgos & Infraestructura	Lección 1, Lección 2 Eventos Adversos/Desastres de Origen Hídrico, Gestión Riesgos y el Plan Nacional de Cuencas, Proyectos de Gestión de Riesgos Hídricos	Actividades 1 a 5	DROPBOX, Blog	Manual de Emergencias del Subsector Recursos Hídricos	
OBJETIVO 2	Modulo 2. Adaptación al Cambio Climático y Gestión Ambiental	Lección 1, Lección 2 Cambio Climático en Bolivia, Enfoque del Plan Nacional de Cuencas para ADC	Actividades 6 a 9	Cmap, MindQ,	Informe IPPC y Nacional	
OBJETIVO 3	Modulo 3. Medio Ambiente y Carreteras	Lección 1, Lección 2 Enfoque del Plan Nacional Cuencas para la Adaptación al Cambio Climático	Actividades 10 y 11	DROPBOX, Blog	Informe del PNC y CC	
OBJETIVO 4	Modulo 4. Gestión de Riesgos en Carreteras y Medidas Preventivas para los Recursos Hídricos	Lección 1, Lección 2, Lección 3 Vulnerabilidad de la Red Fundamental, Manual de Gestión de Prevención de Desastres en Carreteras, Medidas Preventivas para la mitigación de Impactos sobre los recursos hídricos en los proyectos viales	Actividades 12 a 16	Google +, Blog	Manuales en Gestión Riesgos, Documento Medidas Preventivas	

Fuente: Elaboración propia (2016)

3.5.3.11 Sistemas de Evaluación

Según el caso, se evaluará principalmente con la siguiente ponderación:

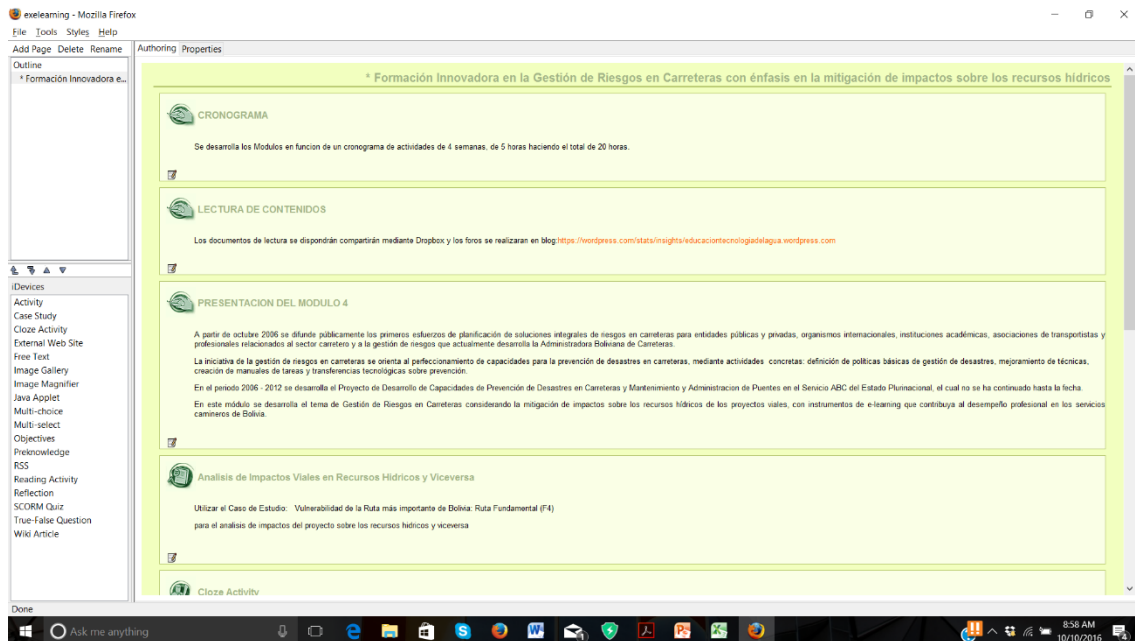
Foros 30 %

Desarrollo del trabajo aplicado 40 %

Evaluación de aprendizaje 30 %

Total 100 %

Figura 3.58. Definición actividades en exelearning. Taller innovación formativa. La Antigua, Guatemala 2016.



Fuente: exelearning.net

3.5.3.12 Atención de los participantes.

Mediante la participación del tutor virtual y el Coordinador del Curso se hará la atención y seguimiento personalizado en la plataforma, blog según las actividades indicadas en el exelearning.

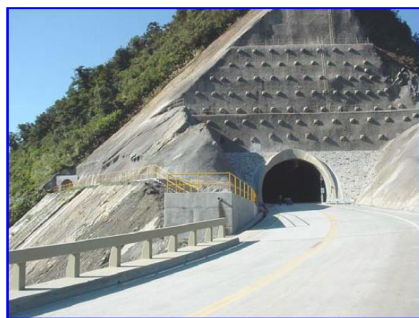
3.5.3.13 Documentación de apoyo

Guía de uso de plataforma

Guía del participante

Guía de Actividades

Figura 3.59. Túnel San Rafael. La Paz-Bolivia 2006. SNC



Fuente: SNC 2006

Figura 3.60. Desastres en el sector Puente Barrancón, Pando. 2005.1er Seminario de Desastres en Carreteras SNC.



Fuente: SNC 2006

3.5.3.14 Bibliografía General

JICA-BOLIVIA. (2015). Estudio de recopilación de información y verificación de datos en el sector de Gestión y Prevención de Riesgos en el Estado Plurinacional de Bolivia. La Paz: JICA.

3.5.3.15 Bibliografía específica

CLAES. (21 de mayo de 2013). A nivel mundial Bolivia muestra un elevado deterioro ambiental. *La Patria*, pág. 1.

DHB-RBV-SNC. (2004). Evaluación Ambiental Estratégica del Corredor Norte de Bolivia. La Paz.

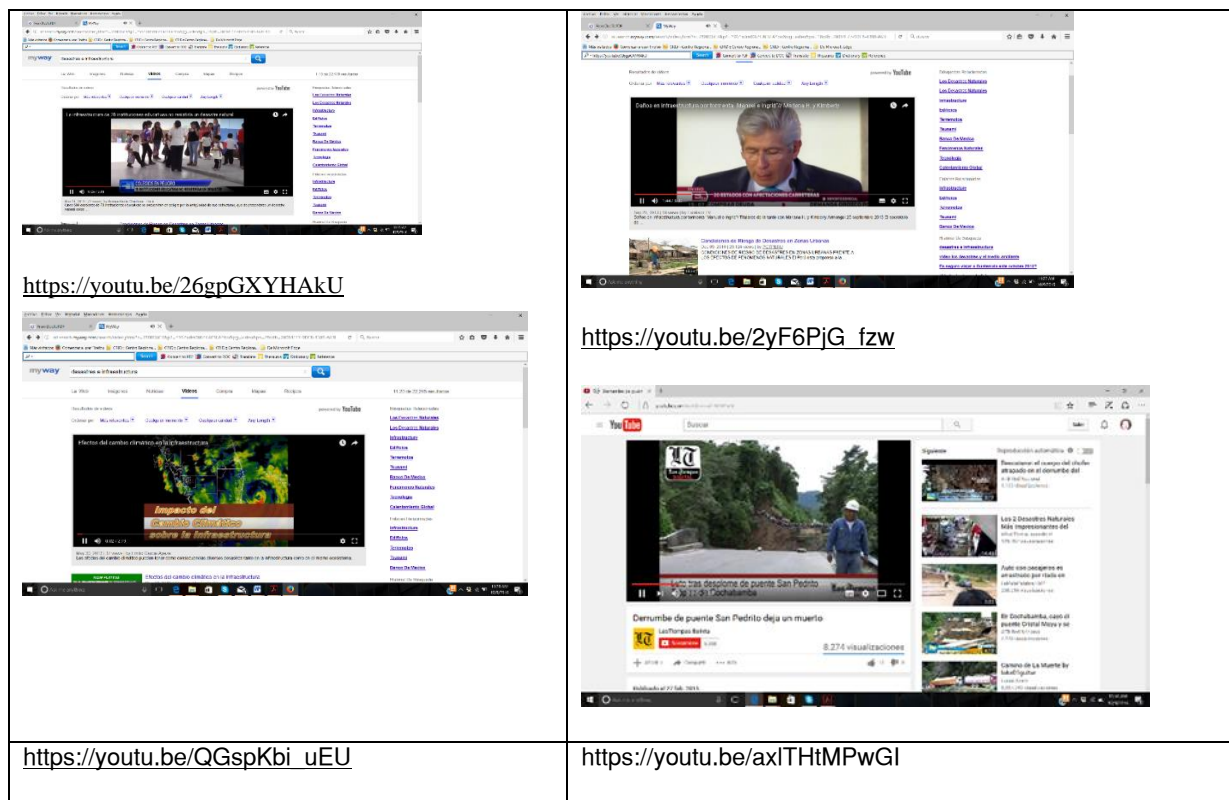
Otero Valle, M. N. (2004). *Informe de Caída Puente Chapare*. Técnico, GPD-Servicio Nacional de Caminos, La Paz, La Paz.

Treviño, A. (2003). *Evaluación del Impacto Ambiental. Diplomado en Auditoría Vial y Medio Ambiente, Postgrado Ciencias del Transporte, UMSA*. Universidad Mayor de San Andrés UMSA. La Paz: IITV.

3.5.3.16 ANEXOS

Se adjuntan en anexos los elementos de aprendizaje didáctico con innovación formativa: Videos.

Figura 3.61. Videos. Tema gestión Riesgos en Carreteras



Fuente:youtu.be (2016)

3.5.4 Investigación participativa: Comunidades en acción

3.5.4.1 Introducción

Dentro la formación innovadora se propone la activación de las comunidades en acción (Gonzales G, Juan Carlos, Moragon S Amparo, 2016); en este sentido se ha aplicado esta recomendación para hacer la propuesta de la conformación del Comité de Emergencia del Agua y habilitar un espacio de comunidades en acción en función al intercambio de saberes en la comunidad de la Universidad Mayor de San Andrés para tomar acciones al tema de Crisis por falta de agua.

3.5.4.2 Organización de comunidad en acción con la Crisis del Agua noviembre 2016.

Ante la situación de crisis de falta de agua en 98 barrios, desde el 6 de noviembre de 2015, **se crea la comunidad en acción** con la propuesta de organizar el Comité Técnico de Emergencia del Agua de la ciudad de La Paz²⁴, para proteger la salud pública con

²⁴ Otero Valle, Maria Nadezda. Propuesta de Conformación Comité de Emergencia. Noviembre 2016

recomendaciones basadas en Gestión de Riesgos (Nacional et al., 2013) en situaciones de crisis de agua con recomendaciones y exigencias transmitidas en forma pública mediante los canales de televisión (TVU y ATB) como se indica a continuación:

- Identificación de factores negativos que dieron lugar a la crisis.
- Recomendación de aplicación normas internacionales y nacionales de respuesta en emergencias para el abastecimiento de agua potable
- Recomendación de uso de tecnologías ambientales simples como el acopio de agua de lluvia para otros usos
- Recomendaciones a la empresa EPSAS y el sector de Saneamiento Básico, porque se identifica una inadecuada respuesta a la situación de crisis.
- Propuesta a la UMSA para la conformación y desarrollo de las actividades del Comité de Aguas de la UMSA, remarcando en la necesidad futura del desarrollo y la investigación para la Gestión de Riesgos, Resiliencia Climática y Gestión Ambiental con proyectos de mediano plazo como por ejemplo el Reciclado de las Aguas Residuales de los Edificios Multifamiliares.

Con la respuesta positiva de las Autoridades de la UMSA se logra conformar el Comité de Aguas en noviembre de 2016. La propuesta planteada se presenta en PowerPoint, como se lo hizo ante el Rector de la UMSA que se sintetiza a continuación:

3.5.4.3 Propuesta Conformación Comité Técnico de Emergencias en la UMSA por falta de agua en La Paz.²⁵

A continuación, se muestra la propuesta en presentación académica (PowerPoint) expuesta en reunión conjunta de noviembre 2016 en Rectorado UMSA.

²⁵ *Nadiezda Otero Valle, M. (2021). Significación didáctica y de impacto social de la conformación del Comité Técnico de Emergencias UMSA, durante la crisis del agua 2016 de La Paz, Bolivia. Revista Polyphonía, 32(1). <https://doi.org/10.5216/rp.v32i1.67408>*

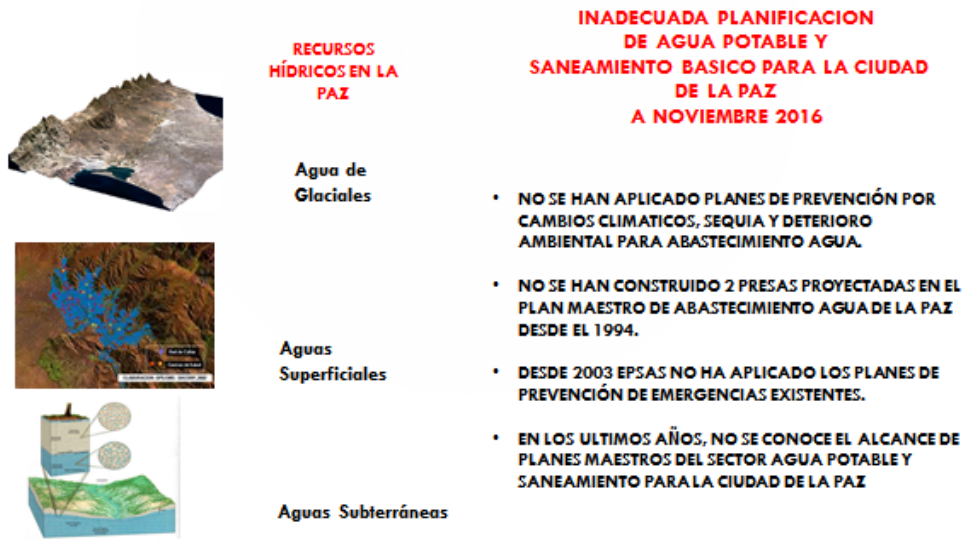
Otero Valle, N. (2018). Crisis Agua La Paz, 2016 (p. 132). IEB UMSA.

Figura 3.62. Propuesta de la Facultad de Tecnología para la UMSA, en situación de crisis del agua, noviembre 2016



Fuente: (Otero Valle, 2018)

Figura 3.63. Factores Naturales, Tecnológicos en la deficiencia del Abastecimiento de Agua Potable. La Paz noviembre 2016.



Fuente: (Otero Valle, 2018)

Figura 3.64. Factores Naturales, Tecnológicos en la deficiencia del Abastecimiento de Agua Potable. La Paz noviembre 2016.



Fuente: (Otero Valle, 2018)

Figura 3.65. Consecuencias por incompetencias del servicio de abastecimiento de agua. La Paz noviembre 2016



- **COMUNIDAD AFLIGIDA POR LA FALTA DE AGUA**
- **LARGAS FILAS DURANTE ABASTECIMIENTO DE AGUA, DE DUDOSA CALIDAD, POR CISTERNAS**
- **LAS AUTORIDADES NO SIGUEN PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS EN LOS PLANES DE EMERGENCIAS ELABORADOS PARA LA EMPRESA DE AGUAS Y EL PLAN DE CONTINGENCIAS DEL SECTOR AGUA**

<https://youtu.be/dzfgCwBOUow>



Fuente: (Otero Valle, 2018)

<https://youtu.be/dzfgCwBOUow> (ATB, noviembre 2016)

Figura 3.66. Pronunciamiento y preocupación de la Facultad de Tecnología en la Crisis del Agua, Programa Jaque Mate. Televisión Universitaria UMSA, noviembre 2016



LA FACULTAD DE TECNOLOGIA – UMSA SE MANIFIESTA ANTE LA COMUNIDAD :

- **REUNE Y ANALIZA SITUACION EMERGENCIA CON DOCENTES ESPECIALISTAS EN EL AREA HIDROSANITARIA**
- **SOLICITA AL RECTOR Y AL CONSEJO UMSA LA CONFORMACION DEL COMITE DE EMERGENCIAS UNIVERSITARIO DEL AGUA**
- **REALIZA RECOMENDACIONES, BASADAS EN NORMAS PARA SITUACIONES DE EMERGENCIA EN TV-UNIVERSITARIA.**



Victor Hugo Herrera (Decano Facultad Tecnología) y Maricel Norberto Otero Valle (Docente Área Hidrosanitaria), Impulsan Comité de Emergencias del Agua. En entrevista Canal Universitario TV-U. La Paz, noviembre 2016

Nota: Fotos Adriana Rodriguez (2016). Fuente: (Otero Valle, 2018)

Figura 3.67. Conformación del Comité del Agua UMSA, Rectorado noviembre 2016.



Fuente: El Diario. (2016)

En la propuesta presentada al Rectorado UMSA (noviembre 2016): se propone aplicar acopio de lluvia en forma doméstica o por sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) y continuar con investigaciones respecto al tratamiento y reciclado de las aguas residuales para disminuir el consumo de dotación de agua principalmente.

3.5.4.4 Conclusiones de la conformación del Comité del Agua en la Crisis de noviembre 2016²⁶

- La Gestión del Agua es insuficiente por falta de planificación, investigación e ineficiencia capacitación, lo que ha provocado la Crisis de Agua en noviembre 2016 en la ciudad de La Paz-zona sur.
- La inadecuada contratación de recursos humanos, en relación con el nivel profesional y científico necesario en EPSAS y el Sector se hace pública durante la Crisis.

²⁶ Otero Valle, Maria Nadezda. Coloquio Avance Tesis Doctorado, CEPIES, La Paz, 2017

Figura 3.68. El Estudio de Medidas Ambientales en Edificios Multifamiliares propuesto el 2010 y obtuvo financiamiento por el fondo concursable de Investigación



Nota: ASDI-SAREC 2010. Fuente:(Otero Valle, 2018)

- Las empresas de agua deben contar con un Grupo Científico y Tecnológico, de las universidades y en específico de la UMSA en La Paz.
- La Ciudad de La Paz desperdicia un potencial hídrico al haber contaminado más de 300 ríos por ser utilizados como emisarios, por tanto, hay que hacer una red de alcantarillado en toda la ciudad que se separen los ríos de las descargas sanitarias
- La falta de tratamiento de Aguas Residuales como PTARS en los Municipios dificulta el Reciclado de este
- Hay alternativas tecnologías tanto para uso racional del agua como una descarga controlada, la tecnología que actualmente usamos es muy antigua.
- La ciudad de La Paz no ha renovado la mayoría de sus sistemas de agua potable AP y Alcantarillado ALC que ya habrían cumplido su vida útil.
- Las zonas urbanas como rurales no solo necesitan agua para uso doméstico, sino para actividades económicas de producción y otros usos que no son tomados en detalle en las normas actuales.
- Las áreas periurbanas y rurales tienen coberturas muy bajas de agua potable y alcantarillado. Caso Municipios Mecapaca, Pucarani, Viacha, etc.

- Posteriormente a esta Crisis EPSAS aceleró la conclusión de la presa de Alto Hampaturi se realizaron varias obras provisionales en la aducción del Sistema Pampahasi y se restituyo a la normalidad el servicio de agua potable luego de varios meses en la zona Sur de La Paz.
- La UMSA se comprometió realizar estudios de investigación sobre cambio climático y la forma de evitar escasez de agua.
- Posteriormente a esta crisis diversas facultades fortalecieron sus investigaciones hacia el tema del agua.
- El Comité de Emergencias del Agua dio lugar al Comité Multidisciplinario de la UMSA, que se organizó en subcomisiones para atender demandas importantes de la sociedad civil como los casos posteriores: Deslizamiento Relleno Alpacoma, Proyecto Represas Bala y Chepete²⁷, y otros.
- Esta modalidad (Comité Multidisciplinario) es una gran apertura de interacción social e investigación de la UMSA hacia la sociedad boliviana y orienta las correspondientes actividades universitarias.

3.5.4.5 Organización de comunidad en acción con el Deslizamiento Calles 4 y 5 de Obrajes

En el punto 3.4.5 se desarrolla el Estudio de Caso 5 del Deslizamiento Calles 4 y 5 zona Obrajes, Ciudad La Paz (2018-2019), donde espontáneamente se crea una comunidad en acción conformada por vecinos de la Zona Los Álamos calles 4 y 5, a causa del desastre ocurrido, donde 6 casas fueron colapsadas.

La comunidad se organiza bajo el objetivo común, por la gran preocupación, de mitigar los riesgos ocasionados por el deslizamiento y lograr la estabilización de la zona.

Según el nivel de riesgo, en la comunidad en acción se diferenció dos grupos activos:

Grupo de Mayor Riesgo: Conformado por los vecinos con afectación directa por el deslizamiento donde sus viviendas presentan daños severos de acuerdo con evaluación de daños realizada en mayo 2019 y corresponde a la calle 4 y la Av. 14 de septiembre entre calles 4 y 5. Donde 2 casas fueron demolidas totalmente en fecha posterior.

²⁷ Análisis Integral del Proyecto Gubernamental Represas Hidroeléctricas Chepete-Bala, Resumen Ejecutivo

Grupo de Riesgo; Conformado por los vecinos de la calle 5 de Obrajes, quienes en noviembre 2019 habían demostrado su preocupación por las severas grietas presentadas en la residencia de la Embajada Británica. Este grupo se acopla a la comunidad en acción luego del deslizamiento de abril 2019. Los personeros de la Embajada Británica no se acoplan a la comunidad a pesar de las intenciones de los vecinos de hacerlo.

Grupo Técnico: Conformado por 2 profesionales de la Zona (Ingeniero Civil y Arquitecto) que realizan la definición de la solicitud de obras de estabilización, en reuniones ante el SMGIR. Las propuestas técnicas concretas las lideriza el ingeniero civil²⁸, debido a que el arquitecto enferma por su edad avanzada.

A esta comunidad en acción se acopla la Junta de Vecinos en las reuniones para el seguimiento de las obras de estabilización y coadyuvar las gestiones correspondientes ante las autoridades del gobierno municipal de La Paz.

