



**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS**

**ESCUELA DE POSTGRADO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE SISTEMAS Y  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**Propuesta de nuevas funcionalidades del Cuaderno de Obras Digital (CODI)  
para la Mejora del Control y Seguimiento en la Ejecución de las Obras  
Públicas de Saneamiento en el Ámbito Urbano**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**Para optar el grado académico de Maestro en Dirección de Sistemas y Tecnologías de la  
Información**

**AUTORES**

**Alcalá Espino, Rubén (0000-0002-6221-5053)  
Lozada Diaz, Diego Armando (0000-0003-2907-2115)  
Vargas Mamani, Williams Bernard (0000-0002-3446-6525)  
Zarate Infante, Erik (0000-0001-7630-704X)**

**ASESOR**

**Ayesta Castro, Augusto Narciso (0000-0003-3357-6324)**

**Lima, 28 de enero de 2021**

*DEDICATORIA*

*Alcalá, Rubén:*

*A mi padre que me animó a seguir la maestría y nunca me perdió la fe, y a mi madre que desde el cielo es mi inspiración*

*Lozada, Diego:*

*A mi familia que siempre me apoyo y empujó a culminar con este objetivo profesional.*

*Zárate, Erik:*

*A mi familia, que siempre están a mi lado y son mi principal motivación para concluir la maestría.*

*Vargas, Williams:*

*El presente trabajo lo dedico a mi hija, a mi esposa, a mis padres y hermanos que me motivaron en terminar la maestría.*

## AGRADECIMIENTOS

A los especialistas del PNSU que nos han orientado con paciencia durante todo este tiempo: José Baldeón, Adrián Huerta, Nataly Buleje, Javier Astocaza, Carlos Cisneros y Juan López. A Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas y nuestro asesor Augusto Ayesta que siempre estuvo dispuesto a brindarnos su valioso tiempo para poder lograr nuestro objetivo.

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se pretende optimizar la plataforma digital denominada “Cuaderno de Obra Digital” (CODI) para mejorar el seguimiento y control durante la etapa de ejecución de obras públicas de saneamiento urbano. Se ha estructurado el presente trabajo en cuatro capítulos.

En el primer capítulo, se analizan los antecedentes del sector saneamiento urbano, y se plantea la problemática en base a las causas por las cuales las obras de saneamiento urbano del PNSU están presentando problemas durante su ejecución.

En el segundo capítulo, se busca entender la situación actual del sector saneamiento urbano y su funcionamiento, e investigar las mejores prácticas, metodologías y tecnologías implementadas a nivel mundial, y compararlas a nuestra realidad.

En el tercer capítulo, se analiza la información registrada en los sistemas de saneamiento y la información proporcionada mediante juicio experto por los profesionales del PNSU, la cual se contrasta con los informes oficiales tanto del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento como de la Contraloría General de la República, logrando identificar los principales problemas y sus consecuencias.

En el cuarto capítulo, se proponen cuatro soluciones tecnológicas innovadoras, lo que significa agregar nuevos módulos y mejorar el módulo de seguimiento actual de ejecución física y financiera, para finalmente realizar un control adecuado y notificación y escalamiento prudente. Finalmente, se demuestra que la propuesta es rentable y factible con un horizonte de implementación de dos años del 2021 al 2022.

**Palabras clave:** Monitoreo, Control, Ejecución De Obras Públicas, Obras Paralizadas, Saneamiento Urbano, Mvcs, Pnsu, Codi.

## ABSTRACT

In this research, the objective is to optimize the digital platform called "Cuaderno de Obra Digital" (CODI) to improve the monitoring and control during the execution stage of public urban sanitation works. The present work has been structured in four chapters.

In the first chapter, the background of the urban sanitation sector is analyzed, and the problem is proposed based on the causes for which the PNSU urban sanitation works are presenting problems during execution.

The second chapter seeks to understand the current situation of the urban sanitation sector and its operation, and to investigate the best practices, methodologies and technologies implemented worldwide, and compare them to our reality.

In the third chapter, the information registered in the sanitation systems and the information provided by the professionals of the PNSU as expert judgement are analyzed, then all this is contrasted with official reports from both the "Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento" and the "Contraloría General de la República", managing to identify the problems and their consequences.

In the fourth chapter, four innovative technological solutions are proposed, which means adding two new modules and improving the module about physical and financial execution monitoring; this will carry out adequate control and prudent notification and escalation. Finally, it is shown that the proposal is profitable and feasible with an implementation horizon of two years from 2021 to 2022.

**Keywords:** MONITORING, CONTROL, EXECUTION OF PUBLIC WORKS, PARALYZED PUBLIC WORKS, URBAN SANITATION, MVCS, PNSU, CODI.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>1 CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES</b>	<b>18</b>
1.1 ANTECEDENTES	18
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.4 OBJETIVO GENERAL	21
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.6 JUSTIFICACIÓN	22
1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES	23
<b>2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>24</b>
2.1 LA REALIDAD DEL SANEAMIENTO EN EL PERÚ	24
2.2 SANEAMIENTO Y CALIDAD DE VIDA EN EL PERÚ	28
2.3 LOS ACTORES DEL SECTOR SANEAMIENTO URBANO EN EL PERÚ	30
2.3.1 <i>MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO</i>	31
2.3.2 <i>MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS</i>	32
2.3.3 <i>PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO URBANO</i>	32
2.3.4 <i>UNIDADES EJECUTORAS DE INVERSIONES: EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO, GOBIERNOS LOCALES Y GOBIERNOS REGIONALES</i>	33
2.3.5 <i>SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO</i>	33
2.3.6 <i>LA CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA</i>	34
2.3.7 <i>ORGANISMO TÉCNICO DE LA ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO</i>	34
2.3.8 <i>ENTIDADES RELACIONADAS EN EL PROCESO</i>	34
2.3.8.1 <i>AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA</i>	34
2.3.8.2 <i>SERVICIO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS</i>	34
2.3.8.3 <i>MINISTERIO DE CULTURA</i>	35
2.3.8.4 <i>SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE REGISTROS PÚBLICOS</i>	35
2.3.8.5 <i>SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE BIENES ESTATALES</i>	35
2.3.8.6 <i>ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL</i>	35
2.4 <b>PROYECTOS DE SANEAMIENTO</b>	<b>36</b>

<b>2.4.1</b>	<b><i>ELEMENTOS DE UN PROYECTO DE SANEAMIENTO URBANO</i></b>	<b>36</b>
<b>2.4.2</b>	<b><i>FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN</i></b>	<b>38</b>
<b>2.4.3</b>	<b><i>CARACTERÍSTICAS DE UN PROYECTO DE SANEAMIENTO</i></b>	<b>39</b>
<b>2.4.4</b>	<b><i>CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO</i></b>	<b>39</b>
<b>2.4.4.1</b>	<b>ELABORACIÓN DE PERFIL DE PROYECTO</b>	<b>40</b>
<b>2.4.4.2</b>	<b>ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO</b>	<b>41</b>
<b>2.4.4.3</b>	<b>EVALUACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO</b>	<b>41</b>
<b>2.4.4.4</b>	<b>FINANCIAMIENTO</b>	<b>43</b>
<b>2.4.4.5</b>	<b>MONITOREO DE LA OBRA</b>	<b>44</b>
<b>2.4.4.5.1</b>	<b>ETAPA PREVIA A LA EJECUCIÓN DE OBRA</b>	<b>44</b>
<b>2.4.4.5.2</b>	<b>ETAPA DE EJECUCIÓN DE LA OBRA</b>	<b>44</b>
<b>2.4.4.5.3</b>	<b>ETAPA DE LIQUIDACIÓN DE CONTRATOS</b>	<b>45</b>
<b>2.4.4.6</b>	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>45</b>
<b>2.5</b>	<b>PLATAFORMA DIGITALES DE SANEAMIENTO URBANO</b>	<b>46</b>
<b>2.5.1</b>	<b><i>PLATAFORMA DE REGISTRO, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE EXPEDIENTES TÉCNICOS (PRESET)</i></b>	<b>46</b>
<b>2.5.2</b>	<b><i>SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE PROYECTOS (SSP)</i></b>	<b>46</b>
<b>2.5.3</b>	<b><i>CUADERNO DE OBRA DIGITAL (CODI)</i></b>	<b>47</b>
<b>2.6</b>	<b>METODOLOGÍAS Y MARCOS DE TRABAJO</b>	<b>49</b>
<b>2.6.1</b>	<b><i>PMBOK - GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS</i></b>	<b>49</b>
<b>2.6.1.1</b>	<b>FUNDAMENTOS DE LA GUÍA DEL PMBOK</b>	<b>49</b>
<b>2.6.1.2</b>	<b>IMPORTANCIA DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS</b>	<b>49</b>
<b>2.6.1.3</b>	<b>ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS</b>	<b>50</b>
<b>2.6.1.4</b>	<b>CONSTRUCTION EXTENSION (EXTENSIÓN DE CONSTRUCCIÓN)</b>	<b>51</b>
<b>2.6.2</b>	<b><i>PM4R</i></b>	<b>52</b>
<b>2.6.3</b>	<b><i>BIM - BUILDING INFORMATION MODELING</i></b>	<b>53</b>
<b>2.6.3.1</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>53</b>
<b>2.6.3.2</b>	<b>DIMENSIONES BIM</b>	<b>53</b>
<b>2.6.3.3</b>	<b>POSICIONAMIENTO GLOBAL</b>	<b>55</b>
<b>2.6.3.4</b>	<b>BIM EN EL PERÚ</b>	<b>57</b>
<b>2.6.3.4.1</b>	<b><i>UTILIZACIÓN DE METODOLOGÍA BIM EN INVERSIONES PÚBLICAS</i></b>	<b>57</b>

<b>2.6.4</b>	<b><i>BIM Y PROJECT MANAGEMENT EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN</i></b>	<b>59</b>
<b>2.6.5</b>	<b><i>4RI - LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL</i></b>	<b>61</b>
<b>2.6.6</b>	<b><i>USO DE TECNOLOGÍAS DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL (4RI) EN AGUA Y SANEAMIENTO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE</i></b>	<b>61</b>
<b>2.6.7</b>	<b><i>SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</i></b>	<b>62</b>
<b>2.6.8</b>	<b><i>ENERGÍA SUSTENTABLE - RENOVABLE</i></b>	<b>63</b>
<b>2.6.9</b>	<b><i>LEAN CONSTRUCTION</i></b>	<b>65</b>
<b>2.6.9.1</b>	<b><i>LEAN: MÍNIMAS PÉRDIDAS, MÁXIMO VALOR</i></b>	<b>65</b>
<b>2.6.9.2</b>	<b><i>¿QUÉ ES LEAN CONSTRUCTION?</i></b>	<b>66</b>
<b>2.6.10</b>	<b><i>CONTRATOS NEC</i></b>	<b>66</b>
<b>2.6.10.1</b>	<b><i>FUNCIONAMIENTO</i></b>	<b>67</b>
<b>2.6.10.2</b>	<b><i>ESTRUCTURA</i></b>	<b>67</b>
<b>2.6.10.3</b>	<b><i>TIPOS DE CONTRATOS</i></b>	<b>68</b>
<b>2.7</b>	<b><i>NORMATIVAS VIGENTES</i></b>	<b>69</b>
<b>2.7.1</b>	<b><i>LEY DE CONTRATACIONES DEL ESTADO</i></b>	<b>69</b>
<b>2.7.2</b>	<b><i>INVIERTE.PE - CIERRE DE BRECHAS</i></b>	<b>70</b>
<b>2.7.2.1</b>	<b><i>PILARES DE INVIERTE.PE</i></b>	<b>71</b>
<b>2.7.2.2</b>	<b><i>EL CICLO DE INVERSIÓN</i></b>	<b>71</b>
<b>2.7.3</b>	<b><i>LEYES DEL SECTOR SANEAMIENTO</i></b>	<b>72</b>
<b>2.7.3.1</b>	<b><i>LEY MARCO DE LA GESTIÓN Y PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO</i></b>	<b>72</b>
<b>2.7.3.2</b>	<b><i>POLÍTICA NACIONAL DE SANEAMIENTO</i></b>	<b>73</b>
<b>2.8</b>	<b><i>PANDEMIA MUNDIAL</i></b>	<b>73</b>
<b>2.8.1</b>	<b><i>COVID-19</i></b>	<b>73</b>
<b>2.8.2</b>	<b><i>ESTADÍSTICAS EN PERÚ Y EL MUNDO</i></b>	<b>74</b>
<b>2.8.3</b>	<b><i>CONSECUENCIAS DEL COVID EN PIURA</i></b>	<b>74</b>
<b>2.8.3.1</b>	<b><i>ANÁLISIS POR PRODUCTO BRUTO INTERNO</i></b>	<b>75</b>
<b>3</b>	<b><i>CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL</i></b>	<b>76</b>
<b>3.1</b>	<b><i>MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO - MVCS</i></b>	<b>76</b>
<b>3.1.1</b>	<b><i>OBJETIVOS ESTRATÉGICOS</i></b>	<b>76</b>
<b>3.1.2</b>	<b><i>ORGANIGRAMA</i></b>	<b>77</b>



<b>3.1.3</b>	<b>PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO URBANO (PNSU)</b>	<b>77</b>
<b>3.1.3.1</b>	<b>MISIÓN</b>	<b>78</b>
<b>3.1.3.2</b>	<b>ALINEAMIENTO DEL PROGRAMA</b>	<b>78</b>
<b>3.1.3.3</b>	<b>ORGANIGRAMA</b>	<b>79</b>
<b>3.2</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE LA EJECUCIÓN DE OBRAS</b>	<b>79</b>
<b>3.2.1</b>	<b>INFORME FINAL DE MEJORAS EN LA GESTIÓN DE LOS PROGRAMAS EL MVCS</b>	<b>80</b>
<b>3.2.1.1</b>	<b>DIAGNÓSTICO GENERAL</b>	<b>80</b>
<b>3.2.1.2</b>	<b>DIAGNÓSTICO PNSU</b>	<b>81</b>
<b>3.2.1.3</b>	<b>PROPUESTAS DE MEJORAS</b>	<b>81</b>
<b>3.2.1.4</b>	<b>PROPUESTAS DE MEJORAS PNSU</b>	<b>82</b>
<b>3.2.2</b>	<b>INFORME IMPLEMENTACIÓN CUADERNO DE OBRA DIGITAL</b>	<b>83</b>
<b>3.2.3</b>	<b>INFORME DE CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA 2019</b>	<b>86</b>
<b>3.3</b>	<b>VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN ANALIZADA</b>	<b>88</b>
<b>3.3.1</b>	<b>ANÁLISIS DE EVALUACIONES DE EXPEDIENTES TÉCNICOS DEL PRESET</b>	<b>88</b>
<b>3.3.1.1</b>	<b>A NIVEL NACIONAL</b>	<b>89</b>
<b>3.3.1.2</b>	<b>REGIÓN PIURA</b>	<b>91</b>
<b>3.3.2</b>	<b>ANÁLISIS/MUESTREO DE EJECUCIÓN DE OBRAS DEL SSP</b>	<b>92</b>
<b>3.3.2.1</b>	<b>OBRAS PARALIZADAS</b>	<b>92</b>
<b>3.3.2.2</b>	<b>PROYECTOS DE OBRAS EJECUTADAS CONCLUIDAS</b>	<b>95</b>
<b>3.3.3</b>	<b>ANÁLISIS DE CUADERNO DE OBRA DIGITAL (CODI)</b>	<b>97</b>
<b>3.3.3.1</b>	<b>AYUDA DE MEMORIA</b>	<b>98</b>
<b>3.3.3.2</b>	<b>ASIENTOS DE OBRA</b>	<b>98</b>
<b>3.3.3.3</b>	<b>ESTADO DE EJECUCIÓN SEMANAL</b>	<b>100</b>
<b>3.3.3.4</b>	<b>PLAN DE CALIDAD</b>	<b>102</b>
<b>3.3.3.5</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>103</b>
<b>3.3.3.6</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>104</b>
<b>3.3.4</b>	<b>ENCUESTAS A INGENIEROS</b>	<b>104</b>
<b>3.3.4.1</b>	<b>CAUSALES DE BAJA CALIDAD</b>	<b>105</b>
<b>3.3.4.2</b>	<b>PAÍSES COMO EJEMPLOS O MODELOS</b>	<b>106</b>
<b>3.3.4.3</b>	<b>REFERENCIAS DE METODOLOGÍAS</b>	<b>107</b>
<b>3.3.4.4</b>	<b>PREGUNTAS ABIERTAS</b>	<b>108</b>

<b>3.3.5</b>	<b><i>ENTREVISTAS</i></b>	<b>109</b>
<b>3.3.5.1</b>	<b>LIC. NATALY BULEJE - EX ESPECIALISTA DE COORDINACIÓN NACIONAL DEL PNSU</b>	<b>109</b>
<b>3.3.5.2</b>	<b>ING. JOSÉ BALDEÓN - EX ESPECIALISTA DE PROYECTOS ESPECIALES DEL PNSU</b>	<b>110</b>
<b>3.3.5.3</b>	<b>CARLOS CISNEROS - EX ESPECIALISTA DE MONITOREO DE OBRAS DEL PNSU</b>	<b>111</b>
<b>3.3.5.4</b>	<b>BACH. JUAN LÓPEZ - DESARROLLADOR DE LA OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA</b>	<b>112</b>
<b>3.4</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS</b>	<b>112</b>
<b>3.4.1</b>	<b><i>DEFICIENCIAS Y OMISIONES EN EL EXPEDIENTE TÉCNICO APROBADO</i></b>	<b>113</b>
<b>3.4.2</b>	<b><i>PRESUPUESTOS DE OBRA DESACTUALIZADOS</i></b>	<b>113</b>
<b>3.4.3</b>	<b><i>AUSENCIA Y CAMBIO DE PERSONAL CLAVE</i></b>	<b>114</b>
<b>3.4.4</b>	<b><i>AUSENCIA DE UN CONJUNTO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MONITOREO Y CONTROL CONCURRENTE</i></b>	<b>114</b>
<b>3.4.5</b>	<b><i>CONSECUENCIAS DETECTADAS</i></b>	<b>115</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	<b>116</b>
<b>4.1</b>	<b>MONITOREO EN TIEMPO REAL</b>	<b>117</b>
<b>4.1.1</b>	<b><i>DESCRIPCIÓN</i></b>	<b>117</b>
<b>4.1.1.1</b>	<b>PRIMER COMPONENTE: IMÁGENES, VIDEOS Y TRANSMISIONES EN VIVO DE LAS OBRAS</b>	<b>117</b>
<b>4.1.1.2</b>	<b>SEGUNDO COMPONENTE: ALMACENAMIENTO LOCAL Y EN LA NUBE</b>	<b>119</b>
<b>4.1.2</b>	<b><i>ARQUITECTURA DE SOLUCIÓN</i></b>	<b>120</b>
<b>4.1.3</b>	<b><i>ALCANCES Y LIMITACIONES</i></b>	<b>121</b>
<b>4.1.4</b>	<b><i>INDICADORES DE GESTIÓN</i></b>	<b>122</b>
<b>4.2</b>	<b>MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL SEGUIMIENTO DE LA INGENIERÍA DE LA OBRA</b>	<b>123</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>DESCRIPCIÓN</i></b>	<b>123</b>
<b>4.2.1.1</b>	<b>PRIMER COMPONENTE: EQUIPOS TECNOLÓGICOS Y SOFTWARE COMERCIAL</b>	<b>124</b>

<b>4.2.1.2</b>	<b>SEGUNDO COMPONENTE: MODIFICACIONES NECESARIAS EN EL SSP, PRESET Y CODI</b>	<b>126</b>
<b>4.2.2</b>	<b><i>ARQUITECTURA DE SOLUCIÓN</i></b>	<b>127</b>
<b>4.2.3</b>	<b><i>ALCANCES Y LIMITACIONES</i></b>	<b>129</b>
<b>4.2.4</b>	<b><i>INDICADORES DE GESTIÓN</i></b>	<b>130</b>
<b>4.3</b>	<b>MONITOREO DEL PERSONAL CLAVE</b>	<b>131</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>DESCRIPCIÓN</i></b>	<b>131</b>
<b>4.3.1.1</b>	<b>PRIMER COMPONENTE: APLICACIÓN MÓVIL</b>	<b>131</b>
<b>4.3.1.2</b>	<b>SEGUNDO COMPONENTE: INFRAESTRUCTURA BIOMÉTRICA</b>	<b>132</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN</i></b>	<b>134</b>
<b>4.3.3</b>	<b><i>ALCANCE Y LIMITACIONES</i></b>	<b>135</b>
<b>4.3.4</b>	<b><i>INDICADORES DE GESTIÓN</i></b>	<b>135</b>
<b>4.4</b>	<b>MEJORAS DEL SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL REPORTE DE LA EJECUCIÓN FÍSICA Y FINANCIERA</b>	<b>136</b>
<b>4.4.1</b>	<b><i>DESCRIPCIÓN</i></b>	<b>136</b>
<b>4.4.2</b>	<b><i>ACTUALIZACIÓN DE ROLES</i></b>	<b>136</b>
<b>4.4.2.1</b>	<b>ESTADO Y AVANCE DE PROYECTO</b>	<b>137</b>
<b>4.4.2.2</b>	<b>ESTABLECIMIENTO DE LÍNEA BASE</b>	<b>139</b>
<b>4.4.2.3</b>	<b>ESTADO DE EJECUCIÓN</b>	<b>140</b>
<b>4.4.3</b>	<b><i>ALCANCES Y LIMITACIONES</i></b>	<b>142</b>
<b>4.4.4</b>	<b><i>INDICADORES DE GESTIÓN</i></b>	<b>142</b>
<b>4.4.5</b>	<b><i>ADECUACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE SOFTWARE DEL CODI</i></b>	<b>143</b>
<b>4.4.5.1</b>	<b>ARQUITECTURA ACTUAL DEL CODI</b>	<b>143</b>
<b>4.4.5.2</b>	<b>ARQUITECTURA PROPUESTA DEL CODI</b>	<b>144</b>
<b>4.4.6</b>	<b><i>REGLAS DE NEGOCIO</i></b>	<b>147</b>
<b>4.5</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>149</b>
<b>4.6</b>	<b>CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN TECNOLÓGICA</b>	<b>150</b>
<b>4.7</b>	<b>PRESUPUESTOS</b>	<b>150</b>
<b>4.8</b>	<b>RENTABILIDAD DE LA SOLUCIÓN</b>	<b>152</b>
<b>4.9</b>	<b>FACTIBILIDAD POLÍTICA Y LEGAL</b>	<b>157</b>
<b>4.10</b>	<b>FUTURAS APLICACIONES Y MEJORAS</b>	<b>158</b>
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>159</b>
<b>5.1</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>159</b>

<b>5.2</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>160</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>161</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>169</b>
<b>7.1</b>	<b>COMPONENTES DEL EXPEDIENTE TÉCNICO</b>	<b>169</b>
<b>7.2</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS</b>	<b>172</b>
<b>7.3</b>	<b>ROLES Y FUNCIONALIDADES ASOCIADAS</b>	<b>175</b>
<b>7.4</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>175</b>
<b>7.5</b>	<b>PRESUPUESTO DETALLADO</b>	<b>177</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1: Elementos de Proyecto de Agua Potable .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 2: Elementos de Proyecto de Alcantarillado Sanitario .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 3: Impactos sectoriales al I-trimestre-2020 por declaratoria de emergencia .....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 4: Registro del Monitoreo de Obras por Transferencia y por Programa.....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 5: Obras Paralizadas a Nivel Nacional y Regional - Corte 31/07/2018 .....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 6: Causas de Paralización.....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 7: Tabla de Observaciones .....</b>	<b>90</b>
<b>Tabla 8: Proyectos “Concluidos” Departamento de Piura. ....</b>	<b>96</b>
<b>Tabla 9: Soluciones Propuestas y Sistemas Afectados.....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla 10: Indicadores de Gestión del Monitoreo en Tiempo Real .....</b>	<b>122</b>
<b>Tabla 11: Requerimientos Mínimos del Software de Ingeniería Comercial .....</b>	<b>125</b>
<b>Tabla 12: Indicadores de Gestión del Monitoreo en Seguimiento de Obra.....</b>	<b>130</b>
<b>Tabla 13: Indicadores de Gestión del Monitoreo del Personal Clave .....</b>	<b>135</b>
<b>Tabla 14: Indicadores de Gestión del Seguimiento y Control de Ejecución .....</b>	<b>142</b>
<b>Tabla 15: Reglas de Negocio .....</b>	<b>148</b>
<b>Tabla 16: Cronograma de Actividades .....</b>	<b>150</b>
<b>Tabla 17: Inversión Inicial del MVCS .....</b>	<b>151</b>
<b>Tabla 18: Inversión Adicional Anual del MVCS .....</b>	<b>151</b>
<b>Tabla 19: Presupuesto Adicional Por Obra Muy Grande .....</b>	<b>151</b>
<b>Tabla 20: Presupuesto Adicional Por Obra Grande .....</b>	<b>152</b>
<b>Tabla 21: Presupuesto Adicional Por Obra Mediana .....</b>	<b>152</b>
<b>Tabla 22: Clasificación de Obras – Cantidad y Duración.....</b>	<b>153</b>
<b>Tabla 23: Clasificación de Obras - Montos .....</b>	<b>153</b>
<b>Tabla 24: Tipo de Inversión - Perdidas/Concluida.....</b>	<b>154</b>
<b>Tabla 25: Montos de Inversión - GeoVivienda.....</b>	<b>155</b>
<b>Tabla 26: Análisis de Rentabilidad - Escenario Optimista .....</b>	<b>156</b>
<b>Tabla 27: Análisis de Rentabilidad - Escenario Realista .....</b>	<b>156</b>
<b>Tabla 28: Análisis de Rentabilidad - Escenario Pesimista .....</b>	<b>157</b>
<b>Tabla 29: Identificación Detallada de Problemas .....</b>	<b>172</b>
<b>Tabla 30: Solución de Monitoreo Remoto: Inversión Adicional en Obras Muy Grandes .....</b>	<b>177</b>

<b>Tabla 31: Solución de Monitoreo Remota: Inversión Adicional en Obras Grandes .....</b>	<b>178</b>
<b>Tabla 32: Solución de Monitoreo Remota: Inversión Adicional en Obras Medianas ...</b>	<b>179</b>
<b>Tabla 33: Solución de Monitoreo Remota: Inversión en el MVCS .....</b>	<b>180</b>
<b>Tabla 34: Solución de Monitoreo de Personal Clave: Inversión Adicional en Obras ...</b>	<b>181</b>
<b>Tabla 35: Solución de Monitoreo de Personal Clave: Inversión en el MVCS.....</b>	<b>181</b>
<b>Tabla 36: Solución de Mejora de la Calidad en la Ingeniería del Expediente Técnico (BIM/GIS): Inversión en el MVCS.....</b>	<b>182</b>
<b>Tabla 37: Solución de Mejoras del Seguimiento y Control del Reporte de la Ejecución Física y Financiera: Inversión en el MVCS.....</b>	<b>184</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Ejecución de Obras por Programas .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 2: Indicador “Cuaderno de obra no está al día” por Regiones .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 3: Indicador “Personal clave no está en la obra” por Regiones .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 4: Cobertura en el servicio de Agua Potable.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 5: Cobertura en el servicio de disposición sanitaria de excreta .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 6: Relación de enfermedades infecciosas relacionadas con el agua .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 7: El Sector Saneamiento Urbano en el Perú.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 8: Ciclo de Vida del PIP de Saneamiento .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 9: Mapeo de Grupo de Procesos y Áreas de Conocimiento.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 10: Ciclo de vida de la Edificación .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 11: Mandato de BIM a nivel mundial.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 12: Integración de PMBOK y BIM.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 13: Arquitectura Lógica del Nodo Central de Datos Espaciales del Perú .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 14: Sistema de energía híbrida solar eólica.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 15: Tipos de Contratos NEC.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 16: Ciclo de Inversión.....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 17: Objetivos de la Política Nacional de Saneamiento .....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 18: Estructura Orgánica del MVCS .....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 19: Organigrama PNSU .....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 20: Indicadores de Riesgo .....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 21: Comparación del Sector MCVS.....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 22: Agrupación de las Causas de Paralización .....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 23: Incidencias de las Observaciones.....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 24: Obras Paralizadas a Nivel Nacional .....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 25: Obras Paralizadas de Piura .....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 26: Montos Comprometidos de las Obras Paralizadas a Nivel Nacional.....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 27: Proyectos “Concluidos” Departamento de Piura.....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 28: Plazo de Ejecución .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 29: CODI - Listado de Proyectos .....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 30: CODI - Proyectos .....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 31: CODI - Estado de Proyectos .....</b>	<b>98</b>

<b>Figura 32: CODI - Asientos de Obra .....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 33: CODI - Nuevo Registro.....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 34: CODI - Estado de Ejecución Semanal .....</b>	<b>100</b>
<b>Figura 35: CODI - Curva S de Avance Físico .....</b>	<b>100</b>
<b>Figura 36: CODI - Curva S de Avance Financiero.....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 37: CODI - Registro de Resumen Ejecutivo .....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 38: CODI - Plan de Calidad.....</b>	<b>102</b>
<b>Figura 39: CODI - Protocolos de Plan de Calidad.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 40: CODI - Impacto Ambiental.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 41: CODI - Seguridad y Salud Ocupacional.....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 42: Años de Experiencia en ejecución de Obras Públicas .....</b>	<b>105</b>
<b>Figura 43: Lugares de Trabajo.....</b>	<b>105</b>
<b>Figura 44: Causales de Baja Calidad de las Obras Públicas .....</b>	<b>106</b>
<b>Figura 45: Países Referentes en Obras Públicas .....</b>	<b>107</b>
<b>Figura 46: Metodologías.....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 47: Problemas Identificados &amp; Consecuencias Detectadas .....</b>	<b>113</b>
<b>Figura 48: Soluciones, Problemas &amp; Consecuencias .....</b>	<b>116</b>
<b>Figura 49: Modelo de Cámara de Bajo Costo autosostenible.....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 50: Beneficios de los Drones en la Construcción .....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 51: Almacenamiento Local en Equipos de Tipo NAS .....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 52: Arquitectura de Monitoreo en Tiempo Real .....</b>	<b>121</b>
<b>Figura 53: Arquitectura de Modernización Tecnológica .....</b>	<b>128</b>
<b>Figura 54: Diagrama de la Arquitectura de la Modernización Tecnológica.....</b>	<b>129</b>
<b>Figura 55: Doble Autenticación.....</b>	<b>131</b>
<b>Figura 56: Ejemplo de Geocerca y Vista desde una Aplicación Móvil .....</b>	<b>132</b>
<b>Figura 57: Lectora Dactilar Homologada con RENIEC .....</b>	<b>133</b>
<b>Figura 58: Lectora Homologada de DNI Electrónico.....</b>	<b>134</b>
<b>Figura 59: Arquitectura de Monitoreo y Control del Personal Clave .....</b>	<b>134</b>
<b>Figura 60: CODI - Listado de Proyectos .....</b>	<b>137</b>
<b>Figura 61: SSP - Estado de Proyectos .....</b>	<b>138</b>
<b>Figura 62: SSP - Categorización de Proyectos .....</b>	<b>138</b>
<b>Figura 63: CODI - Nuevos indicados de estado de Proyecto .....</b>	<b>138</b>
<b>Figura 64: CODI - Estado de Ejecución .....</b>	<b>139</b>



<b>Figura 65: CODI - Nuevos indicadores de Estado de Ejecución Semanal .....</b>	<b>140</b>
<b>Figura 66: Registro de Resumen Ejecutivo .....</b>	<b>141</b>
<b>Figura 67: Arquitectura de Software Actual del CODI .....</b>	<b>144</b>
<b>Figura 68: Propuesta de Rediseño de Menú del CODI .....</b>	<b>144</b>
<b>Figura 69: Propuesta de Rediseño de Menú del CODI .....</b>	<b>147</b>

## INTRODUCCIÓN

Las inversiones en saneamiento urbano desde el año 2006 hasta la fecha son de aproximadamente 8,9 mil millones de soles; sin embargo, la cobertura de agua potable en el sector urbano es de 88% y en alcantarillado urbano es de 79%.

En las obras de saneamiento urbano del departamento de Piura, se evidencia que existen obras paralizadas, retrasadas y con sobrecosto de ejecución; lo que evidencia que la etapa de ejecución no se realiza eficientemente y la población terminen siendo perjudicada.

Asimismo, en las obras de saneamiento urbano se evidencia que los problemas también son ocasionados por la incorrecta elaboración de los Expedientes Técnicos, y en la etapa de ejecución debido a carencia de control y seguimiento físico y financiero. Además, se evidencia la ausencia de personal clave (residente y supervisor) en la obra, lo cual repercute negativamente en la correcta ejecución de ingeniería en las obras de saneamiento.

La inversión en obras de saneamiento no ha sido la esperada en los últimos años, y a consecuencia de la pandemia mundial generada por el COVID-19, las cifras han empeorado y se proyecta que se mantendrá de la misma manera durante el período 2021. En base al plan de recuperación económica planteado por el gobierno para los próximos años, las inversiones en este sector deberían aumentar gradualmente y así alcanzar las metas de desarrollo sostenible planteadas por la ONU.

La implementación de mejoras y nuevas funcionalidades en el CODI y SSP, ayudarán a realizar un correcto monitoreo y control en la ejecución física y financiera de las obras; contribuyendo a la eficiencia del gasto del patrimonio público, y por ende al bienestar de la salud de la población del departamento de Piura y del Perú.

## **1 Capítulo I: Aspectos Generales**

### **1.1 Antecedentes**

En el año 2018, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, mediante Resolución Ministerial N° 260-2018-VIVIENDA, declaró en reorganización por noventa días sus programas más importantes como: Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU), Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), Programa de Agua Segura para Lima y Callao (PASLC), entre otros. Además, declaró la conformación de una Comisión Sectorial y un Grupo Técnico de Apoyo para realizar un diagnóstico inicial de los programas, considerando la identificación de los principales problemas presentados para posteriormente proponer mejoras al respecto.

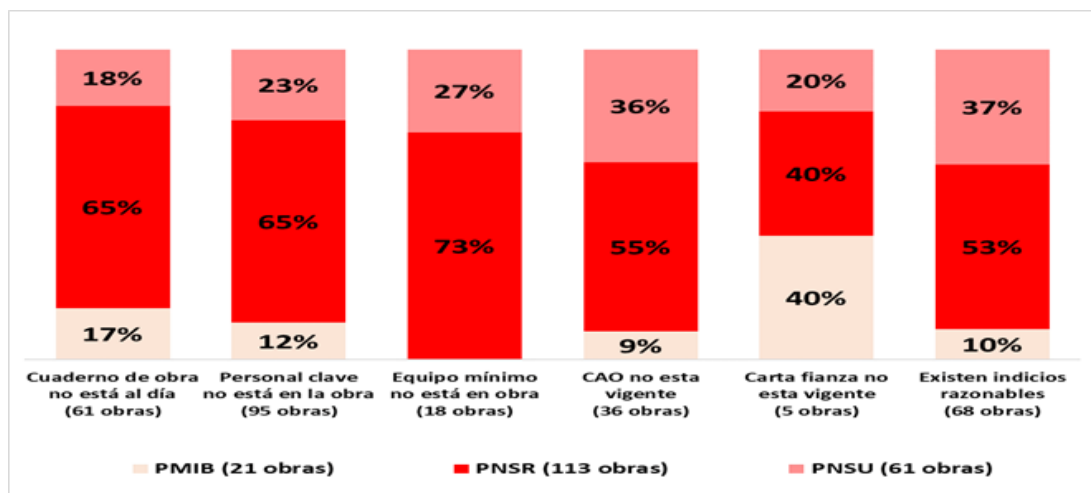
Del análisis realizado a todos los programas, se identificaron los siguientes problemas: “Ineficientes en el uso de los recursos”, “Ineficaces para la oportuna atención del ciudadano”, “Expedientes técnicos deficientes”, “Debilidad en el monitoreo”, “Deficiente en la contratación de personal”, “Paralización de obras” y “Carencia de herramientas tecnológicas.”. A nivel de los programas también se detallaron los problemas identificados.

Del Informe N° 1-2020-VIVIENDA-GA-LLC se analizó el estado de las obras en ejecución por transferencia; y a través del Módulo de Gestión de Riesgos (MGR) (SSP, 2020) supervisado por la Oficina General de Monitoreo y Evaluación de Impacto, se identificó que un 33% de las obras no contaban con el registro de indicadores de riesgo y se observa que la falta de registros de indicadores de riesgo estaba presente en los programas de PMIB, PNSR y PNSU (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2020).

Entre los principales indicadores detectados, se puede mencionar: “Personal clave no presente en Obra”, “Existencia de indicios razonables de incumplimiento contractual”, “Cuaderno de Obra no está al día”, “Equipo mínimo no está en obra”, “Calendario de Avance de Obra CAO no está vigente” y “Carta Fianza no está vigente”.

De la Figura 1 se puede apreciar la distribución de los Indicadores de Riesgo por Programas del MVCS, siendo el de mayor incidencia el Programa Nacional de Saneamiento Rural, seguido del Programa Nacional de Saneamiento Urbano.

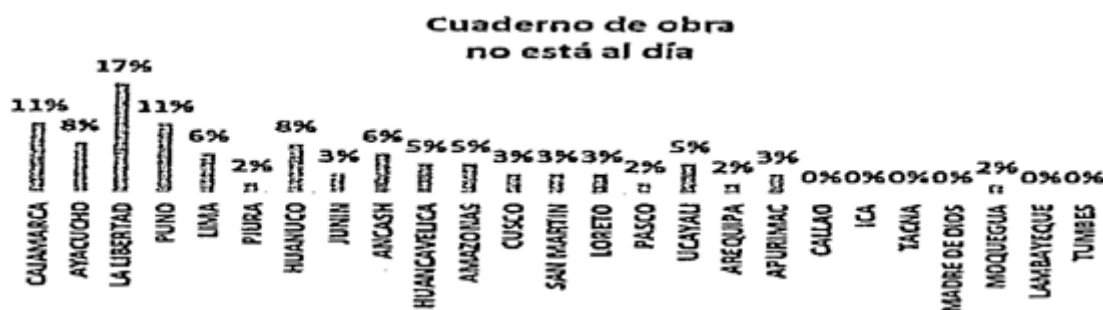
**Figura 1: Ejecución de Obras por Programas**



Fuente: Módulo de Gestión de Riesgos al 27/1/2019 - <https://ssp.vivienda.gob.pe>

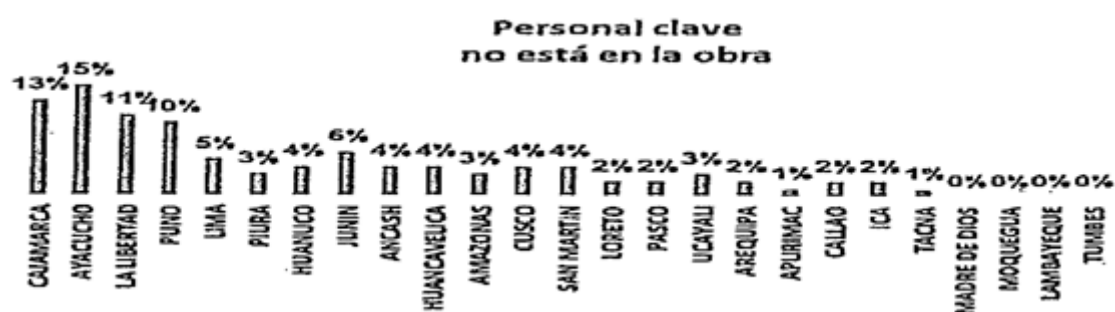
Además, analizando las Figuras 2 y 3, el indicador de “**Cuaderno de Obra no está al día**” presenta gran incidencia en el departamento de “La Libertad” y para el indicador “**Personal clave no está en la obra**” se presenta en los departamentos del norte del país “Cajamarca” y “La Libertad” y también en “Ayacucho”.