Las funciones de la comunidad en acción fueron:

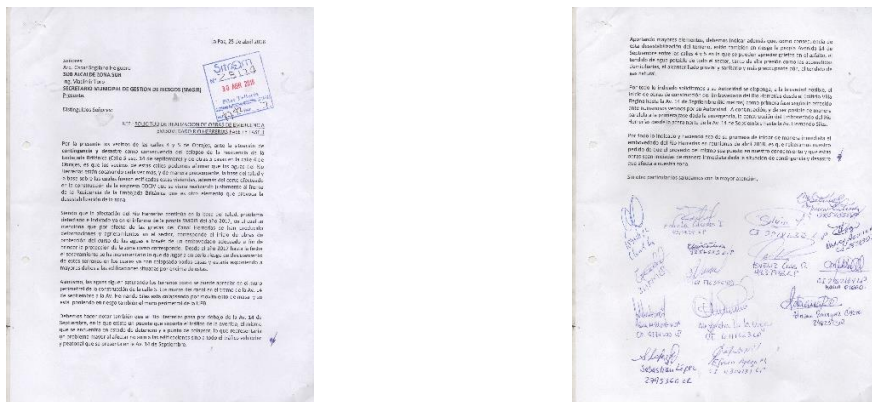
- Gestionar ante las instancias del GMLP y la subalcaldía la recuperación postdesastre de la zona mediante obras hidráulicas y de estabilización de la zona
- Hacer el Seguimiento de Ejecución de las Obras de Estabilización con las autoridades ediles correspondientes, en coordinación con el SMGIR.
- Gestionar ante la empresa de servicio de gas, para el corte del servicio de gas en la zona durante la ejecución de obras
- Gestionar ante la empresa de saneamiento de agua EPSAS para los trabajos de reparación, cambio de las tuberías de agua potable y alcantarillado de la red sus acometidas domiciliarias.
- Inspeccionar los predios de la construcción de COCIV en calle 5 y Av. 14 de septiembre, para la verificación de ejecución de profundización cimentaciones para coadyuvar a la estabilización de la zona que la esta empresa había provocado el deslizamiento.
- Gestionar ante el GMLP el congelamiento de las licencias de edificación en la zona afectada.

²⁸ Ingeniero: Maria N. Otero; Arquitecto:

- Asistir al sepelio del Sr. Chávez, quien fue damnificado con la demolición de su casa de 4 pisos en la calle 4. Al mes de terminadas las obras de estabilización falleció (febrero 2019).

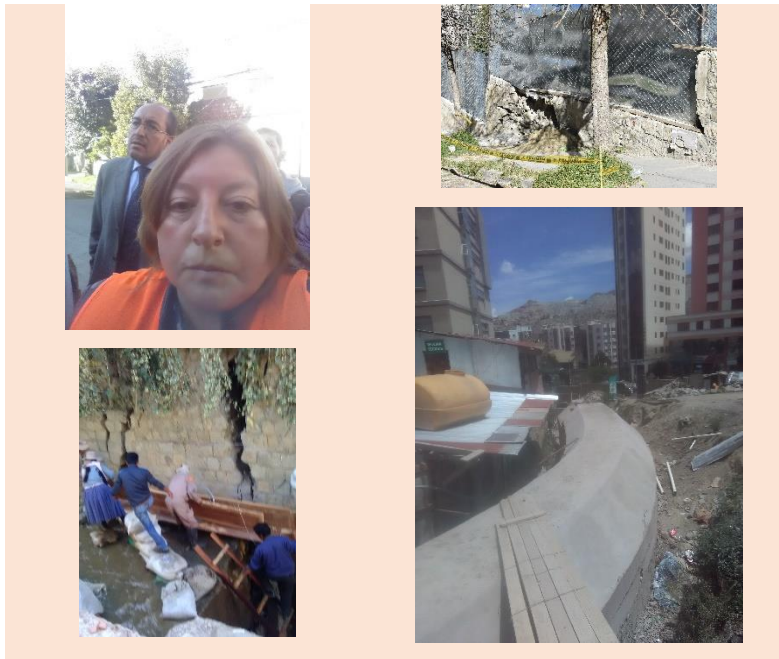
Y demás gestiones necesarias para el desarrollo de Obras de Estabilización.

Figura 3.69. Solicitud a GMLP la ejecución obras de emergencia con embovedado Rio Herrerías por parte vecinos calle 5. La Paz, abril 2018.



Fuente propia

Figura 3.70. Comunidad en Acción en Deslizamiento Calles 4 y 5 Obrajes, 2018.



Nota: Fotos Maria Otero. Fuente:(Otero Valle, 2019b)

3.5.5 Investigación Tecnológica: Estudio de Medidas Ambientales para el Tratamiento de Aguas Residuales en los Edificios Multifamiliares de la Ciudad de La Paz²⁹

3.5.5.1 Introducción

(Otero Valle, 2017b):

Los orígenes de la presente investigación provienen de la identificación de la problemática de abastecimiento de agua y la falta de plantas de tratamiento de agua residuales en la ciudad de La Paz, que ha motivado la presentación, el año 2009, del proyecto “Estudio de Medidas Ambientales para el Tratamiento de Aguas Residuales en los Edificios Multifamiliares de la Ciudad de La Paz”, a Fondos Concursables- Financiamiento Cooperación Sueca Programa UMSA-

ASDI, por la Facultad Técnica (ahora Facultad de Tecnología)- IIAT. Logrando el parcial financiamiento del proyecto (2010).³⁰

La problemática del agua de la ciudad de La Paz se agrava, con la mayor crisis del agua de noviembre 2016 en la ciudad de La Paz (300.000 habitantes de la zona Sur con falta de agua) ha motivado a la comunidad universitaria de la UMSA el establecimiento del Comité de del Agua, para fines consiguientes de participar en las actividades de respuesta de esa emergencia y promover el desarrollo de investigación y ejecución de proyectos relacionados a la problemática del agua, por ello, actualmente, se ha elevado este comité a una Comisión de Alto Nivel y Multidisciplinaria de la Universidad Mayor de San Andrés donde se analizan y atienden diversos temas de alta importancia en la sociedad, como es la problemática del agua.

A consecuencia de la Crisis del Agua de noviembre 2016, se reinicia el Proyecto de Medidas Ambientales mencionado con los análisis químicos de caracterización del agua potable y aguas residuales de edificios multifamiliares de la ciudad de La Paz, en el Laboratorio de Aguas de la Carrera de Construcciones Civiles, con la participación de los alumnos del área hidrosanitaria de la gestión I/2017. (p.39)

(Otero Valle, 2017b):

La caracterización de aguas realizadas en Laboratorio de Aguas, entre marzo y junio 2017, con la participación de estudiantes del área hidrosanitaria de Construcciones Civiles, ha contribuido en el conocimiento práctico de calidad de agua y los resultados obtenidos dan orientaciones iniciales de las medidas ambientales para el control del agua potable, el tratamiento de descarga de las aguas residuales de las instalaciones de los edificios. Como también se obtienen elementos técnicos para la organización del mantenimiento y mejoras en las instalaciones sanitarias para lograr el objetivo principal de contribuir a la reducción de la contaminación de los recursos hídricos y a la disponibilidad alternativa de cantidades adicionales de agua para consumo mediante el reciclado del agua adecuado.

En la búsqueda de solución del tema de la contaminación del agua de la ciudad de La Paz, se ejecutaron hace más de 20 años diferentes proyectos: Estudios de Aguas Subterráneas de La Paz³¹ y el Proyecto de Saneamiento Básico de La Paz³² que no alcanzaron su ejecución para dar solución al tema de la contaminación de los ríos-emisarios de La Paz. (p.40)

(Otero Valle, 2017b):

El crecimiento poblacional y urbano tiene una relación directa con el crecimiento de la contaminación de los ríos por el vertido de basura y aguas residuales.

La problemática del abastecimiento de agua de la ciudad de La Paz se ha manifestado por la disminución de las fuentes de abastecimiento por consecuencia de los cambios climáticos y el crecimiento urbano.

Las zonas de los edificios multifamiliares constituyen las de mayor consumo de agua potable y descarga de aguas residuales a los ríos-emisarios de la ciudad de La Paz. La urbe paceña se desarrolla bajo diversas condiciones climáticas y de medio ambiente con una tendencia a la construcción de los edificios. Y se ha ido deprimiendo la ciudad por diversos aspectos como: Cambios climáticos, disminución de la disponibilidad de agua potable provenientes de los embalses, contaminación de los ríos y suelos por basura y descargas de aguas residuales.

A pesar de diversos estudios que se han realizado para la atención de la problemática de saneamiento de La Paz, especialmente del emisario principal (Río Choqueyapu), no se ha llegado a constituir una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hasta el momento a pesar de que el 2015 el sector propuso su ubicación en Mallasa.

Por tales motivos es necesario tomar medidas ambientales sostenibles que permitan realizar el control ambiental de la temática del agua, enfatizando en las áreas urbanas, en las zonas de edificios multifamiliares, que mayormente aportan a la degradación ambiental y contaminación del agua. (p.44)

³¹ JICA (1992),

³² Aguas del Illimani (2000)

Se planteó el proyecto: “Estudio de Medidas Ambientales para el tratamiento de aguas residuales en los edificios multifamiliares de la ciudad de La Paz”, con los siguientes objetivos:

(M. N. Otero Valle, 2017a):

- Contar con métodos de tratamiento y reciclado de las aguas residuales en los edificios para la disminución de la actual contaminación en un 20%.
- Contar con métodos de reciclado de las aguas residuales, en un 30% del volumen de descarga, de los edificios para el reciclado en la propia edificación como en las aéreas urbanas circundantes.
- Establecer las ventajas de las medidas que permitan viabilizar acciones para la disminución de la contaminación de las aguas de los ríos-emisarios.
- Generar la producción de abonos y combustibles a partir de los residuos que se obtengan en los procesos de tratamiento y reciclado del agua.

3.5.5.2 Análisis de Agua Potable y Aguas Residuales simultánea en Edificios de la Ciudad

(M. N. Otero Valle, 2017a):

A consecuencia de la crisis del agua de noviembre de 2016, se activa el proyecto y se desarrolla la caracterización del agua potable y aguas residuales en diversos edificios de la ciudad de La Paz con participación de alumnos del área de hidrosanitaria de la Carrera de Construcciones Civiles (Gestión I/2017) como parte de los ajustes y complementaciones necesarias, por haber relación de la calidad de agua potable consumida con la calidad de agua descargada a las aguas al alcantarillado, cuando por ejemplo se identifica la presencia del cloro libre tanto en agua potable como en el alcantarillado en forma simultánea y en menor concentración en las descargas. En tanto la presencia del Hierro Fe prevalece en todo el recorrido del agua potable hasta su descarga final con valores que oscilan entre los 0,14 hasta 3.3 mg/l en especial en los puntos de ingreso de agua potable a la red, en varios de los edificios caracterizados. (p.45)

Figura 3.71. Necesidad de reutilización del agua residual de los edificios de La Paz como medida ambiental



Necesidad de reutilización del agua residual de los Edificios como medida ambiental

La **FALTA DE AGUA** se relaciona con el deterioro ambiental, los cambios climáticos, crecimiento poblacional concentrado y necesidad de aplicación de técnicas de reuso del agua

La ciudad de La Paz se desarrolla en una cuenca de alta densidad (> 300 Ríos) que son emisarios sanitarios en su mayoría.

Los **edificios multifamiliares de La Paz** usan y descargan grandes volúmenes de agua residual. La reutilización del agua para su uso y mitigar la contaminación de los ríos son primordiales.

Fuente: (Otero Valle, 2017a)

3.5.5.3 Caracterización del Agua Potable en Edificios de la Ciudad de La Paz

(M. N. Otero Valle, 2017a):

La Norma de Calidad de Agua de Bolivia NB 512 establece indicadores de parámetros mínimos de control de calidad del agua. Se iniciaron las prácticas de caracterización con la determinación de Cloro libre y Cloro total de la Facultad de Tecnología en diferentes fechas. Posteriormente se determinaron los parámetros de PH, Cloro Libre, Cloro Total y Hierro de 10 edificios en 7 zonas de la ciudad de La Paz, donde la concentración de cloro disminuye desde el ingreso de la red de agua potable hasta el Tanque superior.

La Facultad de Tecnología en sus dos ingresos de red de agua potable (Av. Arce y Av. 6 de agosto) presenta diferentes concentraciones de cloro libre y cloro total. La cantidad de cloro también disminuye desde el ingreso de la red hacia el Tanque superior. En la figura 2 se da el ejemplo de la variación del Cloro libre. El Cloro total tiene similar comportamiento

Los análisis han sido realizados según normas internacionales EPA y los métodos HACH indicados en sus guías para la determinación de los parámetros de Ph, Cl₂ y Cloro total, Fe, en equipos HACH.

Los alumnos del área hidrosanitaria de la Carrera de Construcciones Civiles participaron en los análisis químicos correspondientes y elaboraron los informes

de laboratorio donde se incluyó también, la comparación de los resultados con los requisitos de la norma de calidad de agua potable NB 512. (BOLIVIA, 2004).

Los equipos principales utilizados son: Colorímetro DR/890-HACH, PH metro Hanna y los reactivos DPD para la determinación de los parámetros mencionados. (p.45)

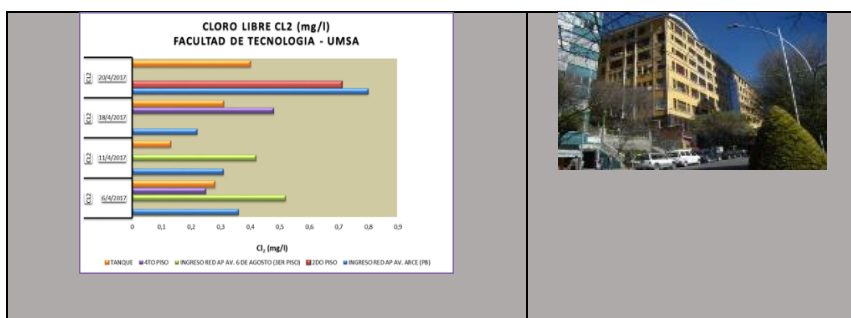
En la caracterización de las aguas residuales se hicieron análisis de: Fe, Cloro, DQO, Nitritos, Nitratos, Nitrógeno Total, Nitrógeno Amonia, Fosforo Total, Fósforo Reactivo, para determinar el nivel de contaminación de las aguas residuales para posteriores recomendaciones de su tratamiento y del reciclado de estas aguas con fines diferentes.

3.5.5.4 Caracterización de Aguas de Residuales en Edificios de la Ciudad de La Paz.

(M. N. Otero Valle, 2017a):

Se ha caracterizado más de 20 edificios de la ciudad de La Paz. A continuación, se dan los análisis realizados en 17 sitios, en una primera parte se determinaron los parámetros de pH, Fe, Cl₂ y DQO en 11 Edificios. Una segunda parte se determinaron Nitritos, Nitratos, Nitrógenos y Fosforo en 6 edificios. (p.46)

Figura 3.72. Valores de Cloro libre CL2 del agua potable Facultad de Tecnología. Abril 2017.



Fuente: Fuente: (M. N. Otero Valle, 2017a)

Los resultados de análisis aguas residuales se da a continuación.

Figura 3.73. Primera Parte. Resultados Análisis de Aguas Residuales Edificios de la Ciudad de La Paz. Abril 2017.

	EDIFICIO	ZONA	AGUAS RESIDUALES	pH	Fe (mg/l)	CL2 (mg/l)	DQO mg/l
1	Villa Regina	Obrajes	ALC MIXTO	7,2	0,48	0,02	165
2	Facultad de Tecnología	San Jorge	ALCANTARILLADO	8,9	0,16	0,13	80
3	Oficinas Fortaleza	San Miguel	ALCANTARILLADO	6,45	3,3	0,91	165
4	Patio Monoblock	Central	ALC MIXTO	9,94	0,08	0	165
5	Elizabeth	San Jorge	ALC MIXTO	7,28	0,06	0,03	141,8
6	Familiar 3 Pisos	Alto Miraflores	ALCANTARILLADO	4,92	3,24	0,18	165
7	Hotel Ritz	San Jorge	ALC LAVANDERIA	9,22	0,07	0	80,3
8	Iglesia Mormona	San Pedro	ALCANTARILLADO	6,99	0,76	0,5	38,8
9	Edif. Familia Contreras	Villa Fátima	ALCANTARILLADO	7,06	3,3	0,16	165
10	Edif. Alameda	Zona Central	ALC MIXTO	8,33	0,38	0,15	80,8
11	Multifamiliar 4 Pisos	Challapamba	ALCANTARILLADO	6,91	0,96	0,2	165

Fuente: (M. N. Otero Valle, 2017a)

Nota: ALC MIXTO = mezcla aguas residuales de baño y cocina

Tabla 3.24. Segunda Parte. Resultados Análisis de Aguas Residuales Edificios de la Ciudad de La Paz. Abril 2017.

	EDIFICIOS	ZONA	AGUAS RESIDUALES	NITRITO (mg/l)	NITRATO (mg/l)	NITROGENO - AMONIA (mg/l)	FOSFORO REACTIVO (mg/l)	FOSFORO TOTAL (mg/l)	NITROGENO TOTAL (mg/l)
1	Colombia	San Pedro	ALCANTARILLADO	0	0,7	0,68	1,99	2,32	0
2	Facultad Tecnologia	San Jorge	ALCANTARILLADO	0	1,2	0,24	0,72	1,08	0,1
3	Villa Regina	Obrajes	ALCANTARILLADO	0	1,2	2,75	5,5	5,5	0
4	MIA	San Jorge	ALCANTARILLADO	0,004	2,4	0,27	1,84	4,08	0
5	Multifamiliar 4 Pisos	Challapampa	ALCANTARILLADO	0,013	0,03	0,81	1,56	2,8	17,8
6	San Pablo	San Pedro	ALCANTARILLADO	0,132	1,7	2,75	2,93	5,5	0

Fuente (M. N. Otero Valle, 2017a)

La participación de los estudiantes del área hidrosanitaria (Hidráulica, Obras Sanitarias I, Obras Sanitarias II), ha sido activa en el desarrollo de la caracterización de las aguas.

Se utilizó el Colorímetro DB/890 HACH, Reactor DRB 200, reactivos DPD y Viales.

3.5.5.5 Conclusiones

(M. N. Otero Valle, 2017a):

Los resultados de los análisis realizados son orientativos y han fortalecido los conocimientos sobre la calidad del agua potable y aguas residuales de los edificios con los parámetros analizados.

La participación de 80 alumnos de 3 materias del área hidrosanitaria de la gestión I/2017 (Hidráulica, Obras Sanitarias I, y Obras Sanitarias II) ha sido activa.

La presencia de Fierro Fe tanto en el agua potable y alcantarillado indican la necesidad de tratamientos de agua adicionales al tratamiento de aguas domésticas y posterior reciclado de las aguas residuales.

Agua Potable

Las concentraciones de Cloro varían en el tiempo y según ubicación de las instalaciones de agua potable Existe una disminución de la cantidad de cloro en

Figura 3.74. Personal, Equipo y Material. Caracterización Aguas Residuales, julio 2017.



COLORÍMETRO DB/890. Laboratorio Aguas. Julio 2017. Fotos Maria Otero.



REACTOR DRB 200, COLORÍMETRO Y VIALES. Laboratorio Aguas. Julio 2017. Foto Maria Otero



Alumnos de Área Hidrosanitaria en la Caracterización de Aguas de Edificios de la Ciudad de La Paz (Gestión I/2017) Fotos María Otero



Msc. María Nadezda Otero Valle. Docente Laboratorio de Aguas (Gestión I/2017) Foto María Otero

Fuente:(Otero Valle, 2017b)

Agua Potable

Las concentraciones de Cloro varían en el tiempo y según ubicación de las instalaciones de agua potable Existe una disminución de la cantidad de cloro en las instalaciones, en sentido del ingreso de la red hacia los pisos superiores. En algunos casos, el agua potable de las instalaciones ubicadas en pisos superiores y en el mismo tanque no cumple los requerimientos mínimos de la norma NB 512 en el parámetro de cloro.

El control de la calidad del agua potable mediante análisis químicos contribuiría a la prevención de enfermedades si se toman las medidas para realizar el tratamiento oportuno para su posterior consumo.

Algunos análisis dieron cantidades importantes de Fe en el ingreso de la red que superan el límite admisible de 0,3 mg/l. Los casos con importantes valores de Fe pueden estar relacionados con la presencia de Fe en la red, el material de las tuberías de agua potable, así como un aparente inadecuado mantenimiento de las mismas instalaciones.

De la misma forma es necesario orientar otras investigaciones hacia el mantenimiento periódico de las instalaciones sanitarias de los edificios, en especial del agua potable.

Aguas Residuales

Los análisis iniciales de la caracterización de las aguas residuales nos indican alta contaminación de las aguas de alcantarillado de diversas zonas la ciudad por las descargas de los edificios.

Existe relación con las características del agua potable en los parámetros de Cloro y de Hierro con las descargas de aguas residuales que mantienen la presencia de estos parámetros en varios casos.

Se identifica acumulación de sedimentos en los sitios de muestra posiblemente por el deficiente mantenimiento de las instalaciones sanitarias.

Los valores de Nitritos, Nitratos, Fosforo, Nitrógeno tienen valores muy diferentes en los edificios muestreados, por lo que es necesario ampliar el espacio de la muestra (mayor número de edificios analizados por zona) y realizar los análisis con mayor frecuencia en cada edificio, para mejorar la caracterización realizada y establecer el tratamiento adecuado de las aguas residuales para su reciclado.

Los análisis de Nitrógeno Total en la mayoría de los casos deben repetirse o cambiarse el procedimiento por los valores obtenidos.

El reciclado de aguas residuales en la dimensión de contaminación encontrada exige innovaciones tecnológicas y establece la necesidad de adecuar las instalaciones actuales y realizar las futuras viviendas con instalaciones domiciliarias para el reciclado del agua.

Asimismo, también se tienen los antecedentes de las culturas ancestrales que ya habían desarrollado ciencia para la gestión agro climatológico como se describen

en el caso de estudio de Saberes Ancestrales de Tiahuanaco que actualmente se utilizan, pero hay una tendencia de reactivar su aplicación.

Esta investigación tiene perspectiva hacia los edificios verdes, donde se puede reciclar o depurar las aguas residuales mediante plantas depuradoras compactas DAR, para mejorar el ahorro de consumo de agua y el ciclo natural de descontaminación de las aguas receptoras (ríos) retardando las descargas de las aguas residuales domésticas. (p.46)

3.6 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

3.6.1 Unidades de análisis

Las unidades de análisis, identificadas en el contexto interdisciplinar y didáctico de la investigación, son las siguientes:

1. Gestión de la axiología del agua
2. Gestión interdisciplinar axiológica
3. Gestión Integral del agua
4. Ingeniería y tecnología sostenible del agua
5. Didáctica Interdisciplinar axiológica
6. Casos de estudio
7. Potencial hídrico
8. Comunidades en Acción y dialogo de saberes

Su análisis se realiza bajo los indicadores de complejidad, incertidumbre, conflicto, potenciales y tendencia (según caso).

3.6.2 Análisis de la complejidad en la dimensión mayor del potencial hídrico

El Caso 4: Propuesta: Intervención Sectorial del Subsector Recursos Hídricos y Riego. Inundación 2014. Norte Amazónico Bolivia, ejemplifica la complejidad, incertidumbre, conflicto, potenciales con relación a la propuesta de intervención realizada (VRHR, 2014) para mitigar el impacto a la población, durante una de las mayores inundaciones ocurridas en el país.

Por consiguiente, respecto al Caso 4 se sintetizan los resultados obtenidos:

Complejidad: El problema de las inundaciones en los departamentos de Beni, La Paz y Pando es un problema complejo debido a la interacción de múltiples factores, como la geografía, la hidrología, la infraestructura existente, y la dinámica de los ríos. La necesidad de intervenir en 25 municipios y aplicar tecnología de culturas hidráulicas en 3 municipios implica la gestión de múltiples proyectos y consideraciones técnicas.

Incertidumbre: Se menciona que las instituciones no cuentan con información oficial que establezca la dimensión real de las consecuencias de las inundaciones en 2014. Además, se hacen estimaciones aproximadas para evaluar los efectos de los daños y pérdidas. Esta incertidumbre sobre la magnitud de los impactos complica la toma de decisiones y la planificación de las acciones.

Conflicto: Aunque no se menciona explícitamente el conflicto, se puede inferir que existe un conflicto potencial debido a la necesidad de priorizar ciertas áreas y municipios para las intervenciones. La priorización puede generar tensiones entre las diferentes áreas geográficas y comunidades afectadas, ya que no todos los lugares pueden ser atendidos al mismo tiempo.

Potenciales de Priorización: La priorización de departamentos y municipios se basa en la magnitud de los impactos de las inundaciones. Se identifican áreas donde los efectos son más significativos, como las poblaciones cercanas a los ríos principales, y se priorizan para recibir intervenciones. Esta priorización se basa en la necesidad de proteger a las poblaciones y la infraestructura más críticas.

En resumen, el problema de las inundaciones de país es complejo debido a la variedad de factores involucrados, está marcado por la incertidumbre debido a la falta de datos precisos, y existe un potencial de conflicto en la priorización de las áreas de intervención. La priorización se basa en la necesidad de abordar los impactos más significativos de manera efectiva.

3.6.3 Análisis de consistencia de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible

La producción didáctica integral realizada en investigación-acción se ejemplifica en la "Experiencia de la didáctica de la gestión integral del agua dentro de las áreas hidrosanitarias de la Carrera de Construcciones Civiles de la UMSA (2009-2019)", Ver 3.5.2).

La cual se evalúa utilizando indicadores de tendencia, complejidad, incertidumbre y conflicto, así como potenciales en relación con el contexto de la investigación-acción, lo que da lugar a los siguientes resultados:

Tendencia:

Tendencia a la Educación en Gestión del Agua: La implementación de la didáctica de la gestión integral del agua refleja una tendencia hacia la educación en temas de gestión del agua, lo que es fundamental en un contexto global de preocupación por la escasez de recursos hídricos y la sostenibilidad.

Complejidad:

Complejidad Curricular: La adaptación de los contenidos curriculares y la incorporación de enfoques alternativos, tecnologías, normativas y métodos de enseñanza aumenta la complejidad de la educación en gestión del agua.

Complejidad de Proyectos Hidrosanitarios: La gestión de proyectos de ingeniería y obras de construcción relacionados con el agua puede ser altamente compleja debido a la diversidad de factores involucrados.

Incertidumbre:

Incertidumbre Normativa y Climática: Las normativas y la incertidumbre relacionada con el cambio climático pueden complicar la planificación y ejecución de proyectos hidrosanitarios y la enseñanza de estos temas.

Conflicto:

Posibles Conflictos Normativos: La aplicación de normativas y estándares en proyectos hidrosanitarios podría dar lugar a conflictos si no se gestionan adecuadamente.

Potenciales:

Potencial de Innovación en TICs: La incorporación de tecnologías de la información y comunicación (TICs) puede brindar oportunidades para la innovación en la enseñanza y en la gestión del agua.

Potencial de Colaboración: La colaboración entre instituciones gubernamentales y privadas puede aprovecharse como un potencial para la financiación y el apoyo de proyectos hidrosanitarios.

Tabla 3.25. Análisis de Consistencia de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible

ANÁLISIS DE CONSISTENCIA		
DIMENSIÓN	INDICADORES	INDICES
AXIOLOGICA	Complejidad, Tendencia	Solidaridad global,institucional, social y profesional. Uso Normas Esfera
GESTION INTERDISCIPLINAR AXIOLOGICA	Complejidad, Tendencia	Desarrollo proyectos de Agua potable y saneamiento basico para la vida según normativas y cambio climatico
		Gestion en la magnitud de la complejidad de la problemática hidrica en proyectos interdisciplinares
		Aplicación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible con tecnologías avanzadas con responsabilidad social, ambiental y tecnologica
		Conocimiento de la magnitud complejidad de la problemática hidrica
INGENIERIA HIDROSANITARIA SOSTENIBLE		Gestion en la magnitud complejidad de la problemática hidrica
POTENCIAL HIDRICO		
GESTION DIDACTICA INTERDISCIPLINAR AXIOLOGICA	Tendencia,Complejidad,Incertidumbre, conflicto,potencialesr	Didactica de la gestion integral del agua en la ingeniería hidrosanitaria sostenible en un contexto de la problemática del agua y la sostenibilidad
		Comites Multidisciplinarios de la gestion integral del agua
		Tecnologias de Informacion y Comunicación Tics
		Alternativas de solucion a la problemática hidrica con tecnologías actuales sostenibles. Las tecnologías ancestrales sostenibles en nivel de indagacion

Fuente: Elaboración propia

3.6.4 Percepción de la gestión integral del agua en el área hidrosanitaria y las demandas pedagógicas en la UMSA

Una primera fuente de validación de la construcción de la didáctica de la gestión integral del agua se la realiza con la identificación de la percepción en los estudiantes de la UMSA que fueron incluidos en este proceso.

Por tanto, se realiza las encuestas a estudiantes de las Carreras de Ingeniería Civil y Construcciones Civiles de la Facultad de Ingeniería y Facultad de Tecnología respectivamente: en las materias: Ingeniería Sanitaria II, Hidráulica COC 102, Obras Sanitarias II.

Una segunda fuente de validación son las respuestas obtenidas en las entrevistas en profundidad con docentes de la UMSA.

Una tercera fuente de validación son las respuestas a entrevistas de fondo a profesionales y personas externas al medio académico relacionadas al tema.

3.6.4.1 Encuestas estudiantes Carrera de Ingeniería Civil y Construcciones Civiles de la UMSA

Para identificar la percepción de la gestión integral del agua de los estudiantes y sus demandas pedagógicas, se ha procedido hacer encuestas a estudiantes de las Carreras Ingeniería Civil y Carreras de Construcciones Civiles de la UMSA, cursantes de las materias donde se han introducido elementos de la didáctica de la gestión integral del agua.

Se considera el periodo ex ante antes del 2016 y ex post después del 2016.

El año 2016 es un hito en el área hidrosanitaria y otras de la UMSA debido a que el 2016 se produce la Crisis del Agua donde la UMSA interviene en la solución con su Comité de Emergencia, propuesta que parte de la presente investigación. Luego del 2016 la UMSA se involucra de forma más directa con la sociedad mediante este Comité y el posterior Comité Multidisciplinario UMSA

Se realiza las encuestas en la gestión I /2017 de los alumnos de las materias de Hidráulica, e Ingeniería Sanitaria II en la Facultad de Ingeniería; carrera de Ingeniería Civil

Se realiza las encuestas en la gestión I/2017 a los alumnos de la materia de Hidráulica en la carrera de Construcciones Civiles (Facultad de Tecnología).

Se realiza la encuesta en la gestión I/2019 a los alumnos de la materia de Hidráulica en la carrera de Construcciones Civiles (Facultad de Tecnología).

Por consiguiente, se muestran los datos obtenidos de la encuesta para los alumnos de la Facultad de Tecnología de la materia Hidráulica en las gestiones I/2017 y I/2019:

Tabla 3.26. Datos Iniciales de la Encuesta a estudiantes área hidrosanitaria UMSA.

Gestión-Semestre	Población (número alumnos)	Muestra Requerida por Calculo (número alumnos)	Muestra encuestada (número de alumnos)	Parámetros estadísticos
I-2017 (Ex Ante) Construcciones	283	18	24	Nivel confianza 80%
I-2016				Margen error 15%
I-2019 (Ex Post)	281	18	20	

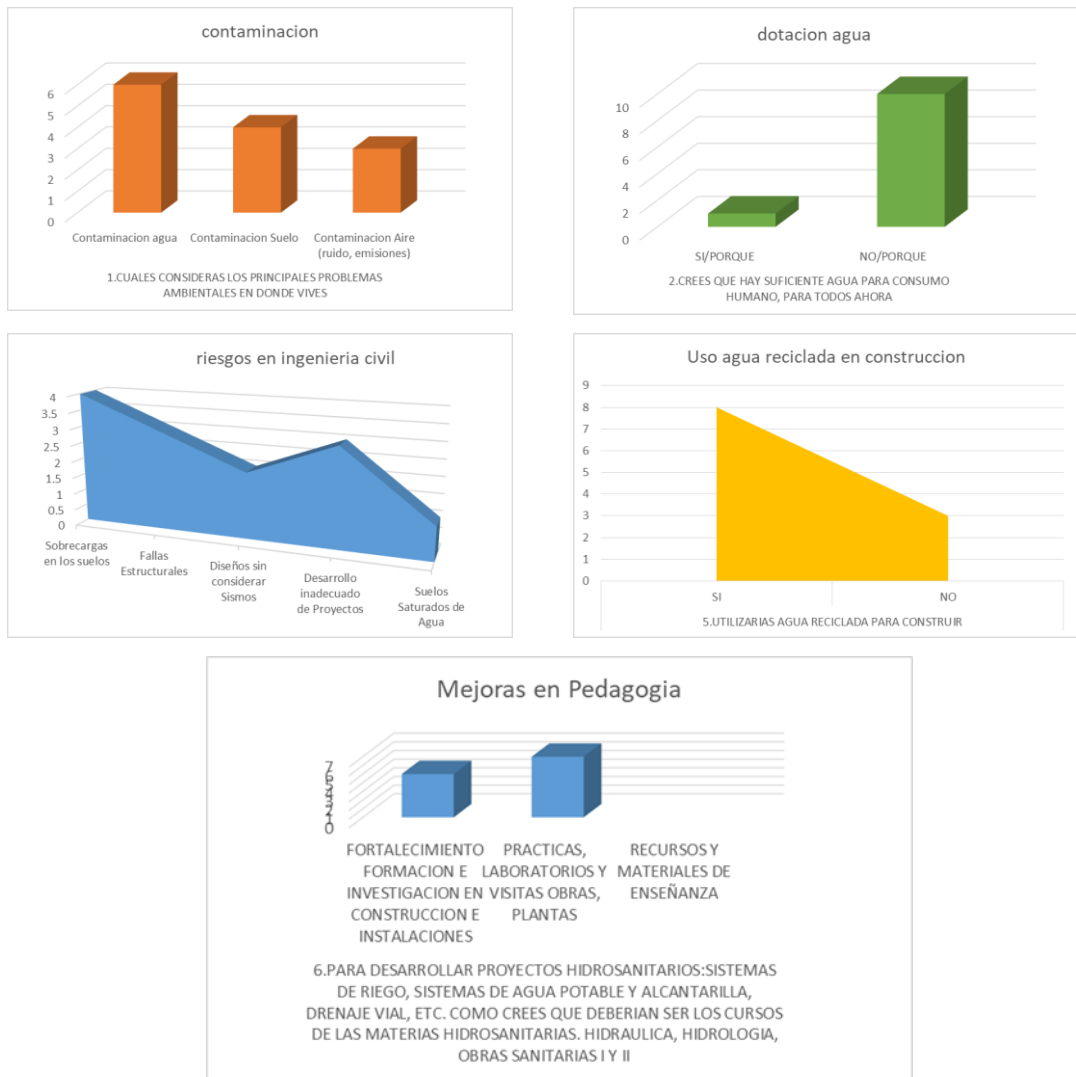
Fuente: Estadística UMSA, 2019

Calculo: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>

3.6.4.2 Respuestas a la encuesta. Hidráulica. Ingeniería Civil I-2017

- 55 % de los alumnos consideran que la mayor contaminación es en el agua frente a la contaminación del suelo y aire.
- 90% de los alumnos consideran que hay insuficiente agua para consumo humano
- 50 % de los alumnos consideran que los mayores riesgos en la ingeniería civil son: sobrecarga en los suelos y suelos saturados, los demás riesgos se catalogan en menor dimensión.
- El 100% de los alumnos consideran necesario que los proyectos de ingeniería civil incluyan temas de control y cuidado ambiental.
- 80 % de los alumnos consideran que es necesario hacer prácticas de campo y visitas de obras
- 70 % de los alumnos consideran que es necesario el fortalecimiento en la investigación.

Figura 3.75. Respuestas estudiantes Hidráulica, Facultad de Tecnología.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.6.5 Entrevistas de fondo a docentes UMSA del área hidrosanitaria

Se realizan las entrevistas a docentes de la UMSA, con las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las necesidades de formación del Ingeniero Civil con Gestión de riesgos, Resiliencia Climática y Gestión Ambiental en Bolivia?
2. ¿Qué estrategias de formación didáctica e innovadora deben tomarse en cuenta para el desarrollo de la Ingeniería Civil con Gestión de Riesgos, Resiliencia Climática y Gestión Ambiental

3. ¿Los perfiles del Ingeniero Civil y el Licenciado en Construcciones de la UMSA son adecuados para la inclusión integral Gestión de Riesgos, Resiliencia Climática y Gestión Ambiental?
4. ¿Cómo debe incorporarse la gestión integral del agua en el área hidrosanitaria de la UMSA?
5. Pregunta Clave: ¿Qué formación debe incorporarse en el área hidrosanitaria para aplicar la gestión integral del agua para el desarrollo de tecnologías hidrosanitarias sostenibles?

3.6.5.1 Entrevistados

Se han entrevistado a 3 docentes de la Facultad de Tecnología que son ingenieros civiles y un estudiante ayudante del área hidrosanitaria de la Facultad de Tecnología.

Tiempo de la Entrevista: 15 min.

Lugar de las Entrevistas: Aula y Sala Docentes, Facultad de Tecnología, según.

Material: Grabadora Reportera, Cuaderno para apuntes.

Tabla 3.27. Grupo docentes entrevistados

NOMBRES DE LOS ENTREVISTADOS	PERFIL DE LOS ENTREVISTADOS	#
Ing. David Castillo	Ingeniero Eléctrico, 33 años en la docencia universitaria, ex Vicerrector UMSA, Magister en Mantenimiento. Docente Emérito Facultad de Tecnología	E1
Ing. Iris Vásquez	Ingeniero Civil, 22 años en la docencia universitaria, docente Facultad de Tecnología	E2
Ing. Carlos Méndez	Ingeniero Civil, 25 años en la docencia universitaria. Docente Emérito Facultad de Tecnología. Empresario Privado del área de la consultoría de la Ingeniería Civil	E3
Sr. Edgar Huanto	Alumno de la Carrera de Construcciones Civiles, ayudante del área hidrosanitaria. Cursa el 8avo semestre de los 10 semestres de la Carrera. Edad 24 años	E4

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.6.5.2 Guion entrevista

El guion de la entrevista sigue una secuencia relacionada con lo siguiente: perfil profesional deseado, opinión de las materias hidrosanitarias, interés temático en hidrosanitaria, propuesta de formación en Carrera de Construcciones Civiles, Opinión de la Incorporación de Riesgos, Cambio Climático y Deterioro Ambiental en la Carrera de Construcciones Civiles, las mismas que estaría relacionadas al objetivo general de la tesis y las preguntas de la tesis en forma global.

Las preguntas han sido diferenciadas para docentes y alumno.

3.6.5.3 Preguntas a docentes

Tabla 3.28. Preguntas. Entrevista fondo docentes Facultad de Tecnología.

PREGUNTAS PARA DOCENTES	PREGUNTAS ALUMNO
<p>¿Cómo crees que debiera ser un profesional de la Ingeniería Civil?</p> <p>Actualmente se está haciendo una reforma curricular en la Facultad. Que aspectos consideras relevantes en este proceso</p> <p>Qué tipo de competencias debiera tener un profesional del área ante el incremento de los Desastres ¿</p> <p>¿Qué opinión tienes de incluir el tema de Riesgos, Cambio Climático, ¿deterioro ambiental y en cual nivel sería adecuado incluirla?</p> <p>¿Algún comentario adicional?</p>	<p>¿Cómo crees que debiera ser un profesional salido de la Carrera de Construcciones Civiles?</p> <p>Qué opinión tienes de los aprendido en las materias de Hidrología, Hidráulica, Sanitaria, ¿etc.?</p> <p>¿Crees que esta área es importante y que tema es el que más te interesa?</p> <p>¿Qué cambios harías en cuanto a la formación de la Carrera de Construcciones Civiles?</p> <p>¿Crees que sería importante y porque incorporar en la Carrera la formación en Riesgos, Cambio Climático y Deterioro Ambiental?</p>

PREGUNTAS PARA DOCENTES	RESPUESTAS
<p>1. ¿Cómo crees que debiera ser un profesional de la Ingeniería Civil?</p> <p>2. Actualmente se está haciendo una reforma curricular en la Facultad. ¿Qué aspectos consideras relevantes en este proceso?</p>	<p>E1. En general, el ingeniero debe ejercer la profesión para el desarrollo de la producción, diseñar y aplicar. Con un alto nivel profesional.</p> <p>E2. El ingeniero debe ser responsable, puntual, concreto. Resolver problemas, ser ingenioso, creativo, oportuno preciso.</p> <p>E3. El profesional debe estar relacionado con la Producción de la Construcción, y debiera estar más enfocado con la Gestión de Proyectos, utilizando las nuevas herramientas de Gestión PMI, PM box, donde se tiene la guía para la Construcción en 10 áreas diferentes donde se incluye la Gestión de Riesgos la Gestión de Recursos entre otros.</p> <p>E1. Considerar el avance de la Tecnología de producción, vinculada al Medio Ambiente y el Desarrollo socioeconómico del país.</p> <p>E2. Actualizarse en la tecnología en el menor tiempo posible. Aprovechar la Tecnología. Es relevante poder incorporar la investigación dentro del plan curricular. Más que crear grandes investigaciones crear al alumno el hábito e investigar. Incluir las materias de Mantenimiento, Riesgo y Medio Ambiente.</p> <p>E3. La Facultad de Tecnología y en específico la Carrera de Construcciones</p>

<p>2. ¿Qué tipo de competencias debería tener un profesional del área ante el incremento de los Desastres ¿</p> <p>3. ¿Crees que sería importante y porque incorporar en la Carrera la formación en Riesgos, Cambio Climático y Deterioro Ambiental y en cual nivel sería adecuado incluirla?</p>	<p>Civiles está en un ambiente de mediocridad. Donde docentes recién egresado por algún favor son convertidos a docentes y se pierde credibilidad e imagen académica, que ahora están influyendo en la reforma curricular.</p> <p>Este proceso debe hacerse con gente con experiencia, solvencia y conocimientos adecuados</p> <p>E1 Según la formación de la Ingeniera Eléctrica considerar el cambio climático cuando se debe aprovecha la Energía Eléctrica es necesario considerar el volumen de agua necesaria para este fin. La disminución del volumen se ve en la Cordillera boliviana. Ante el incremento del calor actualmente los glaciares desaparecen hay déficit. Debe conocerse el volumen de agua cuanta energía de eléctrica se produce.</p> <p>E2 Conocer el entorno, ser responsable, cumplir con lo que tienes que hacer.</p> <p>E3. El tema de Desastres debe estar involucrados en el dentro del Sistema de Gestión de Proyectos donde hay directrices. La Gestión de Riesgos muy necesarias dentro las acciones preventivas y correctivas.</p> <p>E1. Incluir a nivel postgrado, porque se requiere trabajo de investigación inmenso y no es inmediato, puede durar varios años</p>
---	--

	<p>y son temas específicos que se resuelven en un postgrado.</p> <p>E2 Sería recomendable incluirlos en el nivel superior del pregrado como 8avo y 9no primero deben saber resolver los problemas propios de la construcción para luego conocer otros temas.</p> <p>E3. Dentro de las áreas de conocimiento esta la Gestión Ambiental donde está incluido el tema de Cambio climático y el incumplimiento de la Norma Ambiental. La gestión es importante. En la década del 70 el analfabeto era el que no sabía leer, en la década del 2000 aquel que no sabía computación y ahora el que no sabe Gestión.</p> <p>Un ejemplo de Falencia de Gestión fue que un país productor de agua como Bolivia tuvo problema de falta en la Ciudad de La Paz el 2016.</p> <p>Estos temas deben incluirse en todos los niveles educativos desde la primaria, secundaria.</p> <p>Que se involucren los que están en la Industria de la Construcción en forma multidisciplinaria para su transformación</p>
--	---

Nota: Para el docente Entrevistado E1. Se cambió la primera pregunta por: ¿Cómo crees que debiera ser una profesional en Ingeniería?

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.29. Respuestas de Docentes entrevistados. Facultad de Tecnología.

PREGUNTAS PARA ALUMNO	RESPUESTAS
¿Cómo crees que debiera ser un profesional salido de la Carrera de Construcciones Civiles?	El profesional debería salir con menciones por áreas: sanitarias, vial, etc. Para desarrollarse. Actualmente solo se sale como Licenciado en Construcciones Civiles en términos generales. Se necesita la mención para tener más competencias en el trabajo.
¿Qué opinión tienes de los aprendido en las materias de Hidrología, Hidráulica, Sanitaria, ¿etc.?	Habría que ampliar los contenidos, hacer salidas de campo para que sean más practicas
¿Crees que esta área es importante y que tema es el que más te interesa?	El tema que más me interesa son las Instalaciones de Tuberías en Serie.
¿Qué cambios harías en cuanto a la formación de la Carrera de Construcciones Civiles?	Haría cambios en las materias como Resistencia de Materiales, Hormigón, Carreteras donde es necesario actualizar los temas.
¿Crees que sería importante y porque incorporar en la Carrera la formación en Riesgos, Cambio Climático y Deterioro Ambiental y en cual nivel sería adecuado incluirla?	Considero que es importante, se está hablando tanto de Cambio Climático que afecta el planeta y esto está ocurriendo ahora y por eso debería haber una materia relacionada al Medio Ambiente.
¿Algo que quisieras comentar?	Tratar de cambiar el Pensum, se adecue, para que se actualicen los docentes. En el área hidrosanitaria más salidas de campo como por ejemplo detectar agua subterránea, cauce de ríos, mayormente se prefiere que las materias sean prácticas.

Fuente: Elaboración Propia,2019

Se toma nota que los participantes conocen sobre el cambio climático, riesgos y problemas ambientales.

3.6.5.4 Información relevante

Por disposición del tiempo de los entrevistados se han elegido preguntas claves

Hay opiniones de disconformidad con contenidos, metodologías de enseñanza y contenidos desactualizados. Así como el reclamo contra el proceso de actualización curricular por gente sin experiencia, ni formación en el tema.

Es el alumno que pide la actualización curricular y la graduación especializada (menciones)

Existe la coincidencia entre los docentes entrevistados, que la incorporación de los temas de Riesgos, Cambio Climático, deterioro ambiental deber ser incluidas cuando se haya adquirido un alto conocimiento de la carrera. Por tanto, algunos sugieren incorporarlos en los últimos semestres de la carrera (pregrado) o en el postgrado.