**Figura 2: Indicador “Cuaderno de obra no está al día” por Regiones**



Fuente: SSP – Módulo de Gestión de Riesgos al 27/11/2019 - <https://ssp.vivienda.gob.pe>

**Figura 3: Indicador “Personal clave no está en la obra” por Regiones**



Fuente: SSP – Módulo de Gestión de Riesgos al 27/11/2019 - <https://ssp.vivienda.gob.pe>

Finalmente, del “Reporte de Obras Paralizadas 2019” se analizan las principales causas de la paralización de obras y se identifican como principales indicadores de riesgo: “Deficiencias técnicas en el expediente técnico”, “Incumplimiento contractual durante la ejecución”, “Obras en arbitraje”, “Limitaciones presupuestales”. Este análisis guarda relación con los indicadores presentados en los informes previos (La Contraloría General de la Republica, 2020).

## 1.2 Planteamiento del Problema

Desde el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento se han detectado inconsistencias durante la ejecución de las obras públicas de saneamiento en el ámbito urbano, que afectan el cumplimiento de los calendarios de avances de ejecuciones físicas y financieras programados, y por ende la calidad de la obra y el servicio asociado a la misma. Dichas inconsistencias están relacionadas al incumplimiento de obligaciones contractuales, defectos en los expedientes técnicos, ausencia del personal clave en la obra y un uso inadecuado del cuaderno de obra entre otros.

Se ha evidenciado con los datos del período agosto 2013 – febrero 2020, que los riesgos de ejecución de obras de saneamiento urbano mediante transferencias financieras están relacionadas a debilidades o deficiencias en la gestión del proyecto, principalmente se observa lo siguiente: ineficiente seguimiento y control durante la ejecución de obras, debilidad en el monitoreo, falta de información oficial actualizada en los sistemas, retraso en el seguimiento y deficiente retroalimentación con los sistemas de información asociados.

La incidencia de esta problemática repercute en la correcta ejecución y seguimiento de obras públicas de saneamiento urbano y en el beneficio subyacente para la población, generando

incluso conflictos sociales y obras paralizadas que pueden superar en monto a las obras en ejecución dentro de una región. De encontrarse una solución adecuada para esta problemática, se tendría una visión holística y transparente del avance y seguimiento, asimismo la población se vería beneficiada con un producto final de calidad en las obras de saneamiento.

Los indicadores implicados en la problemática se presentan en los siguientes escenarios:

- Durante la Ejecución
  - Nivel de riesgo a nivel nacional (mapa de riesgos).
  - Monto invertido en exceso.
  - Números de obras paralizadas.
- Al culminar la Ejecución
  - Obras ejecutadas con presupuesto programado.
  - Obras ejecutadas con componentes físicos programados.
  - Obras ejecutadas en plazo establecido.
  - Número de obras observadas por entidades reguladoras y competentes: Contraloría General de la República, Fiscalía de la Nación y Defensoría del Pueblo.

### **1.3 Formulación Del Problema**

Cómo optimizar el monitoreo y control de los proyectos de saneamiento urbano en ejecución utilizando el Cuaderno de Obras Digital CODI y tecnologías innovadoras complementarias, que permitan controlar el avance físico y financiero de forma sistematizada, y aumentar la calidad de la ingeniería de las obras resultantes.

### **1.4 Objetivo General**

Optimizar las funcionalidades existentes y plantear nuevas funcionalidades, para el monitoreo y control, realizado a través del Cuaderno de Obras Digital (CODI) durante la etapa de ejecución de las obras públicas de saneamiento urbano, con la finalidad de conseguir una ejecución responsable y de calidad de la inversión pública, que brinde a la población servicios de saneamiento de calidad sostenibles en el tiempo.

## **1.5 Objetivos Específicos**

- Comprender la realidad actual y el funcionamiento del sector saneamiento urbano en el Perú, e investigar las mejores prácticas, metodologías y tecnologías usadas para el monitoreo y control de obras de saneamiento y sectores afines en otros países.
- Analizar la información sistematizada y la proporcionada mediante juicio experto del sector saneamiento urbano, para determinar los principales problemas y sus causas en la etapa de ejecución de las obras de saneamiento urbano.
- Analizar las funcionalidades del CODI relacionadas con la etapa de ejecución de las obras de saneamiento urbano, y proponer nuevas funcionalidades o mejoras a las ya existentes, en base a los resultados obtenidos en los análisis e investigaciones previas.
- Proponer la implementación de tecnologías innovadoras, que complementen las funcionalidades propuestas o mejoradas dentro del CODI.
- Dimensionar las funcionalidades propuestas o mejoradas dentro del CODI; así como también analizar la factibilidad financiera, política y legal de las mismas.

## **1.6 Justificación**

“En el país, alrededor del 16% de la población no tiene agua potable. Cerca del 35% carece de alcantarillado. Únicamente el 62% del desagüe captado por el total de Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) se recicla en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Los servicios de agua y saneamiento son insostenibles debido al deficiente modelo de gestión de los operadores de estos servicios, a la inapropiada institucionalidad sectorial, a la insuficiente inversión, a la falta de apoyo estatal y a la excesiva carga regulatoria”. Esto se traduce en una gran cantidad de aguas no tratadas lo cual conlleva a un nivel bajo de saneamiento y un aumento en enfermedades diarreicas a nivel nacional (Cabezas Sánchez, 2018; Organización Mundial de la Salud, 2017).

Actualmente, en el marco de la Emergencia Sanitaria a nivel nacional, es de vital importancia contar con el servicio de agua potable para poder realizar el adecuado lavado de manos y desinfección de utensilios. Adicionalmente, en el marco de la Reconstrucción con Cambios de las regiones de la costa norte del Perú, el servicio de agua potable y alcantarillado es de suma importancia para mantener niveles de salubridad adecuados en la población.

Un adecuado seguimiento y control en la ejecución de las obras públicas de saneamiento en el ámbito urbano, permitirá reducir la brecha y dispersión entre la información de ejecución real con la programada en los aspectos civiles y financieros, lo cual permitirá que las obras se entreguen en los plazos establecidos, sin sobre costos y generando un impacto social positivo en beneficio de la población.

Asimismo, el correcto monitoreo del avance de obras públicas permitirá transparentar la gestión en tiempo real y mantener informados a los organismos estatales competentes y población en particular, permitiendo contribuir frontalmente con la lucha anticorrupción.

Finalmente, teniendo en cuenta la coyuntura actual generada por el SARS-CoV-2 (COVID19), es de vital importancia que los proyectos de sistemas de agua y alcantarillado no tengan retrasos en su ejecución o problemas de calidad, con el objetivo de que 1.8 millones de habitantes<sup>1</sup> puedan gozar de un servicio óptimo, mejorando su calidad de vida, aumentando las probabilidades de enfrentar este mal de manera exitosa.

## **1.7 Alcances y Limitaciones**

Obras públicas de saneamiento realizadas por transferencias financieras hacia los gobiernos regionales y locales en el ámbito urbano realizadas por el Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

Se analizará la información referente a la región Piura durante los años 2013 y 2020, relacionado a los proyectos de saneamiento en la etapa de ejecución.

---

<sup>1</sup> Dato aproximado, dado que existen diferentes metodologías para abordar el número de beneficiarios en temas de saneamiento, el MIDIS, PNSU, y dentro del MVCS: la Oficina de Estadística, la Oficina de Programación Multianual de Inversiones y la Oficina General de Monitoreo y Evaluación del Impacto; todos tienen cada una su interpretación.



## 2 Capítulo II: Marco Teórico

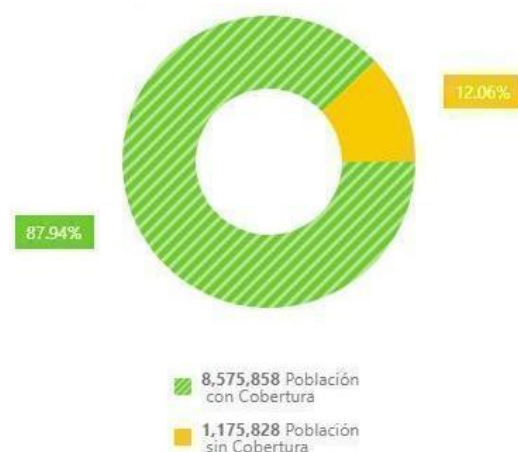
### 2.1 La Realidad del Saneamiento en el Perú

Una de las mejores apreciaciones de la realidad actual del sector saneamiento visto desde fuera del sector la tiene un artículo de la revista virtual “Stakeholders” donde se manifiesta lo siguiente: “En el país, alrededor del 16% de la población no tiene agua potable. Cerca del 35% carece de alcantarillado. Únicamente el 62% del desagüe captado por el total de Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) se recicla en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Los servicios de agua y saneamiento son insostenibles debido al deficiente modelo de gestión de los operadores de estos servicios, a la inapropiada institucionalidad sectorial, a la insuficiente inversión, a la falta de apoyo estatal y a la excesiva carga regulatoria” (Chávez, 2019). “Esto se traduce en una gran cantidad de aguas no tratadas lo cual conlleva a un nivel bajo de saneamiento y un aumento en enfermedades diarreicas a nivel nacional” (Cabezas Sánchez, 2018).

En los sectores urbanos, el ámbito de las EPS abarca aproximadamente el 63% de la población total (82% de la población urbana) y el de los Municipios casi el 14% (18% de la población urbana). Por otro lado, en la zona rural el ámbito de los Municipios y las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) comprende el 23% de la población total (100% de la población rural).

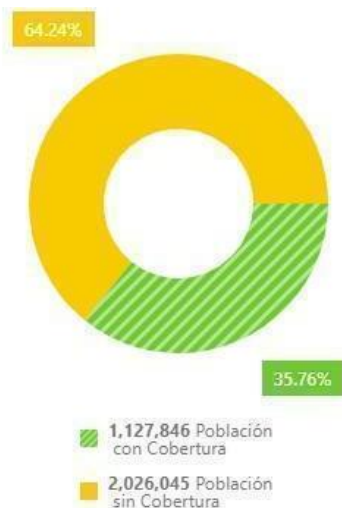
Actualmente la cobertura de agua potable en el sector urbano es de 88% y en alcantarillado es de 79%, mientras que la cobertura de agua potable en la zona rural es de 62% y en alcantarillado es de 29%. En términos generales, a nivel nacional (sector urbano y rural) la cobertura de agua potable es de 87.94% (Figura 4) y en disposición sanitaria de excretas es de 35.76% (Figura 5).

**Figura 4: Cobertura en el servicio de Agua Potable**



Fuente: DATASS - <https://datass.vivienda.gob.pe/>

**Figura 5: Cobertura en el servicio de disposición sanitaria de excreta**



Fuente: DATASS - <https://datass.vivienda.gob.pe/>

¿Qué está ralentizando el cierre de las brechas de cobertura y calidad de los servicios de agua y saneamiento? En primer lugar, el modelo de gestión urbano y rural de los operadores de estos servicios, que ha demostrado tener graves falencias estructurales. En segundo lugar, la inadecuada institucionalidad sectorial, que no responde a las necesidades específicas de la población. En tercer lugar, la poca inversión para cerrar las brechas de cobertura y calidad del sector. En cuarto lugar, la falta de apoyo estatal. Finalmente, se encuentra la enorme sobrecarga normativa, que traba el despunte de la inversión.

Con la finalidad de acelerar la solución a esta problemática, en el año 2017 se asignó un presupuesto 72 % mayor respecto al del año 2016, lo cual representó el mayor incremento presupuestal en este rubro en la última década. Asimismo, se convocó a la inversión privada para desarrollar infraestructura de producción de agua potable, ejecución de obras de saneamiento, tratamiento de aguas residuales para reúso y aprovechamiento de residuos sólidos, y gestión de los servicios de agua y saneamiento.

A medida de esto, el Gobierno Central se trazó como metas alcanzar la cobertura universal de usuarios urbanos en el año 2021 y lograr la cobertura universal de beneficiarios rurales en el año 2030, intentando con ello alinearse con la Política 33 del Acuerdo Nacional (Política de Estado sobre los recursos hídricos) y el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6: Agua limpia y saneamiento, perteneciente a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU.

El ODS 6 forma parte de los 17 ODS para el año 2030, aprobados por los estados miembros de la ONU para poner fin a la pobreza, reducir las desigualdades y combatir el cambio climático, los cuales buscan hacer cumplir los derechos humanos y alcanzar la igualdad mediante el desarrollo sostenible en tres dimensiones: económico, social y medioambiental. En esta línea están la Política Nacional de Saneamiento, el Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021, el Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU), el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) y el Programa Multianual de Inversiones (PMI) 2020-2022 del Sector Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Cabe resaltar que tener estadísticas certeras acerca de las brechas existentes en los ámbitos urbanos y rural es muy difícil dado que no existe aún una forma segura de obtener dichas estadísticas actualizadas de manera mensual, menos aún en tiempo real. En ese sentido, la meta de lograr una cobertura de saneamiento al 100% en el ámbito urbano y al 85% en la rural para el año 2021, es cada vez más lejana. Una de las causas es porque realmente no se tiene la certeza de hacia dónde deben ir las inversiones para cubrir las brechas existentes en el país.

Existen tres herramientas oficiales para actualizar las estadísticas a nivel urbano y rural; sin embargo, dado que se realizan con una periodicidad anual o de varios años entre cada una, no ayudan para tener un panorama real de las brechas en saneamiento, sobre todo en el ámbito rural. Dichas herramientas son las siguientes:

- Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG): Es una encuesta anual con muestras mensuales realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) desde el año 1995, la cual ha sido mejorada a través de los años tanto metodológica como tecnológicamente con la asesoría y financiamiento de instituciones como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Banco Mundial (BM) y de la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL). Una de las variables consideradas en esta encuesta son los gastos relacionados a los servicios de agua y saneamiento, y si las familias cuentan con ellos (Instituto Nacional de Estadística e informática, 2016).
- Encuesta Nacional de Programas Presupuestales (ENAPRES): Es una encuesta anual realizada por el INEI desde el año 2010, en el área urbana y rural en todos los departamentos, en coordinación con el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y los diferentes Ministerios y organismos del sector público. La encuesta tiene como propósito fundamental generar información estadística actualizada para contribuir al diseño y orientación de políticas públicas para el mejoramiento de las condiciones de vida de la población. Uno de sus objetivos específicos es determinar la cobertura del servicio de la energía eléctrica por la red pública, el servicio de agua por la redacción pública y la disposición sanitaria de las personas, así como el comportamiento higiénico de la población en el área rural, (Instituto Nacional de Estadística e informática, 2020).
- Censos Nacionales: Son realizados por el INEI, y según la ley N° 13248 “Ley Orgánica de los Censos en el Perú” (Congreso de la República, 1959), se dispone que a partir de 1960 los Censos Nacionales de Población y Vivienda deberán ejecutarse cada diez años. Un censo, según el INEI “es el recuento o el conteo de todos los habitantes que se encuentran en el Perú, sin omitir a ninguna persona sean ancianos, adultos, jóvenes, niños o bebés, sean hombres o mujeres. La condición es que se encuentren dentro del territorio nacional durante la etapa de Empadronamiento; se incluyen a los extranjeros que estén en el Perú durante ese período” (Instituto Nacional de Estadística e informática, 2020). La finalidad de un censo es proveer de información estadística sobre la composición, distribución geográfica y crecimiento de la población, los patrones cambiantes de la concentración urbana y rural, así como, las características y servicios básicos de la vivienda, que posibilitan contar con una completa base cuantitativa de datos para el conocimiento de la realidad nacional y la formulación, evaluación y seguimiento de la planificación, de las políticas públicas y la administración de los recursos económicos del Estado.

Adicionalmente, existen compendios, estudios, publicaciones y colecciones estadísticas de otros entes del gobierno como el Ministerio de Salud o el Ministerio de Educación; sin embargo, estos no se consideran como información oficial a tomar en cuenta por el MVCS sino como información complementaria. En ese sentido, el MVCS como ente rector del sector saneamiento buscó mejorar el marco normativo para poder obtener estadísticas de mejor calidad y de primera mano, validadas por los gobiernos locales y gobiernos regionales, y en alianzas con el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y el Ministerio de Inclusión Social (MIDIS).

En la publicación del MVCS “DATASS: Modelo para la toma de decisiones en saneamiento”, se menciona que la Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2014 crea el Fondo de Estímulo al Desempeño y Logro de Resultados Sociales (FED), gestionado por el MIDIS, con la finalidad de impulsar el logro de los resultados establecidos en la “Estrategia Nacional de Desarrollo e Inclusión Social en materia de Desarrollo Infantil Temprano”, que involucra al sector Saneamiento, en la meta “Proporción de niños y niñas menores de 60 meses de edad de los distritos de quintiles de pobreza 1 y 2 del departamento que acceden a agua clorada para consumo humano (cloro residual en muestra de agua de consumo  $\geq 0.1$  mg/l), formulado en el marco del FED Paquete 4–Entorno “Acceso de agua clorada para consumo humano (cloro residual en muestra de agua de consumo  $\geq 0.1$ mg/l)” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

En el año 2015, el MVCS, a través del PNSR, articuló esfuerzos con el MEF para incorporar en el Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal, metas orientadas a fortalecer la organización y capacitación de los actores involucrados y asegurar la sostenibilidad de los proyectos de saneamiento en las zonas rurales, dichas metas se establecieron sucesivamente en los años 2016, 2017 y 2018. Asimismo, con el Programa Premio Nacional “Sello Municipal Incluir para Crecer: Gestión local para las personas”, se reconoce el trabajo que realizan los GL, con la generación de condiciones y acciones para el cierre de brechas de información.

## **2.2 Saneamiento y Calidad de Vida en el Perú**

“El crecimiento de la población mundial ha incrementado la demanda de agua, por otro lado, el cambio climático nos muestra que las fuentes de agua que antes eran seguras, actualmente ya no lo son. Existen desigualdades entre las zonas urbanas y rurales, así el 96% de la población

mundial urbana utiliza fuentes de agua potable frente al 84% de la población rural, mientras que el 82% de la población urbana frente al 51% de la población rural utiliza instalaciones de saneamiento. En el Perú el 80,4% de viviendas se provee de agua por red pública. En el área urbana, este servicio cubre 83,2%; mientras que en el área rural el 71,3% de las viviendas cuenta con servicio higiénico conectado a red pública” (Cabezas Sánchez, 2018).

Todo lo anterior condiciona la presencia de enfermedades infecciosas relacionadas con el agua como las diarreas, malaria, dengue, leptospirosis, hepatitis virales A y E, cuya clasificación, se muestra en este artículo. En la figura 6 se muestra la relación de enfermedades infecciosas relacionadas con el agua. En el mundo, las diarreas son la tercera causa de muerte en niños menores de cinco años. Una de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es la relacionada al acceso universal al agua potable, saneamiento e higiene, lo que no puede lograrse sin prestar la debida atención a las desigualdades en el acceso observadas entre diferentes grupos, evitando las consecuencias de estas deficiencias tanto en nuestro país como en el mundo”, podemos reforzar la idea con el hecho de que por la geografía del Perú es difícil el acceso a la zona amazónica del país y esto hace que exista una suerte de contradicción dado que la zona amazónica es la que cuenta con mayores recursos hídricos; sin embargo, es la que menos cobertura de agua potable tiene en el país, las zonas más afectadas y olvidadas son las zonas de frontera al Norte y Este de la región Loreto, donde a falta de servicios de agua potable y constantes crecidas del río Amazonas y sus afluentes, los pobladores deben lavar su ropa, utensilios e incluso bañarse en el mismo río, exponiéndose de esta manera a enfermedades ocasionadas por la presencia de aguas contaminadas.

En Perú la pobreza extrema afectó al 3,8% de la población del país, equivalente a 1 millón 205 mil personas, el 54,1% de los pobres se localiza en el área urbana y el 45,9% en el área rural. Según la región natural, el 46,2% de los pobres están en la sierra, el 36,9% en la costa y el 16,9% en la selva. Asimismo, se indica que el 80,4% de viviendas se provee de agua por red pública, ya sea dentro o fuera de la vivienda. En el área urbana, este servicio cubre 83,2%; mientras que en el área rural al 71,1% de las viviendas. El 71,3% de las viviendas contaba con servicio higiénico conectado a red pública, 12,0 puntos porcentuales más que en el año 2012. En el área urbana 87,2% de las viviendas contaba con este tipo de servicio higiénico, en cambio en el área rural solo el 20,0% disponía de este servicio; todo lo cual determina la presencia de

enfermedades asociadas a la carencia de estos servicios (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017).

En el artículo “Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú” (Cabezas Sánchez, 2018), se han agrupado las enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en cinco grupos:

**Figura 6: Relación de enfermedades infecciosas relacionadas con el agua**

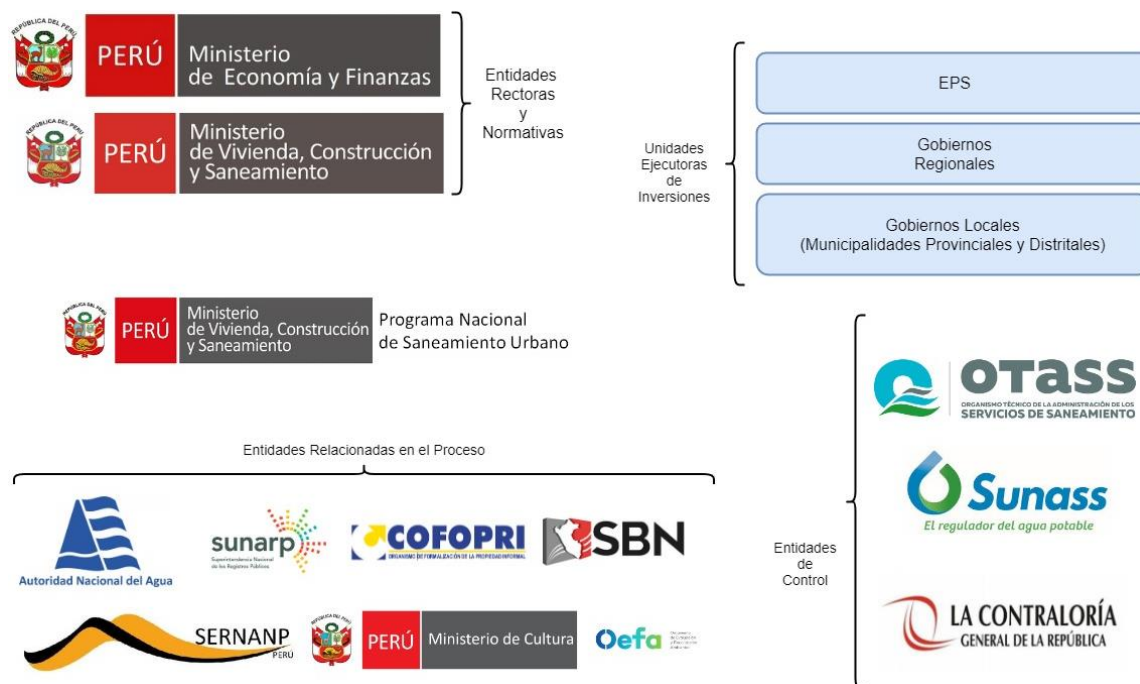
Clasificación	Mecanismo	Ejemplos
Portadas o transportadas por el agua	Contaminación fecal	Cólera, tifoidea, enteropatógenos, VHA, VHE, enterovirus, parasitosis intestinal
Soportados por el agua	Organismos que parte de su ciclo de vida pasan en el agua	Fasciolosis, paragonimiosis, leptospirosis.
Vinculados con el agua	Vectores biológicos que parte importante de su ciclo de vida se da en el agua	Malaria, dengue, zika, fiebre amarilla, chikungunya
Lavadas por el agua	Relacionados a pobre higiene personal y al contacto con agua contaminada	Pediculosis, rickettsiosis
Dispersadas por el agua	Organismos que proliferan en el agua y entran por el tracto respiratorio	Legionelosis

Fuente: Instituto Nacional de Salud del Perú - <http://bit.ly/2NJoIr3>

### 2.3 Los Actores del Sector Saneamiento Urbano en el Perú

Para iniciar la revisión de los actores en el ámbito urbano, debemos acotar previamente que el conjunto de obras que estamos analizando son de la región de Piura donde la responsabilidad recae sobre el Programa Nacional de Saneamiento Urbano del MVCS, este programa tiene su campo de acción en cualquier población de dos mil habitantes o superior, fuera de Lima Metropolitana y Callao. Podemos apreciar en la figura 7 un diagrama completo del sector saneamiento urbano en el Perú, el cual nos da muestras de la complejidad del mismo.

**Figura 7: El Sector Saneamiento Urbano en el Perú**



Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.1 Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

El Ente Rector en materia de Urbanismo, Vivienda, Construcción y Saneamiento, responsable de diseñar, normar, promover, supervisar, evaluar y ejecutar la política sectorial, contribuyendo a la competitividad y al desarrollo territorial sostenible del país, en beneficio preferentemente de la población de menores recursos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020).

El sector Vivienda, Construcción y Saneamiento se componen de trece organizaciones con independencia jurídica entre empresas, organismos técnicos y programas. En el caso de los programas, que son a la vez unidades ejecutoras, tienen como persona de más alto rango al Viceministro de Construcción y Saneamiento, el resto de entidades están bajo la dependencia funcional del Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Plataforma Digital Única del Estado Peruano, 2020).

El MVCS ha desconcentrado algunas de sus funciones desde el año 2017 en sus sedes regionales a nivel nacional, dichas sedes son llamadas Centros de Atención al Ciudadano (CAC) donde actualmente labora personal representante de los programas y entidades del sector. Con esta desconcentración el MVCS busca mejorar la asistencia técnica a gobiernos



locales y regionales, así como también el seguimiento, monitoreo y control de la ejecución de obras e intervenciones del sector. Políticamente, el MVCS tiene importancia debido a su rectoría en aspectos de saneamiento pues sabemos que el agua es una necesidad de supervivencia y un derecho de los seres humanos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020) (SERVINDI, 2009).

### **2.3.2 *Ministerio de Economía y Finanzas***

El Ministerio de Economía y Finanzas, es el rector a nivel nacional en temas de política pública financiera y tributaria en ese sentido anualmente todos los recursos del gobierno generados por los impuestos recaudados y por las empresas del gobierno son distribuidos de manera justificada entre los diversos sectores de la economía siendo uno de ellos el sector saneamiento.

Este ministerio tiene un programa de incentivos y un fondo especial para el desarrollo, los cuales son incentivos financieros para los gobiernos locales y regionales en materia de saneamiento, lo que se busca es que los gobiernos locales y regionales informen anualmente sobre la calidad de los servicios de agua y saneamiento que existen en sus diferentes localidades.

El MEF no solamente se dedica a distribuir anualmente el presupuesto entre las entidades del gobierno, sino también se dedica a monitorear y fiscalizar qué cosas se hacen con el presupuesto distribuido, de esta manera dentro del organigrama del ministerio existe una dirección que se dedica a la calidad del gasto público.

### **2.3.3 *Programa Nacional de Saneamiento Urbano***

Se enfoca en el ámbito urbano, o sea, las pequeñas ciudades y las ciudades bajo la administración de las EPS (donde complementa ciertas funciones con OTASS). No interviene en Lima Metropolitana y Callao. Tiene personal en todas las oficinas regionales del MVCS, actualmente tiene un mega proyecto en conjunto con el Banco Mundial, SUNASS y OTASS para modernizar a las EPS grandes a nivel nacional (excepto SEDAPAL). Fue creada en el año 1992 como PAPT y ha tenido varios nombres hasta convertirse en PNSU durante el gobierno del ex presidente Ollanta Humala. PNSU es la unidad ejecutora que maneja más presupuesto de todas anualmente y quien tiene los proyectos más grandes y emblemáticos.

#### ***2.3.4 Unidades Ejecutoras de Inversiones: Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento, Gobiernos Locales y Gobiernos Regionales***

La ejecución de obras públicas en saneamiento puede ser promovida de dos formas si lo vemos desde el punto de vista del mercado económico. Oferta, cuando es el gobierno central a través del MVCS y sus entidades adscritas quienes proponen una serie de proyectos e intervenciones en zonas donde no existe la cobertura necesaria y los indicadores demográficos y sociales de la población beneficiaria son críticos. Demanda, cuando ante una falta de propuestas del gobierno central o ante una gran capacidad de elaboración de expedientes técnicos son los gobiernos locales y regionales, o las EPS, los que toman la iniciativa y solicitan financiamiento para sus obras al MVCS, MIDIS, MEF u otros organismos con capacidad de financiamiento o endeudamiento. En el Perú lamentablemente nuestra realidad nos coloca como un país donde las obras de saneamiento se hacen bajo demanda y no por capacidad técnica de los gobiernos locales y regionales, o las EPS, sino por falta de una cartera de proyectos propuesta por el gobierno central. En ese sentido, de acuerdo al alcance y envergadura de la obra de saneamiento, esta puede ser ejecutada por una municipalidad distrital, una municipalidad provincial (ambos gobiernos locales), por un gobierno regional o por una EPS. Finalmente, cabe resaltar que en el Perú la gran mayoría de EPS operan a pérdidas por lo que la operación y mantenimiento de las obras de saneamiento urbano es ineficiente.

#### ***2.3.5 Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento***

La SUNASS “es un organismo regulador creado por DL N° 25965, adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros, con personería de derecho público y con autonomía administrativa, funcional, técnica, económica y financiera. Su función es normar, regular, supervisar y fiscalizar la prestación de los servicios de saneamiento, cautelando en forma imparcial y objetiva los intereses del Estado, de los inversionistas y del usuario. El alcance de las funciones de la institución eran las cincuenta Empresas Prestadoras (EP) que sirven a las principales ciudades del país. Sin embargo, a partir del 29 de diciembre de 2016, con la publicación de la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento-Decreto Legislativo 1280, se inicia una etapa con nuevas funciones y un mayor alcance: Regular a todos los prestadores de servicios de saneamiento del país, tanto del ámbito urbano como rural (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2019).

### ***2.3.6 La Contraloría General De La República***

Tiene como función relacionada otorgar autorización previa a la ejecución y al pago de los presupuestos adicionales de obra pública, y de las mayores prestaciones de supervisión en los casos distintos a los adicionales de obras, cuyos montos excedan a los previstos en la ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, y su Reglamento respectivamente, cualquiera sea la fuente de financiamiento. Asimismo, puede realizar el control concurrente o posterior de acuerdo a la magnitud, naturaleza e impacto de las obras. Finalmente, las unidades ejecutoras reportan el avance físico de las obras al administrador del portal informático Infobras a nivel nacional.

### ***2.3.7 Organismo Técnico de la Administración de Servicios de Saneamiento***

OTASS, es una entidad adscrita al MVCS, promueve y ejecuta la política del sector saneamiento en materia de gestión y administración de la prestación de los servicios de saneamiento. Asimismo, brinda asistencia técnica a las empresas prestadoras de servicios de saneamiento y demás prestadores del ámbito urbano, a fin de contribuir a la mejora de la gestión y la administración de estos servicios y por tanto a la mejora de la calidad de vida de la población.

OTASS dirige el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), fortalece las capacidades de los prestadores urbanos de los servicios de saneamiento y promueve la integración de los prestadores y sus procesos, para lograr su sostenibilidad (Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento, 2020).

### ***2.3.8 Entidades Relacionadas en el Proceso***

#### **2.3.8.1 Autoridad Nacional del Agua**

Autoriza volúmenes de agua que utilizan y/o distribuyen los prestadores de servicios de agua, da autorizaciones de vertimiento y reúso de agua residual tratada, y autoriza obras en fuentes naturales de agua.

#### **2.3.8.2 Servicio Nacional De Áreas Naturales Protegidas**

El SERNANP “es el ente rector del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado– SINANPE, y realiza su trabajo en coordinación con gobiernos regionales, gobiernos locales y EPS. Por lo tanto, una obra de saneamiento no puede realizarse si está catalogada

como área natural protegida” (Servicio Natural de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, 2020).

#### **2.3.8.3 Ministerio de Cultura**

Es el responsable de emitir el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), “documento mediante el cual el Estado certifica que, en un área determinada, no existen vestigios arqueológicos en superficie. Todos los proyectos de inversión sean públicos o privados están obligados a contar con el CIRA antes de dar inicio a sus obras” (Ministerio de Cultura, 2020).

#### **2.3.8.4 Superintendencia Nacional de Registros Públicos**

Es el responsable para la ejecución de los actos de adquisición, disposición, administración, registro y control de los bienes de propiedad estatal. Tiene el portafolio de predios del estado, en ese sentido se debe consultar si el terreno de la obra pertenece a una entidad estatal diferente a la unidad ejecutora, para evitar paralización y fomentar la cesión del mismo.

#### **2.3.8.5 Superintendencia Nacional de Bienes Estatales**

Es el responsable del saneamiento físico legal de predios a nivel nacional, proceso mediante el cual se regulariza la documentación de la propiedad del terreno, y luego de la construcción de la obra sobre el predio con el objeto de obtener la titulación o acreditación idónea para su acceso a los Registros Públicos. Una obra de saneamiento debe ser construida sobre un terreno que este a nombre de la unidad ejecutora beneficiaria.

#### **2.3.8.6 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental**

Siendo las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) un componente importante de las obras de saneamiento urbano, el OEFA ejerce funciones de evaluación, supervisión y fiscalización en lo referido al tratamiento de las aguas residuales provenientes de las actividades económicas de distintos sectores de la economía (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014).

## **2.4 Proyectos de Saneamiento**

### **¿Qué se entiende por servicios de abastecimiento de Agua Potable (AP) y Alcantarillado Sanitario (AS)?**

En la publicación de la Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil – Ministerio de Economía y Finanzas, señala que el servicio de abastecimiento de agua potable (AP) es el que se brinda a los usuarios mediante el conjunto de instalaciones, infraestructura, maquinaria y equipos utilizados en los procesos de captación, almacenamiento y conducción de agua cruda; y para el tratamiento, el almacenamiento, la conducción y la distribución de AP. Como parte de la distribución se consideran, las conexiones domiciliarias y las piletas públicas, con sus respectivos medidores de consumo, y otros medios de distribución que pudieran utilizarse en condiciones sanitarias. El servicio de alcantarillado sanitario (AS) es el que se brinda a los usuarios mediante el conjunto de instalaciones, infraestructura, maquinarias y equipos utilizados para los procesos de recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales en condiciones sanitarias. Los proyectos dirigidos a crear, ampliar, mejorar o recuperar los servicios de abastecimiento de AP y AS pueden abarcar todos los elementos indicados en el párrafo anterior o algunos de ellos, siempre que se sustente que determinados elementos no presentan problemas o no aplican, según cada caso específico. El diagnóstico por realizar para cada Proyecto de Inversión Pública (PIP), debe ser de carácter integral, y cubrir la problemática existente, desde la captación de agua superficial o subterránea hasta el tratamiento de las aguas residuales y su disposición final (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015).

#### **2.4.1 Elementos de un Proyecto de Saneamiento Urbano**

De acuerdo a la definición del Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil – Ministerio de Economía y Finanzas, un proyecto de inversión pública puede intervenir en los sistemas de agua potable (AP) y alcantarillado sanitario (AS) en forma integral o en algunos de sus elementos. Esta definición de los elementos (5 en AP y 3 en AS) servirá de ayuda al momento de definir el nombre del PIP (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015). La información consultada ha sido consolidada en la tabla 1 para elementos de AP y la tabla 2 para elementos de AS.

**Tabla 1: Elementos de Proyecto de Agua Potable**

<b>Elementos</b>	<b>Tipo de Estructuras</b>
Captación	Estructura de captación de agua superficial (río, lago, manantial, mar). Pueden incluir o no instalaciones de bombeo. Estructuras de captación de agua subterránea (pozos, galerías filtrantes, manantial).
Conducción	Líneas de conducción (por gravedad). Estaciones de bombeo y rebombeo (incluye cisternas). Líneas de impulsión (por bombeo).
Tratamiento de Agua Potable (AP)	Instalaciones según tipo de tratamiento (mezcla, floculación sedimentación, filmación, laboratorio, almacenamiento y/o bombeo de agua tratada, plantas compactas).
Almacenamiento	Reservorios elevados. Reservorios apoyados. Reservorios semienterrados.
Distribución	Líneas de aducción. Redes matrices. Redes secundarias. Estaciones de bombeo y rebombeo (incluye cisternas). Líneas de impulsión. Conexiones domiciliarias. Medidores.

Fuente: Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil – Ministerio de Economía y Finanzas.

**Tabla 2: Elementos de Proyecto de Alcantarillado Sanitario**

<b>Elementos</b>	<b>Tipos de Estructuras</b>
Recolección	Conexiones domiciliarias. Colectores secundarios. Colectores primarios. Cámaras de bombeo y líneas de impulsión. Emisores.
Tratamiento de AR	Tanque Imhoff, tanque séptico. Lagunas de estabilización (primarias, secundarias, terciarias). Filtros percoladores. Lodos activados. Reactores anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFA). Otros.
Disposición Final	Canal abierto. Canal cerrado. Línea de conducción (por tubería). Otros.

Fuente: Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil – Ministerio de Economía y Finanzas.

## **2.4.2 Formulación de Proyectos de Inversión**

### **¿Quiénes son competentes para formular PIP de servicios de saneamiento?**

La formulación corresponde a los Gobiernos Locales y las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS), a menos que exista un convenio por el cual se autoriza dicha formulación a un Gobierno Regional.

### **Consistencia del estudio de preinversión a nivel de perfil con el registro en el Banco de Proyectos**

La Unidad Formuladora (UF) debe verificar que la información que se registra sobre el PIP, en los sistemas del MEF es consistente con la información que se encuentra en el estudio de preinversión formulado. La Oficina de Programación e Inversiones (OPI) correspondiente también debe efectuar esta verificación, de manera previa a la emisión de su informe técnico sobre la evaluación del proyecto.

### **Verificación de que no exista duplicidad ni fraccionamiento de proyecto**

La UF y la OPI verifican que el PIP no se duplique con otros proyectos de saneamiento que se encuentren en cualquier fase del Ciclo del Proyecto y, tampoco que sea un proyecto fraccionado. La duplicidad de un proyecto se refiere a constatar que, en el Banco de Proyectos del Invierte.PE, no exista otro PIP registrado con los mismos objetivos, beneficiarios, localización geográfica y componentes de los sistemas. El fraccionamiento se refiere a verificar que no se trata de un PIP que sólo aborda una parte de la solución del problema y que para obtener los beneficios esperados requiere de la ejecución de otros elementos, a través de otros PIP.

### **Proyectos y Programas de Inversión Pública**

Los proyectos de AP y AS, por lo general, se formulan, de manera independiente, para cada centro poblado (metrópoli, ciudad, villa, pueblo y caserío). En el caso especial, de que varios centros poblados pertenecientes al mismo distrito, fueran a utilizar, de manera común, algún elemento del sistema (por ejemplo, la captación y línea de conducción/impulsión), se puede formular un solo proyecto. No obstante, al tratarse como un solo proyecto, los servicios en el interior de cada centro poblado se deben analizar de manera independiente (por ejemplo, el almacenamiento o las redes de distribución o de recolección). Los programas de inversión, pueden incluir un conjunto de proyectos, para un determinado ámbito territorial, que pueden

ser del mismo o un diferente sector, y que, al llevarse a cabo, de manera integrada y coordinada permitan alcanzar un objetivo superior, resultando conveniente para el país por las sinergias que traiga consigo.