La investigación es un aspecto que consideran necesario involucrar en la incorporación de las temáticas. Se propone utilizar herramientas existentes sobre Gestión de Proyectos tanto en la formación como en la específica.

Figura 3.76. Fotografías del grupo entrevistado



Ing. David Castillo



Ing. Iris Vázquez



Ing. Carlos Mendaz Cárdenas



Sr. Edgar Huanto

Fuente: Elaboración Propia

- 35 % de los alumnos consideran que la mayor contaminación es en el agua frente a la contaminación del suelo y aire.
- 99 % de los alumnos consideran que hay insuficiente agua para consumo humano
- 25 % de los alumnos consideran que los mayores riesgos en la ingeniería civil son: sobrecarga en los suelos y 15 % proyectos mal realizados, los demás riesgos se catalogan en menor dimensión.
- 45 % de los alumnos utilizarían agua reciclada en la construcción, medida que favorece el control ambiental
- 70 % de los alumnos consideran que es necesario hacer prácticas de campo y laboratorio, visitas de obras, e investigación en construcción instalaciones.

3.6.5.5 Conclusiones de la Entrevista

En relación con la encuesta realizada en la materia de Hidráulica en las Facultades de Ingeniería y Tecnología de la UMSA, las respuestas indican percepción alta cambio climático, riesgos, problemas ambientales, problemática del agua en cuanto a la disposición, contaminación en el medio ambiente por las propias actividades de la ingeniería que realizan o estudian.

En ambas facultades los alumnos (más del 50 % entrevistado) demandan mejoras pedagógicas en actividades más prácticas, como ser: trabajos de campo, investigación, laboratorio y visitas en obra.

3.6.6 Entrevistas Autoridades Municipales

Entrevista a autoridades municipales departamento La Paz

Muestra: 3 individuos.

Población objetivo: Asistentes II Foro de Desarrollo Metropolitano La Paz

Autoridades Gobernación y Comunidades Municipales Departamento La Paz

Fecha: La Paz, 10 octubre del 2018.

¿Qué opiniones tiene sobre el cambio climático, medio ambiente y los desastres?

Variaciones temperaturas (1)

Presencia de heladas en fechas imprevistas (1)

Población y autoridades deben cuidar el Medio Ambiente para vivir bien y sano (1)

Presencia de basura caminos en rutas viales (2)

¿Cuál es el principal problema que tiene de contaminación de agua su comunidad?

Basura (1)

¿Cuáles desastres hay en sus comunidades?

Inundaciones (2)

¿Cuál es el perfil o tipo de los profesionales relacionados a la gobernanza y la problemática del agua, infraestructura del agua que le interesa a la gobernación La Paz?

Planificador relacionado con tema urbano y territorial

Previsión del agua a 20-40 años.

3.6.7 Evaluación sistémica. Análisis cualitativo Atlas.ti

La categorización temática en los recursos de la didáctica: estudios de casos, practicas académicas, practica en la investigación e interacción social representan los factores de gestion integral del agua que deben considerarse en para orientar las temáticas de la didáctica de la gestion integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria sostenible como de los sistemas de Ingenieria sostenible de cada tipología de proyecto hidráulico - hidrosanitario: represas, obras hidráulicas de control de ríos, sistemas de tratamientos de agua potable, sistemas de tratamiento de aguas residuales, etc. Se hace uso de ATLAS.ti.

3.6.7.1 Análisis de Campo Laboral. Estudio de Casos

3.6.7.1.1 Orden Topológico y Relacionamiento conceptual Caso 1. Vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado de La Paz.

Topological Sort of Network View: CASO 1. VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS SANITARIOS. LA PAZ

CO: Desastre {4-1}

CO: Crisis Sistemas AP {2-1}

CO: Crisis Sistema ALC {2-1}

CO: Mapa Riesgos Sistema AP y ALC & Amenazas {1-4}

CO: Proyectos y Medidas de Mitigación {2-1}

CO: Plan Prevención Emergencias {2-2}

CO: Asesoramiento Técnico {3-2}

CO: Análisis y Diagnostico Vulnerabilidades Sistemas Sanitarios {2-3}

CO: OBRAS HIDRÁULICAS {3-2}

Ecosistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial {2-1}

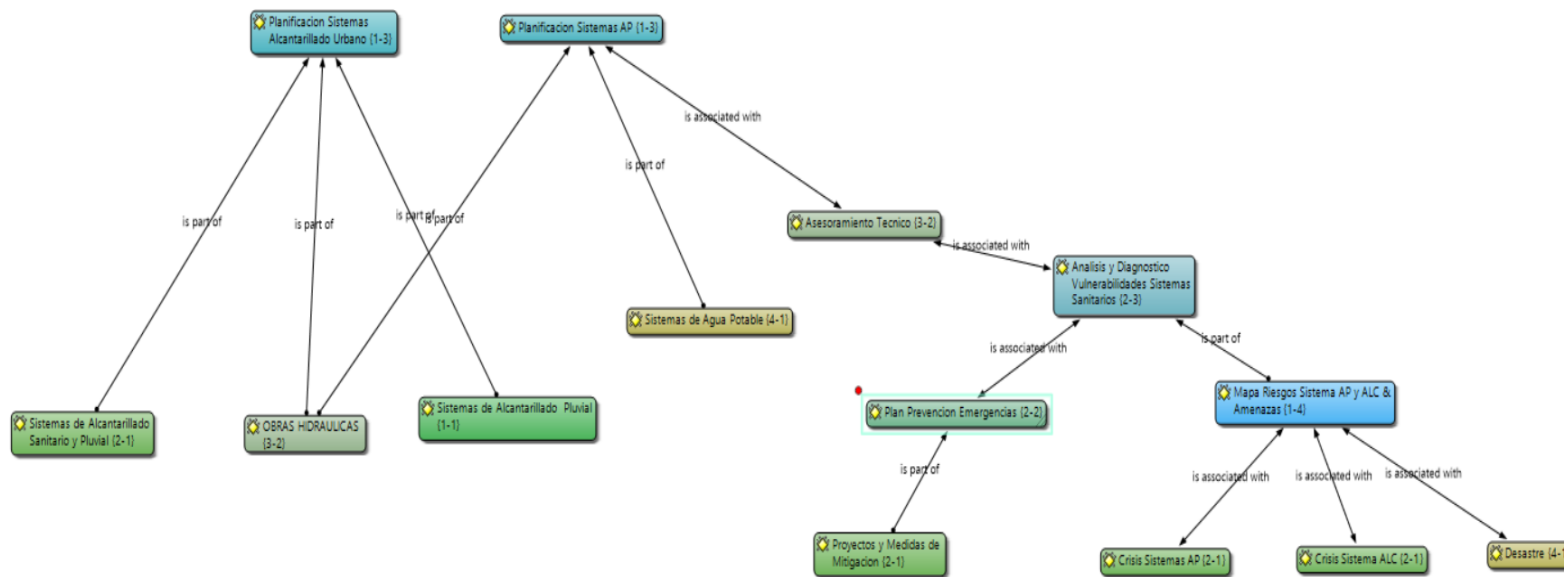
ecosistemas de Alcantarillado Pluvial {1-1}

CO: Planificación Sistemas Alcantarillado Urbano {1-3}

CO: Sistemas de Agua Potable {4-1}

CO: Planificación Sistemas AP {1-3}

Figura 3.77. Relacionamiento conceptual Caso 1. Vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado de La Paz



Fuente: Elaboración Propia.

3.6.7.1.2 Orden Topológico y Relacionamiento conceptual. Caso 2. Saberes locales ancestrales y el monitoreo agroclimatológico de Tiahuanaco

Topological Sort of Network View: Caso2 Saberes Locales Ancestrales Gestión Agua

CO: Sistemas de Predicción y Alerta {7-2}

CO: Riesgos Climáticos {1-5}

CO: Impacto Actividades Humanas {3-1}

CO: Impacto Ecosistemas {0-1}

CO: Monitoreo Agro climatológico {0-2}

CO: Practicas Agropecuarias {1-2}

CO: Resiliencia a Gestión de Riesgos {1-2}

CO: Resiliencia al Cambio Climático {0-3}

CO: Servicios Tecnológicos {1-3}

3.6.7.1.3 Orden Topológico y Relacionamiento conceptual. Estudios de Casos & Gestion Integral del Agua en la Ingenieria Hidrosanitaria.

Topological Sort of Network View: Ingenieria Hidrosanitaria

CF: Ingeniería Hidrosanitaria (25)

CO: Gestión Municipal {2-0}

CO: Crisis Sistema ALC {2-1}

CO: Crisis Sistemas AP {2-1}

CO: Mapa Riesgos Sistema AP y ALC & Amenazas {1-4}

CO: Capacidades Tecnológicas y Científicas {3-0}

CO: Proyectos y Medidas de Mitigación {2-1}

CO: OBRAS HIDRÁULICAS {3-2}

CO: Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial {2-1}

CO: Sistemas de Alcantarillado Pluvial {1-1}

CO: Planificación Sistemas Alcantarillado Urbano {1-3}

CO: Plan Prevención Emergencias {2-2}

CO: Cambio Climático {0-0}

CO: Gestión de Riesgos {3-0}

CO: Sistemas de Predicción y Alerta {7-2}

CO: Resiliencia al Cambio Climático {0-3}

CO: Resiliencia a Gestión de Riesgos {1-2}

CO: Mejoramiento Sistemas de Provisión de Agua {0-5}

CO: Sistemas de Agua Potable {4-1}

CO: Estrategia de Ejecución de la 1-0}

CO: Gestión Ambiental {1-0}

Figura 3.79. Relacionamiento Conceptual Estudios de Casos en la gestion integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria

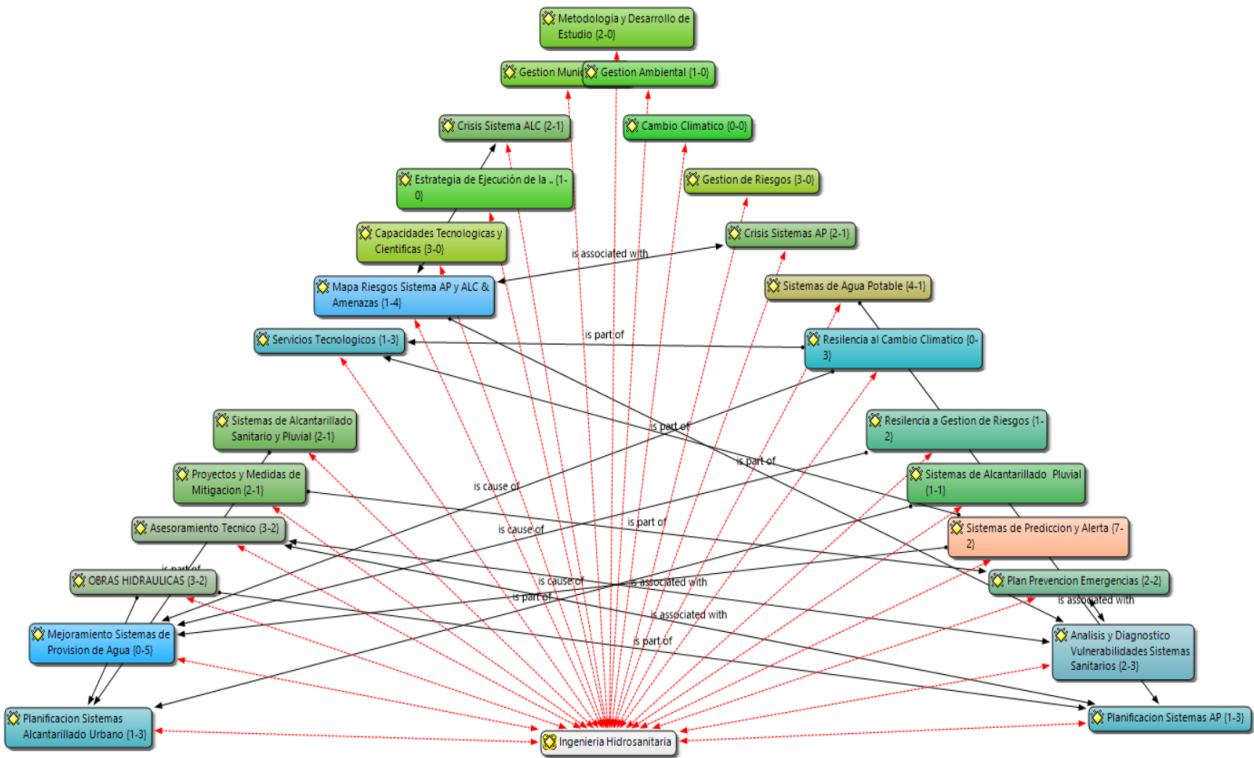


Figura 3.80

Fuente: Elaboración Propia

CO: Asesoramiento Técnico {3-2}

CO: Planificación Sistemas AP {1-3}

CO: Servicios Tecnológicos {1-3}

CO: Análisis y Diagnóstico Vulnerabilidades Sistemas Sanitarios {2-3}

CO: Metodología y Desarrollo de Estudio {2-0}

3.6.7.1.4 Proceso Enseñanza Aprendizaje

3.6.7.1.5 Contenidos Curriculares

Los resultados de la didáctica desarrollada nos recomiendan complementar los contenidos curriculares de las áreas hidrosanitarias de las carreras de ingeniería civil y de construcciones civiles en relación con cada una de sus competencias, que se indica a continuación:

Tabla 3.30. Contenidos curriculares obtenidos de la investigación didáctica.

	CONTENIDOS CURRICULARES
	Ampliar horas académicas para materias hidrosanitarias
	Ampliar materias hidrosanitarias
	Diseño ingeniería hidrosanitaria
	Diseño instalaciones domiciliarias
	Diseño sistemas de agua potable
	Diseño sistemas de alcantarillado
	Elaboración de proyectos en todo su ciclo de vida
	Incorporar la Gestión de Proyectos
	Incorporar la materia medio ambiente en Construcciones Civiles

	Incorporar las Normas 21500
	Incorporar las normas actualizadas de ejecución proyectos
	Incorporar las normas actualizadas de uso materiales
	Incorporar las normas actualizadas en diseño
	Interpretación Planos
	Materias específicas en Gestión Integral del Agua
	Modelos de flujos de caudales
	Modelos hidrogeológicos
	Modelos Matemáticos de Calidad simplificados
	Resistencia materiales en proyectos hidráulicos e hidrosanitarios

Fuente: Elaboración Propia

Lo que implica que la ampliación de contenidos está orientada a: gestión de proyectos, diseño, uso de normas, aplicación de modelos y de materiales adecuados. Eso significa ampliar las horas académicas o desarrollar cursos extras en el grado o en el postgrado.

3.6.7.1.6 Investigación Tecnológica

Los resultados de la didáctica desarrollada nos recomiendan complementar la investigación de la gestión integral del agua en las carreras del área hidrosanitaria de la UMSA en los principios que se indican en la tabla siguiente

Tabla 3.31. Investigación recomendada obtenida de la didáctica de la gestión integral del agua.

	INVESTIGACIÓN
1	Continuar las Investigaciones Caracterización Medidas Ambientales para control Agua Potable en Edificios
2	Continuar las Investigaciones Caracterización Medidas Ambientales para Reciclado Agua en Edificios
	Elaborar el Plan de Investigación UMSA
3	Investigaciones en demandas de gestión integral del agua que llegan al Comité Multidisciplinario UMSA
4	Investigaciones en gestión integral del agua para implementación proyectos de alto impacto como Rellenos Sanitarios (drenaje)
5	Investigaciones Inter facultativas e interuniversitarias en gestión integral del agua
6	Laboratorio de Aguas
7	Laboratorio hidráulico
8	Laboratorio hidrosanitario
9	Laboratorios fisicoquímicos
10	Laboratorio de materiales de obras hidráulicas e instalaciones hidrosanitarias

Fuente: Elaboración Propia

3.6.7.1.7 Interacción Social

El desarrollo de la didáctica de la Gestión Integral del Agua tiene un carácter dinámico concerniente a la Investigación Acción, donde es necesario integral en la investigación diversas teorías de carácter cualitativo y cuantitativo debido a la complejidad del tema de la Gestión Integral del Agua como se indica en la contextualización inicial.

En las encuestas realizadas a los docentes y estudiantes un requerimiento común es el desarrollo de prácticas y la disminución de teoría, lo que implica una mayor interacción social en el desarrollo de la gestión integral del agua acompañadas con investigaciones correspondientes.

Tabla 3.32. Recomendaciones de la Interacción Social obtenida de la didáctica de la gestión integral del Agua.

	INTERACCIÓN SOCIAL
1	Prácticas de campo
2	Prácticas laborales
3	Técnicas Constructivas
4	Teoría y aplicación materiales
5	Teoría y práctica aplicación de materiales
6	Teoría y práctica construcción
7	Teoría y práctica cuidado del agua
8	Teoría y práctica de control consumo de agua
9	Teoría y práctica instalaciones domiciliarias
10	Teoría y práctica instalaciones hidrosanitarias
11	Teoría y práctica laborales
12	Teoría y práctica represas
13	Teoría y práctica sistemas de riego
14	Teoría y práctica tratamiento aguas residuales
15	Teoría y práctica tratamiento de agua
16	Unir parte social con técnica
17	Visitas a obras y Visitas a plantas tratamiento

Fuente: Elaboración Propia

3.6.8 Conclusiones y Recomendaciones

El análisis del estado arte, casos prácticos y estudios participativos en proyectos hidrosanitarios señala que la dirección educativa y aplicativa de la ingeniería civil presenta un sesgo antropogénico, sin ajustar la tecnología para favorecer otras formas de vida en el entorno.

Se observa que el crecimiento urbano en La Paz ha perturbado el ciclo hidrológico, causando daños a las cuencas por contaminación de aguas residuales y modificaciones en los cursos de agua.

La Crisis del Agua en 2016, que dejó a 300,000 habitantes sin servicio, incentivó la colaboración multidisciplinaria y subrayó la necesidad de una gestión integral del agua.

La omisión de sistemas de ingeniería sostenible indica una falta de conocimiento sobre el estado real y la vulnerabilidad de los sistemas hidrosanitarios.

La ingeniería convencional no asegura la sostenibilidad ni contempla los impactos en otros medios de vida.

3.7 ANÁLISIS DE TENDENCIA.

3.7.1 Discusión de la dimensión interdisciplinar con la gestión integral del agua

La dimensión la gestión integral del agua es compleja, como el manejo de los recursos hídricos de Bolivia, y la aplicación interdisciplinar sostenible implica la participación de diferentes disciplinas.

La aplicación en la ingeniería hidrosanitaria con gestion integral del agua, está orientada a satisfacer las necesidades de la población humana dentro de las concentraciones municipales sea en el área rural o urbana, de proveer el servicio básico de agua potable y alcantarillado con criterios de protección ambiental y evitar la contaminación, principalmente, o resolver otros problemas por falta o exceso hídrico: sequías e inundaciones.

Significa que su dimensión de aplicación interdisciplinar es pequeña en el país (según población humana concentrada), a pesar de su gran potencial científico e ingenieril en relación con la dimensión compleja del desarrollo de los recursos hídricos entorno a sus potenciales tecnológicos sostenibles ampliados a otros sectores (hidroelectricidad,

transporte fluvial, conservación áreas protegidas, bosques, comunidades indígenas, etc.)

No se ha llegado a la cobertura total del servicio de agua potable de la población boliviana. Sin embargo, los recursos hídricos son abundantes, en un territorio con densidad poblacional pequeña no homogénea.

La aplicación de la Ingeniería hidrosanitaria convencional relacionada con la gestión integral del agua en el desarrollo de proyectos ejecutados por el sector agua, sigue siendo de pequeña escala (a pesar del aumento de financiamiento internacional desde 2017) con relación a la dimensión de la gestión integral del agua y los recursos hídricos de Bolivia.

Cuando se hace referencia a escala o dimensión pequeña de formación, investigación, aplicación, e interacción social, es porque estas solo se orientan a satisfacer las necesidades de agua de una población humana pequeña y no se consideran en su desarrollo las necesidades y demandas de agua de los demás habitantes (biodiversidad) en el ambiente de la unidad hidrográfica (cuenca) cuya convivencia asegura la vida sostenible en la cuenca. Tampoco se conoce la demanda/oferta de agua para otros sectores.

Parte de la limitación de la dimensión interdisciplinar en su aplicación es debido a que la normativa del sector agua prioriza satisfacer la demanda básica de agua de las poblaciones (derecho humano de acceso al agua).

La dimensión interdisciplinar se agranda en la medida que la relacionamos con la intervención en grandes cuencas hidrográficas de Bolivia en relación con las situaciones emergentes, áreas protegidas y a los potenciales hídricos, con la responsabilidad social, ambiental y tecnológica. Que implica el conocimiento de tecnologías y de gestión integral que considere la dimensión compleja de la vida de los ecosistemas.