### **2.4.3 Características de un Proyecto de Saneamiento**

- **Naturaleza de la intervención:** Acciones que el proyecto ejecutará para solucionar el problema identificado.
  - **Instalación:** Permite dotar del servicio a una localidad o centro poblado que está totalmente desprovisto de éste.
  - **Rehabilitación:** Permite recuperar la capacidad normal del servicio existente sin cambio en la capacidad del sistema.
  - **Mejoramiento u Optimización:** Permite mejorar una o más características de la calidad del servicio suministrado a los usuarios conectados. Incluye el aumento de la capacidad del sistema o la eliminación de “cuellos de botella”.
  - **Ampliación:** Intervenciones en uno o varios componentes del sistema que permiten ampliar la cobertura del servicio.
  - **Recuperación o Reposición:** Intervenciones orientadas a la recuperación parcial o total de la capacidad de prestación del servicio, cuya infraestructura ha sido dañada o destruida, ya sea por desastres u otras causas. Incluye intervenciones de reconstrucción. Puede implicar cambios en la capacidad o la calidad de los servicios respecto a la situación previa.
- **Objeto de la intervención:** servicio de agua potable, servicio de disposición de excretas (mediante el uso de letrinas) o ambos. En casos excepcionales se considera alcantarillado y/o tratamiento de aguas residuales, sobre todo, cuando se trate de rehabilitación, mejoramiento o ampliación de la infraestructura existente.
- **Localización geográfica:** de acuerdo con el área de influencia del proyecto, precisa la(s) localidad(es) y/o centro(s) poblado(s) beneficiado(s). Incluye esquemas de macro y micro localización.

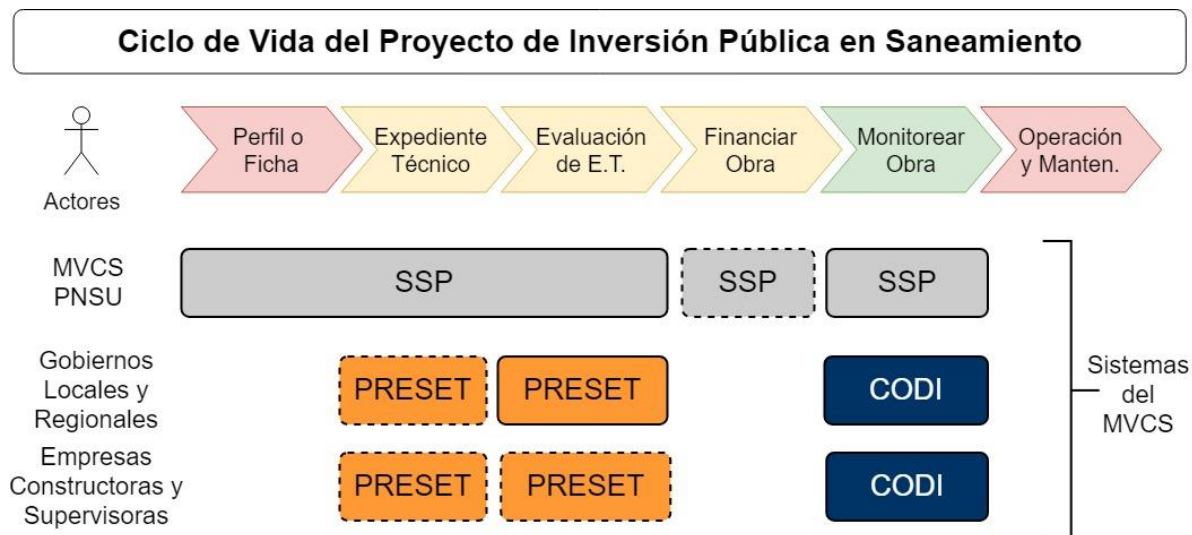
### **2.4.4 Ciclo de Vida del Proyecto de Saneamiento**

Actualmente para temas de saneamiento dentro del MVCS, el ciclo de vida del proyecto se puede dividir en seis etapas, dichas etapas están dentro del marco de la Ley de Contrataciones del Estado Peruano – Obras, el sistema nacional de inversiones – Invierte.pe, y las normativas



de saneamiento del sector. Podemos resumir dicho proceso, y su interacción con los diferentes actores y sistemas de información del MVCS en la siguiente figura:

**Figura 8: Ciclo de Vida del PIP de Saneamiento**



Fuente: Elaboración Propia

#### 2.4.4.1 Elaboración de Perfil de Proyecto

- **Definición de los aspectos generales:** Descripción breve del proyecto que incluye la definición del nombre, la identificación de la Unidad Formuladora y la Unidad Ejecutora, la matriz de involucrados y el marco de referencia del proyecto.
- **Identificación:** Diagnóstico situacional de los servicios de agua potable, saneamiento y alcantarillado de la localidad, definición del proyecto y el objetivo de la inversión. Con la información se podrá elegir la mejor alternativa de solución.
- **Formulación:** Organiza y procesa la información de cada alternativa del proyecto. Dicha información sirve para evaluar y seleccionar la mejor solución al problema de saneamiento básico existente.
- **Evaluación:** Identifica las situaciones de los servicios, que puede estar relacionada a la capacidad real y optimizada del servicio ya existente o a la condición en que quedará el servicio luego de ejecutarse el proyecto.
- **Ficha Técnica:** Las Fichas Técnicas Simplificadas se utilizarán para la formulación y evaluación de proyectos con montos de inversión a precios de mercado menores o iguales a 750 UIT. Las Fichas Técnicas para proyectos estándar se utilizan para la formulación y evaluación de proyectos estandarizados con montos de inversión a precios de mercado

mayores a 750 UIT y menores o iguales a una línea de corte aprobada por el Sector funcionalmente competente. Para ambos casos existen plantillas electrónicas que forman parte de los estudios de preinversión o inversión de proyectos.

#### **2.4.4.2 Elaboración de Expediente Técnico**

El expediente técnico es un conjunto de documentos de carácter técnico y/o económico que permiten la adecuada ejecución de una obra el cual comprende principalmente: la memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto de obra, valor referencial, fecha del presupuesto, análisis de precios, calendario de avance de obra valorizado, fórmulas polinómicas. Para los proyectos de Obras de Saneamiento, el expediente técnico debe incluir: partidas registrales de terrenos, estudio de impacto ambiental (EIA), acreditación de disponibilidad hídrica, certificado de inexistencia de restos arqueológicos (CIRA), entre otros.

El PNSU en el marco de la implementación de la PRESET publicó la Guía de Elaboración de Expedientes Técnicos de Saneamiento en el año 2016, desde ese entonces no se ha vuelto a actualizar (PNSU, 2016). Adicionalmente, de acuerdo al sistema nacional de inversión pública - Invierte.pe, los contenidos del expediente técnicos son válidos durante tres años con posibilidad de extender su validez dos años adicionales, verificando que aún sea factible técnicamente. Sin embargo, el presupuesto de las obras por un tema de inflación y regulación del mercado son válidos solamente por un período de nueve meses.

Finalmente, el expediente técnico culminado es aprobado mediante una Resolución de Alcaldía o una Resolución de Gobierno Regional o por Acuerdo de Directorio en una EPS.

#### **2.4.4.3 Evaluación de Expediente Técnico**

La evaluación de expedientes técnicos se realiza en el marco de la Resolución Ministerial RM-155-2017-VIVIENDA y sus modificatorias publicadas el mismo año (Ministerio de Vivienda 2017).

- **Registro y Carga de Archivos:** Esta etapa inicia cuando la Unidad Ejecutora registra el proyecto en la PRESET, validado previamente que sea de cierre de brechas y que pertenezca a saneamiento. Luego se procede a empezar con la carga de archivos requeridos

para el expediente técnico para cada uno de los tres ámbitos permitidos: rural, pequeña ciudad y EPS.

- **Admisibilidad a Trámite:** Esta etapa inicia cuando todos los archivos necesarios de acuerdo al ámbito son cargados en la PRESET por la Unidad Ejecutora. Tiene por finalidad verificar el cumplimiento de requisitos establecidos para la presentación de las solicitudes de financiamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, dichos requisitos están orientados al cumplimiento de la normatividad del sector y las exigencias para la ejecución de inversiones en saneamiento. Si la solicitud de financiamiento presentada no cumple con los requisitos de admisibilidad se procede a la devolución a la entidad solicitante. Esta etapa tiene una duración de siete (07) días hábiles. En caso de existir observaciones por parte del MVCS, la Unidad Ejecutora tiene un plazo de cuarenta y cinco (45) días hábiles para subsanar, de lo contrario el proyecto entra en estado “inadmisible” y debe volver a presentarse.
- **Puntajes:** Tiene como objetivo establecer una priorización del financiamiento de los proyectos, dando mayor relevancia al cierre de brechas. Los puntajes se otorgan en base a la evaluación de un conjunto de criterios establecidos por el sector (incluidos en varias tablas a la RM mencionada), valorando la contribución de las inversiones al cumplimiento de la Política Nacional de Saneamiento y metas del sector. Se considera lo siguiente:
  - o Criterio de inclusión social: Relacionado al nivel de pobreza.
  - o Criterio de asignación eficiente: Relacionado al cierre de brechas.
  - o Criterio de capacidad presupuestal: Relacionado al cofinanciamiento.
  - o Criterio de universalidad: Relacionado a transferencias previas.

Esta etapa tiene una duración máxima de dos (02) días hábiles y no existen observaciones, los puntajes van de 0 a 100, y aquellos proyectos que superan los 50 puntos pasan a la siguiente etapa.

- **Calidad:** Esta etapa es la más larga y minuciosa de todas, donde interviene uno o varios ingenieros dependiendo de la envergadura del proyecto. Comprende la revisión y evaluación de la calidad de la planificación y los diseños de la ingeniería, desde los planos hasta los presupuestos unitarios, se revisan archivos en formato PDF y otros como excel para los presupuestos del sistema S10 y autocad para los planos.

Esta etapa tiene una duración máxima de entre 15 a 30 días hábiles dependiendo del monto del proyecto a ser financiado. En caso se presenten observaciones de parte del MVCS, las

unidades ejecutoras tienen un plazo máximo de hasta sesenta (60) días hábiles para subsanar las mismas, de lo contrario se declara automáticamente como “no apto”.

- **Solicitud de Financiamiento:** Para los expedientes técnicos que han sido declarados aptos en la PRESET, se les genera automáticamente un “certificado de aprobación técnica” con el cual pueden proceder a solicitar el “posible” financiamiento de su proyecto al MVCS a través de la mesa de partes.

#### **2.4.4.4 Financiamiento**

En esta etapa ingresan los proyectos que han sido aprobados en PRESET. El PNSU emite un informe de viabilidad del proyecto recomendando su financiamiento dado que su calidad técnica está garantizada. En esta etapa la Oficina de Programación Multianual de Inversiones (OPMI) de la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto (OGPP) evalúa todos los proyectos que ingresan mediante la Resolución Ministerial RM-013-2020-VIVIENDA. Los proyectos que vienen aprobados desde PRESET, compiten con otros proyectos como aquellos del sector VIVIENDA, aquellos priorizados mediante Ley de Presupuesto por el MEF y la Presidencia de la República, los proyectos que han dejado de estar paralizados; e incluso los proyectos que han iniciado su construcción en años fiscales anteriores. Las inversiones están orientadas con un enfoque de cierre de brechas. Esta etapa del proceso no se encuentra sistematizada dentro del MVCS, y la OPMI solamente usa los sistemas que el MEF pone a disposición (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020).

Esta etapa actualmente culmina cuando la OPMI realiza la prelación de todas las inversiones necesarias y priorizadas para el año fiscal correspondiente, aquellas inversiones que no se han tomado en cuenta pasar al Banco de Inversiones con posibilidad de ser financiadas en los próximos tres años.

Para el caso específico de los proyectos de saneamiento aprobados en la PRESET, luego del informe técnico del PNSU y la autorización de la OPMI, se procede a firmar los convenios de cada proyecto donde se establecen las reglas de juego para el financiamiento del total o una parte de la obra que se piensa construir por parte de las unidades ejecutoras. Dichos convenios salen publicados en conjunto mediante un Decreto Supremo que autoriza a que el dinero del PNSU sea transferido a favor de las unidades ejecutoras.

#### **2.4.4.5 Monitoreo de La Obra**

Es la etapa principal para nuestro trabajo de investigación, para lo cual la hemos dividido en tres fases:

##### ***2.4.4.5.1 Etapa Previa a la Ejecución de Obra***

Esta etapa inicia cuando el dinero del financiamiento es recibido por la unidad ejecutora, esta transferencia se realiza a una cuenta contable especial para donaciones. La unidad ejecutora lo que debe hacer es transferir internamente ese dinero a una cuenta para ejecución y con eso puede empezar a disponer del dinero para realizar los adelantos correspondientes.

Cuando se dispone del dinero se inician los actos preparatorios al proceso de selección, en este período se realiza el estudio de mercado en base al monto del expediente técnico donde se determina el monto referencial que será el tomado en cuenta para que los postores, tanto para la ejecución y la supervisión, emitan sus ofertas técnico económicas. Dichas ofertas deben estar en el rango de entre el 90% y 110% del monto del expediente técnico. El proceso puede impugnarse por parte de los postores, también pueden realizar consultas u observaciones a las bases del concurso, lo cual dilata los tiempos. Finalmente, se da la buena pro y se firman los contratos tanto con la empresa constructora (ejecutora) y con la empresa supervisora. La primera debe nombrar a un ingeniero con experiencia como Residente de Obra, mientras que la segunda debe nombrar a un ingeniero con experiencia como Supervisor de Obra.

##### ***2.4.4.5.2 Etapa de Ejecución de la Obra***

Durante esta etapa se inicia la construcción de la obra e inicia con los adelantos correspondientes para la empresa constructora y la empresa supervisora, se inaugura el Cuaderno de Obra con el asiento de apertura registrando los datos básicos de la obra. En este Cuaderno de Obra se registran las incidencias diarias de la obra como, por ejemplo: compra de materiales, recepción de materiales, incidentes de seguridad y salud en el trabajo, presentación de valorizaciones, coordinaciones, etc.

Es importante que el presupuesto de la obra esté actualizado para esta etapa, dado que, de no ser así, la empresa constructora va a exigir un pago mayor al acordado en el contrato y esto puede ser causal de paralización en la obra por abandono en la ejecución o de problemas judiciales que terminan en un arbitraje internacional. Asimismo, es importante que los terrenos

sobre los cuales van a construirse la obra estén totalmente saneados, de no ser así esto puede ser causal de paralización en la obra por conflictos sociales.

La empresa constructora debe emitir todos los meses las valorizaciones de la obra donde consten los gastos realizados, y por ende el avance físico ejecutado, el avance financiero ejecutado y su correspondencia con los avances programados en el expediente técnico. Estas valorizaciones deben ser visadas por la empresa supervisora, y enviadas a la Unidad Ejecutora, la cual envía copia al MVCS y usa estos documentos para poder seguir transfiriendo dinero a las empresas.

Por temas que están fuera del control de las empresas constructora y supervisora, y que no tienen nada que ver con el contenido del expediente técnico pueden presentarse ampliaciones del plazo establecido. Por ejemplo, en el año 2020 por temas de la pandemia del Covid19 todas las obras fueron paralizadas y sus calendarios han sido aplazados.

Por defectos en los expedientes técnicos pueden requerirse modificaciones a los cálculos o estructuras diseñadas, y por lo tanto eso conlleva a mayores plazos de ejecución y mayores montos de inversión. Por último, cuando hay omisiones serias en el expediente técnico puede que algún componente necesario para la operación de la obra no haya sido considerado como algún equipo especial mecánico para bombeo de aguas. Cuando suceden estos temas, se autorizan previa justificación los “adicionales de obra”, que son como etapas adicionales de la obra.

#### **2.4.4.5.3 Etapa de Liquidación de Contratos**

Cuando la obra culmina su avance físico al 100%, la obra es entregada a la Unidad Ejecutora y es aquí que se realiza la transferencia física de la obra. Se realiza la liquidación del contrato de ejecución de obra y del contrato de supervisión de obra. Finalmente, se presenta el informe de culminación de contrato de obra y supervisión. Se cierra el Cuaderno de Obra.

#### **2.4.4.6 Operación y Mantenimiento**

En esta etapa las obras pasan a ser administradas por los gobiernos locales, por las empresas prestadoras de servicios de saneamiento o por las juntas de saneamiento en los centros poblados, el horizonte del tiempo de vida media de una obra de saneamiento es de 90 a 100

años; en ese sentido, la calidad de la ingeniería de una obra de saneamiento debe estar garantizada para que no existan trabajos de reparación, y solamente existan trabajos de mantenimiento programados cada cierto tiempo por un desgaste natural de los materiales de los cuales está construida. (MEF. 2021)

## **2.5 Plataforma Digitales de Saneamiento Urbano**

### ***2.5.1 Plataforma de Registro, Evaluación y Seguimiento de Expedientes Técnicos (PRESET)***

Este sistema fue oficializado mediante Resolución Ministerial RM-258-2017-VIVIENDA (Ministerio de Vivienda, 2017). Esta plataforma es un complemento del SSP durante la etapa de evaluación de expedientes técnicos, y sirve para que los gobiernos locales y regionales puedan realizar el trámite de la evaluación de los expedientes técnicos de obras de saneamiento de una manera totalmente digital, gratuita y en un tiempo no mayor a cuatro (04) meses. Los expedientes técnicos que se evalúan en esta plataforma pertenecen a obras realizadas por transferencias financieras en los ámbitos rural y urbano, las cuales buscan reducir la brecha existente de falta de agua potable y alcantarillado en sus localidades. La PRESET permite cargar todos los componentes del expediente técnico para que sea revisado de manera minuciosa por los ingenieros del PNSU a través del Sistema de Seguimiento de Proyectos (SSP), en caso de existir observaciones, la PRESET guarda una trazabilidad de todas las versiones de los expedientes técnicos generados.

### ***2.5.2 Sistema de Seguimiento De Proyectos (SSP)***

Este sistema es el encargado de registrar la información del ministerio relacionada a los proyectos e intervenciones del mismo, básicamente existen tres tipos de intervenciones que se realizan: las obras por administración directa, las obras por transferencia financiera y las obras realizadas a través de núcleos ejecutores. Este sistema es utilizado por los ingenieros de los diferentes programas y direcciones generales del Ministerio de Vivienda.

Existen módulos para la consulta de dicha información, para el registro y para la visualización de reportes puntuales. Existe también un módulo de consulta pública en el cual cualquier ciudadano o persona a nivel mundial puede saber el estado de los proyectos e intervenciones del ministerio en cualquier distrito a nivel nacional.

El SSP interactúa con la PRESET en la etapa de evaluación de expedientes técnicos, todos los formularios de las evaluaciones normativas y otras consideraciones adicionales son incluidos en un módulo especial creado para el tema. Acá también se asignan los proyectos a los especialistas de acuerdo a la región, y se incluye el mantenimiento de usuarios.

El SSP actualmente no tiene una interacción real con el CODI para la etapa de Monitoreo de la Obra. La única interacción existente es con el SIAF para los desembolsos presupuestales, con el MEF para actualizar ciertos valores y con la aplicación móvil de monitoreo del MVCS. En ese sentido, son los monitores del PNSU los que ingresan información de todas las fases del monitoreo, documentos importantes, documentos oficiales como las valorizaciones y reportan de primera mano los avances físicos y financieros. Situación que la implementación del Cuaderno de Obra Digital (CODI) busca mejorar.

### **2.5.3 Cuaderno de Obra Digital (CODI)**

Este sistema fue oficializado mediante Resolución Ministerial RM-104-2020-VIVIENDA (Ministerio de Vivienda, 2020). El desarrollo del Cuaderno de Obra Digital, se enmarca dentro del Decreto de Urgencia N° 006-2020 “Crea el Sistema Nacional de Transformación Digital” y el Decreto Legislativo N° 1444, que modifica la Ley de Contrataciones del Estado Peruano (Ley N° 30225), con lo cual el MVCS, en coordinación con el Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado (OSCE), se disponen en implementar la primera herramienta digital para el registro en línea de las acciones que desarrollan los profesionales autorizados a registrar en un cuaderno de obra durante la ejecución de un proyecto, como son: supervisor de obra, residente de obra e inspector de obra.

El sistema ha sido desarrollado íntegramente por la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) del MVCS por medio de su Oficina de Tecnologías de la información, y alojado en servidores propios del Data Center de la Sede Institucional.

El cuaderno de Obra Digital, interactúa de manera muy básica con el Sistema de Seguimiento de Proyectos (SSP) para obtener la información base y la ayuda memoria respecto de un proyecto (MVCS, 2019). El acceso se realiza mediante perfiles, de acuerdo a las funciones y responsabilidades asignadas al personal de obra:

- Perfil Supervisor: Asignado el supervisor o jefe de supervisión de la obra.



- Perfil Inspector: Asignado el inspector o jefe de inspección de la obra
- Perfil Residente: Asignado el residente de obra en representación del contratista.

Se pueden realizar los siguientes registros en la plataforma:

- Asientos de la Obra: Se genera con la información registrada a diario por el residente, supervisor y/o inspector, se pueden responder asientos creados por otros roles, se les puede agregar un panel fotográfico con georreferencia, y debe firmarse cada asiento digitalmente.
- Estado de Ejecución de Obra: A cargo del residente de la obra quien verificará y actualizará permanentemente la siguiente información.
  - o Reportar eventos que podrían poner en riesgos el cumplimiento de las obligaciones contractuales.
  - o Reportar el avance real y el programado, lo cual se contrastará con la valorización aprobada.

Toda esta información debe ser visada por el supervisor/inspector.

- Plan de Calidad
  - o Se reportan los registros de calidad generados por procedimientos e instrucciones de trabajo; indicando el porcentaje de eficiencia del sistema de aseguramiento de calidad, el número de ítem, especialidad, código de formato, porcentaje de eficiencia por mes correspondiente y acumulado de obra.
  - o Los tipos de protocolo disponibles como parte de la aprobación del “plan de calidad” son: Vaciado del concreto, Colocación de acero, Encofrados, Movimientos de tierra, Trazo y replanteo, Pruebas hidráulicas, Acabados de pisos, Enchapes, Albañilería, Pintura y Otros.
- Impacto Ambiental
  - o Se registrarán las acciones de mitigación de los impactos negativos identificados en el Plan de Manejo ambiental (PMA). Se dispondrán de indicadores mensualizados y totales por obra.
- Seguridad y Salud Ocupacional
  - o Se registran las estadísticas de seguridad y salud ocupacional generados en el cumplimiento de los procedimientos e instrucciones de trabajo. Se dispondrán de indicadores mensualizados y totales por obra.

Finalmente, contiene un módulo de reportes para los asientos de obra registrados a diario.

## **2.6 Metodologías y Marcos de Trabajo**

### **2.6.1 PMBOK - Guía de Los Fundamentos para La Dirección De Proyectos**

El PMBOK (Project Management Body of Knowledge) es un estándar de gestión de proyectos que recoge las mejores prácticas del sector, gestionado y actualizado periódicamente por el PMI, se considera la sexta edición que fue lanzada en septiembre del 2017.

#### **2.6.1.1 Fundamentos de la Guía del PMBOK**

La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, reúne las buenas prácticas de conocimientos, habilidades y técnicas para los procesos de dirección de proyectos. Esta guía define al proyecto como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. “El esfuerzo temporal es una producción de entregables para cumplir los objetivos del proyecto que tiene un inicio y un final. Se considera que el proyecto ha finalizado cuando el objetivo se ha logrado; no obstante, el proyecto también puede finalizar cuando se cancela porque el monto de financiamiento se agotó, el cliente ya no necesita el producto o servicio, la organización decide no culminar el proyecto, los recursos humanos o físicos ya no están disponibles, o por algún tema legal” (Project Management Institute, 2017).

#### **2.6.1.2 Importancia de La Dirección de Proyectos**

La Dirección de Proyectos es una disciplina que en la guía del PMBOK se define como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con sus requisitos. Esto se logra mediante la aplicación e integración de los procesos de dirección de proyectos (Project Management Institute, 2017).

Para la organización, la eficacia de la dirección del proyecto permitiría cumplir con el objetivo del negocio, satisfacer a los interesados, aumentar la posibilidad del éxito, entregar el producto adecuado en el momento adecuado, responder a los riesgos oportunamente, gestionar las restricciones, optimizar los recursos de la organización, etcétera; todo esto desarrollado dentro de un marco ético que puede ser el de la organización y/o el código de ética y conducta profesional del PMI. El Director del Proyecto trabaja con el equipo y otros interesados, es responsable de determinar cuáles serán las mejores combinaciones de los procesos y adaptarlas para dirigir el proyecto.

### 2.6.1.3 Áreas de Conocimiento de La Dirección de Proyectos

Las Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos son campos o áreas de especialización que se emplean comúnmente al dirigir proyectos. Un Área de Conocimiento es un conjunto de procesos asociados a un tema particular de la dirección de proyectos. Estas 10 Áreas de Conocimiento se utilizan en la mayoría de los proyectos, la mayoría de las veces. Las necesidades de un proyecto específico pueden requerir Áreas de Conocimiento adicionales. (Project Management Institute, 2017).

Las 10 Áreas de Conocimiento son:

- **Gestión de la Integración del Proyecto:** incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.
- **Gestión del Alcance del Proyecto:** incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito.
- **Gestión del Cronograma del Proyecto:** incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.
- **Gestión de los Costos del Proyecto:** incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
- **Gestión de la Calidad del Proyecto:** incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.
- **Gestión de los Recursos del Proyecto:** incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.
- **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** incluye los procesos requeridos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.
- **Gestión de los Riesgos del Proyecto:** incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto.

- **Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:** incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto.
- **Gestión de los Interesados del Proyecto:** incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.

#### **2.6.1.4 CONSTRUCTION EXTENSION (Extensión de Construcción)**

CONSTRUCTION EXTENSION describe los principios generalmente aceptados en los proyectos de construcción que no son comunes a los demás tipos de proyectos. El esquema organizativo sigue las Áreas de conocimiento del PMBOK Guide, con excepción de algunos procesos puntuales. Mientras la PMBOK Guide brinda un fundamento general para la gestión de proyectos, la CONSTRUCTION EXTENSION se enfoca en las prácticas específicas para proyectos de construcción. Los gestores de proyectos que trabajan en la industria de la construcción (AEC) y otras relacionadas, deberían utilizar ambos documentos para la ejecución de sus actividades. (PMI - CONSTRUCTION EXTENSION, 2017)

Este documento busca mejorar la eficiencia y efectividad en la gestión de proyectos de construcción e incluye herramientas, técnicas, procedimientos, procesos y lecciones aprendidas aplicadas a la industria. La audiencia de dicho documento incluye, pero no se limita a:

- Gestores de proyectos y gestores de construcción.
- Contratistas y subcontratistas.
- Especialistas de construcción.
- Arquitectos, diseñadores e ingenieros.
- Agencias regulatorias y gubernamentales y ONG.
- Grupos ambientalistas y comunitarios.
- etc.

Se han realizado modificaciones en las 10 Áreas de Conocimiento como se indica en la Figura 9, haciendo especial énfasis en la Gestión de Recursos del Proyecto y adicionando dos áreas más:

- Gestión de Higiene, Seguridad, Seguridad Patrimonial y Medio Ambiente (HSSE) del Proyecto.
- Gestión de las Finanzas del Proyecto.
- También se considera como ANEXO la Gestión de Reclamos en Construcción.

**Figura 9: Mapeo de Grupo de Procesos y Áreas de Conocimiento**

Knowledge Areas	Project Management Process Groups				
	Initiating Process Group	Planning Process Group	Executing Process Group	Monitoring and Controlling Process Group	Closing Process Group
4. Project Integration Management	■	■	■	■	■
5. Project Scope Management		■		■	
6. Project Schedule Management		■		■	
7. Project Cost Management		■		■	
8. Project Quality Management		■	■	■	
9. Project Resource Management		■	■	●	●
10. Project Communications Management		■	■	■	
11. Project Risk Management		■		■	
12. Project Procurement Management		■	■	■	■
13. Project Stakeholder Management	■	■	■	■	
14. Project Health, Safety, Security, and Environmental Management		●	●	●	
15. Project Financial Management		●		●	

■ PMBOK® Guide Knowledge Areas and Process Groups included in Construction Extension  
 ● Construction-specific Knowledge Areas and Process Groups unique to Construction Extension

Fuente: (PMI - CONSTRUCTION EXTENSION, 2017)

## 2.6.2 PM4R

El PM4R (Project Management for Results) comenzó el año 2011 con la elaboración de una metodología basada en la Guía del PMBOK®, estándar internacional de gestión de proyectos del PMI® (Project Management Institute). El PM4R es la primera metodología de gestión de proyectos de desarrollo para América Latina y el Caribe. Como resultado de continuos éxitos aplicando el PM4R a la gestión de los proyectos que el Banco Interamericano de Desarrollo financia, el enfoque PM4R Agile que aquí se presenta, constituye un salto hacia el futuro para la gestión de los proyectos de desarrollo. PM4R Agile es un enfoque para gestionar proyectos o “partes” del proyecto de manera iterativa e incremental en ciclos cortos cuando se requiere

una visibilidad de resultados en poco tiempo. Por lo tanto, no sustituye a la Guía PM4R, la complementa. (Project Management for Results, 2018).

El enfoque PM4R Agile está basado en la guía Agile Practice Guide y recoge buenas prácticas de Agile PM (PRINCE 2) y Scrum. Representa un cambio cultural en la gestión de proyectos de desarrollo y en particular una nueva manera de trabajar de las personas que forman el equipo de un proyecto.

### **2.6.3 BIM - Building Information Modeling**

#### **2.6.3.1 Definición**

BIM son las siglas de Building Information Modeling, el cual es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción (IdeaIngeniería, 2018). La metodología BIM es una herramienta de trabajo basada en el uso de un software dinámico de gestión de datos de una infraestructura civil a lo largo de la totalidad de su ciclo de vida, abarcando las tres fases generales más importantes de un proyecto: Diseño, Construcción y Mantenimiento.

BIM se utiliza para diseñar y documentar diseños de construcción e infraestructura. Todos los detalles de un edificio se modelan en BIM. El modelo puede utilizarse para análisis, a fin de explorar opciones de diseño y crear visualizaciones que ayuden a las partes interesadas a comprender cómo se verá el edificio antes de construirlo.

BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D) (BuildingSmart, 2020).

#### **2.6.3.2 Dimensiones BIM**

Las distintas etapas de diseño y gestión de una infraestructura, junto con las fases de mantenimiento y desmantelamiento de la misma, transcurren inmersas en una dinámica de trabajo en la que pueden destacarse siete dimensiones diferentes (EspacioBIM, 2020):

- 1D o idea: Partes de una idea con unas primeras estimaciones.
- 2D o el boceto: Plantea los materiales y las bases para la sostenibilidad del proyecto.

- 3D Coordinación: Sirve para detectar interferencias entre los modelos de las diferentes especialidades, permitiéndote eliminar los conflictos en la obra.
- 4D o Planificación de obra: Utiliza el modelo para planificar el trabajo ajustando los procesos con la variable tiempo. El modelado 4D es una herramienta de visualización y comunicación muy útil, que puede dar al Equipo de proyecto, una mejor comprensión de los hitos del proyecto y los planes de construcción.
- 5D o Medición y presupuesto de obra: Utiliza el modelo para el control de costes en cada una de las fases del proyecto, construcción, operación y mantenimiento.
- 6D o Certificación energética: Vas a utilizar el modelo para poder realizar cálculos, análisis y estudios energéticos.
- 7D o Gestión de activos (Registro del modelo): Vuelca en el modelo las condiciones físicas de los elementos estructurales, arquitectónicos y MEP, así como las instrucciones específicas para operaciones y mantenimiento. También, puedes utilizar el modelo para gestionar a corto y largo plazo las repercusiones financieras de cualquier modificación en el edificio, programar dichos costes y establecer un programa de mantenimiento del edificio.

**Figura 10: Ciclo de vida de la Edificación**



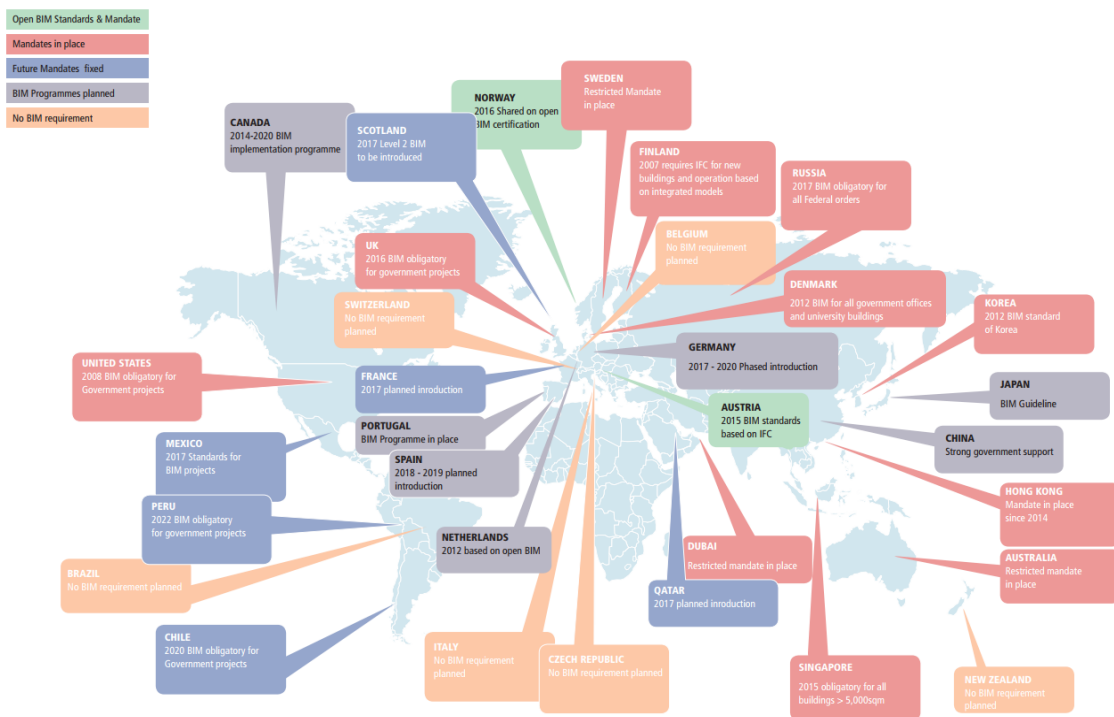
Fuente: Espacio BIM - <https://www.espaciobim.com/metodologia-bim>

### 2.6.3.3 Posicionamiento Global

Según la ONU, en 2050, la población mundial será de 9,7 mil millones. La industria global de diseñadores, ingenieros y contratistas (AEC) debe buscar formas más inteligentes y eficientes de diseñar y construir no sólo como un medio de estar al día con la demanda global, sino para ayudar a crear espacios que sean más inteligentes y también más duraderos.

BIM no solo permite a los equipos de diseño y construcción trabajar de forma más eficiente, sino que también les permite capturar los datos que crean durante el proceso para brindar beneficios a las operaciones y las actividades de mantenimiento. Esta es la razón por la que los mandatos de BIM están aumentando en el mundo.

Figura 11: Mandato de BIM a nivel mundial



Fuente: (Construction IT Alliance Limited, 2017).

BIM es reconocido como una herramienta central en las políticas globales y nacionales dedicadas al desarrollo de la infraestructura y la construcción de cada país, fundamental para la revitalización de la economía global. Por este motivo muchos países han iniciado el proceso de digitalización en el sector de Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC - Architecture Engineering and Construction). (Biblus, 2020).



A continuación, se mencionan los avances en los países más relevantes (Biblus, 2020; EuropeanBimSummit, 2020):

- **REINO UNIDO:** Se ha colocado en primer lugar en Europa en el desarrollo de la construcción; debido a que desde el año 2011 se debe utilizar modelos BIM para cualquier proyecto público y en grandes infraestructuras.
- **FRANCIA:** El Plan de Transición Digital para la Construcción (*Plan Transition Numérique dans le Bâtiment*) promovido por el gobierno francés, apunta al año 2022 para la completa difusión de la estrategia BIM en el diseño/gestión de obras públicas, en grandes infraestructuras, así como en construcciones privadas.
- **ALEMANIA:** En el año 2015, Alemania comenzó a inspirarse en el ejemplo del Reino Unido. Las políticas estatales alemanas han tomado forma con la aprobación del plan para la construcción digital que destaca la importancia de una planificación cuidadosa y una digitalización de los procesos, como paso obligatorio para desarrollar el sector. El uso del BIM será obligatorio para todos los proyectos alemanes de transporte e infraestructura para fines del año 2020.
- **BRASIL:** En junio del año 2017, se estableció en Brasil el *Comité Estratégico para la implementación del BIM* (CE-BIM) y un *Grupo de Apoyo Técnico* (CAT-BIM) con 6 grupos ad hoc que se ocupan de temas específicos. Brasil también adopta el BIM haciéndolo obligatorio a partir del 2021.
- **ARGENTINA:** Adoptó en agosto del año 2019 un plan que conducirá a la adopción del BIM a partir del año 2025 para todas las obras públicas. El propósito de este plan es desarrollar un conjunto ordenado de principios, directrices y procedimientos para regular y establecer una metodología de trabajo para los sectores de obras públicas interesados en la implementación de procesos BIM.
- **ESTADOS UNIDOS:** En América del Norte, y en particular en los Estados Unidos, nació el BIM; allí fue experimentado y controlado hasta establecerse y difundirse sucesivamente a nivel mundial. Sin embargo, en los Estados Unidos, después de una primera fase de implementación, debido a la fuerte fragmentación entre las Instituciones federales y los estados federales, el proceso de transformación del sector AEC perdió el impulso inicial. Hoy, la digitalización de los procesos de construcción en los Estados Unidos ha vuelto a ganar impulso gracias a 2 aspectos fundamentales que han permitido un mayor progreso en la productividad en el mundo de la construcción estadounidense: la **estandarización** y la **colaboración**.

#### **2.6.3.4 BIM en el Perú**

El 28 de julio de 2019, mediante el Decreto Supremo N. 237-2019-EF, se aprobó “El Plan Nacional de Competitividad y Productividad” y se estableció la adopción progresiva de la metodología BIM en el sector público. Asimismo, mediante el Decreto Supremo N. 289-2019-EF se aprobaron las disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública de las entidades y empresas públicas sujetas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones. (MEF, 2020)

El Plan BIM Perú es un instrumento de gestión que define los objetivos y acciones estratégicas para la utilización progresiva de la metodología BIM en las inversiones públicas al año 2030. Nacido con la finalidad de garantizar e incrementar una adecuada ejecución de las inversiones públicas en edificaciones e infraestructura, mejorando la calidad y eficiencia de los proyectos desde su diseño, durante su diseño, construcción, operación y hasta su mantenimiento.

##### **2.6.3.4.1 Utilización de Metodología BIM en Inversiones Públicas**

La Dirección General de Programación Multianual de Inversiones del MEF, presentó el 06 de agosto del 2020 el documento “Lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones públicas”; con la finalidad de orientar sobre la utilización de esta metodología durante las fases de desarrollo de las mismas; así como establecer pautas mínimas para su aplicación. Este documento contiene criterios mínimos a considerar para el uso de la metodología BIM en inversiones públicas determinadas e identificadas por las entidades para la implementación progresiva de la metodología BIM. (MEF, 2020)

#### **USOS BIM**

Se aplican progresivamente y de acuerdo con la madurez digital de la cadena de valor y la necesidad de cada inversión. Se considera la aplicación de los siguientes Usos BIM:

- Para identificar información
- Para obtener información
- Para cuantificar costos y tiempos
- Para generar nueva información
- Para analizar y procesar información.
- Coordinar procesos de diseño y construcción
- Para comunicar e intercambiar

## **UTILIZACIÓN EN UNA INVERSIÓN DETERMINADA**

Para el uso de la metodología BIM, la entidad considera los siguientes parámetros:

- Generación del Modelo BIM.
- Alcances del Modelo BIM
- Determinación de las especificaciones y la entrega de información
- Digitalización y movilidad de la información
- Coordinación de diseño
- Comunicación colaborativa
- Entregables
- Plan de Ejecución BIM.

## **PLAN DE EJECUCIÓN BIM**

Es el documento que se elabora y acompaña cada fase del desarrollo o ejecución de cada inversión, que contiene las características técnicas, roles, funciones, metodología de trabajo e hitos y productos a entregar, para que la inversión incorpore el Modelo BIM. Asimismo, el Plan de Ejecución BIM debe ser actualizado conforme a las modificaciones que se presenten durante la ejecución de la inversión pública.

El Plan de Ejecución BIM debe contener como mínimo lo siguiente:

- Las consideraciones previas para obtener el Modelo BIM.
- El Nivel de Información o Desarrollo de los elementos BIM o Modelo BIM, incluyendo la explicación y sustento de lo que se considera alcanzar en cada fase de la inversión determinada y para cada caso, conforme al(los) objetivo(s) general(es) y específico(s) del Modelo BIM.
- La definición del Entorno Común de Datos.
- La definición de los roles y responsabilidades de cada uno de los operadores involucrados en el desarrollo del proyecto, a fin de buscar el cumplimiento de lo establecido en el Plan de Ejecución BIM.
- La definición de las actividades de los operadores involucrados en el desarrollo de la inversión pública, a fin de asegurar que el Modelo BIM cumpla con las consideraciones previas para obtenerlo. Se recomienda que la definición de las actividades de los operadores se realice de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Peruana ISO/TS 12911:2018

Guía Marco para el modelado de información de la edificación (BIM) o la norma que la sustituya.

#### 2.6.4 BIM y Project Management en el Sector de la Construcción

BIM se está convirtiendo en la herramienta indispensable para los proyectos de construcción; y el Plan de Ejecución BIM puede y debe integrarse en los Project Management Plans. El Plan de Ejecución BIM engloba muchas de las tareas que ya realiza el PMBOK y las áreas de la extensión para Construcción como: recopilación de requisitos del proyecto, identificación de Stakeholders, determinación de alcance (BIM goals), identificación de Usos BIM en el ciclo de vida del proyecto (planificación, diseño, construcción y operación), se proponen entregables y plantillas de verificación de calidad, se estudian los procesos, etc.; pero con el diferenciador que el entregable fundamental es el modelamiento virtual del proyecto de construcción.

**Figura 12: Integración de PMBOK y BIM**



Fuente: Betancor, 2019 - <https://bit.ly/39ovv1y>

Una verdadera asociación entre BIM y la Dirección Integrada de Proyectos influirá en la configuración del equipo del proyecto, cómo se escriben los contratos, cómo se comparte el riesgo, cómo se toman las decisiones, y las herramientas que se utilizan para comunicar información. En definitiva, integrar BIM a los proyectos, no solo es un instrumento de gestión de la complejidad del diseño, sino que sirve para gestionar los riesgos durante la construcción y post-construcción. (Pampliega, 2015).

## **HERRAMIENTA DE COMUNICACIÓN E INTEGRACIÓN**

BIM permite informar a los clientes/stakeholders acerca de lo realista del proyecto, permitiendo visualizar mediante modelamiento virtual el proyecto terminado; lo cual permite alcanzar la satisfacción de los clientes/stakeholders

BIM brinda una mejor coordinación y colaboración entre los distintos profesionales que intervienen en el diseño, mejorando la planificación y gestión del proyecto. Se llegan a establecer relaciones de trabajo más estrechas entre todas las partes – arquitectos, ingenieros estructurales, consultores y contratistas mecánicos y eléctricos. Es posible disponer de una comprensión más clara de cuál es el diseño del edificio; lo cual servirá a todos los involucrados en el proceso de diseño, especificación y construcción para entender los detalles y requisitos que les afecta.

BIM permite el trabajo colaborativo desde la fase de pre-construcción, facilitando en el desarrollo de proyecto agentes que antes no lo hacían como contratista general, facilities managers, subcontratistas, fabricantes... Esto es gracias a los servidores BIM como los de Revit o ArchiCAD que dan acceso a la maqueta virtual a dichos agentes o bien mediante la exportación del modelo a IFC y su monitorización y chequeo a través de visualizadores gratuitos como Solibri o Tekla BIMsight, por poner dos ejemplos.

## **MONITOREO Y CONTROL**

La gestión de los cambios del proyecto se puede realizar durante las primeras etapas, lo cual es más económico en comparación a realizarlos luego de iniciada la construcción; además, el programa de construcción se puede planificar mucho antes incluyendo las modificaciones que se plantea la constructora durante la licitación.

Tradicionalmente, los problemas o retrasos en la obra no se identifican hasta muy tarde, una vez se hayan ejecutado las partidas. Esto causa frustración, incomodidad, disminución de la productividad y los retrasos. Se debe tener en cuenta que mediante el modelamiento virtual es posible realizar la detección y corrección de errores en fase de diseño antes muy costosos en fase de construcción.

### **2.6.5 4RI - La Cuarta Revolución Industrial**

La Cuarta Revolución Industrial se caracteriza por la fusión de tecnologías en prueba o desarrollo y que están desintegrando las diferentes fronteras físicas, digitales, y biológica. El concepto Cuarta Revolución Industrial fue acuñado por Klaus Schwab en el contexto de la edición del Foro Económico Mundial 2016. Schwab sostiene que si la tercera revolución industrial es la revolución digital que ha estado en vigor desde mediados del siglo XX, que se caracteriza por una fusión de tecnologías que está difuminando las líneas entre lo físico, esferas digitales y biológicas; esta cuarta etapa está marcada por avances tecnológicos emergentes en una serie de campos, incluyendo robótica, inteligencia artificial, cadena de bloques, nanotecnología, computación cuántica, biotecnología, internet de las cosas, impresión 3D, y vehículos autónomos. Esta «Industria 4.0» es la tendencia actual de automatización y el intercambio de datos, particularmente en el marco de las tecnologías de manufactura y desarrollo. Principalmente incluye los sistemas ciber físicos, el Internet de las cosas y la computación en la nube (Wikipedia, 2020).

La Industria 4.0 crea lo que se conoce como "fábricas inteligentes". Dentro de la estructura modular de una fábrica inteligente, los sistemas ciber físicos controlan los procesos físicos, crean una copia virtual del mundo físico y toman decisiones descentralizadas. En el Internet de las cosas, los sistemas ciber físicos se comunican y cooperan entre sí, al mismo tiempo que lo hacen con los humanos en tiempo real y vía Internet. Ambos servicios internos y de organización son ofrecidos y utilizados por los participantes de la cadena de valor.

### **2.6.6 Uso de Tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial (4RI) en Agua y Saneamiento en América Latina y El Caribe**

Con el fin de cumplir con los propósitos del Objetivo 6 de Desarrollo Sostenible (ODS 6) de las Naciones Unidas, el Panel de Alto Nivel sobre el Agua hizo un llamado a realizar “un cambio fundamental en la manera en que el mundo concibe y gestiona el agua”, al tiempo que advirtió que, de no tomarse acción alguna, podría producirse un 40% de escasez en la disponibilidad de agua para el año 2030. Dado que las soluciones de financiamiento y las tecnologías tradicionales han demostrado no ser suficientes para resolver estos desafíos, ha surgido una urgente necesidad de desarrollar soluciones innovadoras para resolver las cuestiones de escasez y calidad del agua a nivel global. Por suerte, los importantes avances tecnológicos producidos por la Cuarta Revolución Industrial (4RI) han aportado nuevas

herramientas para acelerar el progreso en el cumplimiento de los objetivos fijados en la Agenda 2030. El término general 4RI designa una serie de nuevas tecnologías emergentes y disruptivas tales como la inteligencia artificial (AI), Big Data, la Internet de las Cosas (IoT), blockchain, drones y la realidad virtual y aumentada (RV/RA), por mencionar solo algunas de ellas. La 4RI provee métodos revolucionarios de organización, producción y distribución basados en la transformación digital y automatización que pueden borrar los límites entre los objetos físicos, convirtiéndolos en un amplio y complejo sistema de elementos interconectados e interdependientes. (BID, 2020)

### ***2.6.7 Sistema de Información Geográfica***

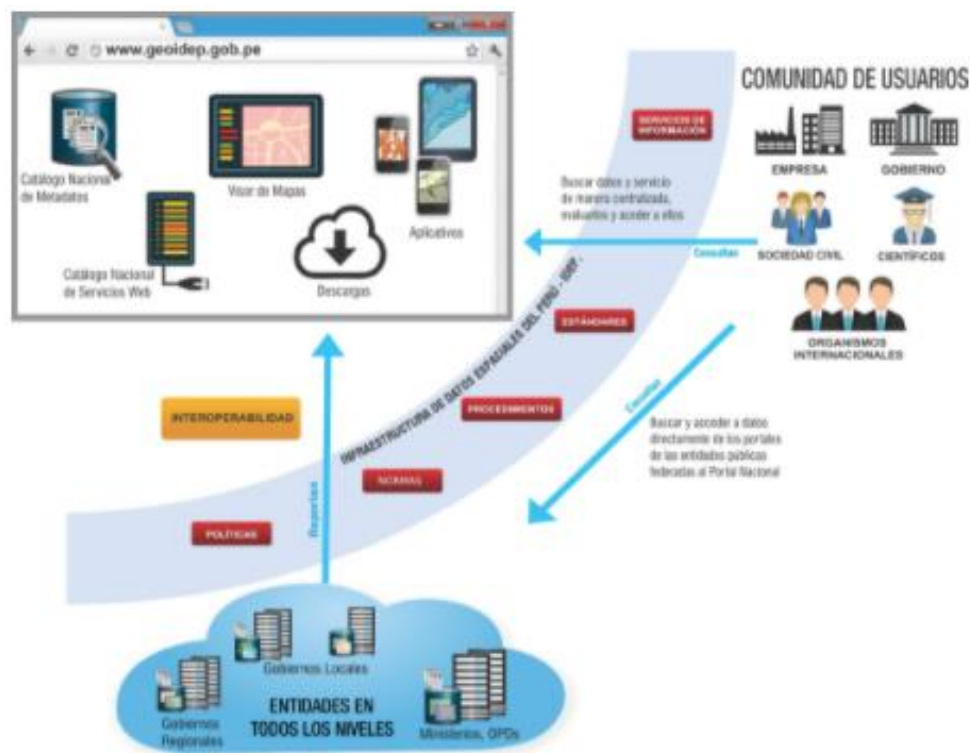
Es una tecnología conocida popularmente como GIS por las siglas en inglés (Geographical Information System). Es un conjunto de herramientas de hardware, software y datos geográficos para capturar, almacenar, manipular, analizar, organizar y desplegar información geográficamente referenciada usando capas de información para las visualizaciones, utiliza mapas y escenas en 2D/3D, con el propósito de resolver problemas complejos de planificación territorial y de gestión a nivel mundial. Actualmente es utilizada en diferentes actividades como: transporte, seguridad, medio ambiente, planificación territorial y urbana, comercio, logística, agricultura entre otros.

Esta tecnología ha cambiado la forma en que las personas interactúan con la información geográfica. La cartografía, que se encarga de estudiar y elaborar mapas geográficos con el objeto de producir información virtual del espacio territorial es una herramienta útil en el sector construcción; asimismo, el uso del GPS (Sistema de Posicionamiento Global, por sus siglas en inglés) que es un sistema de localización para estimar posición, velocidad y tiempo.

En la actualidad, los satélites y herramientas de mapeo digital han cambiado la cartografía moderna, la ciencia y la habilidad de crear mapas, en un campo impulsado por la tecnología. El empleo de mapas digitales ha dado un salto en los últimos años, con el triunfo de los GPS económicos y autoinstalables que se ha extendido, a tal punto que los GPS son utilizados en actividades cotidianas para ubicar personas, vehículos, equipos móviles y monitorearlos en tiempo real. Con los mapas se puede compartir cualquier cosa, y pueden ir a cualquier parte. Los mapas de SIG funcionan en línea y en cualquier smartphone y se puede acceder a ellos en cualquier momento.

En el Perú, entidades públicas y privadas hacen uso de herramientas SIG con diferentes fines tanto en el sector transporte, comunicaciones, vivienda, saneamiento, estudios demográficos, etc. GEOIDEP, creada por la Secretaria de Gobierno Digital (SEGDI) de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), es la plataforma de información de datos espaciales del Perú. Es una plataforma colaborativa, mantenido por las entidades públicas productoras de datos espaciales, que ponen a disposición de los ciudadanos, empresas y el mismo gobierno, información geográfica relevante, concertada y oficial del territorio nacional.

**Figura 13: Arquitectura Lógica del Nodo Central de Datos Espaciales del Perú**



Fuente: GEOIDEP Perú - [www.geoidep.gob.pe](http://www.geoidep.gob.pe)

### 2.6.8 Energía Sustentable - Renovable

Es aquella energía que se puede obtener de fuentes naturales como el sol, el aire, la lluvia y el agua, se basan en la producción de calor o de electricidad que, posteriormente, son utilizados para el consumo y trae beneficios importantes para la población como mitigar los efectos del cambio climático, los recursos no agotan, asegurando permanente energía, es un factor económico del país por la generación de empleos y por el costo del servicio, por estas razones su uso a nivel global se va incrementando.



La energía solar, que se obtiene a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol. A través de placas solares se absorbe la radiación solar y se transforma en electricidad. También existe la energía solar termoeléctrica, que es aquella que utiliza la radiación solar para calentar un fluido (que puede ser agua), hasta que genere vapor, y accione una turbina que genera electricidad. Es la manera más sencilla de conseguir electricidad en una zona aislada, rural o de difícil acceso.

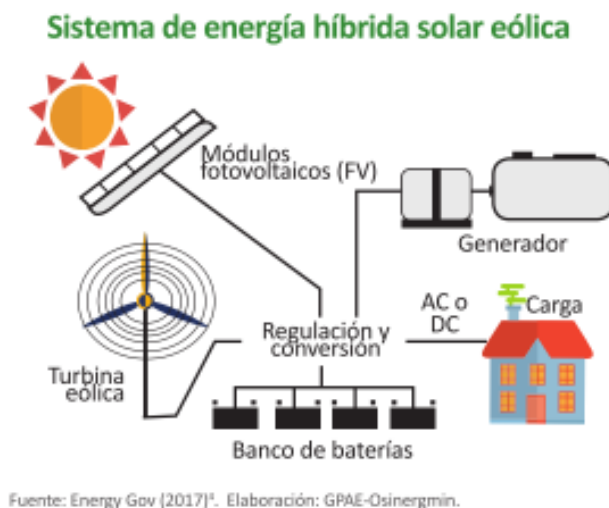
- La energía eólica, que se obtiene a partir de la fuerza de las corrientes del viento, es la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, convertida en otras formas útiles de energía para las actividades humanas. En la actualidad, la energía eólica se utiliza, principalmente, para producir electricidad mediante aerogeneradores conectados a las grandes redes de distribución. Los molinos de viento que están en los parques eólicos están conectados a generadores de electricidad que transforman en energía eléctrica el viento hace girar sus aspas.
- La energía hidráulica, que se obtiene con el almacenaje de la energía contenida en las corrientes de ríos y presas. Utiliza la fuerza del agua en su curso para generar la energía eléctrica y se produce, normalmente, en presas.
- Biogás, es una energía producida biodegradando materia orgánica en depósitos sin oxígeno, así se genera un gas combustible que se utiliza para producir energía eléctrica.
- La energía mareomotriz o undimotriz, que se obtiene al almacenar la energía contenida por la fuerza de mares y océanos.
- La energía geotérmica, que aprovecha las altas temperaturas de yacimientos bajo la superficie terrestre (normalmente volcánicos) para la generación de energía a través del calor.

La tecnología solar híbrida combina la energía solar con otra energía. Según la energía con la que se combine es una hibridación: renovable (biomasa, energía eólica) o no renovable (combustible fósil). Debido a que los tiempos de funcionamiento máximo para sistemas eólicos y solares ocurren en diferentes momentos del día y del año, los sistemas híbridos tienen más probabilidades de producir energía cuando la necesiten. Así, combinan múltiples fuentes para entregar energía eléctrica no intermitente.

La energía solar fotovoltaica consiste en la obtención de electricidad directamente de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o una

deposición de metales sobre un sustrato denominado célula solar de película fina. Los paneles solares fotovoltaicos no producen calor que se pueda aprovechar, aunque hay líneas de investigación sobre paneles híbridos que permiten generar energía eléctrica y térmica al mismo tiempo. Estos paneles son apropiados para proyectos de electrificación rural en zonas que no cuentan con red eléctrica, instalaciones sencillas en azoteas y de autoconsumo fotovoltaico.

**Figura 14: Sistema de energía híbrida solar eólica**



Fuente: Energy Gov 2017 – Elaboración: GPAE – Osinergmin

## 2.6.9 LEAN CONSTRUCTION

Lean Construction es una filosofía de trabajo con innumerables ventajas competitivas, pero, ¿cómo surge esta tendencia? A finales del siglo XX Toyota abarcó el 40% del mercado japonés aplicando una nueva filosofía en la producción de la industria automovilística. Dicha filosofía proporcionaba mejor calidad a menor coste, con plazos de entrega más cortos y eliminando las pérdidas. Como resultado, 30 años después esta filosofía se aplica globalmente en todas las industrias bajo el término “Lean” (Evalore, 2019).

### 2.6.9.1 Lean: Mínimas Pérdidas, Máximo Valor

La denominación Lean se utiliza para aquellos sistemas productivos que optimizan los recursos disponibles, garantizando menos defectos en el producto y mayor variedad. Su origen se encuentra en el Sistema de Producción Toyota (TPS) desarrollado tras la Segunda Guerra Mundial por los japoneses. El TPS buscaba eliminar lo más posible las actividades que no añadieran valor al producto final proporcionando una mejor calidad a menor coste.

### 2.6.9.2 ¿Qué es Lean Construction?

El Lean Construction se define como la optimización de las actividades que agregan valor a un proyecto constructivo mientras se reducen o eliminan las que no lo hacen. Para ello, Lean Construction desarrolla herramientas específicas aplicadas a la ejecución de obra y a instaurar un sistema productivo que elimine o minimice los residuos.

En el Lean Construction se establecen 8 categorías de desperdicios o residuos:

- Talento no utilizado; no utilizar la experiencia, conocimiento y creatividad del personal.
- Inventario; exceso de materia prima, productos y procesos no en uso.
- Movimiento; movimientos innecesarios realizados por el personal.
- Espera; tiempo perdido mientras se espera por el próximo paso en el proceso.
- Transporte; movimiento innecesario de productos y materia prima.
- Defectos; información, productos o servicios incorrectos o incompletos.
- Sobreproducción; producción demás o antes de que se necesite.
- Sobreprocesamiento; más trabajo o calidad más alta de la que el cliente requiere.

Lean Construction se enfoca en mejorar tres procesos con el objetivo de aumentar la eficiencia:

- **Transformación:** minimizando o eliminando los flujos, entendidos éstos como el recorrido que los materiales completan hasta su instalación en obra.
- **Planificación:** definiendo criterios y estrategias para alcanzar los objetivos del proyecto.
- **Control:** asegurando que cada actividad se realizará en la secuencia prevista.

El Lean Construction, tiene como objetivo encontrar la excelencia, no solo del producto final, sino también para la empresa responsable. Para ello, se busca aplicar la filosofía a todo el ciclo de vida completo de un proyecto:

- Diseño, Ingeniería, Pre-Comercialización, Marketing y ventas, Ejecución, Post-Venta, Atención al cliente, Mantenimiento, Administración, Logística y relación de suministros

### 2.6.10 Contratos NEC

NEC es una familia de contratos que facilita la implementación de principios y prácticas sólidas de gestión de proyectos, así como la definición de relaciones legales. Es adecuado para la contratación de una amplia gama de obras, servicios y suministros, desde grandes proyectos marco hasta obras menores y compra de suministros y bienes. La implementación de los

contratos NEC3 ha generado importantes beneficios para los proyectos tanto a nivel nacional como internacional en términos de tiempo, ahorro de costos y mejora de la calidad (NEC, 2020).

#### **2.6.10.1 Funcionamiento**

NEC produce una amplia gama de contratos definitivos de gestión de proyectos de extremo a extremo que permiten a los usuarios entregar proyectos: A tiempo, dentro del presupuesto y con los más altos estándares. La suite es excepcionalmente flexible y se puede utilizar para la adquisición de obras, servicios y bienes en todos los sectores, incluidos los públicos y privados, edificios e infraestructura, plantas y equipos, así como todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto, desde la planificación, el diseño y desde la dirección de proyectos hasta la construcción, mantenimiento y gestión de instalaciones. Cada contrato está respaldado por notas de orientación y diagramas de flujo asociados, que detallan exactamente qué procedimientos deben seguirse por quién y cuándo.

#### **2.6.10.2 Estructura**

Los principales contratos NEC3, contratos cortos y subcontratos pueden agruparse ampliamente en Trabajos, Servicios y Suministro, la elección de la forma NEC3 depende de la complejidad del proyecto y el nivel de riesgo. Hay algunas características nuevas e innovadoras y nuevos contratos en la suite NEC4 que ayudarán a los usuarios a lograr más mejoras en la eficiencia y los resultados de sus proyectos y programas de trabajo.

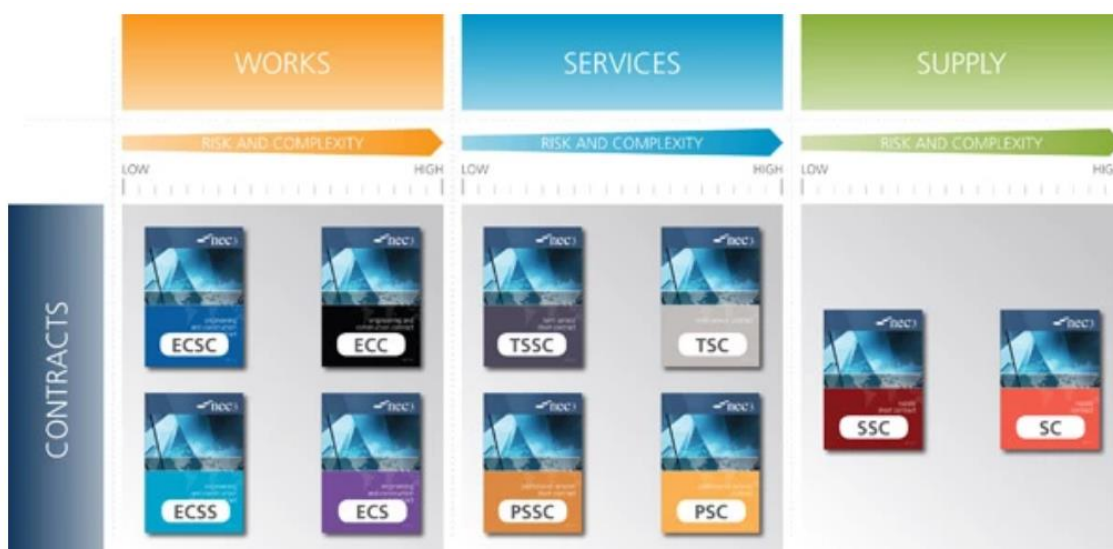
- **Trabajos:** Las obras abarcan compras como la construcción, remodelación y desmantelamiento de edificios, estructuras, plantas de proceso e infraestructura, que incluyen todo, desde casas, escuelas, hospitales e instalaciones de ocio hasta infraestructura para agua, energía, transporte, industria y residuos.
- **Servicios:** Los servicios incluyen compras de servicios profesionales como trabajos de ingeniería, arquitectura, gestión de proyectos y consultoría. También cubre servicios compuestos como gestión de instalaciones, limpieza, catering, seguridad, mantenimiento y procesamiento de datos.
- **Suministro:** El suministro incluye el suministro de bienes de alto valor y servicios asociados como transformadores, generadores, material rodante, grúas, pórticos y plantas complejas. También incluye artículos de menor riesgo como materiales y productos de construcción, material de oficina, equipo de protección personal y repuestos.

### 2.6.10.3 Tipos De Contratos

- **Contrato de Ingeniería y Construcción (ECC):** es adecuado para cualquier contrato de construcción y para cualquier sector de la industria, en el contrato ECC se encuentran 6 opciones las cuales son:
  - **Opción A:** Contrato con precio con horario de actividades.
  - **Opción B:** Contrato con precio con lista de cantidades.
  - **Opción C:** Contrato objetivo con programas de actividades.
  - **Opción D:** Contrato objetivo con lista de cantidades.
  - **Opción E:** Contrato con costo reembolsable.
  - **Opción F:** Contrato de gestión.
- **Subcontrato de Ingeniería y Construcción (ECS):** similar en detalle y complejidad de requisitos contractuales al contrato ECC, permite al contratista subarrendar el proyecto a un subcontratista.
- **Contrato corto de Ingeniería y Construcción (ECSC):** es una versión abreviada del contrato ECC y es más adecuada cuando el contrato se considera de “bajo riesgo” en un proyecto de pocos cambios esperados.
- **Subcontrato corto de Ingeniería y Construcción (ECSS):** permite al contratista subarrendar un contrato más simple y de menor riesgo en el futuro a un subcontratista, es consecutivo con el ECSC.
- **Contrato de Servicio a Plazo / Contrato de Servicio a corto Plazo (TSC / TSSC):** se basa en operaciones y mantenimiento, el contrato es para garantizar que se mantenga cierto estándar.
- **Contrato de servicio profesional (PSC):** es aplicable para cualquier persona que brinde un servicio, las cláusulas son similares a las ECC por lo que el contratista, subcontratistas y profesionales tienen prácticamente las mismas obligaciones a seguir entre sí.
- **Contrato corto de servicio profesional (PSSC):** es para asignaciones más simples y menos complejas que el PSC.
- **Contrato de Suministro / Contrato de Suministro corto (SC / SSC):** en este contrato se imponen los requisitos contractuales adicionales durante el periodo de adquisición y fabricación.

En la Figura 15 se muestra la relación entre Trabajo, Servicio y Suministros y los distintos tipos de Contratos NEC que los incluyen.

**Figura 15: Tipos de Contratos NEC**



Fuente: NEC CONTRACT - <https://www.neccontract.com/About-NEC/How-NEC-Contracts-Works>

## 2.7 Normativas Vigentes

### 2.7.1 Ley de Contrataciones del Estado

Actualmente se encuentra vigente la **Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado**, publicada en el Diario Oficial El Peruano el 11 de julio de 2014; y se declararon modificatorias con Decreto Legislativo N° 1341 y Decreto Legislativo N° 1444 (vigente desde el 30 de enero de 2019 hasta la actualidad), los cuales sirven de referencia para el análisis y desarrollo del proyecto de investigación.

- La Ley de contrataciones del Estado “*tiene por finalidad establecer normas orientadas a maximizar el valor de los recursos públicos que se invierten y a promover la actuación bajo el enfoque de gestión por resultados en las contrataciones de bienes, servicios y obras, de tal manera que estas se efectúen en forma oportuna y bajo las mejores condiciones de precio y calidad, permitan el cumplimiento de los fines públicos y tengan una repercusión positiva en las condiciones de vida de los ciudadanos*”.
- Las contrataciones del Estado se desarrollan con fundamento en una serie de principios que sirven de criterio interpretativo e integrador para su aplicación, sin perjuicio de la aplicación de otros principios generales del derecho público.
- Adicionalmente la Ley de Contrataciones contempla Supuestos excluidos de aplicación que están sujetos a supervisión e involucra a las contrataciones de obras principalmente en los supuestos de convenios por colaboración u otros de naturaleza análoga, suscritos entre entidades; asimismo, refiere sobre las responsabilidades relacionadas con la supervisión de

la Entidad ya sea ésta en forma directa o a través de terceros; además, refiere sobre los impedimentos existentes para contratar con el Estado Peruano.

- Es importante entender que para los procesos de contratación las entidades deben utilizar el procedimiento correcto, por tal motivo la Ley de contrataciones define que Licitación Pública se utiliza para la contratación de bienes y obras mientras que el Concurso Público, para la contratación de servicios. Por otro lado, la Adjudicación Simplificada se utiliza para la contratación de bienes y servicios, así como para la ejecución de obras, cuyo valor estimado o referencial, según corresponda, se encuentre dentro de los márgenes que establece la ley de presupuesto del sector público. Las entidades pueden realizar Contrataciones Directas con determinado proveedor; sin embargo, para las contrataciones de obras, en la Ley de contrataciones se consideran varios supuestos para ser considerado como tal.
- Un contrato, puede ser modificado en los siguientes supuestos: ejecución de prestaciones adicionales, reducción de prestaciones, autorización de ampliaciones de plazo, y otros contemplados en la Ley y el reglamento.

### **2.7.2 INVIERTE.PE - Cierre de Brechas**

Actualmente se encuentra en vigencia el Decreto Legislativo N° 1435 publicado el 16 de septiembre de 2018, donde se establece la implementación y funcionamiento del Fondo Invierte para el Desarrollo Territorial – FIDT; asimismo, el Decreto Legislativo N° 1486 establece disposiciones para mejorar y optimizar la ejecución de las inversiones públicas.

El Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones tiene la finalidad de orientar el uso de los recursos públicos destinados a la inversión, para la efectiva prestación de servicios y la provisión de la infraestructura necesaria para el desarrollo del país, y son de aplicación obligatoria de las entidades del Sector Público No Financiero, que son agrupadas por sectores solo para efectos del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones; y en el caso de los Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales se agrupan según su nivel de gobierno respectivo.

El Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones se rige por dos pilares rectores referidos a la programación multianual, a los fondos públicos y a recursos destinados a la inversión:

### 2.7.2.1 Pilares de INVIERTE.PE

#### ➤ Programación Multianual de Inversiones (PMI)

- **Eficacia:** Lograr una mejor orientación del gasto de inversión hacia el cierre de brechas más prioritarias.
- **Lógica:** Se conceptualiza y dimensiona la necesidad de inversión (brechas) y su importancia respecto a otras necesidades (criterios de priorización).

#### ➤ Formulación y Evaluación (F&E)

- **Eficiencia:** Lograr más activos o infraestructura con igual o menor cantidad de recursos disponibles de inversión.
- **Lógica:** Se selecciona la opción de inversión que contribuye a cerrar con mayor eficiencia la brecha detectada (comparando los beneficios y costos de las diferentes opciones).

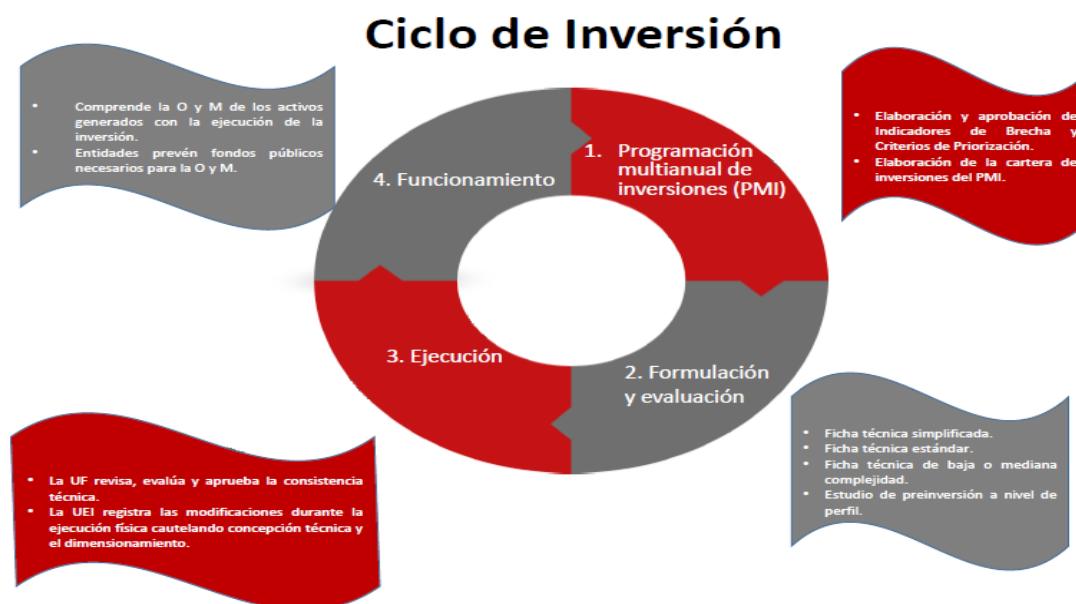
Con la aplicación del PMI (eficacia) y F&E (eficiencia), se mejora la calidad de la inversión pública.

### 2.7.2.2 El Ciclo de Inversión

El Ministerio de Economía y Finanzas lo define como el proceso mediante el cual un proyecto de inversión es concebido, diseñado, evaluado, ejecutado y genera sus beneficios para la efectiva prestación de servicios y la provisión de la infraestructura necesaria para el desarrollo del país. Consta de cuatro fases:



Figura 16: Ciclo de Inversión



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas - <https://www.gob.pe/mef>

### 2.7.3 Leyes del Sector Saneamiento

#### 2.7.3.1 Ley Marco de La Gestión y Prestación de Los Servicios de Saneamiento

Tiene por objeto y finalidad establecer normas que rigen la prestación de los servicios de saneamiento a nivel nacional, en los ámbitos urbano y rural, así lograr el acceso universal, el aseguramiento de la calidad y la prestación eficiente y sostenible. Asimismo, establecer medidas orientadas a la gestión eficiente de los prestadores de los servicios de saneamiento.

La aplicación de esta Ley es obligatoria para todos los prestadores de los servicios de saneamiento en el territorio nacional, incluyendo las municipalidades, y a las entidades de la administración pública con competencias vinculadas con la prestación, regulación, rectoría, supervisión, fiscalización, sanción y financiamiento, entre otros, de los servicios de saneamiento.

Entre los principios que se basa esta Ley se tiene:

- **Acceso Universal:** acceso a los servicios de saneamiento, con eficiencia, sostenibilidad y calidad.
- **Esencialidad:** Los servicios de saneamiento son servicios públicos esenciales por su impacto en la salud de la población, el ambiente y el desarrollo económico sustentable.

Es importante señalar que la prestación de los servicios de saneamiento comprende la prestación regular de: servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas residuales para disposición final o reutilización y disposición sanitaria de excretas; en los ámbitos urbano y rural.

### 2.7.3.2 Política Nacional de Saneamiento

El Decreto Supremo N° 007-2017-VIVIENDA aprueba la Política Nacional de Saneamiento como instrumento de desarrollo del sector saneamiento, orientada a alcanzar el acceso y la cobertura universal a los servicios de saneamiento en los ámbitos urbano y rural.

**Figura 17: Objetivos de la Política Nacional de Saneamiento**



Fuente: Política Nacional de Saneamiento

## 2.8 Pandemia Mundial

### 2.8.1 COVID-19

La COVID-19 es la enfermedad infecciosa causada por el coronavirus. Tanto este nuevo virus como la enfermedad que provoca eran desconocidos antes de que estallara el brote en Wuhan (región de China) en diciembre de 2019. Actualmente la COVID-19 es una pandemia que afecta a la gran mayoría de países de todo el mundo (Organización Mundial de la Salud, 2020).

## 2.8.2 Estadísticas EN PERÚ Y EL MUNDO

A nivel Mundial (World Health Organization, 2021):

- A nivel mundial la información reportada por la OMS al 24 de enero de 2021 es de 97,464,094 casos confirmados y 2,112,689 personas fallecidas.
- A nivel continental, el continente americano es el nuevo foco de la infección, con 43,456,972 de casos confirmados y 999,894 personas fallecidas.

A nivel Perú (Ministerio de Salud, 2021):

- Nuestro país en comparación con el resto del mundo está en el puesto en el ranking N° 18 de casos confirmados y en el puesto N° 15 de muertes; la información reportada por el Ministerio de Salud al 22 de enero de 2021 es de 1,093,938 casos confirmados y 39,608 personas fallecidas.

## 2.8.3 Consecuencias del COVID en Piura

El impacto del COVID-19 es directo sobre sectores clave de la economía regional, las exportaciones y el comercio internacional es sumamente limitado, las condiciones internas de producción y de productividad sufrieron complicaciones; ocasionando que el rubro de servicios y comercio se reduzcan en un 5%, si a dicha situación se le suma la paralización del sector construcción, la economía regional sufriría una contracción, en la Tabla 3 se indica que esta contracción será de aproximadamente -0.28%; cabe precisar que el rubro de Construcción tiene una caída de casi un 100% (Flores Córdova, 2020).

**Tabla 3: Impactos sectoriales al I-trimestre-2020 por declaratoria de emergencia**

ESCENARIO	Indica-dor	IAP	AGROPECUARIA	PESCA	MINE-RIA	MANU-FACTURA	CONSTRU-CCION	COMER/ALOJ/REST	ADM. PUB.	OTROS SERV.
E1: Escenario base	TCPT	<b>3.8*</b>	-0.2	39.7	6.5	-1.8	17.4	6.7	4.8	6.5
	Incidencia		0.0	-1.0	0.7	-0.3	1.2	1.1	0.3	2.0
E1: Contracción en servicios y comercio en 5%	TCPT	<b>0.93</b>	-0.2	39.7	6.5	-1.8	17.4	<b>-5.0</b>	4.8	<b>-5.0</b>
	Incidencia		-0.02	1.44	0.65	-0.33	1.21	-0.79	0.28	-1.51
E3: E2 más estancamiento del sector construcción	TCPT	<b>-0.28</b>	-0.2	39.7	6.5	-1.8	<b>0.00</b>	<b>-5.0</b>	4.8	<b>-5.0</b>
	Incidencia		-0.02	1.44	0.65	-0.33	0.00	-0.79	0.28	-1.51

Fuente: INEI

### **2.8.3.1 Análisis por PRODUCTO BRUTO INTERNO**

El Perú viene creciendo a una tasa menor que en 2019 se confirmó en 2.16%, la menor tasa desde el año 2009, reforzando la tendencia recesiva de la economía peruana, acompañada por una crisis internacional latente (COVID-19, e Internacional por guerra comercial, caída del precio del petróleo y aumento de deuda pública europea).

Piura sigue la misma tendencia, después del rebote del año 2018 en el Valor Bruto de la Producción (6.6%), post fenómeno del niño costero, aumentó la economía en 3.6% en 2019 considerando que se tuvo recursos disponibles para la reconstrucción.

Las proyecciones indican que la pérdida diaria del sector productivo nacional es de S/ 1,072 millones, y si Piura produce a diario más de S/ 113 millones, la pérdida sería de S/ 40.7 millones al día (40% estimado de pérdida) (Flores Córdova, 2020).

### 3 Capítulo III. Situación Actual

#### 3.1 Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - MVCS

Es el ente rector en materia de Urbanismo, Vivienda, Construcción y Saneamiento, responsable de diseñar, normar, promover, supervisar, evaluar y ejecutar la política sectorial, contribuyendo a la competitividad y al desarrollo territorial sostenible del país en beneficio preferentemente de la población de menores recursos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020).

Tiene como visión que los peruanos vivan en un territorio ordenado, en centros poblados urbanos y rurales sostenibles, en viviendas seguras, con servicios de agua y saneamiento de calidad.