La tendencia se didáctica se concretiza en competencias y externalidades como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 3.33. Análisis de tendencia de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible

ANÁLISIS DE TENDENCIA		
COMPETENCIA	EXTERNALIDAD	INFERENCIAS (P)
Colaborar de forma eficiente y efectiva, con enfoque ecosistémico, con sensibilidad ambiental y buenas prácticas profesionales. Aplicar el Manual Esfera	Colaboración Académica, calidad de vida, mayor conciencia y uso responsable de los recursos hídricos en beneficio ecosistémico	(+)
Reconocer la obsolescencia tecnológica de la Gestión del Agua y planificar la gestión integral sostenible	Infraestructura Mejorada. Interceptación de cauces, vulnerabilidad de acuíferos y superficies afectadas por la infraestructura.	(+)
Reconocer el potencial hídrico estratégico, finito con gestión integral axiológica racional para gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado sostenible del agua en relación a su función social, cultural y ambiental ecosistémica, de producción y desarrollo	Orientar a la planificación de la gestión integral del agua sostenible	(+)
Reconocer el potencial hídrico estratégico, finito con tecnologías de alto nivel, y gestión integral axiológica, ecosistémica y equitativa para mitigar la problemática hídrica compleja	Orientar a la planificación de la gestión integral del agua sostenible	(+)
		(+)
		(+)
		(+)
		(+)

ANÁLISIS DE TENDENCIA		
COMPETENCIA	EXTERNALIDAD	INFERENCIAS (P)
<p>Desarrollar : capacidades, proyectos de mitigación, colaborar de forma global, mejorar la gestion clima y riesgos climáticos, gestion riesgos, adaptación a cambios en patrones de precipitación, enfoque de Gestion Integral del Agua, Implementar de Medidas estructurales ante inundaciones, planificar la gestion eficiente del agua, reclutar de personal calificado, crear de grupos de investigacion para la gestion integral del agua, Diseñar y construir de sistemas de alcantarillado, Implementar Plantas de Tratamiento Aguas Residuales, adoptar tecnologías nuevas en la gestion del agua, renovar la infraestructura de alcantarillado. Actualizar las regulaciones para considerar diversos usos del agua. Ampliar la cobertura saneamiento básico. Promocionar la educación publica sobre la importancia del agua. Identificación de riesgos ambientales y ocupacionales</p>	<p>Mayor seguridad y reducción de perdidas en crisis, mayor resiliencia de los sistemas sanitarios ante crisis y desastres, Acceso a recursos y apoyo internacional en crisis, mayor comprensión y mitigación de los impactos del cambio climático, mayor precisión en la toma de decisiones relacionadas al clima y agricultura, reducción de pérdidas y daños, mayor resiliencia y seguridad a la comunidad, reducción del impacto en inundaciones y deslizamientos, mayor coordinación y eficiencia en la respuesta en emergencias, menor riesgo en inundaciones y daños a infraestructura. Mayor capacidad de gestion agua, mejora en la toma de decisiones y resolución problemas para reducción contaminación ríos y mejora en la calidad de agua, promoción reciclaje aguas residuales. Mayor acceso a servicios de agua seguros y salud publica mejorada, mayor conciencia y uso responsable de los recursos hídricos</p>	(+)
		(+)

ANÁLISIS DE TENDENCIA		
COMPETENCIA	EXTERNALIDAD	INFERENCIAS (P)
Desarrollar : capacidades, proyectos de mitigación, colaborar de forma global, mejorar la gestión clima y riesgos climáticos, gestion riesgos, adaptación a cambios en patrones de precipitación, enfoque de Gestion Integral del Agua, Implementar de Medidas estructurales ante inundaciones, planificar la gestion eficiente del agua, reclutar de personal calificado, crear de grupos de investigación para la gestion integral del agua, Diseñar y construir de sistemas de alcantarillado, Implementar Plantas de Tratamiento Aguas Residuales, adoptar tecnologías nuevas en la gestion del agua, renovar la infraestructura de alcantarillado. Actualizar las regulaciones para considerar diversos usos del agua. Ampliar la cobertura saneamiento básico. Promocionar la educación pública sobre la importancia del agua.	Mayor comprensión y mitigación de los impactos del cambio climático	(+)
		(+)
Consensuar entre las Facultades de la UMSA con relación a la didáctica de la gestion integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria sostenible para la toma de decisiones y recomendaciones. Implementar la Comisión del Agua UMSA, uso Manual Esfera, el relacionamiento con organismos de financiación y otros.	Mayor comprensión de los alcances epistemológicos logrados ancestralmente.	(+)
Conocer, interpretar y aplicar los saberes de la comunidad y los ancestrales para la resiliencia al cambio climático y retos del Antropoceno respecto a los recursos hídricos con enfoque sostenible	Mayor comprensión de los sistemas hidráulicos ancestrales y su resiliencia al cambio climático, mediante la ciencia y tecnología interdisciplinar	(+)

3.7.2 Análisis de competencias laborales. Nivel de Responsabilidad.

Los casos de estudios nos permiten identificar actuales y nuevas tendencias.

Tabla 3.34. Análisis de tendencia de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible

ANÁLISIS DE TENDENCIA		
COMPETENCIA	EXTERNALIDAD	INFERENCIAS (P)
Colaborar de forma eficiente y efectiva, con enfoque ecosistémico, con sensibilidad ambiental y buenas prácticas profesionales. Aplicar el Manual Esfera	Colaboración Académica, calidad de vida, mayor conciencia y uso responsable de los recursos hídricos en beneficio ecosistémico	(+)
Reconocer la obsolescencia tecnológica de la Gestión del Agua y planificar la gestión integral sostenible	Infraestructura Mejorada. Interceptación de cauces, vulnerabilidad de acuíferos y superficies afectadas por la infraestructura.	(+)
Reconocer el potencial hídrico estratégico, finito con gestión integral axiológica racional para gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado sostenible del agua en relación a su función social, cultural y ambiental ecosistémica, de producción y desarrollo	Orientar a la planificación de la gestión integral del agua sostenible	(+)
Reconocer el potencial hídrico estratégico, finito con tecnologías de alto nivel, y gestión integral axiológica, ecosistémica y equitativa para mitigar la problemática hídrica compleja	Orientar a la planificación de la gestión integral del agua sostenible	(+)
		(+)
		(+)
		(+)
		(+)

3.7.3 Análisis de competencias laborales. Nivel de Responsabilidad.

Los casos de estudios nos permiten identificar actuales y nuevas tendencias de competencias dentro el ejercicio profesional en situaciones emergentes o ante eventos adversos. Se utiliza el Atlas. Ti para el proceso de los diagramas.

De la evaluación de resultados obtenidos se identifica los niveles de competencias laborales en el área hidrosanitaria para los profesionales de la UMSA, en las carreras correspondientes.

Las competencias laborales identificadas implican el desarrollo de estas dentro de un programa de postgrado interdisciplinar con aportes de investigaciones multidisciplinarias, donde será necesario planificar un programa tecnológico con un contenido curricular sistematizado en el modelo de formación de competencias GESFOC para lo cual será necesario direccionar, planificar, evaluar y verificar el programa que se proponga.

De igual manera sus contenidos se organizarían sistemáticamente según las secuencias didácticas relacionadas a las temáticas identificadas en la construcción de la didáctica de la gestión integral del agua de la Ingeniería hidrosanitaria.

Tabla 3.35. Niveles de Competencias Laborales para la gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria.

COMPETENCIAS LABORALES	NIVEL DE RESPONSABILIDAD LABORAL
Aplica Gestión Proyectos	GERENTE ADMINISTRATIVO- GERENTE GENERAL-GERENTE DE PROYECTOS
Aplica Normas de diseño proyectos	GERENTE ADMINISTRATIVO- GERENTE GENERAL-GERENTE DE PROYECTOS
Aplica Normas ejecución Proyectos	INGENIERO ESPECIALISTA: GERENTE ADMINISTRATIVO- GERENTE GENERAL-GERENTE DE PROYECTOS
Aplica Normas uso materiales	INGENIERO ESPECIALISTA: GERENTE ADMINISTRATIVO- GERENTE GENERAL-GERENTE DE PROYECTOS

Aplica Normas 21500	INGENIERO ESPECIALISTA: GERENTE ADMINISTRATIVO- GERENTE GENERAL-GERENTE DE PROYECTOS
Aplica Normas PMI	INGENIERO ESPECIALISTA: GERENTE ADMINISTRATIVO- GERENTE GENERAL-GERENTE DE PROYECTOS
Controla el Sistema de Ingeniería de la Gestión Integral del Agua.	INGENIERO ESPECIALISTA: GERENTE ADMINISTRATIVO- GERENTE GENERAL-GERENTE DE PROYECTOS
Desarrolla Análisis de Vulnerabilidad Obras Hidráulicas	INGENIERO DE PROYECTO
Desarrolla Análisis de Vulnerabilidad Sistemas Hidrosanitarios	INGENIERO DE PROYECTO
Desarrolla la Gestión de Proyectos de la gestión integral del agua	INGENIERO DE PROYECTO
Desarrolla procedimientos constructivos en obras hidráulicas y sistemas hidrosanitarios	INGENIERO DE PROYECTO
Desarrolla sistemas de ingeniería en gestión integral del agua	INGENIERO DE PROYECTO
Diseña el Sistema de Ingeniería de la Gestión Integral del Agua.	INGENIERO DE PROYECTO
Diseña proyectos considerando impactos ambientales potenciales en todo el ciclo proyecto	INGENIERO DE PROYECTO
Diseña proyectos considerando los factores ambientales en todo el ciclo proyecto	INGENIERO DE PROYECTO
Diseña proyectos considerando los factores seguridad y salud ocupacional en todo el ciclo proyecto	INGENIERO DE PROYECTO
Diseña proyectos de obras especiales	INGENIERO DE PROYECTO

Diseña proyectos seleccionando materiales adecuado, reducción de residuos y reducción costos energía	INGENIERO DE PROYECTO
Ejecuta proyectos de obras especiales	INGENIERO O CONSTRUCTOR CIVILES
Ejecuta el Sistema de Ingeniería de la Gestión Integral del Agua.	INGENIERO O CONSTRUCTOR CIVILES
Ejecuta proyectos considerando impactos potenciales ambientales en todo el ciclo proyecto	INGENIERO O CONSTRUCTOR CIVILES
Ejecuta proyectos considerando los factores ambientales en todo el ciclo proyecto	INGENIERO O CONSTRUCTOR CIVILES
Ejecuta proyectos considerando los factores seguridad y salud ocupacional en todo el ciclo proyecto	INGENIERO O CONSTRUCTOR CIVILES
Ejecuta proyectos hidrosanitarios especiales	INGENIERO O CONSTRUCTOR CIVILES
Ejecuta proyectos seleccionando materiales adecuado, reducción de residuos y reducción costos energía	INGENIERO O CONSTRUCTOR CIVILES
Elabora diseño proyectos hidrosanitarios especiales	INGENIERO O CONSTRUCTOR CIVILES
Planifica la gestión integral del agua según los riesgos potenciales y se anticipa a incorporar obras preventivas y correctivas, así como acciones correspondientes considerando los impactos potenciales sobre los recursos hídricos.	INGENIERO ESPECIALISTA: GERENTE ADMINISTRATIVO- GERENTE GENERAL-GERENTE DE PROYECTOS
Trabaja con Equipo multi e interdisciplinario	INGENIERO O CONSTRUCTOR CIVILES

Trabaja con Equipo multi e interdisciplinario gerencial	GERENTE ADMINISTRATIVO- GERENTE GENERAL-GERENTE DE PROYECTOS
Ejecuta la gestión integral del agua según los riesgos potenciales según obras preventivas y correctivas, así como acciones correspondientes considerando los impactos potenciales sobre los recursos hídricos.	INGENIERO O CONSTRUCTOR CIVILES

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

RESPUESTA ESTRATÉGICA

El enfoque de la investigación acción nos proporciona una comprensión profunda del desarrollo de esta, como se evidencia en el análisis hermenéutico de la investigación. Este análisis abarca diversos aspectos: desde el estado actual del conocimiento hasta un enfoque dialéctico, diagnósticos detallados, estudios de caso relevantes, creación y aplicación de materiales didácticos, hasta la interacción y la investigación realizada.

Estos aspectos se contrastan con los fundamentos teóricos de la gestión integral del agua, la ingeniería sostenible y los últimos avances tecnológicos, así como con los modelos de formación más relevantes en el campo.

Se encuentran mayores elementos que aportan a la estrategia didáctica, que se indican a continuación:

4.1 Temas estratégicos de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible

Los casos de estudio y la aplicación de las normas técnicas bolivianas del sector nos indican que persiste el uso de tecnologías convencionales que en situaciones de emergencias pueden fallar porque la solución tecnológica no tiene estrecha relación con la dimensión territorial o problema, ni la abstracción del estado de situación a intervenir.

Por lo que se puede inferir, que en el futuro incierto las actuales tecnológicas van a fallar.

Por consiguiente, es necesario ampliar la dimensión de la educación para la realización de sistemas de ingeniería sostenibles acordes a la dimensión de la gestión integral del agua requerida.

En tal sentido se identifican los siguientes lineamientos estratégicos:

4.1.1 Formación de dimensión mayor

- Formación educativa para el desarrollo de recursos tecnológicos y mejoramiento de los instrumentos operativos apoyados con estudios de mayor cobertura y

detalle en la temática social, económica, ambiental y tecnológica en el área hidrosanitaria.

- Formación del área hidrosanitaria para lograr profesionales responsables y comprometidos con la comunidad y el medio ambiente para la gestión integral del agua (mitigación de los riesgos, adaptabilidad al cambio Climático y control ambiental para la protección de los recursos s hídricos) con multipósitos de manejo de los recursos hídricos de Bolivia.
- Incorporación a la Educación Superior de la UMSA la formación de la gestion integral del agua considerando los Desastres y Cambios Climáticos ocurridos y por ocurrir; lo que implica la necesidad de una formación educativa orientada a la planificación considerando las magnitudes iguales o mayores a los eventos y/o desastres ocurridos., y las acciones de mitigación correspondientes. Que afectan las cuencas y los recursos hídricos.
- Desarrollar la didáctica dentro de las comunidades en acción (estudiantes, docentes, beneficiarios), tanto en los diferentes medios académicos: enseñanza-aprendizaje, investigación e interacción social.
- Aplicar los nuevos instrumentos de la innovación formativa como ser: modelos de enseñanza de “aprender haciendo”. Uso de Tics.
- Desarrollar el dialogo de Saberes considerando las tecnologías hidráulicas ancestrales, actuales y tecnologías futuras necesarias ante los nuevos problemas del globales y locales (ambientales, desastres, sociales, urbanos, etc.)
- Desarrollar interdisciplinas para el estudio de las alteraciones de los ciclos hidrológicos por la intervención antrópica para orientar el desarrollo de sistemas de Ingeniería sostenible considerando los ecosistemas (con aporte multidisciplinar).

4.1.1.1 Investigación de dimensión mayor

- Investigar sobre la pertinencia de aplicar en el contexto nacional las tecnologías avanzadas, necesarias para contribuir a la ejecución de las obras y/o proyectos ingenieriles sostenibles.
- Realización de investigaciones en sistemas de ingeniería hidrosanitaria sostenible considerando la gestión integral del agua en función de la dimensión amplia de los recursos hídricos en Bolivia, que implican considerar los potenciales de los recursos hídricos y su aplicación en los diferentes sectores con participación multidisciplinaria.
- Realizar estudios más amplios y en detalle para una intervención actual, futura y planificada en forma oportuna y adecuada en el área hidrosanitaria respecto Incorporación en el área hidrosanitaria de la UMSA la temática de mitigación de los riesgos, adaptabilidad al cambio climático y control ambiental.
- Investigar de manera interdisciplinaria la gestión integral del agua con la ingeniería hidrosanitaria que considere la dimensión multidisciplinaria, las necesidades poblacionales (humana y otras especies) de vida de los habitantes de las cuencas hidrográficas de Bolivia, como de su aprovechamiento sostenible.
- Investigar para la planificación de la gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria sostenible por cuencas hidrográficas.
- investigación sobre las metodologías sostenibles de los saberes locales para su consideración en el desarrollo de los sistemas de Ingeniería sostenible (ej. Obras hidráulicas ancestrales, monitoreos agroclimatológicos, etc.)
- Investigar para la creación de la educación de la Ingeniería hidrosanitaria ecosistémica para crear tecnologías de protección, rehabilitación de los ecosistemas en las cuencas hidrográficas según los niveles de deterioro.

4.1.1.2 Sistemas de Ingeniería sostenible de dimensión mayor

- Desarrollar Sistemas de Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible considerando la complejidad de los medios urbanos y rurales bajo efectos del Antropoceno.
- Desarrollar Sistemas de Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible que consideren las alteraciones de los ciclos hidrológicos por deterioro ambiental, desastres, cambio climático.
- Desarrollar Sistemas de Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible para el cuidado y rehabilitación de los ecosistemas de las cuencas hidrográficas.
- Considerar los resultados de investigación sobre las metodologías sostenibles de los saberes locales para su consideración en desarrollos de los sistemas de Ingeniería sostenibles.

4.1.1.3 Interacción social de mayor dimensión

Continuar y reforzar las actividades (en relación con procesos de diferente dimensión), del comité multidisciplinario de la UMSA, que hizo importantes aportes para resolver la Crisis de Agua en La Paz (2016), como se evidencian en posteriores situaciones emergentes de alta importancia.

4.1.1.4 Objetivos iniciales de la formación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible

El análisis sistémico con Atlas ti, nos ha dado los objetivos del inicio gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria dentro de la Universidad Mayor de San Andrés que han sido orientadores en la investigación acción.

1. Actualizar contenidos calculo diseño y materiales
2. Actualizar contenidos de las materias hidrosanitarias en las carreras de la UMSA para el desarrollo de la ingeniería hidrosanitaria sostenible de forma permanente y de actualización periódica.
3. Aplicación contenidos a la construcción
4. Aplicación de contenidos gestión integral agua
5. Avance paralelo teoría y practica

6. Capacitación a los docentes área hidrosanitaria de la UMSA en Sistemas de Ingeniería Hidrosanitaria
7. Implementación de Centro Computacional para la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible
8. Implementación del Sistema de Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible.
9. Implementar separadamente temas de calidad de agua y tratamiento de aguas
10. Incluir la formación con menciones en la Licenciatura en Construcciones
11. Incorporación de laboratorios para la ingeniería hidrosanitaria sostenible
12. Mejorar enseñanza en cálculo, diseño y uso de materiales
13. PEA: Didáctica, práctica y teoría en gestión integral del agua
14. PEA: Didáctica demostrativa en gestión integral del agua
15. Prácticas académicas en gestión integral del agua
16. Prácticas en Construcción en proyectos de ingeniería hidrosanitaria sostenible
17. Prácticas laborales
18. Unir parte social, ecosistémica con técnica
19. Valoración de los recursos hídricos y sus potenciales con responsabilidad social, ambiental y tecnológica.
20. Implementar la Investigación Participativa en la Interacción Social de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible
21. Implementar la investigación interdisciplinaria
22. Implementar la interacción interdisciplinaria
23. Desarrollo de la formación por competencias en relación de las secuencias didácticas dentro de las materias de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible

Nota: PEA: proceso enseñanza aprendizaje

4.1.1.5 El sistema de ingeniería hidrosanitaria

Para lograr una naturaleza estructural y sistema de la gestión integral del agua en la UMSA es necesario contar con el Sistema de Ingeniería Sostenible de la Gestión Integral del Agua y el análisis de tendencias orientan que tenga las siguientes características iniciales:

Tabla 4.1. Características iniciales del Sistema de Ingeniería hidrosanitaria sostenible.

ETAPAS DEL PROCESO DE SISTEMA DE INGENIERIA SOSTENIBLE	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE INGENIERIA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA
IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS DEL SISTEMA	Objetivos participativos de gestión integral del agua: gestión de riesgos, gestión ambiental, gestión del cambio climático, interdisciplinarios con la Ingeniería hidrosanitaria para lograr uso de alternativas tecnológicas sostenibles
CUANTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS	Cuantificables en relación con los niveles de deterioro ambiental, desastres e impactos del cambio climático, impactos sobre la sociedad y los ecosistemas en función a la dimensión de la cuenca y sus recursos.
DETERMINACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	Las alternativas de solución tienen carácter interdisciplinario y multidisciplinario en la gestión integral del agua de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible
CLASIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	Clasificación de Alternativas participativas en relación con su dimensión.
INICIACIÓN DE LA EJECUCIÓN	Procedimientos de inicio y ejecución
ITERACIÓN: Pruebas de implementación y respuesta del sistema	Modelos de iteración interdisciplinar de la gestión integral del agua con la Ingeniería hidrosanitaria
DISEÑO Y CONTROL GERENCIAL DE LOS PROCESOS DE ITERACIÓN ENTRE EL SISTEMA Y EL PROYECTO	Modelos de diseño y control de la iteración en proyectos y medidas interdisciplinarias de carácter participativo.

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Aporte científico

Durante el período de investigación, se logró implementar la enseñanza interdisciplinaria en varios entornos académicos, como la UMSA (2009-2019) y la UNIVALLE (2019-2022), así como en la docencia basada en modelos de formación de competencias. Esta labor se llevó a cabo a través de reflexiones discursivas orientadas hacia la transformación de la educación en ingeniería hidrosanitaria, adoptando un enfoque emergente de sostenibilidad. Este enfoque se alinea con la necesidad de abordar los nuevos desafíos del Antropoceno, que afectan la vida futura en el ámbito territorial y de los ecosistemas.

Esta experiencia resalta la urgencia de reformar la didáctica institucional actual hacia la creación de sistemas de ingeniería sostenible que aprovechen el potencial hídrico, empleando una metodología interdisciplinaria basada en valores. La inclusión de la axiología en este proceso es fundamental, ya que está integrada en las teorías de gestión integral del agua y de sostenibilidad que guían la investigación acción. Esto se traduce en la capacidad de ejercer la responsabilidad social y ambiental a través de su aplicación, promoviendo así la conciencia tecnológica en materia de sostenibilidad.

La investigación ha sido sometida al escrutinio de la comunidad científica a través de su publicación en revistas científicas y académicas, logrando el posicionamiento personal, en el ranking TOP 1000 de Bolivia 2022 y 2023³³.

Además, se presentó en el Congreso sobre la Crisis Climática 2023 en La Paz, Bolivia, donde obtuvo el tercer puesto en la categoría de premios.

4.1.3 Valoración

Se logra la valoración de la concreción interdisciplinaria de la didáctica interdisciplinaria realizada en UMSA, con formación por competencias en la réplica realizada en UNIVALLE (2019-2022).

Se ha involucrado e influido en los estudiantes de determinadas materias del área hidrosanitarias de la UMSA y UNIVALLE, mediante la docencia con material didáctico elaborado con contenidos de gestión del agua y sostenibilidad tecnológica aplicados al territorio de país.

³³ <https://www.adscientificindex.com/pdfs/toplists/bolivia-top-scientists.pdf?v1686683695>

4.2 APLICACIÓN EN UNIVALLE

4.2.1 Inserción de la didáctica de la gestión integral del Agua de ingeniería hidrosanitaria con modelo de gestión de formación de competencias en UNIVALLE La Paz (2019-2022)³⁴

(M. N. Otero Valle, 2022):

Se realiza la investigación respecto a la inserción de esta didáctica en la Carrera de Ingeniería Civil de UNIVALLE, La Paz dentro las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria durante el periodo 2019 – 2022, usando el modelo de Gestión de Formación de Competencias GESFOC estructurado según: a) contexto UNIVALLE, b) selección e inserción curricular, c) diseño y aplicación matriz GESFOC en secuencias didácticas d) evaluación de las evidencias pedagógicas. Se logró la inserción curricular en el 20 % de la carga horaria de cada materia, con contenidos de la ingeniería hidrosanitaria sostenible, fomentando la valoración técnica, social y ambiental. Según las competencias alcanzadas se recomienda continuar la inserción en las áreas investigación, interacción social, y postgrado de UNIVALLE, para ampliar la formación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible. (p.25)

4.2.1.1 Objetivos Específicos

(M. N. Otero Valle, 2022):

Los Objetivos Específicos son:

a) iniciar el fortalecimiento de las competencias cognitivas con valores de responsabilidad social y ambiental en los alumnos de las materias de Hidrología e Ingeniería sanitaria de UNIVALLE La Paz, considerando la estructura educativa del Modelo Tetralógico en vigencia y el modelo Gestión de Formación de Competencias GESFOC, la tecnología sostenible hidrosanitaria y los espacios pedagógicos antes y post COVID19.