##### 3.1.1 *Objetivos Estratégicos*

Los Objetivos Estratégicos Sectoriales del MVCS son:

- OES 1 – Mejorar el ordenamiento de los centros poblados urbanos y rurales.
- OES 2 – Incrementar el acceso de la población a una vivienda segura.
- OES 3 – Disminuir la informalidad de la propiedad predial urbana.
- OES 4 – Incrementar la oferta del sector inmobiliario y de la industria de la construcción.
- OES 5 – Incrementar el acceso de la población rural a servicios de agua y saneamiento sostenibles y de calidad.
- OES 6 – Incrementar el acceso de la población urbana a servicios de agua y saneamiento sostenibles y de calidad<sup>2</sup>.
  - Se orienta a lograr que la población urbana acceda a servicios adecuados de agua y saneamiento. Comprende la ampliación y mejoramiento de la infraestructura, la mejora de la gestión por parte de las empresas o entidades prestadoras, para la sostenibilidad de la provisión de estos servicios; y la sensibilización a la población en el adecuado uso de estos servicios.
  - Otro elemento importante es el fomento de asociaciones público-privadas para incrementar la oferta de los servicios de agua y saneamiento.
- OES 7 – Mejorar la capacidad de gestión de las instituciones del sector.

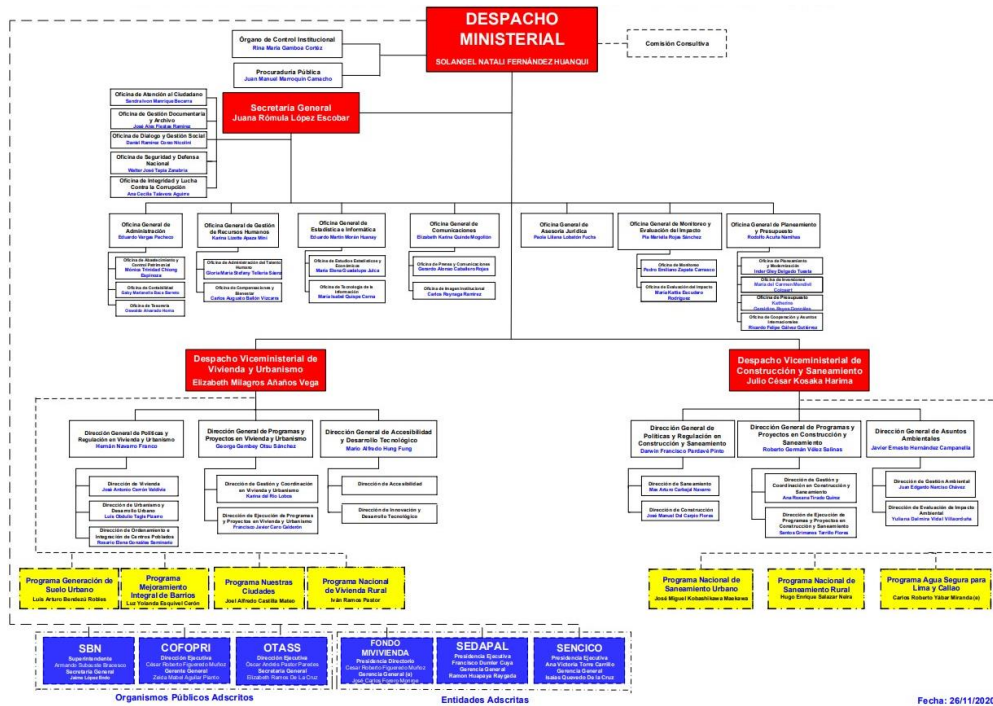
---

<sup>2</sup> Objetivo Estratégico Sectorial asociado al Programa Nacional de Saneamiento Urbano.

### 3.1.2 Organigrama

La estructura orgánica del MVCS se muestra en la Figura 18.

Figura 18: Estructura Orgánica del MVCS



Fuente: MVCS - <https://www.gob.pe/vivienda>

### 3.1.3 Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU)

Mediante Decreto Supremo N° 006-2007-VIVIENDA del 22 de febrero de 2007 se crea el Programa “Agua para Todos” (APT), como responsable de coordinar las acciones correspondientes a las Fases del Ciclo de los Proyectos y Programas del Sector Saneamiento, financiados con recursos públicos y otros que les corresponda, localizados en las áreas urbanas y rurales a nivel nacional, que se ejecuten bajo el ámbito del Viceministerio de Construcción y Saneamiento y con otras entidades del Sector Público (Programa Nacional de Saneamiento Urbano, 2020).

Con Decreto Supremo N° 002-2012-VIVIENDA, del 06 de enero de 2012, se crea el Programa Nacional de Saneamiento Rural PNSR y se modifica la denominación del Programa Agua Para Todos por el de Programa Nacional de Saneamiento Urbano PNSU teniendo como ámbito de intervención las áreas urbanas a nivel nacional. Asimismo, faculta al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en la Disposición Complementaria Final Quinta, entre otros, a

dictar las normas que resulten pertinentes para mejorar la gestión del Programa Nacional de Saneamiento Urbano.

El ámbito de intervención del PNSU lo constituyen las áreas urbanas a nivel nacional mayor a 2,000 habitantes.

### **3.1.3.1 Misión**

El PNSU tiene como Misión ampliar la cobertura, mejorar la calidad y promover el uso sostenible de los servicios de saneamiento en el ámbito urbano, a fin de mejorar la calidad de vida, al influir en la mejora de la salud y de la nutrición de la población urbana.

El PNSU está orientado a la ejecución de programas, proyectos de inversión y actividades que se dirigen a la implementación de la política de cierre de brechas de los servicios de saneamiento en el ámbito urbano, que conlleva a un mayor gasto e inversión descentralizada a través de los Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales y Empresas Prestadoras de Servicios que desarrolla el gobierno.

### **3.1.3.2 Alineamiento del Programa**

El alineamiento de las intervenciones del PNSU se da en el marco de los planes de mediano plazo vigentes, Plan Estratégico Sectorial Multianual (PESEM) 2016-2021 y Plan Estratégico Institucional (PEI) 2016-2018, a través del “OES 6 - Incrementar el acceso de la población urbana a servicios de agua y saneamiento sostenibles y de calidad”; y adicionalmente, con el Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021 a nivel cualitativo y cuantitativo.

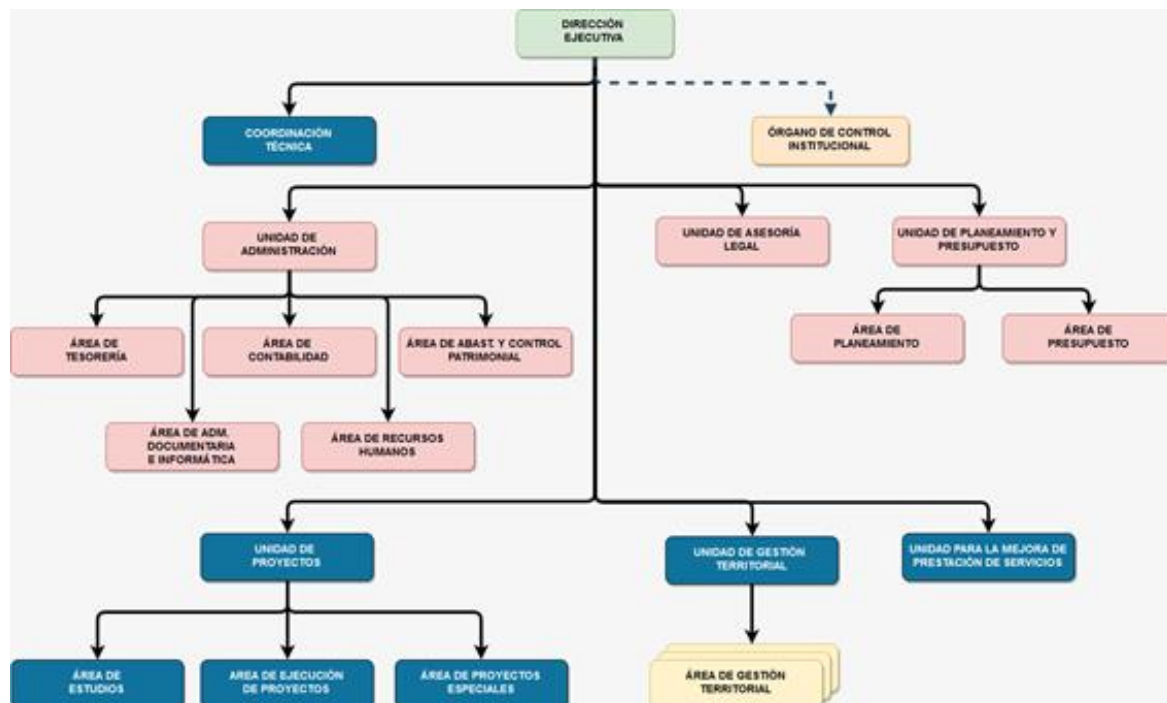
La política nacional del sector se estructura estratégicamente, sobre la base de seis ejes, congruentes con los propósitos específicos señalados:

- Eje de 1: Acceso de la población a los servicios de saneamiento.
- Eje de 2: Sostenibilidad financiera
- Eje de 3: Fortalecimiento de los prestadores.
- Eje de 4: Optimización de las soluciones técnicas.
- Eje de 5: Articulación de los actores.
- Eje de 6: Valoración de los servicios de saneamiento.

### 3.1.3.3 Organigrama

El PNSU se encuentra estructurado por el organigrama mostrado en la Figura 19.

Figura 19: Organigrama PNSU



Fuente: MVCS - <https://www.gob.pe/vivienda>

## 3.2 Diagnóstico de la Ejecución de Obras

El análisis realizado tomará en una primera parte los diferentes informes elaborados por el MVCS y la CGR a modo de línea base, los cuales ahondan desde el punto de vista gubernamental la naturaleza de los problemas y sus posibles soluciones para resolverlos. Como segundo parte, procederemos a analizar la información reportada en los sistemas de información que actualmente se utilizan, como son el PRESET para la etapa de evaluación de expedientes técnicos y el SSP para el seguimiento de los proyectos. Como tercera parte, se realizó un análisis de la plataforma CODI actualmente desplegada, revisando cada uno de los módulos implementados. En cuarto lugar, mediante encuestas a personal ligado al rubro de la construcción en entidades públicas y entrevistas al personal del MVCS y PNSU; tenemos un enfoque real de la situación actual de las problemáticas y las recomendaciones y apreciaciones que, a manera de juicio experto, se deberían considerar. Finalmente, tomando en cuenta estas perspectivas; identificamos los principales problemas para luego en el Capítulo 4 abordar cada uno de ellos con propuestas de solución tecnológicas.



### **3.2.1 Informe Final de Mejoras en La Gestión de los Programas el MVCS**

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, mediante Resolución Ministerial N° 260-2018-VIVIENDA, declaró en reorganización por noventa días los programas (PIQUE, 2019):

- Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU)
- Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR)
- Programa de Agua Segura para Lima y Callao (PASLC)
- Programa de Mejoramiento Integral de Barrios (PMIB)
- Programa Nacional de Vivienda Rural (PNVR)
- Programa de Generación de Suelo Urbano (PGSU)
- Programas Nuestras Ciudades (PNC).

Además, en el marco de la Resolución Ministerial N° 413-2018-VIVIENDA, se declaró la conformación de una Comisión Sectorial y un Grupo Técnico de Apoyo para proponer mejoras en la gestión de los programas mencionados; los cuales presentaron el “Informe Final de Mejoras en la Gestión de los Programas” en el que se realiza un diagnóstico inicial de los programas, considerando la identificación y cuantificación de la problemática actual para proponer oportunidades de mejora.

#### **3.2.1.1 Diagnóstico General**

Se realizó un diagnóstico transversal a todos los programas identificándose los siguientes problemas:

1. Ineficiencia en el uso de los recursos
2. Ineficacia en la atención del ciudadano
3. Deficiencia en los expedientes técnicos deficientes
4. Debilidad en el monitoreo
5. Deficiencia en la contratación de personal
6. Paralización de obras en Gobiernos Locales y Regionales
7. Carencia de herramientas tecnológicas

### **3.2.1.2 Diagnóstico PNSU**

En cuanto al análisis puntual del programa PNSU, el cual abarca 87 obras financiadas con transferencias de años anteriores y 135 nuevas obras financiadas con transferencias en el año 2019 con potencial retraso; se identificaron los siguientes problemas:

- Desactualización de normativa sobre procedimientos y plazos de evaluación de los expedientes técnicos de obra.
- Insuficiente regulación sobre aplicación de penalidades por incumplimiento de compromisos contemplados en los convenios interinstitucionales.
- Heterogeneidad de los conocimientos técnicos y administración del personal del PNSU.
- Deficiente desempeño del personal correspondientes a los Centro de Atención al Ciudadano.
- Deficiente verificación del cumplimiento de contenidos mínimos en el proceso de evaluación de los expedientes técnicos de obra.
- El 46% de las obras paralizadas corresponde a deficiencias en el expediente técnico evaluado y priorizado por el PNSU.
- Retraso en la adjudicación del 89.6 de nuevas obras financiadas en el año 2019 mediante transferencias de recursos
- Deficiente gestión del archivo documental vinculado al proceso de evaluación de los expedientes técnicos de obra.
- Retraso en el registro y retroalimentación del SSP y PRESET. Estos sistemas no proporcionan información de estados físicos y financieros mensualizados por componente.
- No se cuenta con registros georreferenciados y digitalizados en líneas de los proyectos ejecutados y/o transferidos.

### **3.2.1.3 Propuestas de Mejoras**

Se propuso lo siguiente para todos los programas analizados:

- Incorporar el enfoque territorial en las intervenciones de los programas.
- Implementar gestión por procesos.
  - Estandarización de procesos, herramientas de seguimiento y medición.
  - Análisis de perfiles profesionales, racionalización y estandarización para proyectos en el 2019-2020
- Implementar el proceso de homologación.
  - Homologación transversal en los procesos de contratación.

- Estandarización de criterio para evaluación de expedientes técnicos.
- Implementar las nuevas disposiciones establecidas en la ley de contrataciones del estado.
  - Obligación contractual desde el expediente técnico hasta la operación y mantenimiento.
    - Georreferenciación en línea
    - Fideicomiso para adelantos y pagos
    - Digitalización del expediente técnico de obra en línea
    - Valorizaciones en línea: control programados y ejecutado
    - Control de estados físicos y financieros, en línea
    - Cuaderno de obra digital en línea.
    - El nuevo rol del Supervisor de Obra. Obligación contractual hasta la liquidación de obra.
    - Incorporación de las modalidades de llave en manos y concurso oferta, una herramienta para atender los expedientes técnicos deficientes.
- Estandarizar las herramientas de seguimiento mejorando el soporte tecnológico
  - Integrar herramientas informáticas de uso obligatorio para todos los programas, tales como PRESET y SSP.
  - Desarrollo de nuevas funcionalidades, como software de costos y presupuestos, para obtener reportes en tiempo real de estados físicos y financieros por componente de los proyectos en ejecución.
- El proceso de homologación

#### **3.2.1.4 Propuestas de Mejoras PNSU**

Se identificaron las siguientes propuestas de mejora referentes al programa.

- Mejorar la gestión territorial de los proyectos, alineando los planes de gobiernos locales con la visión nacional.
- Acelerar las adjudicaciones por las entidades
  - Actualizar modelos de convenios
  - Asistir a gobiernos locales en proceso
- Fortalecimiento de capacidades a los gobiernos locales
  - No tienen capacidad técnica.
  - Alianzas institucionales regionales (Universidades)

- Gestionar cooperación internacional y obras por impuestos para obras, ayuda y soporte tecnológico.
- Mejorar la calidad de los expedientes técnicos.
  - Homologación de requerimientos técnicos mínimos para convocatorios.
  - Realizar control de calidad de expedientes técnicos.
- Implementar mecanismos para la sostenibilidad de las inversiones; priorizando gobiernos subnacionales que adolecen de capacidad técnica y económica.
  - Modificar convenios institucionales.
  - Evitar retrasos en la ejecución de la obra.
  - Georreferenciación y Cuaderno de Obra Digital debe ser obligatorio.
  - Revisión de contrato del Supervisor de Obra con responsabilidad civil y penal.
  - Control de calidad en TDR sobre ubicación y alternativas de terreno en el expediente técnico.
  - Acompañamiento institucional en el proceso de contratación de la supervisión.
- Implementar Gestión por Procesos
- Culminar el Proceso de Homologación
- Implementar la georreferenciación, digitalización y el cuaderno de obra digital como una obligación contractual
- Mejorar el soporte técnico del programa, apoyando la implementación de georreferenciación y cuaderno de obra digital.
- Mejorar el soporte tecnológico en las plataformas PRESET y SSP.

### **3.2.2 Informe Implementación Cuaderno de Obra Digital**

En este informe presentado por el Ing. Luis Alberto Llacza Camargo a la Jefa de Gabinete de Asesores, se realizó un diagnóstico sobre los problemas presentadas en la etapa de ejecución de obras de saneamiento y vialidad urbana; identificándose las siguientes dificultades administrativas, técnicas y financieras (LLACZA, 2020):

- Obras paralizadas por falta de disponibilidad de terreno, deficiencias en el expediente técnico, incumplimiento de obligaciones contractuales del contratista, ausencia del supervisor de obras, residente de obras y mano especialista.
- El cuaderno de obras fue regularizado informalmente para efectos del trámite de la valoración mensual.

- Interposición de medidas cautelares que evitan la ejecución de las cartas fianzas, en caso de resoluciones de contrato.
- Calendario de avance de obra sin las aprobaciones formales.

La Oficina General de Monitoreo y Evaluación de Impacto (OGMEI) del MVCS, a través del Módulo de Gestión de Riesgos (MGR) del SSP, reportó lo siguiente sobre un total de 571 obras que recibieron transferencia financiera en los años 2018 y 2019 por un total de inversión de S/ 4,774,385,098. Asimismo, hemos encontrado otros datos interesantes los cuales mencionamos a continuación y hemos consolidado a través de la tabla 4.

- 187 obras de 571 no cuentan con indicadores de riesgo.
- 88 obras de 89 del PNSU cuentan con indicadores de riesgo.
- 63 obras de 180 del PMIB cuentan con indicadores de riesgo.
- 234 obras de 302 del PNSR cuentan con indicadores de riesgo.

**Tabla 4: Registro del Monitoreo de Obras por Transferencia y por Programa**

Periodo	Estado y Fase del proyecto	Programa						Total por fase del proyecto		Monto S/
		PMB		PNSR		PNSU		Cantidad	%	
		Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%			
Del 20/09/18 al 27/11/19	Total por Programa	180	100%	302	100%	88	100%	570	100%	4,774,385,098
	Con información	63	35%	234	77%	86	98%	383	67%	3,895,714,037
	Actos previos	27		89		13		129		1,017,096,404
	En ejecución	21		113		61		195		2,643,294,301
	En culminación	15		32		12		59		235,323,332
	Sin información	117	65%	68	23%	2	2%	187	33%	878,671,061
	Actos previos	22		2		0		24		100,542,925
	En ejecución	72		51		0		123		618,732,467
	En culminación	23		15		2		40		159,395,668

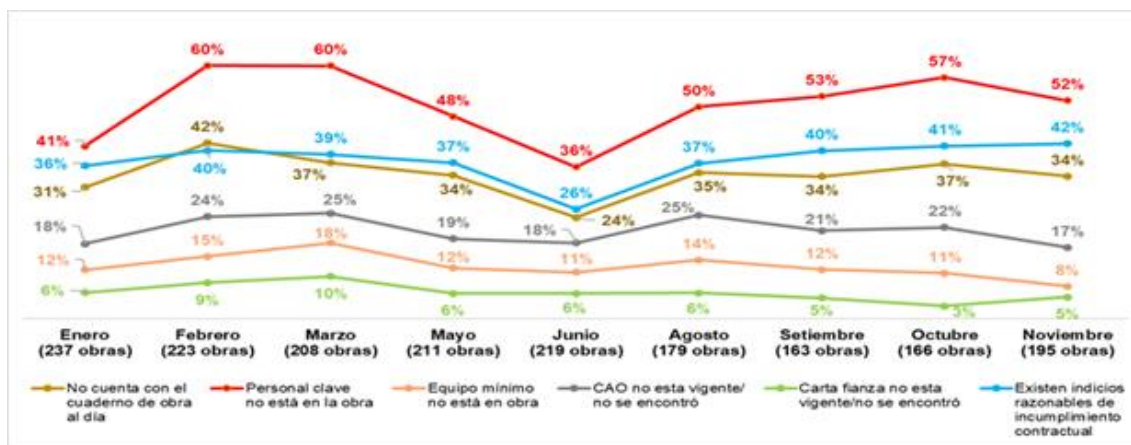
Fuente: SSP – Reporte del Módulo de Gestión de Riesgos al 28/08/2019

La OGMEI también reportó lo siguiente sobre 195 obras visitadas, tal como se muestra en la Figura 20:

- En el 52% el **“Personal clave no se encuentra en Obra”**; lo cual puede afectar la calidad en la ejecución de la obra, el cumplimiento de las metas y el cumplimiento de los plazos de las obras.
- En el 42% **“Existen indicios razonables de incumplimiento contractual”**.
- En el 34% el **“Cuaderno de Obra no está al día”**.

- En el 17% el “Calendario de Avance de Obra CAO no está vigente”.
- En el 8% el “Equipo mínimo no está en obra”.
- En el 5% la “Carta Fianza no está vigente”.

**Figura 20: Indicadores de Riesgo**



Fuente: SSP – Reporte del Módulo de Gestión de Riesgos al 28/08/2019

Adicionalmente, la Contraloría General de la República (CGR) a través de sus Monitores Ciudadanos de Control (MCC) visitaron 1079 obras públicas obteniendo los siguientes indicadores:

- En 441 obras (41%) no se encontró al Supervisor de la Obra.
- En 366 obras (34%) no se encontró al Residente de la Obra.
- En 353 obras (33%) no se encontró el Cuaderno de Obra.

Como parte de este análisis, la CGR determinó:

- Los monitores no llegan a todas las obras.
- No cuentan con recursos para desplegarse en todas las obras.
- Se realiza un doble trabajo de supervisión, en el SSP y por parte de los monitores.

Este informe concluye que, mediante el uso de la tecnología, es posible generar eficiencia en la ejecución de obras públicas; puntualizando que mediante la implementación del Cuaderno de Obra Digital (CODI) se podrá integrar, controlar y mejorar las actividades del personal clave. Además, se estaría dando cumplimiento a uno de los puntos del Informe Final de Mejoras en la Gestión de los Programas del MVCS.

Entre las ventajas que se plantean alcanzar, se tienen:

- Transparencia de funciones/actividades del personal clave.
- Gestor y control de los documentos, permitiendo crear, editar y subir en línea de manera electrónica mientras se vaya desarrollando.
- Implementación de Firma digital.
- Monitoreo en línea. Integración entre el Cuaderno de Obra Digital (CODI) y el Sistema de Seguimiento de Proyectos (SSP).
- Notificaciones en línea.
- Repositorio de documentos relacionados a la ejecución del proyecto.

### 3.2.3 Informe de Contraloría General de la República 2019

De la Tabla 5 se tiene que las Obras Paralizadas a nivel de gobierno nacional y regional con corte al 31 de julio de 2018 son de 867 obras paralizadas, de las cuales 132 pertenecen al sector de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El detalle general de las obras paralizadas es el siguiente:

**Tabla 5: Obras Paralizadas a Nivel Nacional y Regional - Corte 31/07/2018**

Sector	Nivel de Gobierno					
	Nacional		Regional		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Agricultura y Ambiente	140	28	52	14	192	22
Educación	74	15	102	27	176	20
Vivienda, Construcción y Saneamiento	64	13	68	18	132	15
Desarrollo e Inclusión Social	94	19	2	1	96	11
Transportes y Comunicaciones	8	2	80	22	88	10
Salud	6	1	25	7	31	4
Energía y Minas	15	3	13	3	28	3
Interior	25	5	2	1	27	3
Defensa	19	4	5	1	24	3
Justicia	20	4	0	0	20	2
Cultura	9	2	7	2	16	2
Comercio Exterior y Turismo	8	2	3	1	11	1
Presidencia del Consejo de Ministros	0	0	11	3	11	1
Producción	8	2	1	0	9	1
Mujer y Poblaciones Vulnerables	3	1	1	0	4	0
Ambiente	1	0	0	0	1	0
Relaciones Exteriores	1	0	0	0	1	0
<b>Total</b>	<b>495</b>	<b>100</b>	<b>372</b>	<b>100</b>	<b>867</b>	<b>100</b>

Fuente: Informe de la Contraloría

En la Figura 21 se indica que las 132 obras paralizadas del MVCS representan un 15% del total de obras paralizadas.

**Figura 21: Comparación del Sector MCVS**



Fuente: Informe de Contraloría

En la Tabla 6 se listan las principales causas de paralización de obras a nivel nacional:

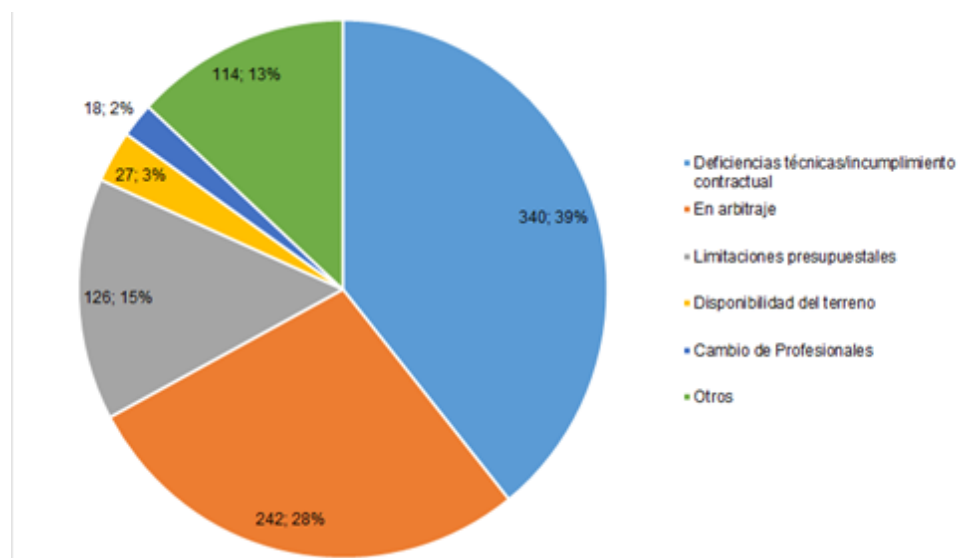
**Tabla 6: Causas de Paralización**

Causas de la paralización	Obras	
	Nº	%
Deficiencias técnicas/incumplimiento contractual	340	39
En Arbitraje (1)	242	28
Limitaciones presupuestales	126	15
Disponibilidad del terreno	27	3
Cambio de Profesionales	18	2
Cierre de proyecto	3	0
Factores climatológicos	2	0
Intervenida por Fiscalía	2	0
Otros	2	0
Obra judicializada por la Municipalidad	1	0
Vigencia de Convenio	1	0
<b>Sub Total</b>	<b>764</b>	<b>88</b>
Información Limitada	103	12
<b>Total</b>	<b>867</b>	<b>100</b>

Fuente: Informe de Contraloría



**Figura 22: Agrupación de las Causas de Paralización**



Fuente: Informe de Contraloría

De la Tabla 6 y de la Figura 22 se observa que la principal causa de paralización de obras está ligada a “Deficiencias técnicas e incumplimiento contractual” siendo estas un 39% del total y que están relacionadas a deficiencias en los Expedientes Técnicos; asimismo un 15% está ligado a “Limitaciones presupuestales” lo cual está relacionado a las Deficiencias Administrativas de las Unidades Ejecutoras.

### 3.3 Validación de la Información Analizada

#### 3.3.1 Análisis de Evaluaciones de Expedientes Técnicos del PRESET

Desde Julio de 2017, mediante la Resolución Ministerial RM-258-2017-VIVIENDA, entró en vigencia oficial (pues estuvo en modo piloto entre los meses de febrero y junio del mismo año) la PRESET en todas las regiones a nivel nacional. Desde esa fecha se han registrado más de 3900<sup>3</sup> expedientes técnicos de proyectos de saneamiento para ser evaluados, en todas las regiones del Perú.

Los expedientes técnicos son colocados a manera de archivos en formato PDF, hoja de cálculo y AutoCAD para que los ingenieros del PNSU los revisen. De acuerdo a la Guía de Elaboración de Expedientes Técnicos, un expediente técnico de saneamiento tiene dieciocho (18) componentes, algunos de estos tienen subcomponentes.

<sup>3</sup> Información obtenida al 22 de octubre de 2020.

De lo mencionado en este punto, y de acuerdo a lo encontrado por la Contraloría General de la República y de lo establecido en los documentos internos obtenidos del MVCS, debemos demostrar que ciertamente son los expedientes técnicos una de las causas principales de los problemas que se ocasionan durante la ejecución de las obras de inversión pública en saneamiento. En teoría, los expedientes técnicos son aprobados mediante Resolución de Alcaldía o Resolución de Gobierno Regional; sin embargo, dada la realidad de nuestro país, se sabe que la calidad de los expedientes técnicos elaborados es baja puesto que generalmente su elaboración se terceriza a consultores independientes de poco nivel o a pequeñas empresas dedicadas al rubro que carecen de estándares de calidad, esto nos conlleva a encontrar incluso expedientes técnicos que son casi una copia fiel de otros presentados en proyectos similares en diferentes regiones.

De las tres etapas de la evaluación de expedientes técnicos, se sabe que solamente en las etapas de Admisibilidad y Calidad existen observaciones; en ese sentido, nuestra intención ha sido analizar todas las observaciones realizadas a los expedientes técnicos a través del tiempo y encontrar cuáles son aquellos que se observan en un mayor número de veces, puesto que entendemos que son aquellos los que han generado y los que probablemente seguirán generando los problemas que se suscitan en la ejecución de las obras.

De una muestra tomada de la PRESET, desde el 01 de agosto de 2017 hasta el 31 de julio de 2020, de todos los proyectos evaluados (de manera aprobatoria o denegatoria) por el PNSU se ha obtenido la siguiente información relacionada a los componentes que más veces han sido observados tanto a nivel nacional como en la región Piura:

### **3.3.1.1 A Nivel Nacional**

En la tabla 7 y Figura 23 se muestran las observaciones, así como su porcentaje equivalente.

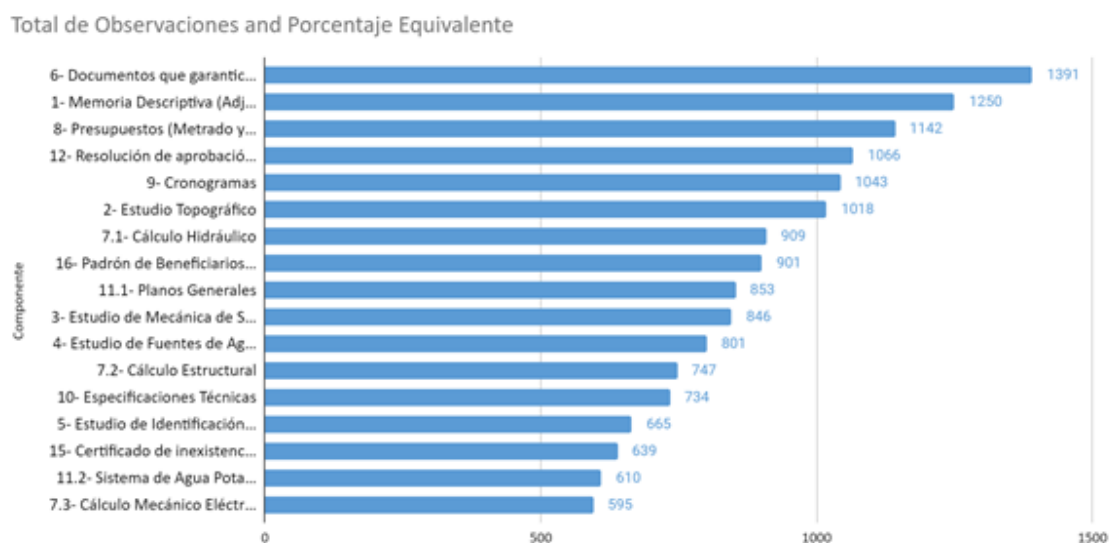
- Documentos que garanticen la libre disponibilidad del terreno.
- Memoria Descriptiva.
- Presupuestos (Metrado y Cotizaciones).
- Cronogramas.
- Estudio Topográfico.

**Tabla 7: Tabla de Observaciones**

<b>Componente</b>	<b>Total de Observaciones</b>	<b>Porcentaje Equivalente</b>
6- Documentos que garanticen la libre disponibilidad del terreno	1391	4.53%
1- Memoria Descriptiva (Adjuntar Formato SNIP 15 y/o Formato SNIP 16)	1250	4.07%
8- Presupuestos (Metrado y Cotizaciones)	1142	3.72%
12- Resolución de aprobación de expediente técnico	1066	3.47%
9- Cronogramas	1043	3.40%
2- Estudio Topográfico	1018	3.32%
7.1- Cálculo Hidráulico	909	2.96%
16- Padrón de Beneficiarios correspondiente (Población demandante)	901	2.94%
11.1- Planos Generales	853	2.78%
3- Estudio de Mecánica de Suelos	846	2.76%
4- Estudio de Fuentes de Agua / Hidrológico	801	2.61%
7.2- Cálculo Estructural	747	2.43%
10- Especificaciones Técnicas	734	2.39%
5- Estudio de Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos en el área del PIP	665	2.17%
15- Certificado de inexistencia de restos arqueológicos (CIRA)	639	2.08%
11.2- Sistema de Agua Potable	610	1.99%
7.3- Cálculo Mecánico Eléctrico	595	1.94%

Fuente: PRESET - <https://preset.vivienda.gob.pe>

**Figura 23: Incidencias de las Observaciones**



Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.1.2 Región Piura

- Documentos que garanticen la libre disponibilidad del terreno.
- Resolución de aprobación de expediente técnico.
- Memoria Descriptiva.
- Presupuestos (Metrado y Cotizaciones).
- Cronogramas.
- Estudio Topográfico.

Como podemos apreciar encontramos una clara correlación de los hallazgos tanto a nivel nacional como en la región Piura, donde solamente el ítem de “Resolución de Aprobación de Expediente Técnico” es diferente al resto, los cuales se encuentran incluso en el mismo orden.

En ese sentido, que el componente más revisado a nivel nacional sean los “Documentos que garanticen la libre disponibilidad del terreno” es preocupante puesto que significa que el terreno no está saneado, ósea el proceso de cesión, donación, afectación en uso o compraventa no ha sido realizado considerando todas las cláusulas competentes o ha sido aprobado de manera condicional por el MVCS dentro de la PRESET. Esto durante la ejecución de la obra de saneamiento puede generar paralizaciones en la obra, problemas judiciales, conflictos sociales, entre otros.

Asimismo, tenemos que la “Memoria Descriptiva”, los “Presupuestos” y los “Cronogramas” también se encuentran entre los ítems más observados a nivel nacional, todos tienen relación dado que el primero es como el Resumen Ejecutivo del proyecto y contiene entre otras cosas el “Cuadro Resumen de Metas” y el “Cuadro Resumen de Presupuesto de Obra”. El “Cuadro Resumen de Metas” está directamente relacionado con el tiempo necesario para construirlos, lo cual se evidencia en los “Cronogramas”, por eso ambos documentos deben estar armonizados. Por otro lado, el “Cuadro Resumen de Presupuesto de Obra” debe reflejar los mismos totales encontrados en los “Presupuestos”, diferencias en ambos documentos son tomadas como observación para ambos componentes. Durante la ejecución de la obra esta armonía de la que hablamos puede romperse si la empresa constructora evidencia que para la correcta operación de la obra se ha omitido algún componente necesario, lo cual requiere que una parte del expediente técnico vuelva a cambiarse y generando lo que se conoce como adicionales de obra.

Adicionalmente, existe un motivo por el cual los “Presupuestos” pueden ser observados y es que no reflejan los precios unitarios de la región donde va a construirse la obra de saneamiento. Durante la ejecución de una obra de saneamiento esto puede convertirse en causal de problemas cuando el presupuesto de la obra no se ha actualizado, recordemos que cada nueve meses debemos ajustar el factor de mercado de los precios unitarios de la región.

Nota: El ítem encontrado como nuevo hallazgo se podría explicar dado que en las regiones del norte del país ha venido en aumento las organizaciones criminales que toman el nombre de entidades públicas para delinquir, aquellas que se coluden con entidades públicas para delinquir, o aquellas que estafan a entidades públicas. Una de las causales de observación a la “Resolución de aprobación de expediente técnico” se debe a que los profesionales que han elaborado el expediente técnico no se encuentran colegiados o habilitados, o peor aún ni siquiera son ingenieros.

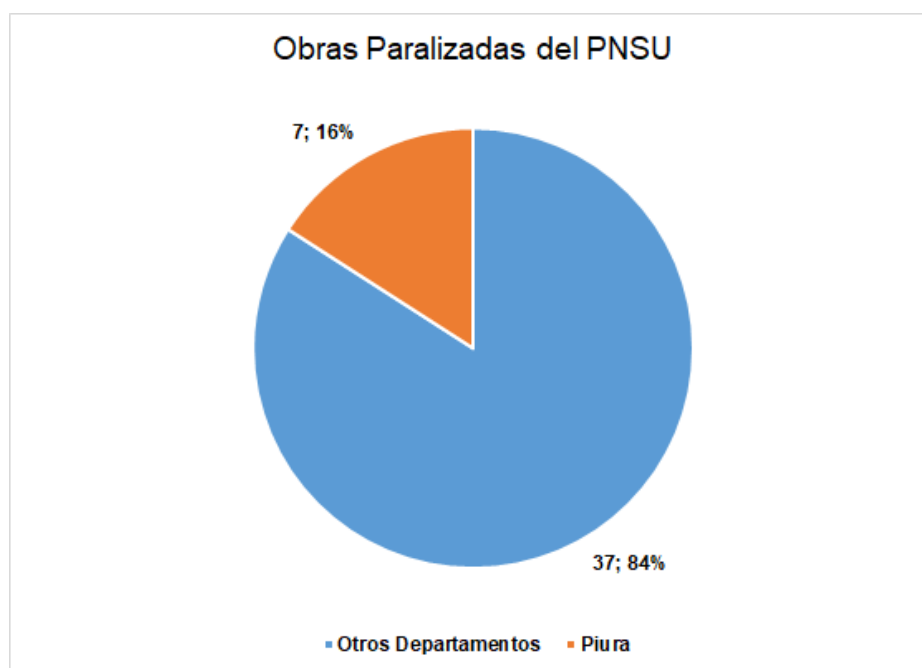
### **3.3.2 *Análisis/Muestreo de Ejecución de Obras del SSP***

#### **3.3.2.1 Obras Paralizadas**

Del Programa Nacional Saneamiento Urbano y en específico tomando como fuente de información al Sistema de Seguimiento de Proyectos (SSP) se tiene la siguiente información de Obras Paralizadas desde el 01/01/2012 al 28/02/2020:

- En la Figura 24 se indica que las obras paralizadas a nivel nacional son 44 y en el departamento de Piura se tiene 7 obras paralizadas a la fecha, lo que representa un 16% del total de las obras paralizadas.

**Figura 24: Obras Paralizadas a Nivel Nacional**



Fuente: SSP - <https://ssp.vivienda.gob.pe>

- En la Figura 25 se indica el detalle de las 7 obras paralizadas del departamento de Piura, el monto transferido a las obras hasta la fecha de paralización asciende a S/ 94,039,922.00 de un total de S/ 123,647,867.06 y la población que ha sido afectada por la paralización de las obras es de 243,317 habitantes lo que representa un aproximado del 13.5% de la población total del departamento de Piura (1.8 millones de habitantes - censo nacional del 2017).

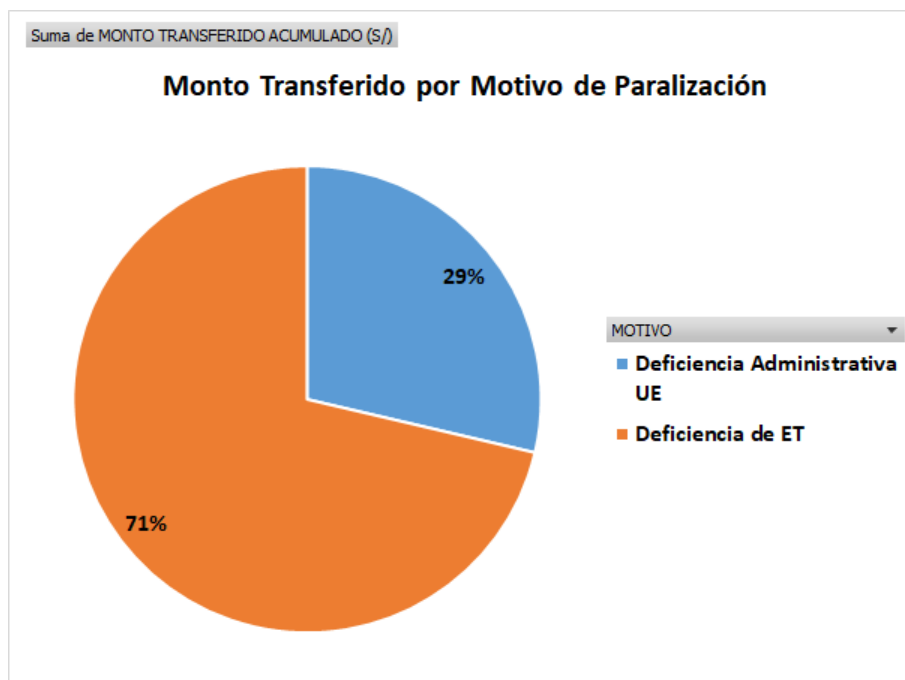
**Figura 25: Obras Paralizadas de Piura**

NOMBRE DEL PROYECTO	Habitantes Beneficiados	MONTO DE INVERSIÓN TOTAL (S/)	MONTO TRANSFERIDO ACUMULADO (S/)	MONTO POR TRANSFERIR (S/)	% TRANSFERIDO	% AVANCE FÍSICO	FECHA DE INICIO DE OBRA	FECHA DE FIN CONTRACTUAL	FECHA DE PARALIZACIÓN	DIAS PARALIZADOS A LA FECHA	ESTADO DE EJECUCIÓN	MOTIVO	REAL %
REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN EL A.H TUPAC AMARU I Y II ETAPA, EN EL DISTRITO DE PIURA, PROVINCIA DE PIURA - PIURA	8,223	7,424,050.81	7,324,059.00	99,999.81	96.65%	72.77%	27/06/2012	22/01/2013	18/12/2014	1,899	Paralizada	Deficiencia de ET	95.65
MEJORAMIENTO DEL COLECTOR SAN MIGUEL DESDE LA CALLE FELIX JARAMILLO HASTA LA CAMARA DE BOMBEO DEL DISTRITO DE SULLANA, PROVINCIA DE SULLANA - PIURA	73,089	15,908,364.48	12,993,656.00	2,914,708.48	81.68%	97.00%	23/11/2012	22/11/2013	31/12/2014	1,886	Paralizada	Deficiencia de ET	84.14
INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA ESMERALDA, LOCALIDAD DE SAN LUCAS DE COLAN, DISTRITO DE COLAN, PROVINCIA DE PAITA - PIURA	3,553	9,254,620.63	8,949,090.00	305,530.63	96.70%	95.77%	29/11/2012	24/09/2013	19/06/2019	255	Paralizada	Deficiencia Administrativa UE	97.00
MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE QUÉRECOULLO - SULLANA - PIURA	13,477	39,525,815.01	22,726,915.00	16,798,900.01	57.50%	97.00%	28/06/2013	22/06/2014	26/09/2015	1,617	Paralizada	Deficiencia de ET	97.00
AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA UPS LUIS ANTONIO EGUGUREN DEL DISTRITO DE PIURA	9,895	24,490,216.00	24,036,944.00	453,272.00	98.15%	84.14%	07/11/2013	04/06/2014	21/10/2014	1,957	Paralizada	Deficiencia de ET	72.77
REHABILITACION, MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO- DISTRITO DE LAS LOMAS	10,747	24,748,233.80	13,625,682.00	11,122,551.80	55.06%	95.65%	20/02/2015	19/06/2015	08/06/2015	1,727	Paralizada	Deficiencia Administrativa UE	98.00
MEJORAMIENTO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DE DIAMETRO 600 MM. TRAMO DESDE LA PTAP EL ARENAL HASTA LA CAMARA DE VALVULAS T-5 DEL EJE PAITA-TALARA DISTRITO Y PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA	124,333	2,296,558.33	4,383,576.00	0.00	190.88%	98.00%	03/11/2015	15/02/2016	03/02/2016	1,487	Paralizada	Deficiencia Administrativa UE	95.77

Fuente: SSP - <https://ssp.vivienda.gob.pe>

- A nivel de ejecución, se tiene que en promedio se ha transferido un 96.94% del monto de inversión total de cada obra, asimismo el nivel de avance físico en promedio es del 91.48%.
- A nivel de días de paralización se tiene que en promedio las obras están paralizadas 1,547 días, desde la fecha de paralización hasta el 29/02/2020.

**Figura 26: Montos Comprometidos de las Obras Paralizadas a Nivel Nacional**



Fuente: SSP - <https://ssp.vivienda.gob.pe>

- De la Figura 26 se tiene que del monto total transferido S/ 94,039,922 y por motivo de paralización asociado se tiene lo siguiente:
  - Por “Deficiencia Administrativa UE” se tiene un 29% del monto total transferido lo que implica S/ 26,958,348.
  - Por “Deficiencia de ET” se tiene un 71% del monto total transferido lo que implica S/ 67,081,574.

Finalmente, de la Tabla 8 se obtiene que las obras se paralizan por los siguientes motivos:

- Deficiencias en el Expediente Técnico, el cual contiene el mayor monto comprometido.
- Deficiencias Administrativas en la Unidad Ejecutora (Unidad Ejecutora: Gobierno Regional, Municipalidad Provincial, Municipalidad Distrital y Entidad Prestadora de Servicio de Saneamiento)

Este análisis está en estrecha relación con las causas de paralización indicadas en el Informe de la Contraloría General de la República (2019), siendo la principal causa las “Deficiencias técnicas / incumplimiento contractual” y la “Limitaciones presupuestales”.

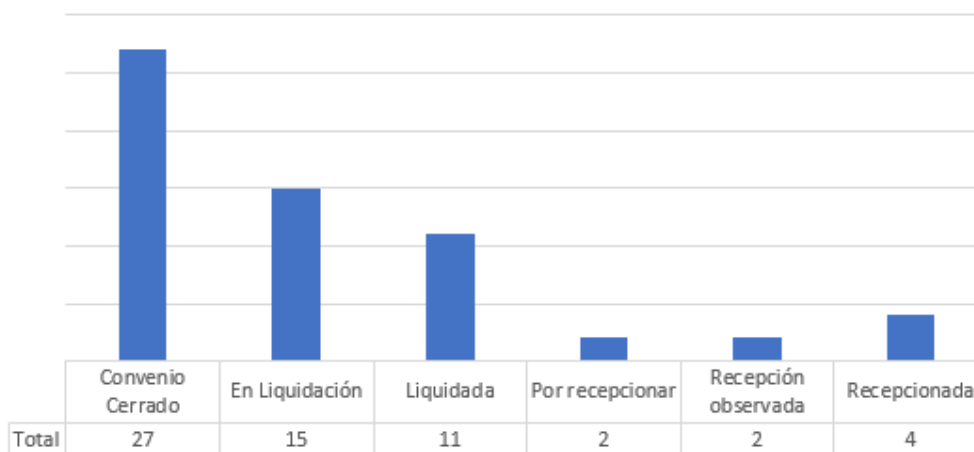
### **3.3.2.2 Proyectos de Obras Ejecutadas Concluidas**

Tomando como fuente de información los reportes obtenidos del Sistema de Seguimiento de Proyectos (SSP) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, considerando los proyectos de obras en el departamento de Piura que se encuentran “Concluido” por parte del Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU) comprendidos desde el 01/01/2012 al 28/02/2020.

En el departamento de Piura, se tiene en total 61 proyectos que han sido ejecutados y cuyas obras ya pueden ser usadas por los beneficiarios; sin embargo, pueden encontrarse en alguno de los siguientes 5 sub estados: Convenio Cerrado, En Liquidación, Liquidada, Por Recepcionar, Recepcionada, tal como se muestra en la Figura 27.



**Figura 27: Proyectos “Concluidos” Departamento de Piura**



Fuente: SSP - <https://ssp.vivienda.gob.pe>

- Convenio Cerrado: 27 Proyectos ejecutados mediante convenios que están concluidos, liquidados y recepcionados por la Unidad Ejecutora.
- En liquidación: 15 Proyectos concluidos que se encuentran en proceso de liquidación financiera.
- Liquidada: 11 Proyectos concluidos con el proceso de liquidación finalizado.
- Por recepcionar: 2 Proyectos concluidos que se encuentran en proceso de formalización documental de la entrega de obra.
- Recepción observada: 2 Proyectos recepcionados que deben ser subsanados.
- Recepcionada: 4 Proyectos concluidos que cumplieron con los protocolos de formalización de la entrega de obra.

El departamento de Piura está conformado por 8 provincias, de las cuales, se ha encontrado que en 7 de ellas hay proyectos de obras “Concluidos”, este y otros hallazgos están representados en la siguiente tabla:

**Tabla 8: Proyectos “Concluidos” Departamento de Piura.**

Provincia	Beneficiarios	Monto Transferido (S/.)	Proyectos	Días atrasados	Inversión por beneficiario	Inversión por provincia
Ayabaca	3,692	S/ 10,530,212.00	2	297	S/ 2,852.17	S/ 5,265,106.00
Morropón	5,114	S/ 11,639,942.00	3	241	S/ 2,276.09	S/ 3,879,980.67
Paita	226,582	S/ 143,541,661.00	4	-17	S/ 633.51	S/ 35,885,415.25
Piura	958,956	S/ 185,230,109.32	24	3,314	S/ 193.16	S/ 7,717,921.22

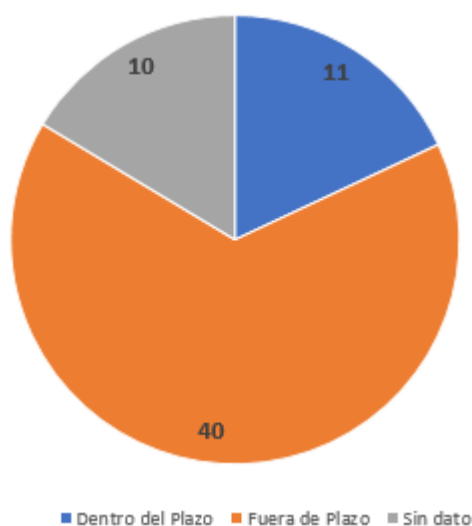
<b>Sechura</b>	1,624	S/ 1,003,282.00	1	117	S/ 617.78	S/ 1,003,282.00
<b>Sullana</b>	494,002	S/ 241,265,660.00	22	4,693	S/ 488.39	S/ 10,966,620.91
<b>Talara</b>	234,952	S/ 27,694,415.87	5	546	S/ 117.87	S/ 5,538,883.17
<b>Total</b>	1,924,922	S/ 620,905,282.19	61		S/ 322.56	S/ 10,178,775.12

Fuente: SSP - <https://ssp.vivienda.gob.pe>

De la tabla anterior, se concluye que en Piura 1,924,922 personas han sido beneficiadas con obras de agua potable o alcantarillado sanitario. Además, la inversión provincial en promedio es: S/. 10,178,775.12 y el monto total de inversión es de S/. 620,905,282.19.

Por otro lado, en la Figura 28 se puede observar que 11 proyectos fueron concluidos en el plazo estimado, 40 proyectos fuera de plazo y 10 proyectos no se consiga la información.

**Figura 28: Plazo de Ejecución**



Fuente: SSP - <https://ssp.vivienda.gob.pe>

Tomando como referencia sólo los 40 proyectos concluidos con atraso, se tiene que en promedio los proyectos se atrasan 233 días.

### 3.3.3 Análisis de Cuaderno de Obra Digital (CODI)

Para poder analizar adecuadamente la plataforma CODI, se nos ha habilitado el acceso a un ambiente de desarrollo no productivo. Ingresando a la plataforma, se observa un listado de proyectos dependiendo del usuario y perfil asignado, tal como se muestra en la Figura 29.

Se observa únicamente una clasificación por ubicación geográfica.

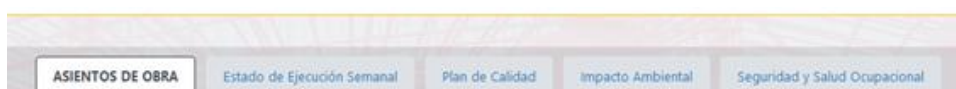
**Figura 29: CODI - Listado de Proyectos**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

En la Figura 30 se muestra que, seleccionando el proyecto a revisar, se observan los diferentes módulos descritos en el INSTRUCTIVO N° 02-2020, que procederemos a revisar de manera granular.

**Figura 30: CODI - Proyectos**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

### 3.3.3.1 Ayuda de Memoria

En la cabecera de la plataforma, se puede visualizar información básica del proyecto en ejecución, la cual se obtiene del SSP junto con la documentación técnica económica relativa al proyecto, tal como se refleja en la Figura 31.

- **OBSERVACIONES:** No se encuentra disponible el expediente técnico aprobado para poder realizar las validaciones necesarias

**Figura 31: CODI - Estado de Proyectos**

**Código del Proyecto:** 139406

**Ayuda de Memoria:**  [SSP](#)  [DOCUMENTOS](#)

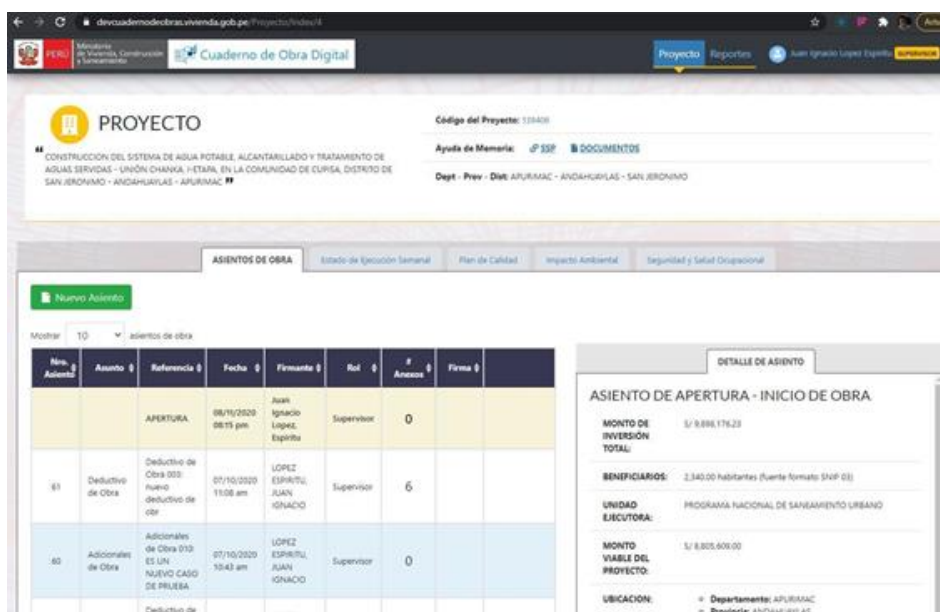
**Dept - Prov - Dist:** APURIMAC - ANDAHUAYLAS - SAN JERONIMO

Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

### 3.3.3.2 Asientos de Obra

El primer módulo que corresponde a los “Asientos de Obra” (Figura 32) cumple el principal objetivo de la plataforma el cual es digitalizar el cuaderno de obra físico.

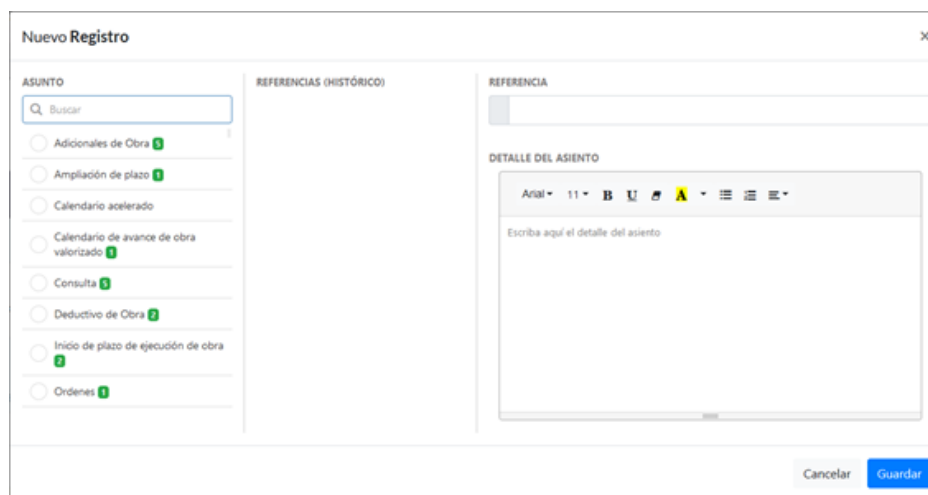
**Figura 32: CODI - Asientos de Obra**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

Se cuenta con diversas clasificaciones para los “tipos” de asiento/registro, como se muestra en la Figura 33, las cuales se establecieron en base a la experiencia de los asesores de los diferentes ministros.

**Figura 33: CODI - Nuevo Registro**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

Para cada asiento/registro es posible firmar documentos haciendo uso de la firma digital, adjuntar documentos y fotos georreferenciadas a manera de panel fotográfico.

➤ **OBSERVACIONES:**

- La información registrada en este módulo no interactúa con el SSP.

### 3.3.3.3 Estado de Ejecución Semanal

El segundo módulo del CODI corresponde a los “Estados de Ejecución Semanal” y está relacionado con las valorizaciones presentadas (Figura 34). En este módulo se han establecido reportes semanales de avance de obra físico y financiera de lo ejecutado y programado.

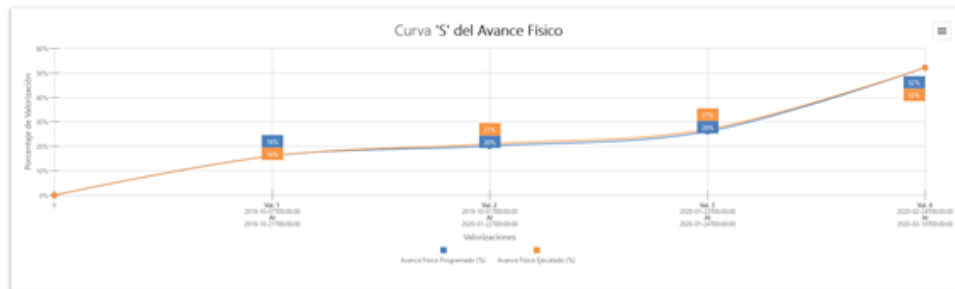
**Figura 34: CODI - Estado de Ejecución Semanal**

Estado de Ejecución Semanal	Inicio	Fin	% Avance Físico Programado	% Avance Físico Ejecutado	% Avance Financiero Programado	% Avance Financiero Ejecutado	Valorización Aprobada
<b>Período #1 (Del 07/10/2019 Al 21/10/2019)</b>							
En la presente jornada se verifica en obra el ingreso de material de construcción consistente 700 bolsas de cemento tipo V. También se verifica mantenimiento de maquinaria y equipo que se utiliza en...2022	16/10/2019	21/10/2019	16 %	16 %	18 %	18 %	
En la presente jornada se verifica en obra el ingreso de material de construcción consistente 700 bolsas de cemento tipo V. También se verifica mantenimiento de maquinaria y equipo que se utiliza en...2021	16/10/2019	21/10/2019	16 %	16 %	18 %	18 %	
En la presente jornada se verifica en obra el ingreso de material de construcción consistente 700 bolsas de cemento tipo V. También se verifica mantenimiento de maquinaria y equipo que se utiliza en...	07/10/2019	16/10/2019	16 %	16 %	18 %	18 %	
<b>Período #2 (Del 01/10/2019 Al 22/01/2020)</b>							
<b>Período #3 (Del 23/01/2020 Al 24/01/2020)</b>							
<b>Período #4 (Del 24/02/2020 Al 18/03/2020)</b>							

Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

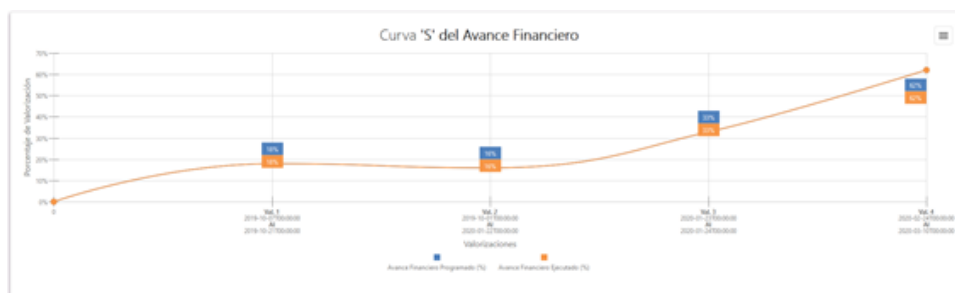
Además, se puede visualizar gráficamente el avance y las desviaciones que se pueden presentar mediante las Curvas “S”, tal como se muestra en la Figura 35 y Figura 36.

**Figura 35: CODI - Curva S de Avance Físico**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

**Figura 36: CODI - Curva S de Avance Financiero**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

Es posible adjuntar la valorización de la obra en formato PDF, tal como se muestra en la Figura 37, la cual se almacena en un repositorio en la nube; sin embargo, este documento irá cambiando mensualmente cada vez que se genere.

**Figura 37: CODI - Registro de Resumen Ejecutivo**

El formulario 'Registro de Resumen Ejecutivo' incluye los siguientes campos:

- Periodo:** Campos para 'Inicio' y 'Fin' con iconos de calendario.
- Descripción:** Un campo de texto con el placeholder 'Escribe el Resumen del Estado de Obra'.
- Avance Físico Programado (%):** Campo de entrada.
- Avance Físico Ejecutado (%):** Campo de entrada.
- Avance Financiero Programado (%):** Campo de entrada.
- Avance Financiero Ejecutado (%):** Campo de entrada.
- Valorización Aprobada:** Botón verde con un ícono de subida de archivo.
- Botones de acción:** 'Cancelar' (gris) y 'Guardar' (azul).

Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

➤ **OBSERVACIONES:**

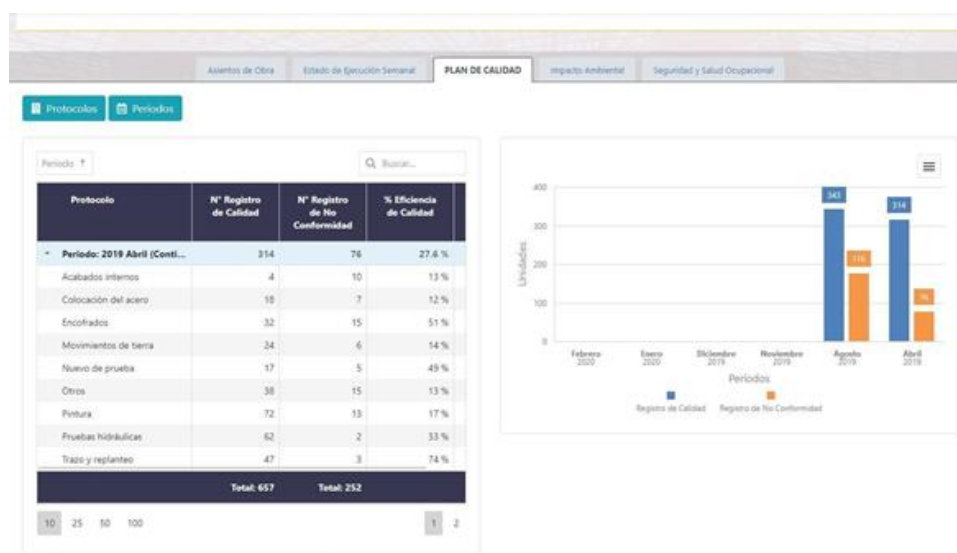
- Los valores de las ejecuciones programadas no se obtienen de ninguna fuente, teniendo que registrarse manualmente.
- No se solicitan evidencias multimedia o documentarias de los avances ejecutados.

- No existen reglas de negocio establecidas relacionadas a los diferentes registros que puedan ir generándose a través del tiempo. En ese sentido, se carece de notificaciones y alertas para un control adecuado.

### 3.3.3.4 Plan de Calidad

El tercer módulo del CODI corresponde al registro de los protocolos de calidad considerados en la ejecución de obra. Por cada protocolo se registra el número de registros existentes y el número de no conformidades, donde en teoría el número de registros de calidad debe ser mayor o igual al número de no conformidades. Asimismo, este módulo incluye una gráfica comparativa mes a mes de estos valores, tal y como se observa en la Figura 38.

**Figura 38: CODI - Plan de Calidad**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

Se cuenta con diversas clasificaciones para los “tipos” de protocolos/registro, las cuales se establecieron en base a la experiencia de los asesores de los diferentes ministros, los cuales están explícitamente expuestos en la Figura 39.

**Figura 39: CODI - Protocolos de Plan de Calidad**

# ↑	CÓDIGO	PROTOCOLO	
1	A.0.1.R-120	Acabados internos	 
2	E.0.2.COL-1	Colocación del acero	 
3	E.0.3.COL-1	Encofrados	 
4	E.0.4.L-2	Movimientos de tierra	 
5	A.0.2-C-0355	Nuevo de prueba	 
6	O.0.0.0oo	Otros	 
7	A.0.1-R2-02	Pintura	 
8	A.0.4-RC-03	Pruebas hidráulicas	 
9	E.0.2.L-2	Trazo y replanteo	 
10	E.0.1.ZAP-2	Vaciado del concreto	 

Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

➤ **OBSERVACIONES:**

- No existen reglas de negocio que valide este hecho o que genere alertas cuando el número de no conformidades representa cierto porcentaje del número de registros de calidad.

**3.3.3.5 Impacto Ambiental**

El cuarto módulo del CODI corresponde al registro de consideraciones medio ambientales agrupadas en categorías las cuales deben tener un valor (criticidad) dentro del Plan de Manejo Ambiental (PMA). Por cada período debe registrarse si se ha realizado como: preventivo, mitigación, corrección y/o compensación. En la Figura 40 se muestra detalladamente.

**Figura 40: CODI - Impacto Ambiental**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

➤ **OBSERVACIONES:**

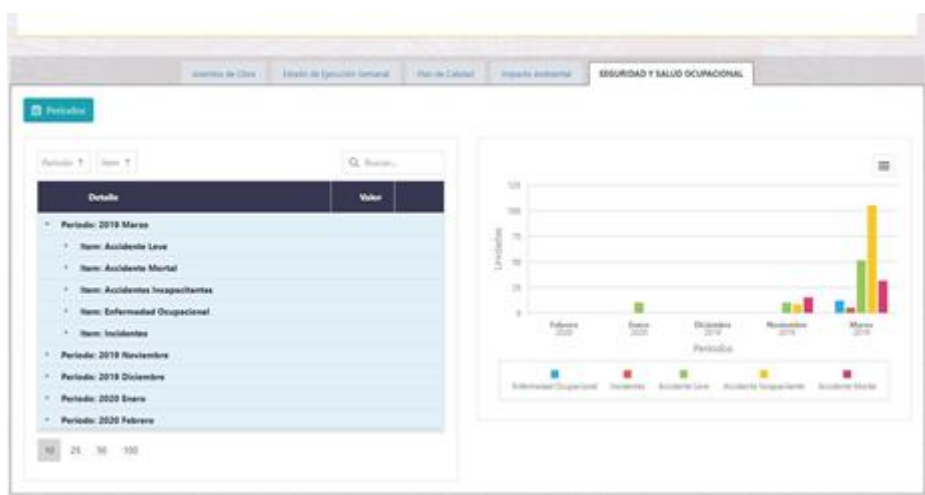


- El análisis de este módulo no forma parte del alcance.

### 3.3.3.6 Seguridad y Salud Ocupacional

El quinto módulo del CODI corresponde al registro de incidentes, accidentes y enfermedades, deben registrarse en cada período señalando la cantidad por cada uno de ellos, tal y como lo muestra la Figura 41.

**Figura 41: CODI - Seguridad y Salud Ocupacional**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

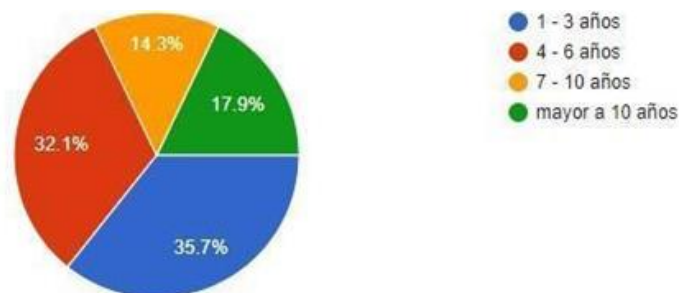
#### ➤ **OBSERVACIONES:**

- El análisis de este módulo no forma parte del alcance.

### 3.3.4 Encuestas a Ingenieros

- Entre el 10 y el 17 de octubre de 2020 se realizó una encuesta a veintiocho (28) ingenieros y arquitectos relacionados con el rubro de construcción de obras públicas de saneamiento en el Perú.
- Como análisis inicial podemos apreciar que los encuestados son de diversas edades y cuentan con variada experiencia en diferentes entidades que interactúan dentro del sector saneamiento, tal como se muestra en la Figura 42.

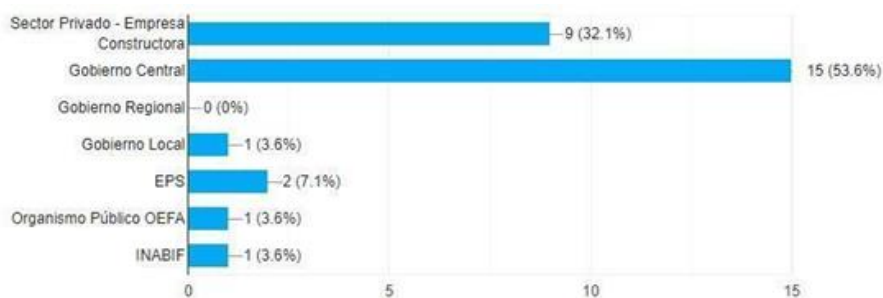
**Figura 42: Años de Experiencia en ejecución de Obras Públicas**



Fuente: Elaboración Propia

- En cuanto a los sectores de desempeño, se puede observar que los encuestados han estado trabajando en el gobierno central, en los gobiernos locales, en empresas prestadoras de servicios de saneamiento y otros en empresas que han participado en la ejecución y supervisión de obras de saneamiento. En la figura 43 se muestra en porcentaje de encuestados en relación a las empresas donde se han desempeñado laboralmente.

**Figura 43: Lugares de Trabajo**



Fuente: Elaboración Propia

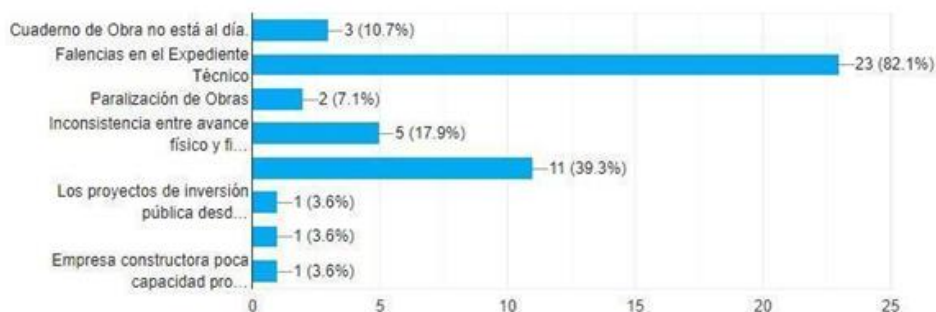
### 3.3.4.1 Causales de Baja Calidad

- En referencia a la pregunta “¿Cuáles son las causas por las que la calidad de las obras de saneamiento es baja?”, la opción que más votos tuvo fue la “Deficiencia en los expedientes técnicos”; lo cual guarda relación con lo expuesto por la Contraloría General de la República en su informe de Obras Paralizadas. La segunda opción más votada fue “inconsistencias entre el avance físico y financiero”, esto nos brinda una oportunidad de ejecutar control concurrente durante la ejecución de obras. En la Figura 44 se muestra detalladamente los causales de baja calidad de las obras públicas, así como su peso en porcentaje.

**Figura 44: Causales de Baja Calidad de las Obras Públicas**

¿Cuál de las siguientes opciones considera usted que es la principal causa de la baja calidad en la ejecución de obras públicas? (marcar máximo 2 respuestas)

28 respuestas



Fuente: Elaboración Propia

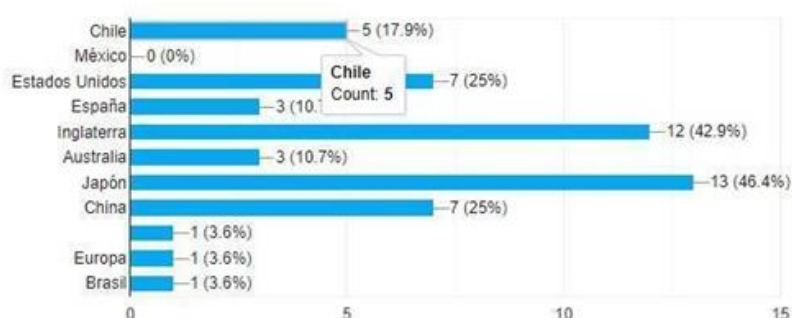
### 3.3.4.2 Países como Ejemplos o Modelos

- En referencia a la pregunta “¿Qué países del extranjero podemos tomar como ejemplo en el Perú para la ejecución de obras públicas?”; los países que tuvieron la mayor cantidad de votos fueron: Japón e Inglaterra. como tercera opción y más rezagados se encuentran China y Estados Unidos, tal como se muestra en la Figura 45. El avance tecnológico y metodológico usado en Japón para las construcciones son un referente que debemos investigar más a fondo para proponer mejoras al Cuaderno de Obra Digital. En cuanto a Inglaterra, no es sorpresa debido a que viene implementando metodologías como BIM desde 2011 y contratos NEC en la modalidad gobierno a gobierno (G2G) para proyectos emblemáticos como Los Juegos Panamericanos 2019 y la Reconstrucción con Cambios del Norte del Perú como ejemplos.

### Figura 45: Países Referentes en Obras Públicas

¿Qué países considera que pueden ser de ejemplos o referentes para mejorar la ejecución de obras públicas de saneamiento en el Perú? (seleccionar como máximo 3)

28 respuestas



Fuente: Elaboración Propia

#### 3.3.4.3 Referencias de Metodologías

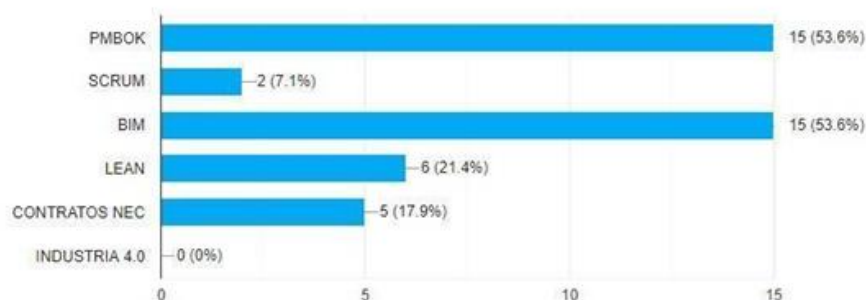
En referencia a la pregunta “¿Qué tecnologías o buenas prácticas debíamos adoptar para mejorar la calidad de la ejecución de obras públicas de saneamiento en el Perú?”; la adopción de metodologías y estándares de trayectoria y mundialmente reconocidas como PMBOK y BIM lideran las respuestas. La adaptación de metodologías como LEAN y PMBOK para hacer una suerte de metodología adaptada para gobierno en temas de obras públicas de saneamiento es una opción a viabilizar. El uso de BIM es indiscutible, actualmente la EPS más grande del país, “SEDAPAL”, trabaja sus proyectos usando esta metodología; de igual manera, en el programa PASLC se está implementado un proceso interno de modernización para lograr el mismo resultado. El MVCS a través de un proyecto internacional junto con el PNSU, OTASS y el Banco Mundial vienen ejecutando una consultoría para los sistemas PRESET y SSP, el cual tiene como principal objetivo la implementación e integración de BIM. En la Figura 46 se expone las metodologías y sus porcentajes de acuerdo a lo más eficiente,

**Figura 46: Metodologías**

¿Cuál de las siguientes metodologías, buenas prácticas o tecnologías cree que ayudarán a mejorar la calidad de la ejecución de obras públicas?



28 respuestas



Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.4.4 Preguntas Abiertas

Finalmente, en la encuesta se incluyeron dos preguntas abiertas de las cuales rescatamos los siguientes aportes:

- ¿Qué funcionalidades considera que debe tener un Software de Seguimiento y Control de la Ejecución de Obras Públicas de Saneamiento?
  - Intuitivo y de fácil uso.
  - En tiempo real, amigable a velocidades lentas de internet.
  - Que pida información diaria y semanal, con evidencias.
  - Que tenga alertas y notificaciones.
  - Que sea compatible con BIM, GIS y CAD.
  - Debe poder conversar con otros sistemas del MVCS y del gobierno.
- ¿Qué considera usted que debe mejorar para lograr que la construcción de obras de saneamiento sea de alta calidad?
  - Mejorar la calidad de los expedientes técnicos.
  - Homologación de profesionales, de acuerdo a lo establecido en el Informe Final de la Comisión de Reorganización de los programas del MVCS.
  - Abstracción de la unidad ejecutora del proceso de selección.
  - Estandarización de bases de obras públicas de acuerdo a la región y tipología del proyecto y/o de sus componentes.
  - Poder realizar mejoras y evitar ir a juicio, temas de colaboración concurrente durante la ejecución de las obras.

- Reforzar las condiciones necesarias para las supervisiones de las obras.
- Presencia de un auditor externo, puede ser un control concurrente de la CGR.
- Inspeccionar de manera constante las obras, a falta de esto debemos implementar mecanismos tecnológicos que apoyen con este punto.
- Control de calidad en cada etapa del proyecto, realizando un seguimiento financiero exhaustivo para que los desembolsos por parte de las unidades ejecutoras sean consistentes con la ejecución física y financiera.

Los resultados completos de la encuesta pueden verse como página web en la siguiente dirección web <https://bit.ly/3mzSWJ1> y también en los ANEXOS del presente documento.

### **3.3.5 Entrevistas**

Hemos entrevistado a diversas personas que se han visto involucradas en los procesos de ejecución, monitoreo y/o seguimiento de obras; con la finalidad de tener opiniones y puntos de vista amplios y así enriquecer el contenido del presente trabajo de investigación.