³⁴ *Didactic Comprehensive Management in Sustainable Hydrosanitary Engineering, using Competency Training Management Model. Journal of Latin American Sciences and Culture, 4(6), 25–45. <https://doi.org/10.52428/27888991.v4i6.358>*

b) aportar la misión de UNIVALLE de alinearse y contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030 mediante una educación innovadora y transformadora de la ingeniería hidrosanitaria sostenible. (pp.26,27)

4.2.1.2 Pregunta de la investigación

(M. N. Otero Valle, 2022):

¿Cuáles son los elementos y las secuencias de modelo de gestión de formación de competencias GESFOC que contribuyen a la inserción de la didáctica de la gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria sostenible en las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria de la carrera de Ingeniería Civil de UNIVALLE La Paz?

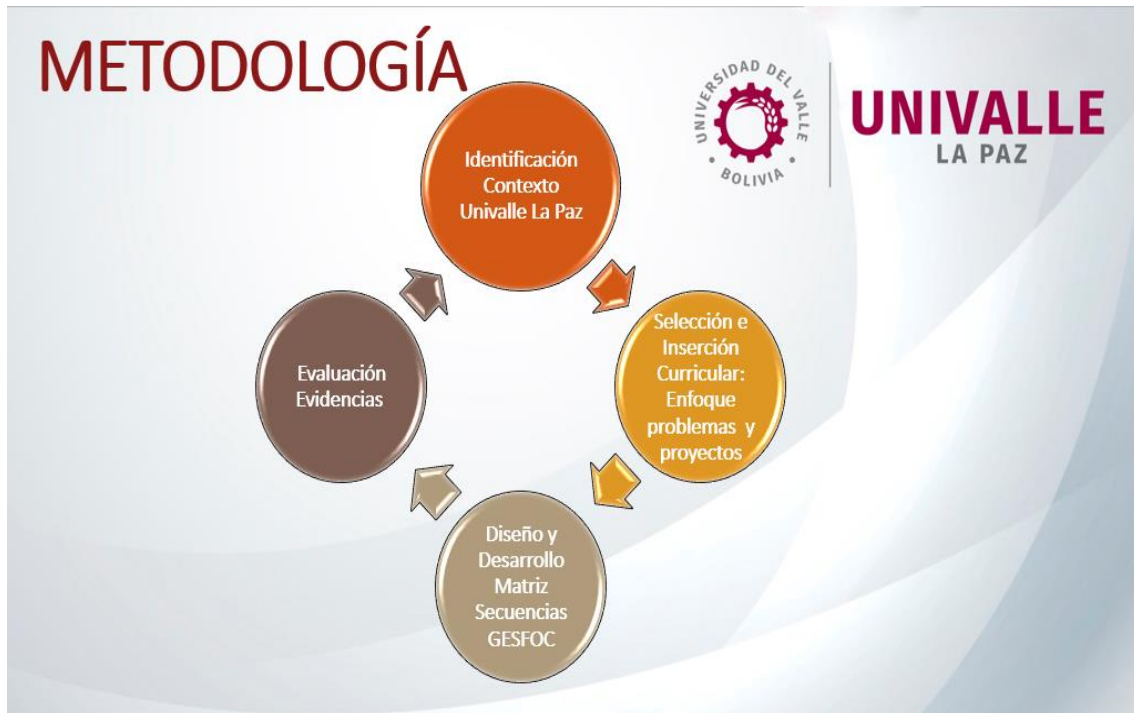
El modelo GESFOC se alinea a los principios socioformativos y de pertinencia (Tobón, 2010; Morin, 2011). Según Tobón (2007) las competencias son procesos complejos de desempeño ante problemas con idoneidad y compromiso ético, y se enmarcan en la formación integral, requerida para la inserción curricular de contenidos en las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria, relacionados a la ingeniería hidrosanitaria sostenible, con enfoques pedagógicos (problemas y/o proyectos alternativos) que motive a la comunidad universitaria el análisis y valoración de la problemática de los sistemas hídricos y las soluciones tecnológicas o de gestión correspondientes.(p.28)

4.2.1.3 Metodología

(Valle & Suanno, 2023):

La metodología aplicada del modelo GESFOC para la enseñanza de la ingeniería hidrosanitaria sostenible implica procesos clave, como la identificación del contexto académico, la selección de contenidos interdisciplinarios, el diseño de la matriz GESFOC y la evaluación de las evidencias. Las actividades principales incluyen la aplicación de cuestionarios, el análisis del contexto académico, la documentación pertinente, el desarrollo del plan de trabajo y la utilización de espacios pedagógicos virtuales y físicos. El objetivo final es la formulación de proyectos hidrosanitarios sostenibles que aborden la problemática hídrica identificada en el contexto. (pp. 2-31)

Figura 4.1. Metodología Inserción Didáctica de la Gestión Integral del Agua en UNIVALLE La Paz, Carrera Ingeniería Civil.



Fuente: (Otero Valle, 2022)

Se sistematiza las competencias a formas según las secuencias didácticas de las materias de Hidrología e Ingeniería Hidrosanitaria:

Tabla 4.1. Competencias a formar, en la matriz de resultados GESFOC aplicada a la inserción de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua de la Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible.

Materia	Cod	Secuencia Didactica	Competencia a formar	Finalidad o producto esperado
Hidrología	h1	Rol del ingeniero civil , informes científicos problemática global	Conoce, selecciona, aplica y reflexiona sobre los metodos convencionales o especiales hidrológicos adecuados en el diseño de proyectos con uso de software de modelacion.	individuos capaces de comprender, aplicar y mejorar los métodos hidrológicos convencionales y especiales en el contexto par el diseño de proyectos, utilizando software de modelación como una herramienta efectiva par tomar decisiones informadas en la gestión del agua y proyectos relacionados con este recurso
Hidrología	h2	Problematicas emergentes de alteraciones del ciclo hidrológico por la disponibilidad de los recursos hídricos en volumen, distribución y calidad	Interpreta en terminos técnicos el problema hídrico.Contextualiza la problemática entorno a valores de volumen, calidad y distribución del agua. Valora los impactos sociales y ambientales. Investiga sobre posibles soluciones con alternativas convencionales, innovadoras sostenibles	individuos capaces de analizar de manera integral y técnica los problemas relacionados co el agua, considerando aspectos de volumen, calidad, distribución, impactos sociales y ambientales, y proponiendo soluciones que abarquen desde enfoques convencionales hast enfoques innovadores y sostenibles para la gestión del agua.
Hidrología	h3	Importancia y ponderación de la química del agua de los recursos hídricos; agua cruda	Conoce los parametros químicos de caracterización agua cruda según Normas	Interpretar, aplicar y cumplir con las normas relacionadas con los parámetros químicos utilizados para caracterizar la calidad del agua cruda. Esto es esencial para garantizar la seguridad y la calidad del agua utilizada para abastecimiento, tratamiento o cualquier otro propósito, y para cumplir con los estándares legales y regulatorios establecidos en materia d agua.
Ingeniería Sanitaria	s1	Importancia del rol del ingeniero civil en la Ingeniería Hidrosanitaria y gestión integral del agua	Conoce, selecciona, aplica y reflexiona sobre los metodos convencionales o especiales hidrológicos adecuados en el diseño de proyectos con uso de software de modelacion.	individuos capaces de comprender, aplicar y mejorar los métodos hidrológicos en el context del diseño de proyectos relacionados con el agua, utilizando software de modelación como una herramienta efectiva. El producto esperadi es la capacidad de diseñar proyectos hidrológicos de manera más precisa y eficiente, teniendo en cuenta factores como la gestión de recursos hídricos, la prevención de inundaciones, el abastecimiento de agua y otros aspectos relacionados con el agua.
Ingeniería Sanitaria	s2	Importancia y ponderación de la química del agua en la ingeniería hidrosanitaria	Conoce los parametros químicos de caracterización agua cruda según Normas	individuos estén preparados para abordar desafíos hídricos de manera integral, tomando en cuenta aspectos técnicos, sociales, ambientales económicos, y sean capaces de proponer soluciones que sean apropiadas, efectivas y sostenibles. Esta competencia busca fomentar una gestión más informada y eficaz del recurso hídrico, teniendo en cuenta su importancia vita para la vida y el medio ambiente.
Ingeniería Sanitaria	s3	Problematicas emergentes por inadecuada planificación hídrica en la aplicación de tecnologías de saneamiento básica	Interpreta en terminos técnicos el problema hídrico.Contextualiza la problemática entorno a valores de volumen, calidad y distribución del agua. Valora los impactos sociales y ambientales. Investiga sobre posibles soluciones con alternativas convencionales, innovadoras sostenibles	individuo con capacidad de interpretar, aplicar cumplir con las normas relacionadas con los parámetros químicos utilizados para caracterizar la calidad del agua cruda. Esto es esencial para garantizar la seguridad y la calidad del agua utilizada para abastecimiento, tratamiento o cualquier otro propósito, y para cumplir con los estándares legales y regulatorios establecidos e materia de agua.
Ingeniería Sanitaria	s4	Alternativas Tecnologías Sostenibles en agua potable y residual	Identifica topologicamente las obras y tecnologías alternativas según las características hidrológicas, ambientales y sociales	Individuos sean capaces de realizar una evaluación completa de las opciones disponible para la gestión del agua en un área determinada: considerando factores hidrológicos, ambiente y sociales. Esto permite tomar decisiones más informadas y sostenibles en la planificación y ejecución de proyectos relacionados con el agua: teniendo +J10+A9:J11+A7:J11

Fuente: (Otero Valle, 2022)

4.2.1.4 Discusión

(M. N. Otero Valle, 2022):

La introducción de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua en la ingeniería hidrosanitaria sostenible en UNIVALLE La Paz, empleando el Método GESFOC según Otero Valle (2019), ha resultado en una aplicación pedagógica limitada en secuencias didácticas temáticas, principalmente debido a la obligación de cumplir con el plan de estudios convencional establecido para las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria. Como consecuencia, se ha añadido un 20% de la carga horaria destinada a las temáticas de la didáctica de la ingeniería hidrosanitaria sostenible, generando un esfuerzo adicional tanto para los docentes como para los alumnos. La percepción de los estudiantes, según una encuesta abierta en 2019, sobre temas como saneamiento básico, gestión del agua y sostenibilidad revela que los principios de sostenibilidad están presentes en su entorno de manera difusa. Por lo tanto, ha sido necesario fortalecer sus competencias dirigidas hacia el desempeño actual y futuro de la ingeniería hidrosanitaria sostenible. Además, se ha observado la presentación de proyectos de grado que aplican la Ingeniería Sanitaria con alternativas tecnológicas sostenibles entre 2020 y 2021. Tanto en la incorporación como en el desarrollo del plan convencional de las materias, se ha requerido actualizar y ampliar los recursos de aprendizaje, como bibliografía, fuentes de información, estudios específicos con tecnologías sostenibles, documentación local e internacional de proyectos correspondientes, y la revisión y aplicación de normas nacionales e internacionales con alternativas tecnológicas. Se ha hecho uso de recursos bibliográficos seleccionados, como la Norma Boliviana de saneamiento básico (2004-2011), que ha incorporado tecnologías alternativas, aunque se sugiere su actualización periódica. (p.39).

4.2.1.5 Conclusiones y recomendaciones

Se ha logrado la inserción sistematizada de la formación de la gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria sostenible mediante el modelo GESFOC, logrando el 20 % de inserción curricular de las materias de Hidrología e Ingeniería Sanitaria con secuencias didácticas enfocadas en: generalidades de la sostenibilidad, la problemática hídrica, alternativas tecnológicas y calidad agua. Para el desarrollo pleno de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible es necesario aumentar su inserción: a las demás materias hidrosanitarias, a las áreas de investigación, interacción social y postgrado El modelo

GESFOC ha permitido organizar, sistematizar y evaluar el desarrollo de la inserción didáctica compleja en el proceso de enseñanza y aprendizaje de 2 materias de la ingeniería civil, orientándolas a la formación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible.

La inclusión de la gestión integral del agua en la formación de la ingeniería hidrosanitaria sostenible se ha visto favorecida gracias al modelo educativo de UNIVALLE y su enfoque metodológico denominado META. Este modelo, que se caracteriza por ser socioformativo y promover la autorregulación, ha facilitado la integración de contenidos relacionados con la gestión sostenible del agua en el ámbito de la ingeniería hidrosanitaria.

Los problemas del saneamiento básico y de disponibilidad adecuada del agua, se han incrementado con el COVID 19, por lo que hay un nuevo escenario emergente dentro la ingeniería hidrosanitaria sostenible que exige mayor uso de tecnologías sostenibles, y técnicas innovadoras (uso de Tics, BIM, etc.) como también el fortalecimiento de valores de responsabilidad respecto a los sistemas hídricos y su disponibilidad.

La ciencia y la tecnología global produce tecnología sostenible para la resiliencia ante escenarios emergentes, las universidades nacionales tienen que alinearse a esa dinámica.
(pp.45)

Esquema concluyente:

Introducción de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua:

Método GESFOC.

Aplicación pedagógica limitada en secuencias didácticas temáticas debido al cumplimiento del plan de estudios convencional.

Adición del 20% de carga horaria para la didáctica de la ingeniería hidrosanitaria sostenible.

Percepción de los Estudiantes:

Encuesta abierta en 2019.

Principios de sostenibilidad difusos en el entorno estudiantil.

Fortalecimiento de competencias para el desempeño en ingeniería hidrosanitaria sostenible.

Presentación de proyectos de grado con alternativas tecnológicas sostenibles en 2020-2021.

Actualización y Ampliación de Recursos de Aprendizaje:

Bibliografía, fuentes de información, estudios específicos con tecnologías sostenibles.

Documentación local e internacional de proyectos correspondientes.

Revisión y aplicación de normas nacionales e internacionales con alternativas tecnológicas.

Uso de la Norma Boliviana de saneamiento básico (2004-2011) con recomendación de actualización periódica (p.39).

Escenarios académicos internacionales que analizan problemáticas hídricas internacionales contundentes.

4.3 IMPLICACIONES PRACTICAS

4.3.1 Incorporación de las Tecnologías de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS). (2019-2023)

La docencia e investigación en el área hidrosanitaria (Hidráulica, Hidrología, Ingeniería Sanitaria) ejercidas en las Carreras de Construcciones Civiles en la UMSA y de Ingeniería Civil en UNIVALLE, La Paz, incluye la promoción de la axiología tecnológica, con valores de responsabilidad social y ambiental.

Estos principios están en determinadas alternativas tecnológicas como son las destinadas a mejorar el ciclo hidrológico en áreas urbanas; por ejemplo las Tecnologías de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS). Por esta razón, se las incorporan en los programas, de las mencionadas asignaturas, durante los períodos de gestión 2019-2023.

4.3.2 Ampliación al espacio internacional. Curso COIL en UNIVALLE 2023.

Con fines de ampliar los espacios participativos de la didáctica interdisciplinaridad de la ingeniería sostenible y la gestión integral del agua, de forma internacional, se diseña y realiza el curso COIL con alumnos de la materia de Hidrología de UNIVALLE (2023).

El modelo COIL (sigla en inglés) que significa “aprendizaje colaborativo internacional en línea”, es promovido por la Universidad Veracruzana de México, en distintas universidades latinoamericanas.

Así, 3 docentes internacionales (Bolivia, Argentina y Costa Rica) de diferentes disciplinas (ingeniería civil-hidrosanitaria, ingeniería agronomía, planificación económica) se asociaron en el curso COIL de la Universidad Veracruzana para diseñar e impartir en línea el curso internacional: “Impactos Regionales. Cambio Climático/Problemática Regional Hídrica (2023) en la plataforma TEAMS de UNIVALLE. La figura siguiente indica la convocatoria del curso.

La experiencia adquirida durante la presente investigación acción en la UMSA y la UNIVALLE, así como las competencias de docentes internacionales como María Otero, Harold Hutt y Gabriela Hernández, y el curso COIL impartido por la Universidad Veracruzana (2022) han contribuido a la implementación del curso COIL en la UNIVALLE (2023), en colaboración con la dirección de la carrera de ingeniería civil (María Elena Sahonero).

Figura 4.2. Convocatoria Curso COIL: Impactos Regionales Cambio Climático/Problemática Regional Hídrica

**CURSO
COIL
2023**

7/JUNIO
29/JUNIO





- Curso COIL: Aprendizaje colaborativo internacional en línea
- Collaborative Online International Learning
- **IMPACTOS REGIONALES CAMBIO CLIMÁTICO/PROBLEMÁTICA REGIONAL HÍDRICA**



Materia: HIDROLOGÍA

Docentes:

Harold Hutt Herrera	Universidad de Costa Rica
Maria Nadezda Otero Valle	Univalle (Bolivia)
Gabriela Hernandez (Agrometeorología)	UNCPBA (Argentina)

Nota: Curso realizado en plataforma TEAMS - UNIVALLE. Fuente: elaboración propia (2023).

CAPÍTULO V

PROPUESTA ESTRATÉGICA

5.1 VISIÓN DE LA PROPUESTA DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Nuestra visión es liderar la innovación en la ingeniería hidrosanitaria sostenible, fomentando la aplicación de tecnologías sostenibles y la interacción con la comunidad. Queremos que la UMSA sea reconocida como un referente en la formación de profesionales comprometidos con la gestión integral del agua, capaces de asegurar la sostenibilidad de obras y servicios, así como la protección de otros medios de vida en el ecosistema. Además, aspiramos a ser pioneros en la integración de la didáctica de la gestión integral del agua en nuestra oferta educativa

5.2 MISIÓN DE LA PROPUESTA DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Nuestra misión es transformar la educación en ingeniería hidrosanitaria sostenible en la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) para promover la gestión integral del agua sostenible en la dimensión del potencial hídrico del país y las necesidades de distribución equitativa en la población y los ecosistemas. Buscamos formar profesionales comprometidos con la responsabilidad social y la protección del medio ambiente, capaces de abordar los desafíos actuales y futuros en este campo y liderar el cambio hacia prácticas más sostenibles en la ingeniería hidrosanitaria. Además, buscamos establecer una relación estrecha con la comunidad y promover la participación multidisciplinaria en la resolución de problemas relacionados con el agua.

5.3 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA

1. Formación de dimensión mayor:

- a. Mejorar la formación educativa en el área hidrosanitaria con enfoque en recursos tecnológicos y la temática social, económica, ambiental y tecnológica.
- b. Preparar profesionales responsables y comprometidos con la gestión integral del agua, incluyendo la mitigación de riesgos y la adaptabilidad al cambio climático.

- c. Incorporar la formación de gestión integral del agua en la educación superior, considerando desastres y cambios climáticos.
- d. Desarrollar la didáctica en comunidades y utilizar herramientas de innovación formativa.
- e. Promover el diálogo de saberes y la interdisciplinariedad en el estudio de los ciclos hidrológicos y la Ingeniería sostenible.

2. Investigación de dimensión mayor:

- a. Evaluar la aplicabilidad de tecnologías avanzadas en proyectos de ingeniería sostenible a nivel nacional.
- b. Investigar sistemas de ingeniería hidrosanitaria sostenible con un enfoque multidisciplinario en la gestión integral del agua en Bolivia.
- c. Realizar estudios detallados para intervenciones planificadas en el área hidrosanitaria, considerando mitigación de riesgos, adaptación al cambio climático y control ambiental.
- d. Investigar la gestión integral del agua y la ingeniería hidrosanitaria sostenible en cuencas.

3. Sistemas de Ingeniería sostenible de dimensión mayor:

- a. Desarrollar sistemas de ingeniería hidrosanitaria sostenible para abordar la complejidad de entornos urbanos y rurales en la era del Antropoceno.
- b. Considerar las alteraciones de los ciclos hidrológicos debidas al deterioro ambiental, desastres y cambio climático en el diseño de sistemas de ingeniería sostenible.
- c. Contribuir al cuidado y rehabilitación de los ecosistemas en las cuencas hidrográficas a través de sistemas de ingeniería sostenible.
- d. Incorporar resultados de investigación sobre metodologías sostenibles de saberes locales en el desarrollo de sistemas de ingeniería sostenible.

4. Interacción social de mayor dimensión:

- a. Continuar y fortalecer las actividades del comité multidisciplinario de la UMSA que contribuyó a resolver la Crisis del Agua en La Paz en 2016.

b. Aplicar los aprendizajes de situaciones emergentes relacionadas con la gestión del agua y otros procesos de diferente dimensión en la interacción social.

5. Formación por competencias:

a. Formar profesionales de ingeniería hidrosanitaria con un enfoque integral, que consideren la sostenibilidad, la responsabilidad social y la protección del medio ambiente en sus acciones.

b. Promover la adopción de tecnologías sostenibles y prácticas responsables en la gestión integral del agua, no solo en obras y servicios, sino también en proyectos de investigación.

c. Fomentar la participación de estudiantes e investigadores en la interacción social y la resolución de problemas relacionados con la gestión del agua, promoviendo la colaboración con especialistas de diversas disciplinas y la comunidad.

d. Actualizar constantemente la formación y la investigación para adaptarnos a las nuevas realidades y desafíos, como los planteados por el COVID-19, y utilizar tecnologías innovadoras para mejorar la gestión del agua.

e. Liderar la implementación de la Didáctica de la Gestión Integral del Agua en la Ingeniería Hidrosanitaria, promoviendo su pertinencia integral y su necesidad de actualización continua, y colaborando estrechamente con la comunidad para abordar los problemas de saneamiento básico y disponibilidad de agua, adaptándonos a las nuevas realidades, como los desafíos planteados por el COVID-19.

5.3.1.1 Organización de la UMSA para la formación de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible

Se considera que la UMSA tiene un conjunto de unidades internas que coadyuvan al desarrollo de las actividades académicas, investigación, interacción social, gestión de recursos y otros aspectos que son necesarias para el desarrollo de ejecución de propuestas, proyectos o programas. Por cuanto se considera necesario contar con una organización armoniosa y comprometida para la formación correspondiente.

En la Figura 4.1, se muestra la propuesta institucional para la Gestión de la Formación Hidrosanitaria en sus componentes y diferentes niveles macro, meso y micro, respecto a instituciones internacionales, públicas e internas y su correspondiente relacionamiento.