#### **3.3.5.1 Lic. Nataly Buleje - Ex Especialista de Coordinación Nacional del PNSU**

La Lic. Natalie Buleje, actual especialista en inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas, se desempeñó como Especialista de Coordinación Nacional en la Unidad de Coordinación Regional y en la Unidad de Monitoreo de Obras en la PNSU. En base a su experiencia nos dio a conocer un problema que no teníamos identificado, la cual correspondía al vencimiento del presupuesto asociado a los expedientes técnicos, que se pueden dar tanto por una demora en la presentación por parte de los gobiernos locales como por una falta en la priorización de los proyectos evaluados por la Oficina de Programación Multianual de Inversiones (OPMI). Esto no se traduce en una falta de importancia en los proyectos de saneamiento, sino que la OPMI tiene una normativa para validar y evaluar todos los proyectos del universo del sector que pueden ser financiados en cada año fiscal; donde los proyectos que han sido aprobados en la plataforma PRESET representan una parte de ese universo. Cuando estos proyectos no son financiados por el MVCS, pasan a un banco de proyectos y pueden permanecer ahí durante uno, dos o tres años. Sin embargo, nos expresó que luego de un período determinado, se debería exigir que el PNSU junto con el gobierno local que presentó el proyecto, actualicen el presupuesto de los expedientes técnicos mediante la PRESET, y de esta

manera evitar inconsistencias y alargar los procesos de estudio de mercado cuando las empresas postoras presenten objeciones u observaciones.

### **3.3.5.2 Ing. José Baldeón - Ex Especialista de Proyectos Especiales del PNSU**

El Ing. José Baldeón, actualmente se desempeña como ingeniero del Programa de Integración de Agua y Saneamiento Rural (PIASAR) que pertenece al PNSR; y ha trabajado previamente en el PNSU como ingeniero especialista para la elaboración de expedientes técnicos. Es uno de los autores de la “Guía de Elaboración de Expedientes Técnicos de Saneamiento” que se usa actualmente en los gobiernos locales y regionales, y es uno de los impulsores de la actualización de la misma.

Nos compartió que para discutir de análisis de montos a medida que la obra se va ejecutando, existen ciertos montos claves a analizar:

- Monto del Expediente Técnico Aprobado vs Monto Contratado de la Obra
- Monto Contratado de la Obra vs Monto Ejecutado Final - En obras culminadas.
- Monto Contratado de la Obra vs Monto Devengado Acumulado - En obras que están en ejecución.

Además, cabe resaltar que estos montos engloban tanto las inversiones realizadas para la ejecución de la obra por la empresa constructora, como para la supervisión por empresa supervisora. Como particularidad nos indicó que las mayores desviaciones se realizan en la etapa de construcción, por lo que para poder realizar un análisis adecuado deberíamos separar los montos transferidos a la empresa supervisora.

También nos indicó que la validez de un expediente técnico es de tres años, por lo que es necesario que pasado este período se realice una verificación o actualización para validar que las condiciones técnicas se mantienen. El presupuesto tiene validez de nueve meses y el permiso ambiental tiene validez de tres años prorrogable hasta por dos años.

Finalmente, un dato importante que nos mencionó es que, en el proceso de licitación, se maneja un rango esperado para la recepción de ofertas económicas, este es desde 90% a 110% del monto establecido en el expediente técnico. Según su experiencia, el Ing. José Baldeón nos

indica que aproximadamente en el 90% de los casos los montos de los proyectos contratados varían entre el 90% y 99%.

### **3.3.5.3 Carlos Cisneros - Ex Especialista de Monitoreo de Obras del PNSU**

El Ing. Carlos Cisneros quien es ingeniero del Programa de Integración de Agua y Saneamiento Rural (PIASAR) que pertenece al PNSR quien a su vez ha tenido un paso por el PNSU como ingeniero dedicado a la consolidación del seguimiento de la ejecución de obras a nivel nacional. Es uno de los integrantes originales del equipo que implementó la PRESET y fue parte de las capacitaciones dadas a gobiernos locales y gobiernos regionales a nivel nacional. Por lo tanto, tiene la experiencia necesaria para ayudarnos en estos temas.

Durante esta conversación pudimos rescatar que una información importante se encuentra en el expediente de liquidación de obra, pues ahí se registran los saldos de obra y se ve cuánto se devolvió al tesoro público.

La paralización de obras es uno de los aspectos que afectan los presupuestos de las obras; sin embargo, las causas de paralización son generadas desde errores u omisiones en el expediente técnico y en su evaluación a través de la PRESET:

- Saneamiento de terrenos, hay que cruzar información con SUNARP y SBN.
- Beneficiarios no incluidos, hay que cruzar el padrón de beneficiarios con ubicación espacial con el paso de la obra y beneficio final.
- Mala ubicación de PTAR o PTAP.

Otro punto importante es verificar que no existan escenarios en el tiempo donde la ejecución financiera supera siempre a la ejecución física. Podemos establecer como positivo tener una ejecución financiera superior en 5% a la ejecución física durante un período de tres meses consecutivos. Hay que tener también especial cuidado en los cambios de gestión de gobiernos locales y regionales, para que las obras no se vean paralizadas por revisiones innecesarias, debe haber un mecanismo que transparente la información de manera ágil para que las nuevas gestiones tengan una visión total de las obras que se están ejecutando.



### **3.3.5.4 Bach. Juan López - Desarrollador de la Oficina General de Estadística e Informática**

Finalmente, se entrevistó al Bach. Juan López de la OGEl, persona que participó durante todo el desarrollo del CODI y al margen del detalle técnico de la plataforma nos señala temas importantes que consideramos son importantes para nuestro trabajo:

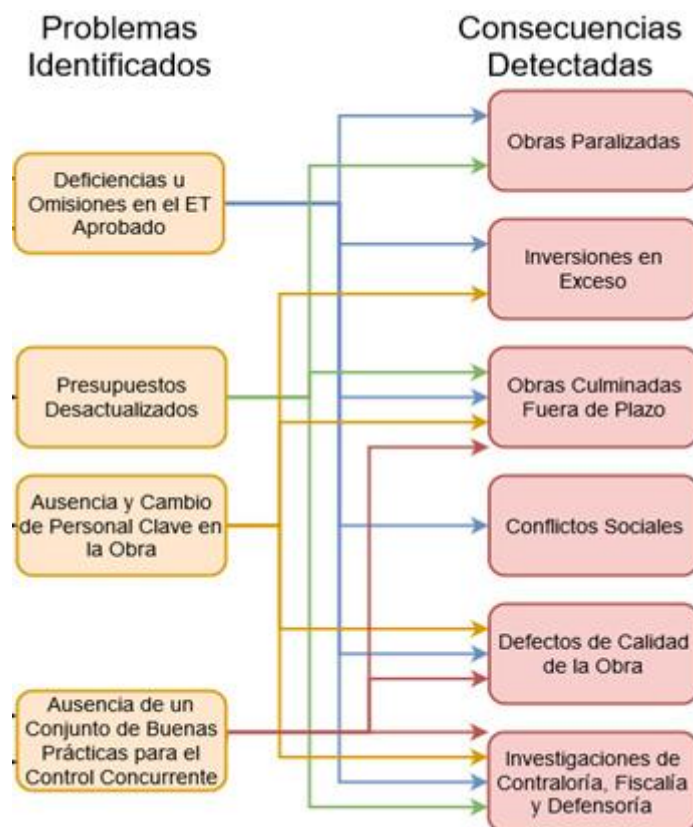
- La plataforma no tiene servicios web con el resto de sistemas del MVCS, ni con otras entidades del gobierno. Solamente obtiene la información básica del proyecto a partir del código del mismo, para ser mostrada y no explotada.
- Para el desarrollo del CODI no se realizaron reuniones con los ingenieros monitores de los programas del MVCS hasta la etapa final cuando ya estaba todo al 90%. Nunca se realizaron reuniones con el sector privado, que son los verdaderos usuarios finales del CODI.
- En el CODI existen tres roles: inspector (unidad ejecutora, gobierno local o regional), residente (empresa constructora), supervisor (empresa supervisora).
- En el CODI no existen reglas de negocio para el correcto monitoreo y control de la ejecución de las obras.

### **3.4 Identificación de Problemas**

El análisis de la problemática encontrada ha tomado como referencia y línea base los informes elaborados por el MVCS (como ente rector), en el marco de la reorganización de los programas y de la información del Módulo de Riesgos, y la CGR (como ente de control); para luego compararla con la información en los sistemas de información del sector (SSP y PRESET) y finalmente validarlos con la opinión a manera de JUICIO EXPERTO mediante encuestas y entrevistas realizadas a ingenieros con trayectorias relacionadas a proyectos de inversión de saneamiento urbano. Adicionalmente, se ha analizado el Cuaderno de Obra Digital (CODI) dentro del ambiente de desarrollo; para poder proponer las mejoras correspondientes.

En ese sentido, hemos podido corroborar algunas de las opiniones o hallazgos de la problemática manifestada, incluidos en los documentos que hemos tomado como línea base. En los anexos se adjunta la Tabla 29, en la cual se han agrupado los problemas en cuatro categorías, y se asocia cada grupo con lo encontrado en la línea base y lo evidenciado durante nuestro análisis. En la Figura 47 presentamos la relación entre PROBLEMAS y CONSECUENCIAS.

**Figura 47: Problemas Identificados & Consecuencias Detectadas**



Fuente: Elaboración Propia

### **3.4.1 Deficiencias y Omisiones en el Expediente Técnico Aprobado**

La elaboración, contenido y calidad de los expedientes técnicos debe revisarse antes de presentarse a la PRESET y revalidarse antes de iniciar el proceso de selección; esto con la finalidad de realizar los ajustes necesarios, optimizando los tiempos y reduciendo la cantidad de observaciones y/o consultas que se puedan presentar.

Se han identificados los siguientes componentes del expediente técnico que presentan el mayor número de observaciones y sobre los cuales se tienen que aplicar correctivos previos al inicio de la ejecución de las obras y de esta manera prevenir retrasos y/o paralizaciones.

- Deficiencias y omisiones normativas → Admisibilidad
- Deficiencias y omisiones de ingeniería → Calidad

### **3.4.2 Presupuestos de Obra Desactualizados**

El presupuesto de los expedientes técnicos debe actualizarse previamente a los procesos de selección; se deberá definir un plazo máximo de entre 9 meses a 1 año como umbral para

disparar esta actualización. Realizando los ajustes necesarios, se optimizarán los tiempos de esta etapa, reduciendo el número de observaciones y/o consultas que se puedan presentar.

Se han identificado dos situaciones donde los presupuestos pueden quedar desactualizados:

- Posterior a la aprobación del EETT en PRESET y previa presentación al MVCS: Debido a las falencias de capacidad de gestión de los gobiernos locales y/o los cambios de gestión en los mismos; pueden ocasionar que un proyecto previamente aprobado en la PRESET, no sea priorizado correctamente por el MVCS.
- Posterior a la presentación al MVCS y no priorización por la OPMI: Ante esta situación, los proyectos se trasladan al “Banco de Proyectos” para ser revisados nuevamente y “posiblemente” financiado en un plazo de entre 1 a 3 años.

### ***3.4.3 Ausencia y Cambio de Personal Clave***

Mediante las visitas de monitoreo realizadas, encuestas y entrevistas; se ha identificado que, durante la ejecución de obras públicas de saneamiento, el personal clave no se encuentra presente, lo cual obliga a que el personal técnicamente no capacitado (ingeniero junior o personal técnico) se haga responsable de la ejecución de la misma, tomando decisiones importantes que pueda afectar las variables del proyecto en alcance, costo y tiempos.

El problema radica en poder verificar que el Ingeniero Residente o Supervisor de obra, no tenga asignada más de una obra al mismo tiempo a nivel nacional, pues esto está restringido por la presente normativa. Además, cuando se presentan paralizaciones permanentes en las obras, las empresas constructoras y supervisoras reubican a los ingenieros encargados para no verse perjudicados económicamente; lo cual es un problema pues cuando la obra paralizada se reactiva nuevamente, estas empresas deberán asignar nuevos ingenieros residentes y supervisores, y si no se realiza el traslado de información adecuado, pueden presentarse problemas de continuidad tanto al interno como entre ellos.

### ***3.4.4 Ausencia de un Conjunto de Buenas Prácticas para el Monitoreo y Control Concurrente***

La mala calidad de las construcciones o la mala gestión durante la ejecución de una obra pública de saneamiento no es causada necesariamente por el bajo nivel de especialización o metodología de las empresas constructora y supervisora; pues finalmente en las

especificaciones técnicas se establecen los requerimientos mínimos para la adjudicación de los mismos.

El problema radica en la debilidad de monitoreo y control, y carencia de herramientas tecnológicas para llevarlas a cabo correctamente; es el administrador del contrato (gobierno local o regional) y el MVCS como ente rector del sector, quienes deben establecer un conjunto de controles, regulaciones y sanciones capaces de poder ayudar a mejorar estos procesos durante la ejecución de las obras de saneamiento.

### **3.4.5 Consecuencias Detectadas**

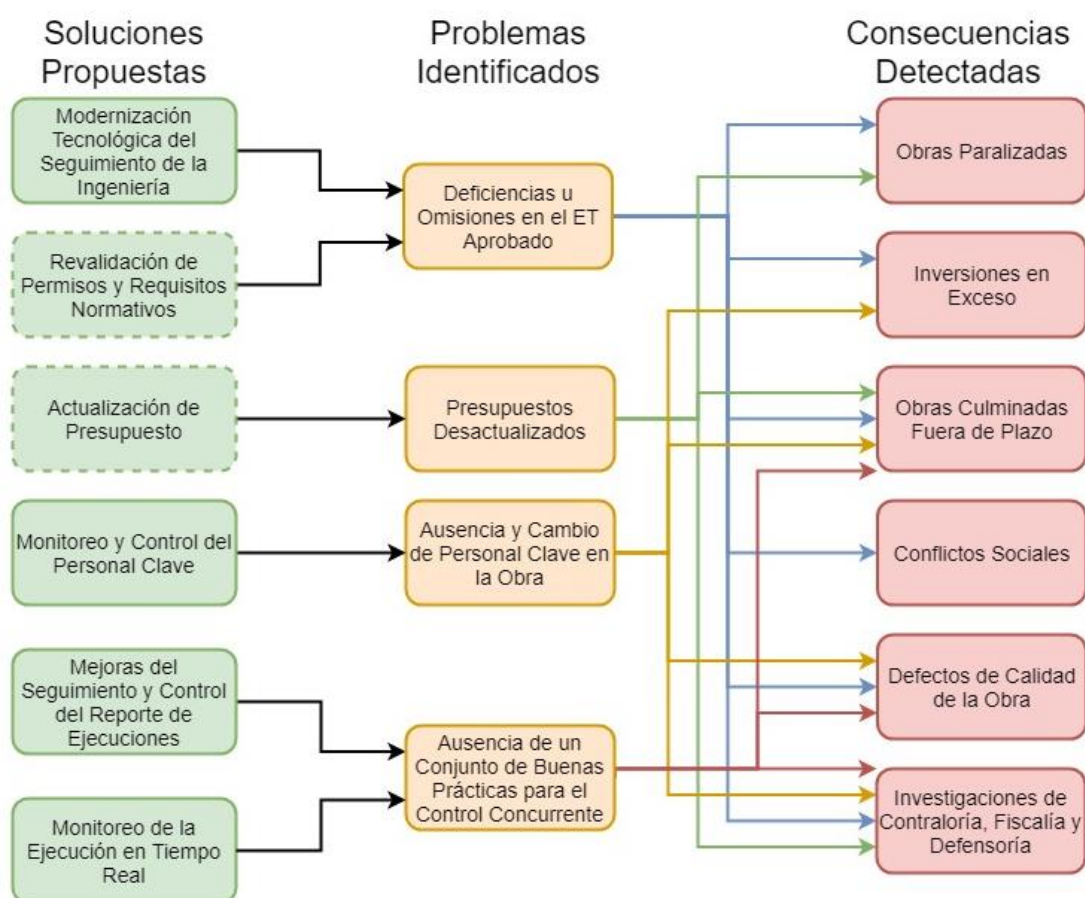
Hemos identificado que estos problemas repercuten en lo siguiente:

- Obras Paralizadas. (Ejecución): No se consideran las paralizaciones temporales causadas por el clima, accidentes de trabajo o falta de coordinación logística.
- Obras Culminadas Fuera de Plazo. (Ejecución): Los cronogramas de ejecución de proyectos no se realizan adecuadamente, debido a que los criterios implementados no se ajustan a las diferentes realidades y complejidad de cada proyecto; no se debe asumir y generalizar tipologías conocidas para plantear cronogramas.
- Inversiones en Exceso. (Ejecución): Los malos diseños generan ampliaciones y adicionales de obra, lo que requiere una mayor asignación de presupuesto y recursos para cubrir el abastecimiento y pagos adicionales.
- Conflictos Sociales. (Ejecución): Se pueden evidenciar como desabastecimiento de materiales generado por tomas de carreteras, las invasiones de obra, el enfrentamiento con la seguridad privada y/o Policía Nacional del Perú, las denuncias en medios periodísticos o el reclamo ante las instancias correspondientes.
- Defectos de Ingeniería de la Obra. (Post Ejecución): Lo que en el largo plazo puede generar otros problemas:
  - Incremento de enfermedades debido a la baja calidad en el servicio de abastecimiento de agua: pocas horas o bajo nivel de cloración.
  - Daños colaterales y costos de indemnización: rotura de tuberías de agua y/o alcantarillado.
  - Costos elevados de operación y mantenimiento.
- Investigaciones de Contraloría, Fiscalía y Defensoría.

#### 4 Capítulo IV: Propuesta de Solución

En base al análisis realizado, y tomando en consideración algunas de las propuestas de mejora del “Informe Final de la Reorganización de los Programas del MVCS”, hemos relacionado las consecuencias y las problemáticas identificadas con nuestras propuestas de soluciones, para de esta manera optimizar las funcionalidades de monitoreo y control del Cuaderno de Obras Digital (CODI) durante la etapa de ejecución de las obras públicas de saneamiento urbano. En la Figura 48 se detalla la relación entre SOLUCIONES, PROBLEMAS y CONSECUENCIAS.

**Figura 48: Soluciones, Problemas & Consecuencias**



Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 9 refleja en qué sistemas deben implementarse las mejoras planteadas, y como parte del alcance solo trabajaremos en las 4 primeras relacionadas netamente al CODI.

**Tabla 9: Soluciones Propuestas y Sistemas Afectados**

ÍNDICE	SOLUCIONES PROPUESTAS	SISTEMAS		
		PRESET	SSP	CODI
1	Modernización Tecnológica del Seguimiento de la Ingeniería de la Obra	x	x	x
2	Geolocalización y Control Biométrico del Personal Clave			x
3	Mejoras del Seguimiento y Control del Reporte de Avances			x
4	Monitoreo de la Ejecución en Tiempo Real			x
5	Revalidación de Permisos y Requisitos Normativos		x	
6	Actualización de Presupuesto		x	

Fuente: Elaboración Propia

## 4.1 Monitoreo en Tiempo Real

### 4.1.1 Descripción

La presente solución ataca el problema generado por las inconsistencias que se reportan durante el avance físico ejecutado de la obra en comparación a lo establecido en el expediente técnico. También permite establecer una correlación entre lo que se aprecia visualmente y lo reportado como inversión financiera. Por otro lado, también sirve para capturar imágenes que puedan ser analizadas con posterioridad a través de software BIM y GIS para evaluar la calidad de la ingeniería. Esta solución sirve de apoyo al resto de soluciones y consta de dos componentes. La meta es poder tener un monitoreo remoto de al menos el 90% de las obras de saneamiento urbano para el año 2026.

#### 4.1.1.1 Primer Componente: Imágenes, Videos y Transmisiones en Vivo de las Obras

- Las obras de saneamiento generalmente son lineales, esto quiere decir que no existe un área fija poligonal donde se construya por etapas como es el caso de hospitales, colegios o centros comerciales. Al ser lineal avanza en el tiempo pues hablamos de tuberías de distribución que se conectan con aquellas que provienen desde la captación, para luego volcarse hacia la red de agua la zona beneficiada. Al ser una obra en la vía pública y ser subterránea no cuenta con posibilidad de poder establecerse un cableado de red, la

alternativa de implementar antenas para radio enlaces eleva el nivel de complejidad y hace más onerosa la solución.

- En ese sentido, se han escogido cámaras para exteriores con ciertas condiciones para resistencia a bajas temperaturas y altura, que tengan alta definición, que tengan la capacidad de transmitir en vivo usando la red de internet móvil de los operadores disponibles en la zona de la obra, que permita guardar los videos en una tarjeta micro SD y que sea autosostenible (Figura 49), incluso con contingencia permitiendo usar generadores eólicos y solares para la obtención de la energía y almacenando el resultado en baterías de bajo costo.
- Asimismo, se ha planteado incluir la toma de fotos y videos aéreos haciendo uso de drones (Figura 50) de manera obligatoria en obras cuyo monto de inversión sea igual o mayor a los diez millones (10.000.000.00) de soles, y alternativamente hacer uso de imágenes satelitales mediante convenio con La Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA) y de imágenes captadas durante vuelos de entrenamiento en convenio con la Fuerza Aérea del Perú (FAP).
- Por otro lado, sabemos que las cámaras y las fotos y videos aéreos pueden resultar insuficientes, por lo que se ha propuesto que la actual aplicación móvil de monitoreo de obras del SSP se rediseñe para que pueda ser usada por las empresas constructoras y supervisoras y sea una aplicación móvil de seguimiento del CODI para el residente de obra.

**Figura 49: Modelo de Cámara de Bajo Costo autosostenible**



Figura: Google Imágenes - <http://bit.ly/2Ynudhi>

**Figura 50: Beneficios de los Drones en la Construcción**



Figura: Google Imágenes - <https://bit.ly/3cj463d>

#### **4.1.1.2 Segundo Componente: Almacenamiento Local y en la Nube**

- Todos los videos de las cámaras son transmitidos en tiempo real para que puedan ser accedidos desde el SSP y el CODI. Sin embargo, por una cuestión de costos se está evitando que el almacenamiento sea transmitido en tiempo real a una ubicación remota.
- La estrategia planteada es que cada cámara tenga su propio almacenamiento interno usando tarjetas microSD, para que al final de la jornada o como máximo cada semana, se suban a la nube a una carpeta designada por el PNSU a través del CODI. Sin embargo, a manera de contingencia y para evitar pérdida de información en caso la empresa constructora informe de dificultades técnicas para conectarse a Internet se ha dispuesto que en cada obra exista un equipo de almacenamiento NAS (Figura 51) con la capacidad adecuada de acuerdo al tamaño y complejidad de cada una de las obras de saneamiento.

**Figura 51: Almacenamiento Local en Equipos de Tipo NAS**



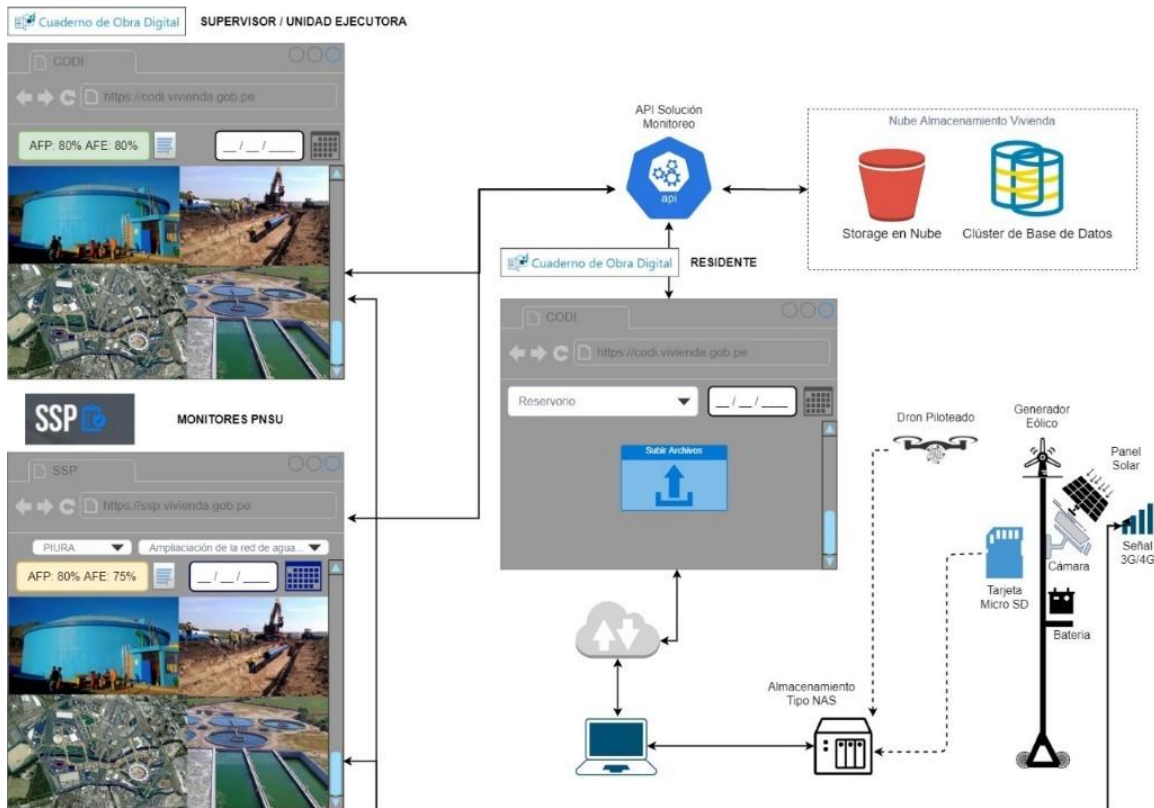
Fuente: Google Imágenes - <http://bit.ly/2MuRISI>



#### **4.1.2 *Arquitectura de Solución***

- La arquitectura de la solución está conformada por dos infraestructuras: una necesaria en la obra y otra del lado del MVCS. La primera infraestructura consta de la aplicación móvil, las cámaras de bajo costo autosostenible, y en algunos casos los drones; los cuales envían información en tiempo real a través de la red de datos móviles de los operadores nacionales o la almacenan temporalmente para subirla a la nube a través del CODI. La segunda infraestructura es la del MVCS que consta de un microservicio asociado a la solución, el cual expone un API para ser consumido, un clúster de base de datos propio y almacenamiento de las imágenes y videos; esta arquitectura puede implementarse en la nube o en el centro de datos del MVCS. En la Figura 52 se observa una unidad de Arquitectura de monitoreo en tiempo real.
- La idea es que se permita que los monitores del PNSU regionales puedan ver todas las obras de su región desde el SSP, y los supervisores de monitoreo del PNSU a nivel nacional puedan ver todas las obras de las regiones que tienen asignadas. En el CODI son el supervisor y la unidad ejecutora a través del administrador de contrato los que tendrían el acceso. La empresa constructora a través del residente tendría un módulo donde verían las cámaras y datos relevantes a las mismas como la carga de la batería, el almacenamiento disponible en la tarjeta microSD, la señal de las tarjetas SIM, etc.

**Figura 52: Arquitectura de Monitoreo en Tiempo Real**



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3 Alcances y Limitaciones

- Esta solución es para visualizar en tiempo real y en zonas urbanas con cobertura 3G/4G. Son cámaras con ángulo de visiones de hasta 120°, no se están considerando cámaras con ángulos mayores. El detalle de las imágenes estará determinado por la cantidad de luz disponible y por la calidad de la cámara que oscila entre 720p a 1080p.
- Se está considerando usar cámaras que incluyen paneles solares y ranuras para tarjetas SIM. La carga de las cámaras dependerá de la energía proporcionada por los paneles solares y como respaldo de la batería. En caso de no haber cobertura de datos o que no haya datos suficientes en el servicio, no será posible transmitir en vivo, pero seguirá almacenando dentro de la tarjeta microSD.
- La altura recomendada de los postes es de 2.5m para que las instalaciones se hagan a partir de los 2m. Los postes al ser móviles podrán desplazarse junto con la obra.
- El equipo NAS será el encargado de almacenar los videos en caso de contingencia para ser revisados durante las visitas inopinadas de los monitores del PNSU.

#### 4.1.4 Indicadores de Gestión

La solución presentada tendrá los indicadores mostrados en la Tabla 10, para mejorar la gestión durante la ejecución de obras públicas en saneamiento urbano:

**Tabla 10: Indicadores de Gestión del Monitoreo en Tiempo Real**

Indicador	Fórmula	Frecuencia	Parámetros de Medición
Transmisión de Cámaras	Porcentaje	Semanal	Satisfactorio: $A - B = 0$
	A: # de cámaras instaladas B: # de cámaras transmitiendo A-B		Irregular: $1 \leq A - B \leq 2$ (obras grandes) $A - B = 1$ (resto de obras) Deficiente $A - B > 2$ (obras grandes) $A - B > 1$ (resto de obras)
Registro Adecuado de Multimedia (1)	Cantidad	Mensual	Satisfactorio: $A - B = 0$
	A: # de reportes realizados B: # de reportes realizados a tiempo		Irregular: $A - B = 1$ Deficiente $A - B \geq 2$
Calidad de Multimedia (2)	Porcentaje	Semanal	Satisfactorio 100%
	A: # de videos verificados correctos		Irregular: $[90\% - 100\% >$ (duración de video)
	B: # de videos = # de cámaras * # de días desde el último reporte		Deficiente
	$A/B * 100$		$< 100\%$ (hash de video) $< 90\%$ (duración de video)
	Verificaciones Automáticas		
	Duración de video		
	Hash de video		

*Nota.* (1) Se propone que la fecha de corte sean los domingos, los videos pueden subirse en bloque o diariamente.

(2) Podrían plantearse verificaciones manuales posteriores, las que quedarían a criterio del PNSU. Ejemplos: Video ilegible, video sin imagen, cámara enfocando otra zona.

Fuente: Elaboración propia

## **4.2 Modernización Tecnológica del Seguimiento de la Ingeniería de la Obra**

### **4.2.1 Descripción**

La inclusión de BIM y GIS debe ser incluida en todo el ciclo de vida del expediente técnico, desde la etapa de elaboración de expedientes técnicos, pasando por la revisión de los mismos realizada en la PRESET y hasta la ejecución de las obras controlado desde el CODI. Estas tecnologías ayudan a optimizar los diseños para evitar errores, colisiones entre especialidades, automatizar tareas durante la construcción, comparar lo ejecutado a través de análisis de imágenes 3D, entre otros. Durante la etapa de construcción es necesario el trabajo colaborativo entre todos los actores de las ejecuciones de las obras públicas de saneamiento urbano.

La idea es poder realizar comparaciones a medida que avanza la ejecución de la obra, haciendo análisis de imágenes 2D y 3D, para esto vamos a apoyarnos en la solución anterior de “Monitoreo de la Ejecución en Tiempo Real” y del expediente técnico aprobado a través de la PRESET, el cual debe incluir las tecnologías BIM y GIS para su elaboración. Estas comparaciones nos van a ayudar por ejemplo a saber si las tuberías que se están instalando son de la calidad técnica establecida en el expediente técnica o, si dentro de una planta de tratamiento de aguas residuales se presentan incongruencias que luego signifiquen reprocesos. Asimismo, mediante las tomas aéreas podemos verificar que no existan choques o cruces con otras intervenciones del MVCS, como lo son proyectos de pistas y veredas, o de no colisionar con tendidos de fibra óptica o con instalaciones de gas natural. Por último, se puede aproximar el avance físico ejecutado mediante algoritmos que usen como fuente de información las imágenes de las cámaras, las fotos subidas a través de la aplicación móvil del CODI propuesta en la solución anterior y las tomas fotográficas aéreas.

Se han contemplado tres componentes, primero, la adquisición de equipos tecnológicos de última generación con los recursos suficientes para realizar la revisión de la ingeniería propuesta dentro de los expedientes técnicos. Segundo, la suscripción anual a softwares de ingeniería reconocidos a nivel mundial como los mejores en el mercado: AEC Collection de Autodesk, BIM 360 Docs de Autodesk, ArcGIS Desktop Standard de Esri, S10 Presupuestos Cloud de S10Peru, SewerGEMS de Betley y SewerGEMS de Bentley. Y tercero, las adecuaciones necesarias en la PRESET, SSP y CODI,

La meta es mejorar la calidad de la ingeniería de las obras reduciendo las ampliaciones de plazo y adicionales de obra por motivos alegados a defectos en los expedientes técnicos.

#### **4.2.1.1 Primer Componente: Equipos Tecnológicos y Software Comercial**

Las computadoras portátiles o de escritorio catalogadas como especiales para “diseño” o “gaming”, por los propios fabricantes, no necesariamente resultan suficientemente potentes para trabajos de ingeniería complejos o exigencias extremas. En estos escenarios, los equipos mencionados tienden a presentar temperaturas elevadas en sus procesadores, los mecanismos de enfriamiento líquido no son suficientes, los voltajes se incrementan, las pantallas azules empiezan a aparecer y terminamos acortando el tiempo de vida media del equipo.

Es por eso, que se ha optado por comprar las partes por separado y ensamblarlas luego, se debe tener especial consideración en cuatro componentes: memoria RAM, procesador, tarjeta de video y almacenamiento.

Se ha planteado usar software comercial y no software libre por las siguientes razones:

- Se requiere la garantía de las marcas y el soporte online y/o presencial que nos puedan brindar.
- El personal del PNSU está capacitado en su uso y no hay tiempo suficiente para poder capacitar desde cero en alternativas libres.
- Es compatible con los estándares de la plataforma tecnológica Windows y de seguridad de los antivirus del Ministerio de Vivienda.
- Poseen funcionalidades de trabajo concurrente, dado que se requiere que varias personas en diferentes momentos del tiempo hagan uso de los mismos.
- Poseen la capacidad de trabajo en la nube, dado que se requiere que existan altos niveles de disponibilidad e integridad de la información, pues por la naturaleza de la solución no se va a trabajar a la interna del PNSU sino con diversas empresas constructoras y supervisoras.
- Actualmente incluyen tecnologías innovadoras como BIM y GIS, diseño en tres dimensiones y poseen librerías enriquecidas para temas de saneamiento.
- Tienen la capacidad de trabajar con dispositivos móviles.

En la Tabla 11 hemos consolidado las verificaciones realizadas en las páginas web de los fabricantes de los softwares comerciales, que actualmente son líderes mundiales en sus especialidades, sobre los requerimientos mínimos; y esto fue lo que se pudo encontrar:

**Tabla 11: Requerimientos Mínimos del Software de Ingeniería Comercial**

	<b>CPU</b>	<b>RAM</b>	<b>Video</b>	<b>Disco Duro</b>
ArcGIS Desktop	2.2 GHz 1 núcleo	4GB	NO	6GB
Autocad Revit	2.2 GHz 3 núcleos	8 GB	NO	16 GB
Autocad Civil 3D	3.0 GHz 5 núcleos	16 GB	1 GB	16 GB
Autocad BIM	2 GHz 1 núcleo	2 GB	NO	5 GB
SewerCAD	2 GHz 1 núcleo	2 GB	NO	1 GB
WaterCAD	2 GHz 1 núcleo	2 GB	NO	1 GB

Fuente: Elaboración Propia

### **Alta Velocidad en CPU con Overclocking para Exigencias Extremas**

- El overclocking, es el proceso de configurar el multiplicador de su CPU más alto para que el chip se acelere y aumente el rendimiento general de una PC. Dicho esto, se plantea tener un procesador de al menos 8 núcleos y dieciséis hilos, que permite realizar “overclock” y sea compatible con refrigeración líquida, para que pueda soportar temperaturas mayores de los 80°C sin percibir aumentos importantes en el voltaje de los circuitos.

### **Alta Velocidad en Discos Duros (Estado Sólido) para Exigencias Extremas**

- Los discos de estado sólido hoy en día son aquellos que aportan niveles altos de velocidad, pues utilizan memoria semiconductora no volátil, que llamaremos “flash”, y ésta es precisamente la enorme diferencia que existe entre estas unidades de almacenamiento y los discos duros tradicionales, que puede permitir velocidades hasta cien veces mayores para la obtención de datos permanentes. Se ha determinado requerir un disco duro de estado sólido con conexión del tipo M2 y que venga con su propio disipador de calor.

### **Alta Velocidad en Memoria RAM para Exigencias Extremas**

- Velocidad, latencia y canales son tres aspectos que afectan de forma directa al rendimiento de la memoria RAM. La capacidad es lo principal porque representa el punto de partida, pero su rendimiento global se ve afectado por esos elementos.
- La velocidad determina la rapidez a la que es capaz de trabajar la memoria RAM y afecta, junto con el bus de datos, a su ancho de banda. Una mayor velocidad permite realizar transferencias en menos tiempo. Las operaciones de almacenar, borrar y realmacenar nueva

información y datos se completarán más rápidamente, lo que en algunos casos puede marcar una diferencia importante de rendimiento. Se requiere cuatro tarjetas RAM para aprovechar el canal dual con una velocidad de al menos 3200MHz.

#### **Alta Velocidad en Tarjetas Gráficas (GPU) para Exigencias Extremas**

- La computación acelerada por GPU acelera el funcionamiento de las aplicaciones de aprendizaje profundo, análisis e ingeniería avanzada. Hoy en día, los aceleradores de GPU permiten el funcionamiento de centro de datos con eficiencia energética en todo el mundo pues descarga de trabajo de procesamiento al procesador. Tienen un papel muy importante en la aceleración de aplicaciones en plataformas, que abarcan desde la inteligencia artificial hasta automóviles, drones y robots. En ese sentido, se plantea una tarjeta de video que permita el uso de al menos dos monitores o uno del tipo “ultrawide”, que permita editar videos BIM en 3D en al menos 90 frames por segundo (fps), calidad 2k, y que soporte técnicas modernas de renderizado de imágenes.
- Las especificaciones técnicas de los equipos y del software se incluyen en los anexos del presente trabajo.

#### **4.2.1.2 Segundo Componente: Modificaciones Necesarias en el SSP, PRESET y CODI**

Las modificaciones requeridas en el CODI se relacionan directamente con las necesarias en el SSP y en la PRESET. El proceso de evaluación de expedientes técnicos es un insumo importante de la ejecución de obras, pero está fuera del alcance del presente trabajo de investigación; sin embargo, cabe resaltar que actualmente existe un proyecto de modernización de la PRESET y del SSP realizado entre el MVCS, PNSU, OTASS y el Banco Mundial, el cual considera agregar tecnologías innovadoras a la carga del expediente técnico. En ese sentido, ya se ha incluido la tecnología GIS como parte de esas mejoras, y en esta solución planteamos añadir la tecnología BIM, esto va a significar que se elabore una nueva “Guía de Elaboración de Expedientes Técnicos de Saneamiento”.

Adicionalmente, dado que los softwares comerciales que se van a licenciar anualmente poseen APIs públicas para poder conectar sistemas de información del tipo “legacy” se podría realizar integraciones para vincular archivos entre varias nubes comerciales en tiempo real para su revisión posterior tanto en la etapa de evaluación de expedientes técnicos como para su comparación durante la etapa de ejecución de la obra.

Los desarrollos necesarios en el CODI los podemos agrupar de la siguiente manera:

- **Desarrollos FrontEnd**
  - Adaptación de visores BIM
  - Adaptación de visores GIS
  - Adaptación de visores de las cámaras
  - Análisis de imágenes en 2D y 3D
- **Desarrollos Backend**
  - Notificaciones
  - Procesamiento Background
  - Integración con el módulo de seguimiento a la ejecución física
  - Modificaciones a la base de datos
  - Integración con el SSP
- **Desarrollo de un Microservicio**
  - Integración con el API de Google Drive (plataforma actual del MVCS).
  - Integración con los APIs de los softwares comerciales.

Finalmente, cabe resaltar que para la realización de los desarrollos de nuevas funcionalidades, mejoras a las funcionalidades existentes e integraciones con plataformas y/o sistemas externos; se propone contratar una empresa que se dedique al desarrollo de software o fábrica de software, puesto que tienen metodologías maduras para el desarrollo de software ágil y se les pueden establecer niveles mínimos de exigencia, e incluso penalizarlas por no cumplir con lo establecido en los términos de referencia del contrato.