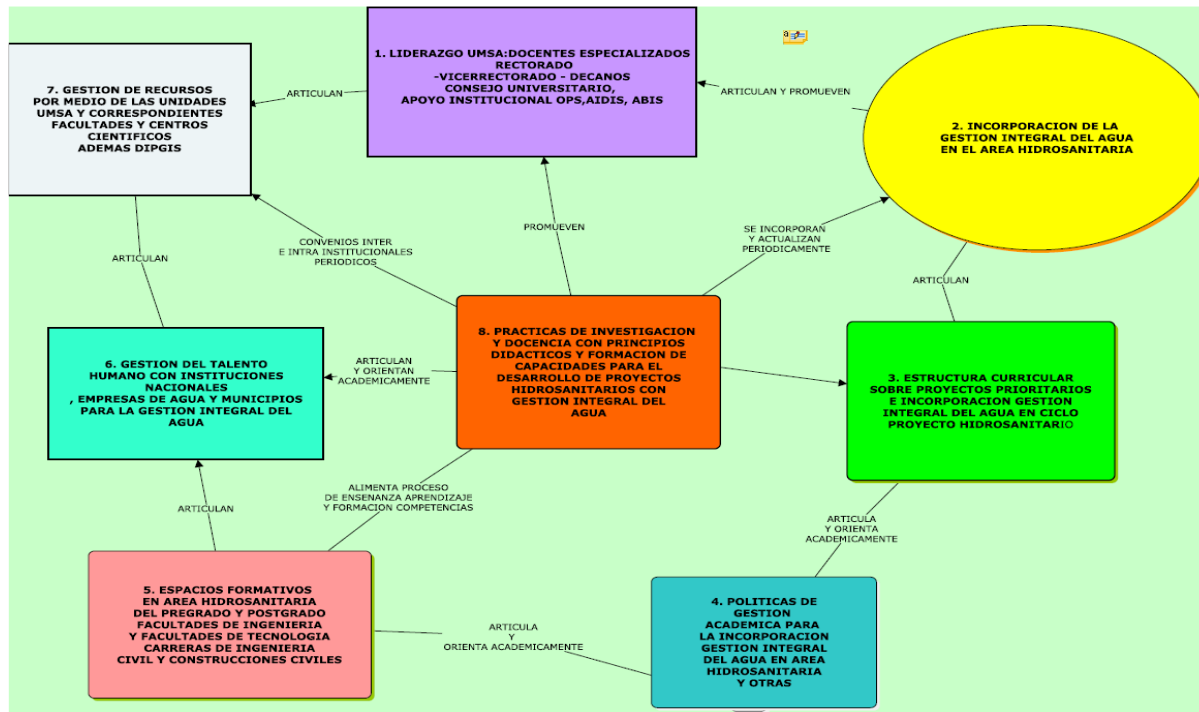
Se muestra la propuesta institucional con sus componentes y diferentes niveles macro, meso y micro, respecto a instituciones internacionales, publicas e internas y su correspondiente relacionamiento.

Una organización dinámica acorde a los retos de sostenibilidad (en sus diferentes dimensiones identificadas) es necesaria establecerse en la UMSA unidades funcionales de gestion educativa (Mora 2009) con las siguientes competencias institucionales:

1. Liderazgo UMSA: Docentes Especializados: Rectorado, Vicerrectorado, Consejo Universitario con apoyo Institucional de las instituciones nacionales e internacionales relacionadas a la profesión de la ingeniería hidrosanitaria: OPS, AIDIS, ABIS.
2. Formación de la Ingenieria Hidrosanitaria sostenible
3. Estructura curricular que permita su actualización respecto a ejecución de proyectos prioritarios en la ingeniería hidrosanitaria sostenible
4. Prácticas de docencia, investigación e interacción social de la ingeniería hidrosanitaria sostenible
5. Gestion del talento humano con instituciones nacionales, empresas de agua y municipios de la ingeniería hidrosanitaria sostenible
6. Gestion de recursos por medio de unidades UMSA y correspondientes Facultades, DIPGIS y Centros Científicos.

Como se indica en la siguiente figura:

Figura 5.1. Propuesta Función Institucional para la aplicación de Sistema de Ingeniería Sostenible



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI

CIERRE

6.1 CONCLUSIONES

La investigación interdisciplinaria realizada al contexto nacional emergente en la UMSA y en diferentes localidades (casos de estudio) ha implicado la necesidad permanente de estudio y análisis con relación a las particularidades territoriales, naturales y tecnológicas influidas por un entorno socioeconómico y cultural.

El desarrollo de proyectos en situaciones emergentes se realiza bajo presión de la comunidad por la nueva condición de adversidad en los damnificados.

Las obras de reposición o medidas de mitigación son temporales y en un siguiente evento la población vuelve a las mismas condiciones de adversidad. A excepción de los casos en La Paz, de la Crisis del Agua 2016 y Deslizamiento calle 4 y 5 Obrajes 2018. Donde el sector agua y el municipio, han realizado obras de magnitud de mayor tiempo de vida útil. En este caso la comunidad científica ha presionado y apoyado para la ejecución de proyectos más sostenibles luego de la Crisis del Agua 2016. En el caso de Obrajes (2018), el municipio invierte en la ejecución de obras de estabilización con estructuras profundas, canalización de Río Herrerías, y reposición vial; también presionado por la comunidad del barrio.

Los casos con soluciones sostenibles responden a la presión e influencia del dialogo de saberes realizado por la comunidad en busca de la solución, donde el grupo de la comunidad profesional ha aportado sobre el nivel tecnológico pertinente aplicado por la autoridad responsable.

El dialogo de saberes ancestrales descrito en el Caso 2, da la alternativa de monitorio agroclimatológico con bioindicadores, con ciencia desconocida actualmente.

Se evidencia el uso de tecnología moderna para la caracterización territorial (Caso 3 y Caso 4) con uso de sistemas de información geográfica y otras tecnologías innovadoras vigentes.

Sobre la base de estas experiencias didácticas interdisciplinarias se ha ido produciendo material didáctico para ir incorporando contenidos didácticos de la gestión integral del agua de la ingeniería hidrosanitaria en la docencia del área hidrosanitaria, donde los valores de responsabilidad social y ambiental se remarcan a través de los contenidos de los objetivos del desarrollo sostenible, el vivir bien, que también están inmersos en las alternativas tecnológicas de reposición del ciclo hidrológico en áreas urbanas, como son los TDUS (tecnología del drenaje urbano sostenible),

También, hay un incremento en la realización de plantas de tratamiento de aguas residuales en los municipios del territorio boliviano por lo que se incluye esta temática en la formación.

La propuesta de conformación del Comité de Emergencias UMSA en la Crisis del Agua ha promocionado la reactivación de investigaciones relacionadas al agua de forma multidisciplinaria participativa en varias facultades de la UMSA. Generando un nuevo escenario de investigación e interacción de mayor dimensión, pero no se ha continuado.

La transición de la enseñanza hacia la virtualidad durante el COVID-19 (2020-2021) ha sido espontánea. Esto se debe en parte a la creación exitosa de material didáctico innovador en el marco de esta investigación, lo que ha facilitado su adaptación a la educación virtual que se implementó durante la pandemia.

En el transcurso de esta investigación las facultades de la UMSA fueron actualizando sus planes de estudio, sin embargo, persiste la aplicación de la ingeniería tradicional porque las normas y reglamentos del sector agua (influentes) son del 2011 y este 2023 recién están ingresando a su actualización.

En relación con la teoría de ingeniería sostenible de Allenby, 2012, hay un gran desfase temporal y tecnológico, no se identifica la ejecución de sistemas de ingeniería

hidrosanitaria sostenible en el sector agua. Hay iniciativas privadas como son los edificios sostenibles o edificios verdes (Otero Valle, 2017).

En la medida que se incremente la adversidad el abordaje tecnológico tendera hacer más exigente y abstracto.

Por el momento, se puede inferir que hay varios casos con soluciones fáciles, pero con fallas tecnológicas, lo que marcadamente implica proyectar la ciencia y la tecnología a la gestion integral del agua con ingeniería sostenible.

Se va concretando la interdisciplinaridad didáctica axiológica en el análisis de las tendencias identificadas en las unidades de análisis, para inferir en una propuesta de la estrategia didáctica según las competencias necesarias identificadas para la concreción de la ingeniería hidrosanitaria sostenible.

La experiencia del curso COIL de la problemática hídrica curso internacional: “Impactos Regionales. Cambio Climático/Problemática Regional Hídrica (2023) en la plataforma TEAMS de UNIVALLE, amplia el espacio de la didáctica de la gestion integral del agua de forma interdisciplinaria e internacional necesarios para discusión participativa de análisis y propuestas de soluciones de mitigación de magnitud.

A medida que se postergue la incorporación de la educación en sistemas de Ingeniería Hidrosanitaria Sostenible y la adopción de nuevas tecnologías destinadas a reducir y mitigar los desafíos del Antropoceno, es probable que se produzca un aumento en las actuales fallas tecnológicas.

6.2 RECOMENDACIONES

Considerar la presente propuesta estratégica de la didáctica de la gestion integral del agua con lineamientos para el desarrollo de la Ingeniería hidrosanitaria sostenible en dimensión mayor. Requiere el desarrollo de investigaciones tecnológicas para su aplicación territorial de diversa magnitud relacionada al potencial hídrico de Bolivia y la correspondiente gestion educativa.

La Ingeniería hidrosanitaria sostenible debe abarcar la gestión del agua para los ecosistemas por consiguiente es necesario desarrollar la ciencia de la gestión integral del agua para su aplicación con ingeniería hidrosanitaria sostenible.

Considerar dentro las alternativas tecnológicas la ciencia ancestral; necesario a investigar en su aplicación a los presentes retos.

6.3 ALCANCES DE LA CONTINUIDAD

Los alcances de continuidad están relacionados a la ampliación de la dimensión tecnológica y de escala en relación con la problemática hídrica y su incidencia territorial según el potencial hídrico de país, la salud de la población humana y de los ecosistemas.

La ampliación de la dimensión de la formación por competencias se orienta a la planificación tecnológica sostenible mediante las competencias en la realización de proyectos con sistemas de la ingeniería sostenible relacionadas al potencial hídrico, las necesidades de la población y los ecosistemas para su sostenibilidad.

Los lineamientos de continuidad se orientan a los siguientes temas:

- Liderazgo UMSA: Docentes Especializados: Rectorado, Vicerrectorado, Consejo Universitario con apoyo Institucional de las instituciones nacionales e internacionales relacionadas a la profesión de la ingeniería hidrosanitaria: OPS, AIDIS, ABIS.
- Formación de la Ingeniería Hidrosanitaria sostenible
- Estructura curricular que permita su actualización respecto a ejecución de proyectos prioritarios en la ingeniería hidrosanitaria sostenible
- Prácticas de docencia, investigación e interacción social de la ingeniería hidrosanitaria sostenible
- Gestión del talento humano con instituciones nacionales, empresas de agua y municipios de la ingeniería hidrosanitaria sostenible
- Gestión de recursos por medio de unidades UMSA y correspondientes Facultades, DIPGIS y Centros Científicos.

BIBLIOGRAFÍA MENDELEY

- admin. (2019, September 27). *Unidos por la biosfera*. Opinión. <https://inetweb.es/unidos-por-la-biosfera/>
- Agua, R. D. E. L. (2018). La Crisis Del Agua En La Paz : Cambios Y. *Temas Sociales*, 43, 97–124.
- Alianza Clima y Desarrollo, y O. D. I. (CDKN). (2014). *El Quinto Reporte de Evaluación del IPCC | ¿Qué implica para Latinoamérica? El Quinto Reporte de Evaluación del IPCC ¿Qué implica para Latinoamérica?* <https://cdkn.org/sites/default/files/files/INFORME-del-IPCC-Que-implica-para-Latinoamerica-CDKN.pdf>
- Allenby, B. (2012). *Theory and Practice of Sustainable Engineering*. In *Prentice Hall*.
- Alvarado Lusmidia, & García Margarita. (2008). [Artículo] Alvarado y García-Paradigma Sociocrítico. *Sapiens*.
- Alvarez B, I., Profesor Auxiliar, V., & Pedagógicas, C. (n.d.). *LA FORMACIÓN POR LA CONTEMPORANEIDAD. MODELO HOLÍSTICO-CONFIGURACIONAL DE LA DIDÁCTICA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR*.
- Arraiz, G. (2014). Teoría fundamentada en los datos: un ejemplo de investigación cualitativa aplicada a una experiencia educativa virtualizada en el área de matemática. *Grounded Theory: An Example of Qualitative Research Applied to a Virtualized Educational Experience in the Area of Mathematics. (English)*, 41.
- Arraiz Martínez, G. A. (2014). Teoría fundamentada en los datos: un ejemplo de investigación cualitativa aplicada a una experiencia educativa virtualizada en el área de matemática. (Spanish). *Grounded Theory: An Example of Qualitative Research Applied to a Virtualized Educational Experience in the Area of Mathematics. (English)*, 41.

- Barragán Guzmán, M. C. (2011). *Perfil profesional por competencias del Ingeniero Civil egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Mayor de San Andrés* [UMSA]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/10382>
- Barragán Guzmán Ma. Cristina. (2015). *Diseño de un Perfil Profesional por Competencias* (Instituto Internacional de Integración, Ed.; 1ra ed.).
- Batista Zaldívar, M. A., & Pérez Guerrero, C. J. N. (2012). Propuesta de una metodología para la gestión de la ciencia y la innovación en una filial universitaria municipal Cubana. *ACIMED*, 23(3).
- Bazoberry Quiroga Antonio. (2014). *Recursos hidráulicos de Bolivia* (Plural, Ed.; 1ra ed.). Plural.
- Burnett, N. (2009). *Discurso del Sr. Nicholas Burnett, Subdirector General de Educación, en el debate temático de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre la educación en situaciones de emergencia, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, 18 de marzo de 2009.* UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000181220_spa
- Choquehuanca, D. (2010, February). «Vivir Bien» – propuesta de modelo de gobierno en Bolivia. <https://www.economiasolidaria.org/noticias/vivir-bien-propuesta-de-modelo-de-gobierno-en-bolivia>, 1–5.
- Dávila Porcel, R. y L. G. H. (2011). Importancia de la hidrogeología urbana; ciencia clave para el desarrollo urbano sostenible. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 463–477. <https://www.scielo.org.mx/pdf/bsgm/v63n3/v63n3a8.pdf>
- De Planificación, D., & Coordinación, Y. (2020). *UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS RECTORADO*. www.planificacion.umsa.bo
- Díaz Valdés, I., Daniel López Valdés Díaz, Á., & Caridad Reyes Torres, A. (2010). El proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador y su relación con el trabajo

metodológico The developing teaching-learning process and its relation to the methodological work. *Margarita Silvestre*.

DIDÁCTICA DE LA FORMACIÓN DE LA GESTION INTEGRAL DEL AGUA EN LA INGENIERIA HIDROSANITARIA (2009-2019). Msc. *Maria Nadezda Otero Valle* (n.d.).

eventos adversos didáctica en gestion integral del agua la paz-lagua blog. (n.d.).

Flores Bedregal, Teresa. (2002). *Comunicación para el desarrollo sostenible*. Plural Editores.

Gleick, P. H. (1998). *The World's Water. The Biennial Report on Fresh water Resources: 1998-1999*. *Island Press, Washington, D.C.*, 8.

Gutiérrez Barba, B. E., & Martínez Rodríguez, M. C. (2010). El plan de acción para el desarrollo sustentable en las instituciones de educación superior. Escenarios posibles. *Revista de La Educación Superior.*, XXXIX(154).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-27602010000200006&script=sci_arttext#notas

Hoffman, D. (2016, September 5). *Bienvenidos al Antropoceno. Una nueva era geológica*. *Cambioclimatico-Bolivia.Org*. https://www.cambioclimatico-bolivia.org/index-cc.php?cod_aporte=392#392

Ilasaca Quispe, C. (2006). Concepción de Hogar Comunitario y la Complementariedad del Saber para Vivir Bien “Suma K’amaña.” In JICA (Ed.), *1er Seminario de Gestión de Riesgos en Carreteras* (1st ed., Vol. 1, pp. 143–148).
<http://www.see.org/escher.jpg>

Llano Arana, L., Gutiérrez Escobar, M., Stable Rodríguez, A., Cristina Núñez Martínez, M., María, R., Rivero, M., & Rivero, B. R. (2016). La interdisciplinariedad: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje Interdisciplinarity: a Current Need to Improve the Teaching-Learning Process. *Medisur*, 14, 320–327. <https://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/3289>

- Manual, C., Figueroa, I. M., Aliaga, I. W., Maria, I., & Otero, N. (2006). *MANUAL DE GESTION DE PREVENCIÓN DE DESASTRES EN CARRETERAS*.
- Medina Vidaña, E. (2010). Sergio Tobón Tobón. Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. In *Revista Interamericana de Educación de Adultos* (Vol. 32, Issue 2).
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua, M. de R. E. (2017). *Bolivia_Informe-de-avances-hacia-el-cumplimiento-del-Derecho-Humano-al-Agua-y-al-Saneamiento-en-Bolivia*.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA MMAYA. (2007). *Marco Conceptual y Estratégico del Plan Nacional de Cuencas*. <https://www.bivica.org/files/cuencas-plan-nacional.pdf>
- Monetti, E. M. (2016). *Didáctica de las cátedras universitarias* (Colección Universidad, Ed.; 1ra ed.). Noveduc.
- Moraes, M. C. (2007). Complejidad, transdisciplinariedad y educación: algunas reflexiones. *Encuentros Multidisciplinares*, 9(25).
- Moraes, M. C. (2016). *Reforma del pensamiento y reforma de la educación para aprender a vivir*. https://www.reseau-canope.fr/fileadmin/user_upload/Projets/pensee_complexe/moraes_reforma_pensamiento_y_educacion.pdf
- Morin, E. (2019). Los siete saberes necesarios a la educación del futuro. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Educación, La Ciencia y La Cultura*, 53(9).
- Nacional, C. O. E., Sectorial, M., & Saneamiento, A. (2013). *Plan de contingencia del sector agua, saneamiento e higiene*.
- Nadiezda Otero Valle, M. (2021). Significación didáctica y de impacto social de la conformación del Comité Técnico de Emergencias UMSA, durante la crisis del agua

2016 de La Paz, Bolivia. *Revista Polyphonía*, 32(1).
<https://doi.org/10.5216/rp.v32i1.67408>

Nelsy Rodríguez, M., Aguilar, J., & Apolo, D. (2018). EL BUEN VIVIR COMO DESAFÍO EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS Aproximaciones desde la Universidad Nacional de Educación del Ecuador. In *Revista Mexicana de Investigación Educativa RMIE* (Vol. 23).

OBERLIESEN, R. y M. David. (2013). Innovación y transformación de estudios de postgrado: Significado social para el desarrollo de las universidades en contextos internacionales Sur-Sur-Norte. *Rev. de Inv. Educ. [Online]*, 225–228.

OPS/OMS/AIDIS. Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: Guía para una respuesta eficaz Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental División de Ingeniería Sanitaria y Salud Ambiental en Emergencias y Desastres. (2004). *Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: Guía para una respuesta eficaz* (OPS/OMS, Ed.; 2da ed.). OPS.

Otero, M. (2014). Saberes Locales Ancestrales y el Monitoreo Agroclimatológico en el Municipio de Tiahuanaco Provincia Ingavi Departamento de La Paz. *Revista Tecnológica*, 12.

Otero Valle, M. N. (2003). Necesidad Urgente de la inserción de la Prevención y Atención de Emergencias y Desastres en el Sector Agua Potable y Alcantarillado. *Revista de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ABIS*.

Otero Valle, M. N. (2016a). La temática de Gestión de Riesgos Urbana en la Educación Superior. Estudio de Caso: “Estudio de Zonificación de Áreas de Riesgo y Medidas de Mitigación Deslizamiento Complejo Pampahasi - Callapa.” *Edu. Sup. Rev. Cient. Cepies [Online]*, 55–67.

Otero Valle, M. N. (2016b, October). [Ensayo] Otero Valle_12 Innovación en la Vida Docente. *ENSAYOS UMSA 2016*, 1–11.

http://www.planificacion.umsa.bo/documents/1778193302/0/Ensayo_12+Innovacion+en+la+Vida+Docente.pdf

Otero Valle, M. N. (2017a). Aguas Residuales en Edificios Multifamiliares Ciudad de La Paz. *Revista Tecnológica*, 13(19), 46–48.

Otero Valle, M. N. (2017b). *Educación Hidrosanitaria. Caracterización Inicial de Agua Potable y Aguas Residuales*. 39–49. ciencias.org.bo

Otero Valle, M. N. (2018). Crisis Agua La Paz, 2016. In *Crisis del Agua. El acceso a la información científica sobre los recursos hídricos y el agua en La Paz* (Vol. 1, pp. 13–27). IEB UMSA.

Otero Valle, M. N. (2019a). *Didáctica de la gestión integral del agua en la ingeniería hidrosanitaria-* [Reporte 90%]. UMSA.

Otero Valle, M. N. (2019b, March 14). Eventos adversos y didáctica en gestión integral del agua: La Paz (2011-2019). <https://www.iagua.es/Blogs/Otero-Valle/Eventos-Adversos-Didactica-Gestion-Integral-Agua-Paz-2011-2019>, 1–5. <https://www.iagua.es/blogs/otero-valle/eventos-adversos-didactica-gestion-integral-agua-paz-2011-2019>

Otero Valle, M. N. (2022). Didactic Comprehensive Management in Sustainable Hydrosanitary Engineering, using Competency Training Management Model. *Journal of Latin American Sciences and Culture*, 4(6), 25–45. <https://doi.org/10.52428/27888991.v4i6.358>

Otero Valle Maria N. y Alvarez Alba. (2003). *Sistema modular de capacitación: Acciones preventivas y minimización de riesgos en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario: Vol. I* (Servicio de Apoyo a la Sostenibilidad en Saneamiento Básico (SAS); Bolivia, Ed.; 1ra ed.).

Otero Valle Maria Nadiezda. (1999). INCORPORACIÓN DE LA PREVENCIÓN DE DESASTRES EN LOS PROCESOS DE PRIVATIZACIÓN Y/O CONCESIONARIO DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO. *CRID*.

<http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Enero2004/pdf/spa/doc11645/doc11645.htm>

PNUD. (2011). Tras las huellas del cambio climático en Bolivia Estado. In *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*.

Ricardo González Laguna, I. (2002). *FORMACIÓN SOCIAL DEL INGENIERO CIVIL 1. MARCO CONTEXTUAL 1.1 Consideraciones Generales*.

Rivas Mijares, G. (1966). Problemas de educación en ingeniería sanitaria. *Boletín de La Oficina Sanitaria Panamericana*, 60(3).

Rodríguez Ávila, O. (2010). LA EDUCACIÓN AMBIENTAL DESDE UN ENFOQUE INTERDISCIPLINAR EN ESTUDIANTES DE LA CARRERA INGENIERÍA EN AGRONOMÍA ORIENTADA AL DESARROLLO SOSTENIBLE. In *Cuadernos de Educación y Desarrollo* (Vol. 2).

Rodríguez, D., Leticia, S.-G., González, L., Rodríguez, G., & Segura-Goya, D. R. (2016). *Curso de Formación a formadores. Diseño y Planificación de acciones formativas e-learning*. <https://www.libreriavirtuali.com/inicio/INAP-Innova-c14802082>

Tobón, S. (2004). *Formación Basada en Competencias*. Ecoe Ediciones.

Tobón, S. (2005). *Formación basada en competencias* (Gutierrez M. Adriana & Barrero Magda, Eds.; 2da ed.). Ecoe.

Tobón, S., Pimienta Prieto, J. H., & García Fraile, J. A. (2010). Proyectos formativos: metodología para el desarrollo y evaluación de competencias. *Revista Mexicana de Educación a Distancia*, 12(2).

Tobón Tobón, S., Pimienta Prieto, J., & García Fraile, J. (2010). Secuencias Didácticas: Aprendizaje y Evaluación de Competencias. In *Pearson* (Vol. 12, Issue October).

Tudela, F. (1991). *El laberinto de la complejidad. Hacia un enfoque sistémico del medio ambiente y la gestión de los servicios urbanos en América Latina*. Diálogos,

Propuestas, Historias Para Una Ciudadanía Mundial. <http://base.d-ph.info/es/fiches/premierdph/fiche-premierdph-4361.html>

Tünnermann, C. (2008). Modelos educativos y académicos. In *Editorial Hispamer*. Hispamer.

Valle, M. N. O., & Suanno, M. V. R. (2023). Inserção da didática de gestão integral da água da engenharia hidrossanitária. *Revista UFG*, 22. <https://doi.org/10.5216/revufg.v22.74880>

Vásquez, J. A. (2018). *Gestión integral del agua desde una perspectiva de complejidad*. 1–178.

<http://ezproxy.eafit.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir00174a&AN=eafit.10784.12280&lang=es&site=eds-live&scope=site%0Ahttp://hdl.handle.net/10784/12280>

Verdezoto, P. J. M., Arízaga, L. del C. B., Brito, J. P. S., & Orbea, G. L. G. (2018). Theoretical basis of interdisciplinarity for the scientific-investigative training of university students. *Revista Lasallista de Investigacion*, 15(2), 340–352. <https://doi.org/10.22507/RLI.V15N2A26>

ANEXOS

Anexo A. Plan de estudios de la Carrera de Construcciones Civiles (2016)

TÉCNICO SUPERIOR

PRIMER SEMESTRE

Nº	SIGLA	COD.	MATERIA	TEOR.	PRAC.	LAB.	TOT.	PRE-REQUISITOS
1	MAT	100	ÁLGEBRA	4	2	-	6	NINGUNO
2	MAT	101	CÁLCULO I	4	2	-	6	MAT 100, SIMULTANEO
3	FIS	100	FÍSICA BÁSICA	4	2	-	6	NINGUNO
4	FIS	101	LABORATORIO FÍSICA BÁSICA I	2	--	4	6	FIS 100, SIMULTANEO
5	ART	101	DIBUJO TÉCNICO	--	4	--	4	NINGUNO
6	QMC	100	QUÍMICA GENERAL	4	2	--	6	NINGUNO

SEGUNDO SEMESTRE

7	MAT	102	CÁLCULO II	4	2	-	6	MAT 100, MAT 101
8	FIS	102	FÍSICA BÁSICA II	4	2	-	6	FIS 100, FIS 101
9	FIS	103	LABORATORIO FÍSICA BÁSICA II	2	--	4	6	FIS 102, SIMULTANEO
10	GLG	100	GEOLOGÍA APLICADA	4	--	--	4	QMC 100
11	ART	102	DIBUJO TÉCNICO II	--	4	--	4	ART 101
12	COC	200	ESTRUCTURAS ISOSTÁTICAS	4	2	--	6	FIS 100, MAT 101
TERCER SEMESTRE								
13	TOP	213	TOPOGRAFÍA I	4	2	-	6	MAT 101, FIS 100
14	COC	102	HIDRÁULICA GENERAL	4	2	-	6	MAT 102, FIS 102
15	COC	201	ESTRUCTURAS ISOSTÁTICAS II	2	--	4	6	COC 200
16	COC	202	RESISTENCIA DE MATERIALES I	4	--	--	4	COC 200
17	COC	216	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	--	4	--	4	COC 200

18	COC	118	DETALLES CONSTRUCTIVOS E INTERPRETACIÓN DE PLA	4	2	--	6	ART 102
CUARTO SEMESTRE								
19	TOP	214	TOPOGRAFÍA II	2	4	-	6	TOP 213
20	COC	131	INFORMÁTICA	4	--	2	6	MAT 102
21	COC	113	OBRAS SANITARIAS I	4	2	--	6	COC 102
22	COC	203	RESISTENCIA DE MATERIALES II	4	2	--	6	COC 202, COC 201
23	COC	217	LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	2	--	4	6	COC 216
24	COC	219	MECÁNICA DE SUELOS I	4	2	--	6	COC 202
25	COC	220	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS I	2	--	4	6	COC 219, SIMULTÁNEO
QUINTO SEMESTRE								
26	COC	114	CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS	4	2	--	6	TOP 214

27	COC	121	HORMIGÓN ARMADO	4	2	--	6	COC 203
28	COC	215	OBRAS SANITARIAS II	4	2	--	6	COC 113
29	COC	218	TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN	4	2	--	6	COC 217
30	COC	328	MECÁNICA DE SUELOS II	4	2	--	6	COC 219, COC 221, SIMULTANEO
31	COC	221	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS II	2	--	4	6	COC 219, COC 220
32	COC	247	MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN	4	--	--	4	TOP 214
SEXTO SEMESTRE								
33	COC	115	CONSTRUCCIONES EN MADERA Y METAL	4	2	-	6	COC 203
34	COC	123	INSTALACIONES EN EDIFICIOS	4	2	--	6	FIS 102, COC 102
35	COC	248	COSTOS Y PRESUPUESTO	4	2	--	6	COC 216, COC 340, SIMULTANEO
36	COC	250	FUNDACIONES	4	2	--	6	COC 121, COC 221

37	COC	240	PRÁCTICA CONSTRUCTIVA	4	--	--	4	COC 121, COC 340, SIMULTANEO
38	COC	340	CONSTRUCCIONES DE EDIFICIOS	4	2	--	6	COC 121
39	COC	103	INGENIERÍA LEGAL	4	--	--	4	COC 340, SIMULTÁNEO
40	COC	350	PROYECTO DE GRADO	4	--	--	4	QUINTO SEMESTRE

NIVEL LICENCIATURA

SEPTIMO SEMESTRE

Nº	SIGLA	COD.	MATERIA	TEOR.	PRAC.	LAB.	TOT.	PRE-REQUISITOS
1	MAT	100	CÁLCULO III	4	--	--	4	8VO SEMESTRE
2	MAT	104	ANÁLISIS NUMÉRICO Y MATEMÁTICO	4	--	-	4	8VO SEMESTRE
3	MAT	105	ESTADÍSTICA APLICADA	4	--	-	4	8VO SEMESTRE
4	COC	130	COMPUTACIÓN APLICADA	2	2	4	4	8VO SEMESTRE

5	COC	110	INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	4	--	--	4	8VO SEMESTRE
OCTAVO SEMESTRE								
6	COC	400	HIDROLOGÍA APLICADA	4	--	--	4	MAT 105
7	COC	401	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROY.	4	--	--	4	COC 130
8	COC	402	PROGRAMACIÓN DE OBRAS	4	--	--	4	MAT 103, MAT 105, COC 130
9	COC	404	FUNDACIONES II	4	--	--	4	COC 250, MAT 103
10	COC	405	ANÁLISIS ESTRUCTURAL II	4	--	--	4	MAT 103, MAT 105
NOVENO SEMESTRE								
11	COC	430	ORGANIZACIÓN Y ADM.DE EMPRESAS	4	--	--	4	COC 401
12	COC	431	CONTABILIDAD Y COSTOS	4	--	--	4	COC 401
13	COC	432	CONTROL Y EVALUACIÓN DE OBRAS	4	--	--	4	COC 402

14	COC	433	CONTROL DE CALIDAD DE ESTRUCTURAS	4	--	--	4	MAT 105, COC 405
DÉCIMO SEMESTRE								
15	COC	403	SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL	4	--	--	4	COC 433, COC 432
16	COC	441	SEMINARIO	4	--	--	4	NOVENO SEMESTRE
17	COC	442	PROYECTO DE GRADO	4	--	--	4	COC 101
							TOTAL	57 MATERIAS

Fuente: Facultad de Tecnología UMSA. 2016

Nota: Este Plan se actualizo el 2021.

Anexo B. Plan de Estudios Ingeniería Civil (2016).

CODIGO	MATERIA
PRIMER SEMESTRE	
QMC-100	Química General
FIS-100	Física I y Laboratorio
MAT-101	Cálculo I
MEC -101	Dibujo I
MAT-100	Álgebra
SEGUNDO SEMESTRE	
MAT-102	Cálculo II
FIS-102	Física II y Laboratorio
MAT-104	Geometría Descriptiva
CIV-268	Dibujo II (Dibujo Técnico)
MAT-103	Álgebra Lineal y Teoría Matricial
TERCER SEMESTRE	
MAT-207	Ecuaciones Diferenciales
FIS-200	Física III y Laboratorio
CIV-200	Estructuras Isostáticas I
CIV-213	Topografía I
MAT-313	Análisis Vectorial y Tensorial
MAT-218	Análisis de Variable Compleja
CUARTO SEMESTRE	
CIV-201	Estructuras Isostáticas II
CIV-214	Topografía II
CIV-271	Probabilidades y Estadística
CIV-270	Electrotecnia
CIV-253	Mecánica Racional
CIV-275	Computación para Ingeniería
QUINTO SEMESTRE	
CIV-216	Materiales de Construcción y Lab.
CIV-202	Resistencia de Materiales I
CIV-215	Geodesia y Fotogrametría
CIV-229	Hidráulica I
CIV-249	Geología Aplicada
CIV-272	Ingeniería Económica
SEXTO SEMESTRE	
CIV-203	Resistencia de Materiales II
CIV-230	Hidráulica II
CIV-333	Hidrología
CIV-218	Tecnología del Hormigón
CIV-219	Mecánica de Suelos y Laboratorio
CIV-222	Carreteras I
REC-92	Recursos Naturales
SEPTIMO SEMESTRE	
CIV-220	Mecánica de Suelos II y Lab.
CIV - 204	Estructuras Hiperestáticas I
CIV-238	Ingeniería Sanitaria I
CIV-325	Carreteras II
CIV-244	Estructuras de Madera
CIS-103	Ingeniería Legal
DECIMO SEMESTRE (ORIENTACION HIDRAULICA)	
CIV-338	Hidrología Aplicada
CIV-339	Centrales Hidroeléctricas
CIV-336	Puertos y Vías Navegables
CIV-334	Laboratorio de Hidráulica
CIV-340	Temas especiales de Hidráulica
CIV-315	Formulación y Evaluación de Proyectos
DECIMO SEMESTRE (ORIENTACION SANITARIA)	
CIV-361	Ingeniería del Medio Ambiente
CIV-359	Plantas de Tratamiento de Aguas Potables
CIV-360	Plantas de Tratamiento de Aguas Negras
CIV-356	Química Aplicada a la Ingeniería Sanitaria
CIV-358	Laboratorio de Microbiología
CIV-315	Formulación y Evaluación de Proyectos
NOVENO SEMESTRE	
CIV-210	Hormigón Armado II
CIV-332	Obras Hidráulicas
CIV-346	Construcción de Edificios
CIV-245	Estructuras Metálicas
CIV-348	Arquitectura y Planeamiento UyR
CIV-248	Dirección de Obras
OCTAVO SEMESTRE	
CIV-205	Estructuras Hiperestáticas II
CIV-239	Ingeniería Sanitaria II
CIV-209	Hormigón Armado I
CIV - 250	Fundaciones
CIV-247	Maquinaria y Equipo de Construcción
CIV-376	Sistemas de Ingeniería

Fuente: Facultad de Ingeniería UMSA, 2016

Anexo C. Desarrollo Curso Esfera. Construcciones Civiles 2014



2014 desde el punto de vista tecnológico (hidráulico), que son elementos importantes y han facilitado el desarrollo de este curso.

2. Propósito y Objetivos

Propósito del Taller

- ✓ Introducir a los alumnos de la materia COC 102 Hidráulica General de la Facultad de Tecnología de la UMSA al Proyecto Esfera y sus normas mínimas para su utilización en la Respuesta a Emergencias.

Objetivos de aprendizaje

- ✓ Los y las participantes reconocen los principios de la Ayuda Humanitaria.
- ✓ Los y las participantes conocen la estructura del Proyecto Esfera
- ✓ Los y las participantes conocen las normas mínimas del Manual Esfera 2011

Objetivos Institucionales

La Facultad de Tecnología de la UMSA está en proceso de renovación académica, bajo el principio del fortalecimiento de las competencias en la curricula por cuanto los objetivos respecto a la capacitación del Proyecto esfera son los siguientes.

- ✓ Realizar la capacitación del Proyecto Esfera en aulas universitarias:

Se desarrolla el proyecto de investigación de Educación Tecnológica en Gestión de Riesgos Hídricos en CEPIES-UMSA por parte del facilitador (docente de la UMSA), que identificó en base a su investigación, asistencia al Curso CCPE (Curso de Capacitadores del Proyecto Esfera) y experiencia en el área, la necesidad inmediata de realizar la capacitación en aulas universitarias, en el Proyecto Esfera orientada al tema tecnológico para la utilización de las normas mínimas en la respuesta a Emergencias. De tal manera se toma la iniciativa al respecto.

- ✓ Contar con Capacidades para la respuesta y prevención de Desastres:

Los desastres y eventos extremos en el territorio nacional se van acrecentando por lo que hay una necesidad imperiosa de contar con capacidades para la respuesta y prevención de los desastres.

Av. Arce N° 2299 Teléfono 591-2-244953. Facilitadora del Curso Msc. Ing. M. Nadezda Otero Valle, Docente COC 102
La Paz - Bolivia



**INFORME :
PRIMER CURSO
INTRODUCCION al PROYECTO ESFERA
NORMAS MINIMAS**

2014



**Msc. Maria
Nadezda Otero
Valle
Docente
Hidraulica
Especialista área
Hidrosanitaria y
Gestión de
Riesgos
LA PAZ - BOLIVIA**

Fuente propia

Anexo D. Diplomados/Cursos asistidos.



Anexo E. Práctica y Enseñanza

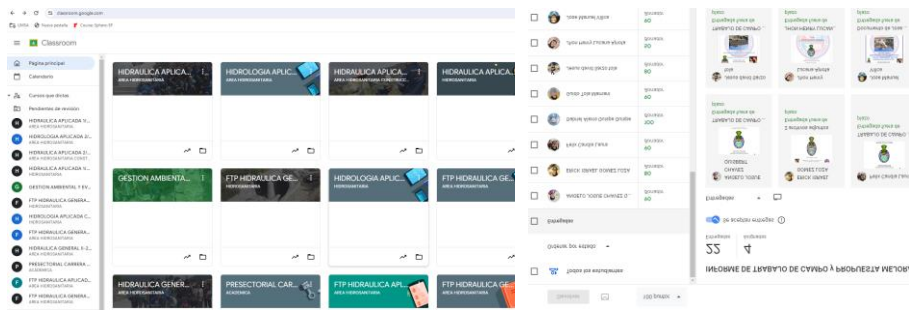
ÁREA
HIDRO
CONSTRUCCIONES
CIVILES UMSA

MEDIOS/PLATAFORMA

TAREAS/PROYECTOS

TRABAJO CAMPO
MUNICIPIO MECAPACA

Tabla 6.1



Fuente propia, 2019

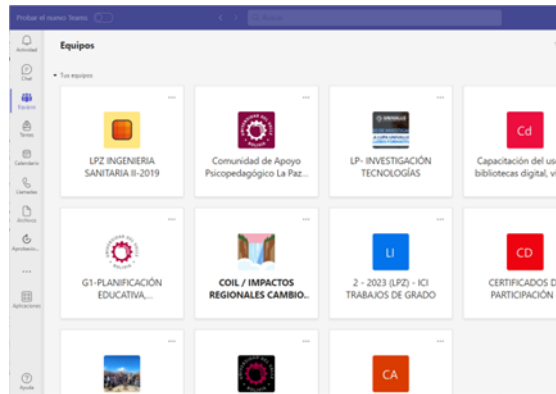
ÁREA
HIDR
OSAN

CIVIL

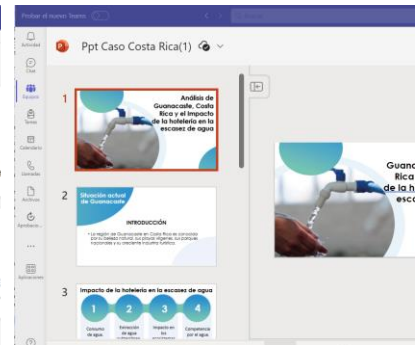
INGENIERIA
UNIVALLE

INGENIERIA CIVIL UMSA

MEDIOS/PLATAFORMA



TAREAS/PROYECTOS



TRABAJO CAMPO MUNICIPIO MECAPACA



Fuente propia, 2023



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL
INGENIERIA SANITARIA II
CIV-239JTP

PROYECTO:
ALCANTARILLADO
SANITARIO Y PLUVIAL
URBANIZACION LAS ACACIAS HUAICHILLA

DOCENTE: Ing. María Otero

INTEGRANTES:
Univ. Aguilar Huajilla Juan Carlos
Univ. Guillasoys Alvarez Nelson Rodrigo
Univ. Lopez Nñez Luis Armando
Univ. Páco Guachalla Ademar

LA PAZ - BOLIVIA



Fuente propia, 2017

Anexo F. Informes de investigación

Fuente propia


PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES
FACULTAD DE TECNOLOGÍA UMSA (2019)

TECNOLOGÍAS PARA USO Y CONTROL SOSTENIBLE DE DEL AGUA POTABLE Y RESIDUAL EN VOLUMEN Y CALIDAD EN VIVIENDAS FAMILIARES Y MULTIFAMILIARES

FORMULARIO DE INVESTIGACIÓN APLICADA Código: [X | D | V | I | J]
Categoría: [Desarrollo Tecnológico]

PROPUESTA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES DE LA FACULTAD DE TECNOLOGÍA UMSA (ABRIL 2019)

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO		
1. Título del proyecto: TECNOLOGÍAS PARA USO Y CONTROL SOSTENIBLE DE DEL AGUA POTABLE Y RESIDUAL EN VOLUMEN Y CALIDAD EN VIVIENDAS FAMILIARES Y MULTIFAMILIARES	Duración/meses	
Área de Conocimiento: HIDROSANITARIA	Técnica: SANEAMIENTO	Prioritario: BÁSICO
Unidad de Investigación de la Carrera de Construcciones Civiles del proyecto:		
Otras unidades de investigación de la UMSA, que sería pertinente participar indicar cuáles (si correspondiere): Para verificación resultados de análisis químico no se descarta el apoyo de otras carreras de la Facultad o UMSA, o laboratorios particulares:		
Nombre(s) de Unidades de Investigación externas a la Facultad de Tecnología que participan en el proyecto (si aplica): En caso necesario para confrontación análisis químicos principalmente.		
Nombre(s) de las Organizaciones/Empleos/Entidades Públicas, Privadas o Sociales, Vinculadas al Proyecto de Investigación (académica, científica, financiera, comercial o institucionalmente): FACULTAD DE TECNOLOGÍA CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES – LABORATORIO DE INVESTIGACION AGUAS		
Lugar(es) geográfico(s) donde se realizará el trabajo de campo: LABORATORIO DE INVESTIGACION AGUAS BLOQUE B FACULTAD DE TECNOLOGIA AV. 6 DE AGOSTO.		
Palabras clave, simples o compuestas, que identifiquen el proyecto: (señalar máximo 3) TECNOLOGIA, INNOVACION, SANEAMIENTO		
En función de la naturaleza del proyecto, indicar la temporalidad conveniente para iniciar y concluir el proyecto: Inicio(mes) 10/4/19 Conclusión(mes)11/12/19		

Msc. Ing. María Naldenda Otero Valle

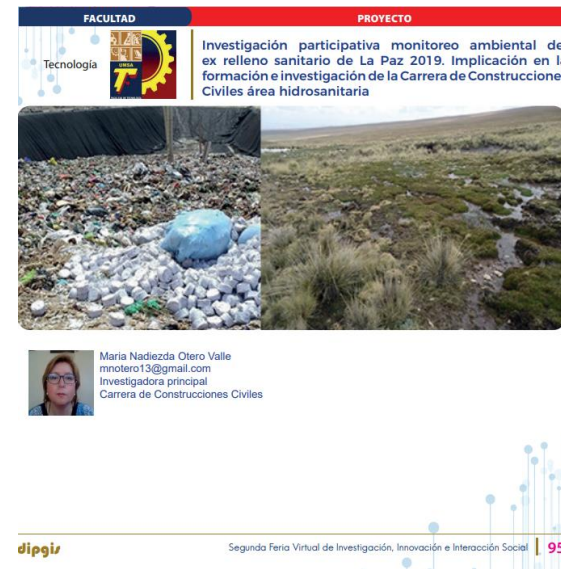

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
Facultad de Ingeniería y Social
Departamento de Investigación, Investigación e Interacción Social

INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA MONITOREO AMBIENTAL DEL EX RELLENO SANITARIO DE LA PAZ 2019.

Laboratorio Aguas 2019,
Categoría : Desarrollo Tecnológico Innovación con Interacción Social

Promoviendo la Investigación para el desarrollo sostenible





Nota: Participación VIII Feria Virtual 2021, Tema: “Investigación participativa monitoreo ambiental del ex relleno sanitario de La Paz 2019. Implicación en la formación e investigación de la Carrera de Construcciones Civiles área hidrosanitaria”.

Fuente: [chrome- /https://dipgis.umsa.bo/wp-content/uploads/2023/02/MEMORIA-INVESTIGA-UMSA-2021.pdf](https://dipgis.umsa.bo/wp-content/uploads/2023/02/MEMORIA-INVESTIGA-UMSA-2021.pdf)

Anexo I. Ponencias



Fuente propia (2017-2023).

Anexo J. Interacción Social.



Nota: Comisión Bala Chepete, Caso Crisis Agua 2016, Caso: Deslizamiento Calles 4 y 5 Obrajes. Fuente propia (2018-2019).

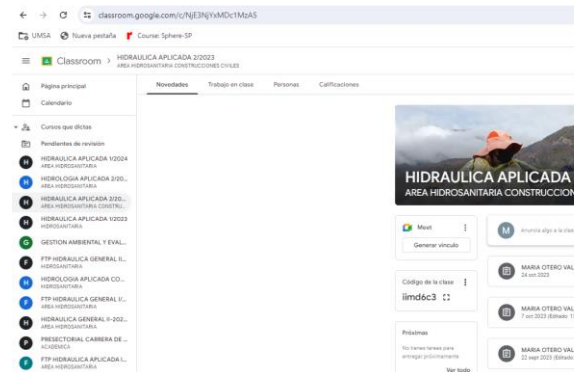
Anexo K. Implicaciones practicas



PLATAFORMA TEAMS UNIVALLE.



PLATAFORMA TEAMS UNIVALLE.



PLATAFORMA GOOGLE EDUCATOR
UMSA



INFORME PROYECTO CON
TRABAJO DE CAMPO ESTUDIANTE
COC UMSA

Nota: Implicaciones practicas: Curso COIL: Impactos Regionales/Cambio Climatico, Carrera Ingenieria Civil UNIVALLE, 2023. Aplicación Tecnologia TDUS, Tecnologia Drenaje Urbano Sostenible. Carrera Construcciones Civiles UMSA,2023,

Fuente propia