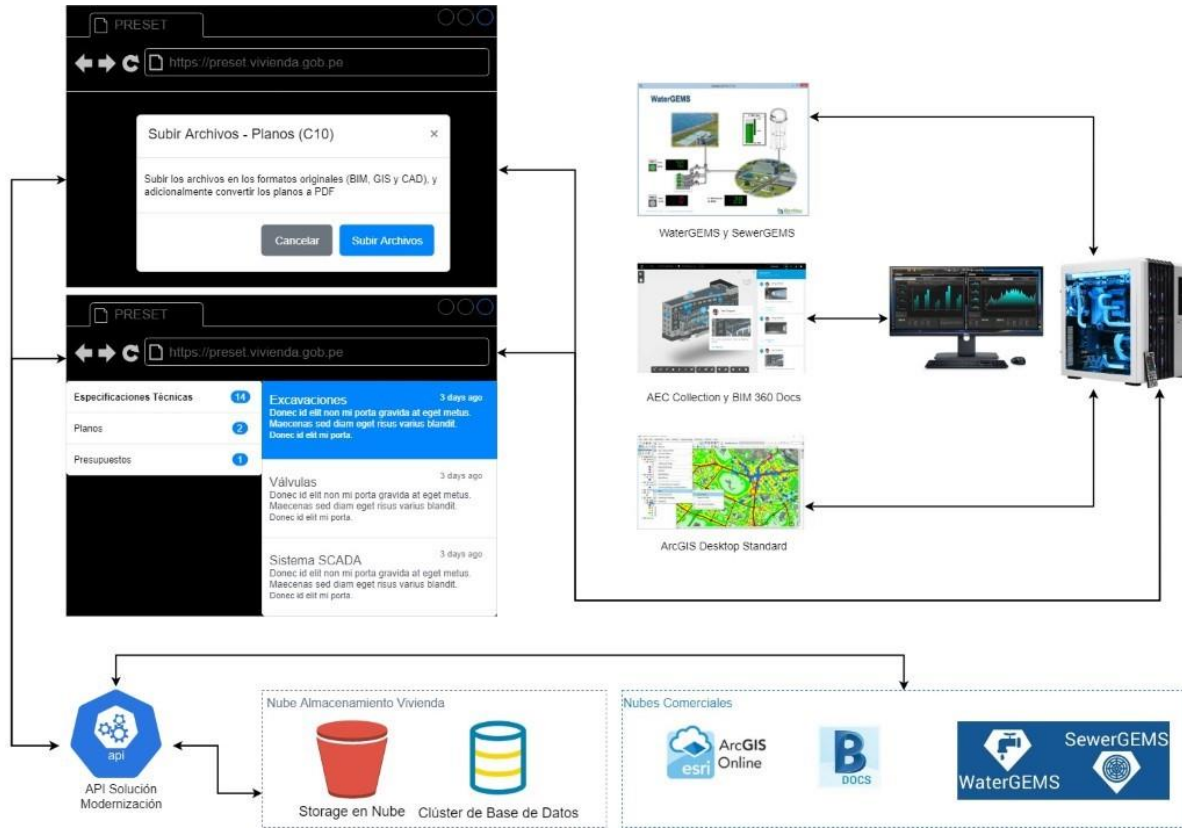
#### **4.2.2 *Arquitectura de Solución***

- Las Figuras 53 y 54 muestran la arquitectura necesaria para la implementación en la etapa de evaluación de expedientes técnicos y está conformada por dos infraestructuras: una necesaria en las oficinas del PNSU y otra del lado del MVCS. La primera infraestructura consta de los equipos de última generación con el software comercial licenciado, los cuales se encargan de revisar la información de los expedientes técnicos. La segunda infraestructura es la del MVCS que consta del módulo mejorado de evaluación de expedientes técnicos, el cual muestra las observaciones realizadas por los ingenieros mediante un microservicio asociado a la solución, el cual expone un API para ser



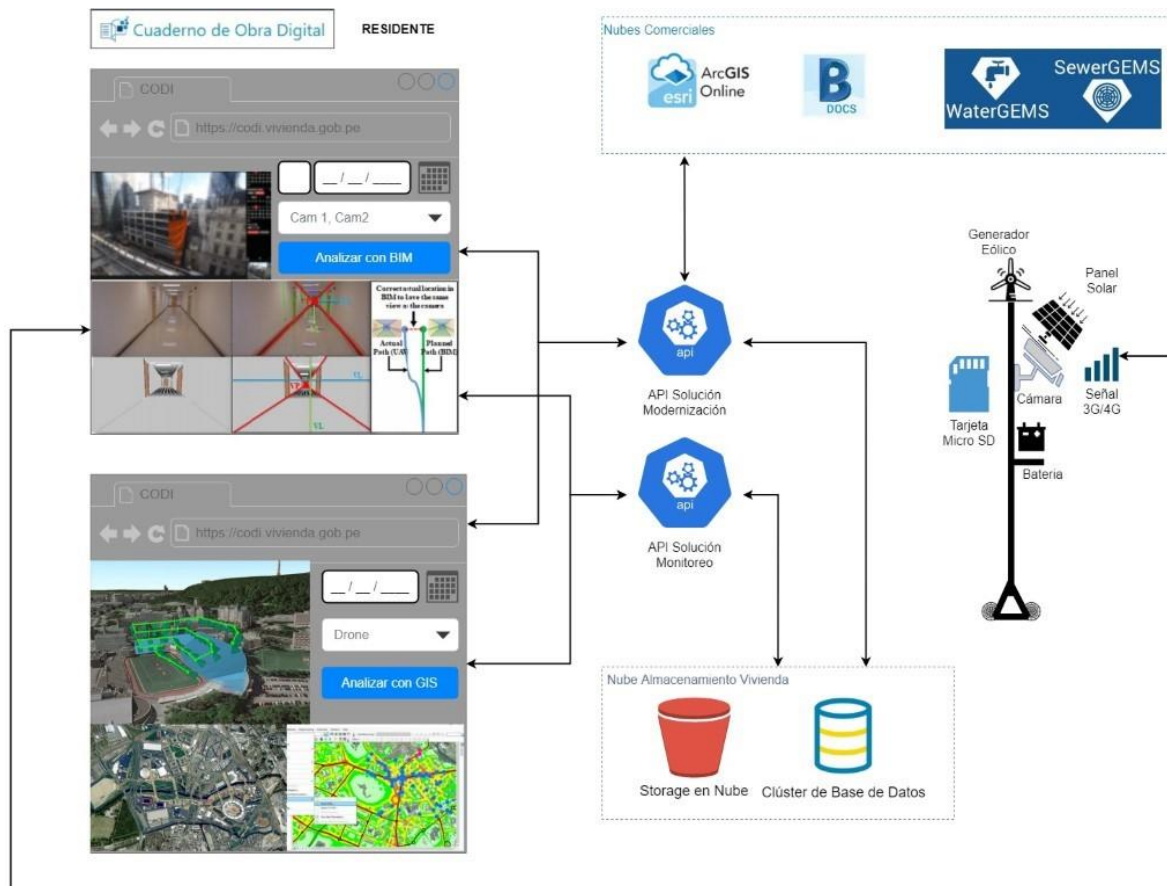
consumido trayendo información desde el SSP, un clúster de base de datos propio; esta arquitectura puede implementarse en la nube o en el centro de datos del MVCS

**Figura 53: Arquitectura de Modernización Tecnológica**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 54: Diagrama de la Arquitectura de la Modernización Tecnológica**



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.3 Alcances y Limitaciones

- Esta solución es para hacer comparaciones en tiempo real haciendo uso de las APIs conectadas a las nubes del proveedor de almacenamiento del MVCS y las nubes provistas por los softwares de ingeniería comercial. En caso de no tener acceso a alguna de estas dos nubes o de haber excedido la cuota de consumo permitido la solución no podrá funcionar.
- Para realizar las comparaciones en vivo (tiempo real) se va a depender de las conexiones establecidas a las diferentes cámaras instaladas en la obra de saneamiento urbano.
- Las comparaciones se realizan contra toda la información incluida dentro del expediente técnico y no contra otra fuente de información. Para la comparación de imágenes aéreas se debe considerar la fecha de toma de las imágenes y no la fecha de realización del cruce.
- A pesar de haber implementado las tecnologías BIM y GIS, no se garantiza que el expediente técnico en los primeros años este 100% confiable y con alto nivel de calidad, esto será una adopción progresiva y evolutiva.

#### 4.2.4 Indicadores de Gestión

La solución presentada tendrá los indicadores mostrados en la tabla 12, para mejorar la gestión durante la ejecución de obras públicas en saneamiento urbano:

**Tabla 12: Indicadores de Gestión del Monitoreo en Seguimiento de Obra**

Indicador	Fórmula	Frecuencia	Parámetros de Medición
Cumplimiento GIS	Porcentaje	Semanal	Satisfactorio: [95% - 100%]
	A: # de comprobaciones		Irregular: [80% - 95%>
	BIM exitosas		Deficiente < 80%
	B: # de comprobaciones		
Cumplimiento BIM	BIM realizadas	Semanal	Satisfactorio: [95% - 100%]
	A/B*100		Irregular: [80% - 95%>
	Porcentaje		Deficiente < 80%
	A: # de comprobaciones		
Inconsistencias	BIM exitosas	Semanal	La idea es que el PNSU elabore una matriz donde considere las variables A y B, y que determine cuáles combinaciones serán consideradas satisfactorias, irregulares o deficientes.
	B: # de comprobaciones		La idea es que el PNSU elabore una matriz donde considere las variables A y B, y que determine cuáles combinaciones serán consideradas satisfactorias, irregulares o deficientes.
	BIM realizadas		
Reprocesos	A/B*100.	Semanal	
	Cantidad		
	A: Monto de subsanar la inconsistencia		
Reprocesos	B: Tiempo en días de la subsanación	Semanal	
	Cantidad		
	A: Monto de subsanar el reproceso		
Reprocesos	B: Tiempo en días de la subsanación	Semanal	
	Cantidad		
	A: Monto de subsanar el reproceso		

Nota. (1) Existe el riesgo de que al salirse fuera de los límites de la obra invada terrenos ajenos o zonas protegidas.

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Monitoreo del Personal Clave

### 4.3.1 Descripción

La presente solución ataca el problema generado por la ausencia del personal clave en las obras y la posibilidad de una suplantación de identidad consentida; con esto nos aseguramos que dicho personal se encuentre en la obra y que sea desde la misma obra que registre la información dentro del cuaderno de obra digital y no desde otro lugar. A continuación, vamos a describir los tres componentes que conforman esta solución.

#### 4.3.1.1 Primer Componente: Aplicación Móvil

Se plantea desarrollar una aplicación móvil la cual tenga una doble funcionalidad: permitir el ingreso de los usuarios a modo de doble autenticación y obtener en tiempo real la posición del usuario, tal y como se indica en la siguiente figura.

- **Doble Autenticación:** Para asegurarnos que los usuarios son realmente el personal clave, y que no están compartiendo sus contraseñas, se va a solicitar que luego de ingresar la contraseña en la aplicación web del CODI, en la aplicación móvil se coloque la huella digital en el lector dactilar la cual será verificada contra el mismo software del teléfono sin necesidad de conectarse a la RENIEC. Los equipos actuales tienen esa capacidad tanto como parte de su diseño o como un lector de huellas virtual dentro de la pantalla, tal como se puede apreciar en la Figura 55.

**Figura 55: Doble Autenticación**



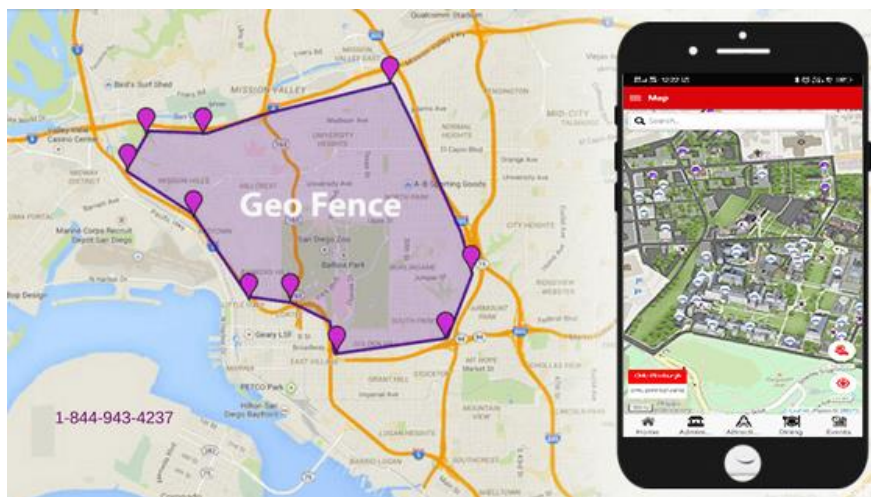
Fuente: Google Imágenes - <http://bit.ly/3ooPMsk> (izquierda) y <http://bit.ly/36jfRTt> (derecha)

- **Geolocalización:** Para saber que el personal clave se encuentra dentro de la zona geográfica de la obra, se utiliza el GPS del celular a través de la aplicación móvil para poder tener la

ubicación en tiempo real de ellos. Recordemos que el área geográfica de una obra de saneamiento urbano es mucho mayor al área de un edificio comercial. Las zonas de una obra de saneamiento generalmente son las siguientes:

- Zona de captación de agua.
  - Zona de canalización del agua.
  - Zona de distribución del agua y/o alcantarillado.
  - Zona de tratamiento de agua potable.
  - Zona de reservorios.
  - Zona de tratamiento de aguas residuales.
- De esta forma, se pueden establecer geocercas las cuales emiten alertas cuando el personal clave ingresa o sale de esta geocercas. Otra fortaleza es que se puede calcular el tiempo diario promedio que permanece en la obra. Finalmente, podemos tener un historial de desplazamientos en el tiempo para verificar si se han realizado desplazamientos periódicos a todas las zonas de la obra, o si solamente se ha estado dirigiendo la obra desde una oficina, tal como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 56: Ejemplo de Geocerca y Vista desde una Aplicación Móvil**



Fuente: Google Imágenes - <https://bit.ly/3t7py0P>

#### **4.3.1.2 Segundo Componente: Infraestructura Biométrica**

Para tener un nivel mayor de seguridad, se plantea verificar el ingreso y salida del personal clave a la obra mediante verificación biométrica, la información debe viajar en tiempo real al MVCS. Existen diversos tipos de equipos para el control de asistencia biométrico del personal, pero por simplicidad se va a usar hardware homologado por RENIEC cuyo porcentaje de

eficiencia sea el mayor posible (Figura 57). Dicha información puede ser enviada a un destino establecido tanto en tiempo real como en un momento posterior a través de la aplicación móvil, existen diversos medios para realizar dicho envío; el más seguro de todos es el envío en tiempo real a través de servicios web seguros.

**Figura 57: Lectora Dactilar Homologada con RENIEC**



Fuente: Google Imágenes - <http://bit.ly/3acNEi1>

#### **4.3.1.3 Tercer Componente: Firma Digital**

Actualmente, solamente se usa la firma digital para firmar los asientos de las ocurrencias diarias de la obra. Con esta mejora, consideramos que cada usuario debe firmar (dando fe) de todo lo registrado en cada uno de los módulos semana a semana, puede firmar al culminar su ingreso de información en cada módulo, o puede optar por firmar todos sus cambios durante su sesión al momento de cerrar la sesión. Esta mejora también ayuda a darle validez legal a las valorizaciones y otros documentos a manera de evidencia que se suben al sistema. Para la firma digital se pueden usar diversos métodos homologados con la RENIEC, entre los cuales tenemos:

- Usar lector de tarjeta inteligente con DNI electrónico (Figura 58).
- Usar token con certificado digital instalado.
- Instalar el certificado digital en la laptop o PC.

**Figura 58: Lectora Homologada de DNI Electrónico**

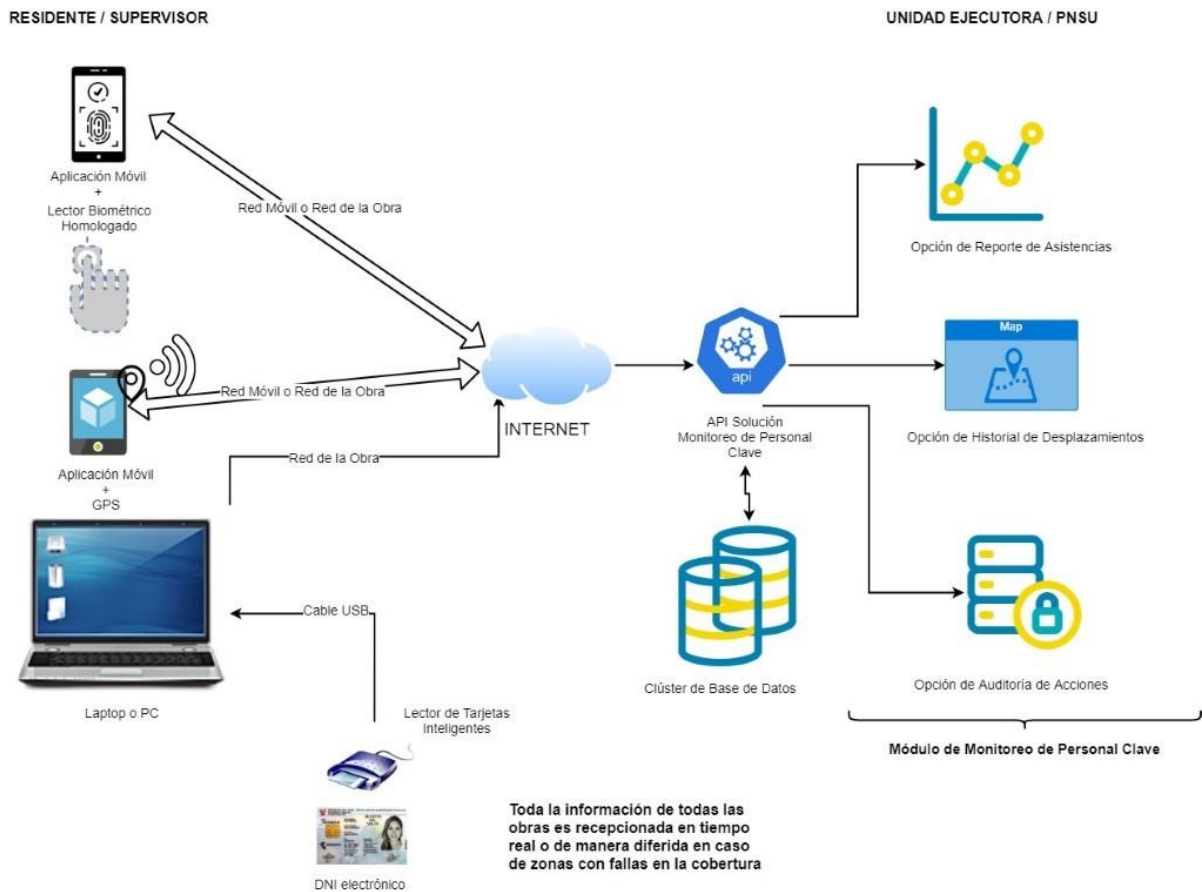


Fuente: Google Imágenes - <http://bit.ly/3acNEi1>

### 4.3.2 Arquitectura de la Solución

La Figura 59 muestra la arquitectura de monitoreo y Control de personal clave en obra.

**Figura 59: Arquitectura de Monitoreo y Control del Personal Clave**



Fuente: Elaboración Propia



### 4.3.3 Alcance y Limitaciones

- Esta solución es para controlar al residente y supervisor de obra. Incluso si las empresas constructoras y/o supervisoras son parte de un consorcio.
- Se está considerando usar el GPS embebido en el celular como una funcionalidad de la aplicación móvil sin ningún equipo externo. La aplicación móvil interactúa a través del Internet con la aplicación web para el proceso de ingreso (login). En caso de no haber cobertura de datos o que no haya datos suficientes en el servicio, se almacena la posición en la aplicación móvil y luego se transfiere a través de una red WiFi. Se plantea para zonas urbanas con una cobertura mínima de internet 3G o superior.
- La aplicación móvil de CODI no verifica biometría en tiempo real con RENIEC. El usuario debe haber registrado previamente su huella digital en su celular como parte del módulo de seguridad de Android o iOS.

### 4.3.4 Indicadores de Gestión

La solución presentada tendrá los indicadores mostrados en la tabla 13, para mejorar la gestión durante la ejecución de obras públicas en saneamiento urbano:

**Tabla 13: Indicadores de Gestión del Monitoreo del Personal Clave**

Indicador	Fórmula	Frecuencia	Parámetros de Medición
Ausentismo	Porcentaje	Mensual	Satisfactorio: <90% - 100%]
	A: # días ausente B: # de días de trabajo en obra A/B*100		Regular: <70% - 90%] Deficiente Hasta 70%
Promedio de Horas en Campo	Cantidad	Mensual	Satisfactorio: 7 o superior
	A: Σ de horas en obra B: # de días en obra A/B		Regular: [5 - 7> Deficiente: Menor a 5
Ratio visitas a componentes	Cantidad A: # de componentes	Mensual	Satisfactorio [0.8 - 1]



	B: # de días en obra		Regular
	C: # de visitas a componentes		[0.6 - 0.8>
	$C/(A*B)$		Deficiente
			Menor a 0.6
# de reportes realizados a tiempo	Cantidad		Satisfactorio
	A: # módulos existentes	Semanal	$B = A$
	B: # módulos reportados a tiempo		Deficiente*
			$B < A$
			Satisfactorio
Ratio de incidencias registradas	Cantidad		$> 1$
	A: # de incidencias registradas	Semanal	Regular
	B: # de días en obra		$= 1$
	$A/B$		Deficiente
			$< 1$

*Nota.* \*Se consideran inválidos los reportes realizados antes de tiempo.

Fuente: Elaboración propia

#### **4.4 Mejoras del Seguimiento y Control del Reporte de la Ejecución Física y Financiera**

##### **4.4.1 Descripción**

Lo que se pretende plantear es registrar las variables e indicadores que las buenas prácticas de las metodologías nos recomiendan deben estar implementadas en la plataforma CODI. El CODI ha sido planteado como una herramienta para que el Supervisor, Inspector e Ingeniero Residente interactúe con el Sistema de Seguimiento de Proyectos (SSP); por lo que hemos identificados las siguientes características a considerar.

##### **4.4.2 Actualización de Roles**

###### **> ANÁLISIS:**

Los roles del CODI a la fecha permite visualizar todas las pestañas disponibles, sin distinción en los roles establecidos.

###### **> PROPUESTA:**

Se propone actualizar los roles del CODI en base a las actividades a realizar de la siguiente manera:

- Residente: Ingeniero y/o Personal Residente en la obra que podrá visualizar los datos del Proyecto asignado, pudiendo realizar el registro de las actividades de acuerdo a los hitos establecidos.
- Supervisor/Inspector: Personal asignado para realizar la verificación de la información registrada por el rol “Residente”, aprobación de valorizaciones y control permanente del Avance Programado y Realizado de las Ejecuciones Físicas y Financieras.
- Administrador de contrato: Asignado por la Unidad Ejecutora para realizar el seguimiento de las Ejecuciones Físicas y Financieras.

#### 4.4.2.1 Estado y Avance de Proyecto

##### ➤ ANÁLISIS:

- En el listado de proyectos y en el detalle del mismo no se observa claramente si se encuentra atrasado o no, tampoco se visualiza el porcentaje general de avance.

**Figura 60: CODI - Listado de Proyectos**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

##### ➤ PROPUESTA:

- Se agregarán los campos de “Estado” y “Avance” en las páginas de “Listado de Proyectos” y “PROYECTO”. Esta información se obtendrá desde el SSP que ya realiza esta clasificación, en la Figura 61 se muestra como actualmente lo considera el CODI.

**Figura 61: SSP - Estado de Proyectos**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

- Se podrá utilizar la leyenda propuesta en la Figura 62 para guardar concordancia o una más resumida.

**Figura 62: SSP - Categorización de Proyectos**

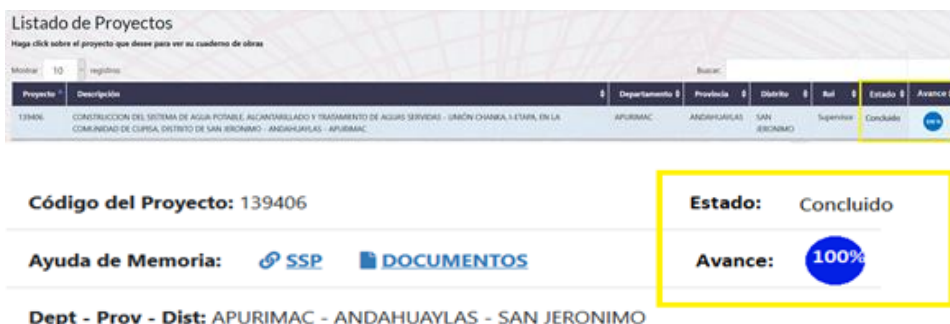


Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

➤ **DIAGRAMA Y/O FLUJOS FUNCIONALES:**

- Las vistas finales en las ventanas de listados de proyectos y proyecto se mostrarán de acuerdo a lo indicado en la Figura 63.

**Figura 63: CODI - Nuevos indicadores de estado de Proyecto**



Fuente: Elaboración propia

➤ **MEDIDA DE CONTROL:**

- Se controlará el cambio de estado de EN EJECUCIÓN a RETRASADO y APLAZADO, y se tomaran las acciones de acuerdo a las reglas de negocio descritas en la sección **4.4.6 Reglas de Negocio**.

#### 4.4.2.2 Establecimiento de Línea Base

##### ➤ ANÁLISIS:

- El estado de ejecución es utilizado para reportar el avance real y el programado que luego se contrasta con las valorizaciones. Sin embargo, esta información se carga periódicamente durante la ejecución y no se tiene una visualización completa, en la Figura 64 se muestra como el CODI lo considera actualmente.

**Figura 64: CODI - Estado de Ejecución**



Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

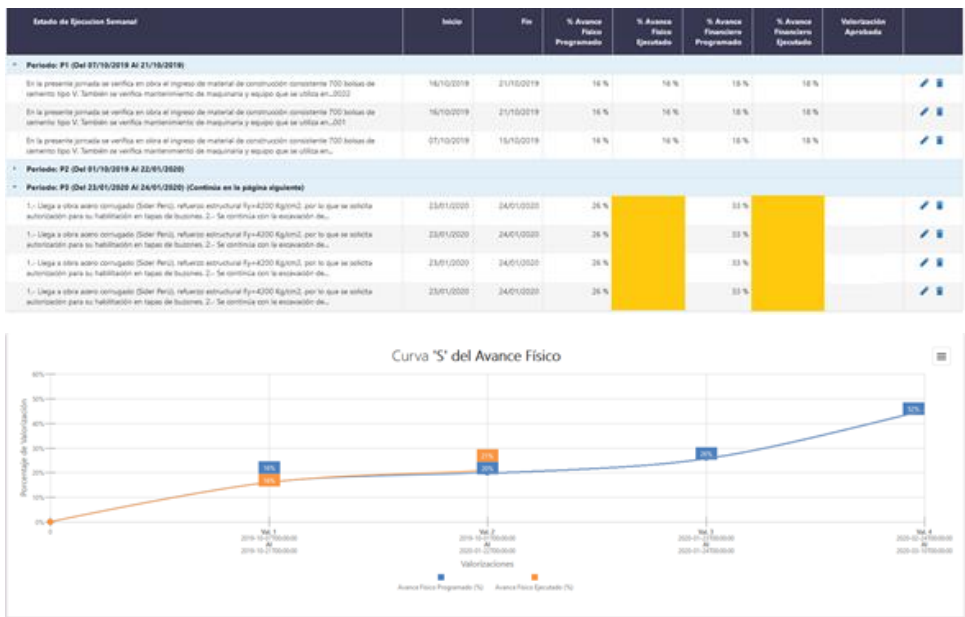
##### ➤ PROPUESTA:

- Previo al inicio del proyecto, se debe tener definido y “cargado” la siguiente información del proyecto:
  - Cronograma de proyecto completo, con hitos y valoraciones establecidas.
  - Partidas y presupuestos detallados, relacionado a las valoraciones.
- Tanto el cronograma de proyecto, como presupuesto base deberán estar disponible en el SSP y sincronizarse automáticamente con el CODI.

##### ➤ DIAGRAMA Y/O FLUJOS FUNCIONALES:

- La vista final en el módulo de ESTADO DE EJECUCIÓN, mostrará todas las actividades programadas que deberán completarse; así como la línea base de la Curva S del Avance Físico y Financiero como se muestra en la Figura 65.

**Figura 65: CODI - Nuevos indicadores de Estado de Ejecución Semanal**



Fuente: Elaboración propia

➤ **MEDIDA DE CONTROL:**

- Antes de realizar cualquier asignación de proyecto en el CODI, será mandatorio que se haya realizado correctamente la carga de la documentación en los sistemas SSP y en el CODI.

**4.4.2.3 Estado de Ejecución**

➤ **ANÁLISIS:**

- La actualización de los estados de ejecución considera el registro de los avances físicos y financieros, tratándose de un registro offline de la información ya elaborada, en la Figura 66 se muestra cómo se considera actualmente.

**Figura 66: Registro de Resumen Ejecutivo**

Registro de Resumen Ejecutivo

Periodo Inicio Fin

Escribe el Resumen del Estado de Obra

Avance Físico Programado ( % ) Avance Físico Ejecutado ( % )

Avance Financiero Programado ( % ) Avance Financiero Ejecutado ( % )

Valorización Aprobada:

Cancelar Guardar

Fuente: CODI - <https://codi.vivienda.gob.pe>

➤ **PROPUESTA:**

- Se deberá cargar la siguiente información al momento de registrar los estados de ejecución.
  - Cronograma actualizado
  - Partidas y presupuestos
  - Informe de Valorización
  - Modelamiento BIM
- Se realizará la programación en las plataformas de SSP y PRESET para que realice las siguientes funciones:
  - Validación de formato de documentos
  - Cálculo de desviaciones unitarias y total de partidas y presupuestos
  - Cálculo de desviación de avance físico y financiero
- La información presentada deberá ser “aprobada” por el Supervisor/Inspector.

➤ **DIAGRAMA Y/O FLUJOS FUNCIONALES:**

- La vista final en el módulo de ESTADO DE EJECUCIÓN mostrará las desviaciones calculadas luego del registro de los estados de ejecución y las observaciones que se puedan presentar.

➤ **MEDIDA DE CONTROL:**

- Se controlará la desviación del avance de proyecto físico y financiero declarado, respecto a lo ejecutado en cada valorización mensual, y se tomarán las acciones de acuerdo a las reglas de negocio descritas en la sección **4.4.6 Reglas de Negocio**.

#### 4.4.3 Alcances y Limitaciones

Se plantea realizar la programación en el portal web de la aplicación CODI para la actualización y adición de estas nuevas vistas; así como la programación paralela que se tenga que realizar en la plataforma SSP para la interconexión de ambas herramientas.

#### 4.4.4 Indicadores de Gestión

La solución presentada tendrá los indicadores mostrados en la Tabla 14, para mejorar la gestión durante la ejecución de obras públicas en saneamiento urbano:

**Tabla 14: Indicadores de Gestión del Seguimiento y Control de Ejecución**

Indicador	Fórmula	Frecuencia	Parámetros de Medición
ESTADO DE PROYECTO	Cambio de estados: A: En Ejecución B: Atrasada C: Paralizada D: Concluida	Por Valorización (MENSUAL)	Satisfactorio
			-Sin Cambio de Estado
			Irregular
			-A --> B
AVANCE DE PROYECTO FISICO	Desviación Declarado VS Ejecutado	Por Valorización (MENSUAL)	Crítico
			- A --> B
			- B--> C
			Satisfactorio
AVANCE DE PROYECTO FINANCIERO	Desviación Declarado VS Ejecutado	Por Valorización (MENSUAL)	Desviación < 1%
			Irregular
			1% < Desviación < 5%
			Crítico
			5% < Desviación
			Satisfactorio
			Desviación < 1%
			Irregular
			1% < Desviación < 5%
			Crítico
			5% < Desviación
			Satisfactorio

Fuente: Elaboración propia

#### ***4.4.5 Adecuación de la Arquitectura de Software del CODI***

##### **4.4.5.1 Arquitectura Actual del CODI**

El CODI posee seis módulos principales. De estos, tres sirven para registrar resultados relacionados a algunas pruebas de calidad, impacto ambiental y a la seguridad y no han sido vinculados con el SSP ni con la PRESET, tampoco tienen relación con los componentes de los expedientes técnicos. Consideramos que el módulo propuesto de BIM/GIS para la mejora de la ingeniería del proyecto podría ser reforzado en un futuro con las pruebas de calidad realizadas durante la ejecución de la obra.

El módulo principal, es el que permite registrar las incidencias diarias conocidas como “ocurrencias” y es el que representa digitalmente al cuaderno de obras físico. Este módulo solo tiene interacción interna con unos servicios web para el procesamiento de fotos, propio del MVCS; y por otro lado tiene una única interacción externa con el API de Google Drive para poder guardar las fotos y archivos adjuntos.

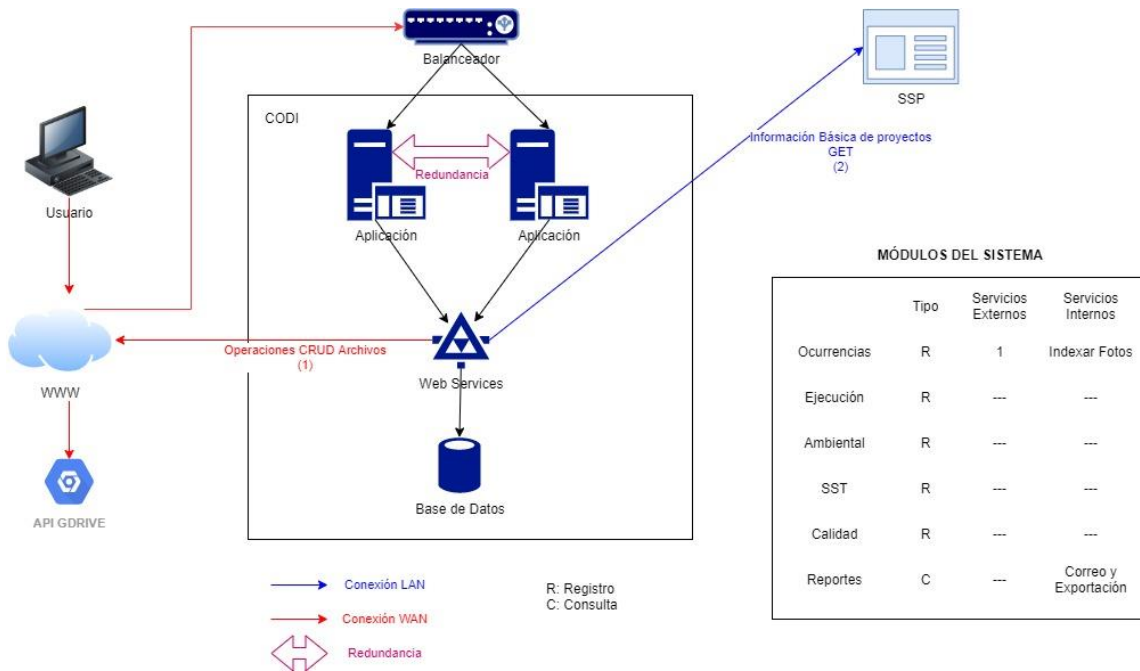
El módulo de seguimiento de la ejecución, es un módulo donde solamente se registran números semanales y se generan gráficos en base a ellos, pero no se obtienen alertas, notificaciones, pronósticos; ni dan lugar a reportes en el módulo correspondiente.

El módulo de reportes solo genera tablas visuales o para descargar de acuerdo a los filtros seleccionados en base al módulo de ocurrencias, lo cual no da pie a la generación de indicadores de gestión. Este último módulo consume dos servicios internos, uno para enviar reportes manualmente al correo electrónico y otro para exportar los resultados a formatos conocidos como formato portable (PDF) u hoja de cálculo simple (XLS). La interacción con usuarios externos es baja ya que solamente tiene un aplicativo web para registrar manualmente, lo que se ha comentado previamente.

Finalmente, la interacción con los sistemas existentes en el MVCS es mínima al consumir únicamente la información básica del proyecto, la cual se muestra a modo de cabecera en toda la aplicación web del CODI. Asimismo, la única interacción externa existente es para consumir el API de Google Drive, para el alojamiento de archivos en la nube. Se ha elaborado un diagrama de la arquitectura de software actual, el cual se puede apreciar en la siguiente figura:



**Figura 67: Arquitectura de Software Actual del CODI**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.5.2 Arquitectura Propuesta del CODI

En nuestra propuesta el CODI pasaría de tener seis módulos a tener siete módulos, incluyendo una reingeniería de los mismos, se ha considerado un rediseño del menú que refleje los cambios y mejoras en los módulos garantizando una mejor usabilidad, en la figura 68 se muestra nuestra propuesta con algunas explicaciones realizadas en color verde.

**Figura 68: Propuesta de Rediseño de Menú del CODI**



Fuente: Elaboración propia

El módulo de “Ocurrencias” se mantiene igual en cuanto al diseño y la programación.

El módulo de “Monitoreo Remoto” es un nuevo módulo, que sirve para poder visualizar en tiempo real las cámaras instaladas en las diferentes obras a nivel nacional, así como también poder ver el historial de videos registrados diariamente en cada una de las cámaras de las obras. Este módulo tiene dos interacciones externas a través de servicios web, primero con el API de Google Drive para poder seleccionar y reproducir los vídeos y ver las fotos almacenadas en la nube, y en segundo lugar con las propias interfaces públicas de las cámaras web para la transmisión de video sobre IP usando el protocolo https y certificados de seguridad SSL.

El módulo de “Diseño e Ingeniería (BIM/GIS)” es un nuevo módulo, que sirve para poder realizar geo procesos, cruces de capas de información espacial, análisis de imágenes en tres dimensiones y aplicaciones BIM. Este módulo tiene tres interacciones externas a través de servicios web, primero con el API de Google Drive para poder seleccionar los archivos que forman parte de los expedientes técnicos almacenados en la nube, en segundo lugar con el API de BIM 360 Docs de Autodesk para poder consultar los archivos originales de diseño e ingeniería en formatos CAD y BIM, y en tercer lugar con el API de ArcGIS online para poder consultar cruces de capas geo procesadas y almacenadas en la nube para poder tomar decisiones territoriales. Adicionalmente, este módulo se alimenta de las fotografías tomadas por el módulo de “Monitoreo Remoto” para realizar el análisis comparativo semanal del avance real de la obra, y también compararlo con la ejecución física programada dentro de los expedientes técnicos.

El módulo de “Avance de Ejecución” se ha rediseñado para poder interactuar mediante servicios web con el SSP y la PRESET, para poder comparar en tiempo real la información de los expedientes técnicos y del monitoreo de la obra, con la información de la ejecución de la obra registrada por el residente y el supervisor. Asimismo, se plantea que de manera interna los módulos de “Diseño e Ingeniería (BIM/GIS)” y “Ocurrencias” sirvan como entradas para poder mejorar la determinación de los avances físicos y financieros respectivamente.

El módulo de “Control de Asistencia” es un nuevo módulo, donde se tendrán todos los registros de ingreso y salida diarios a la obra, así como los historiales de desplazamiento diario dentro de la obra, tanto para el supervisor o inspector como para el residente de obra. Toda la

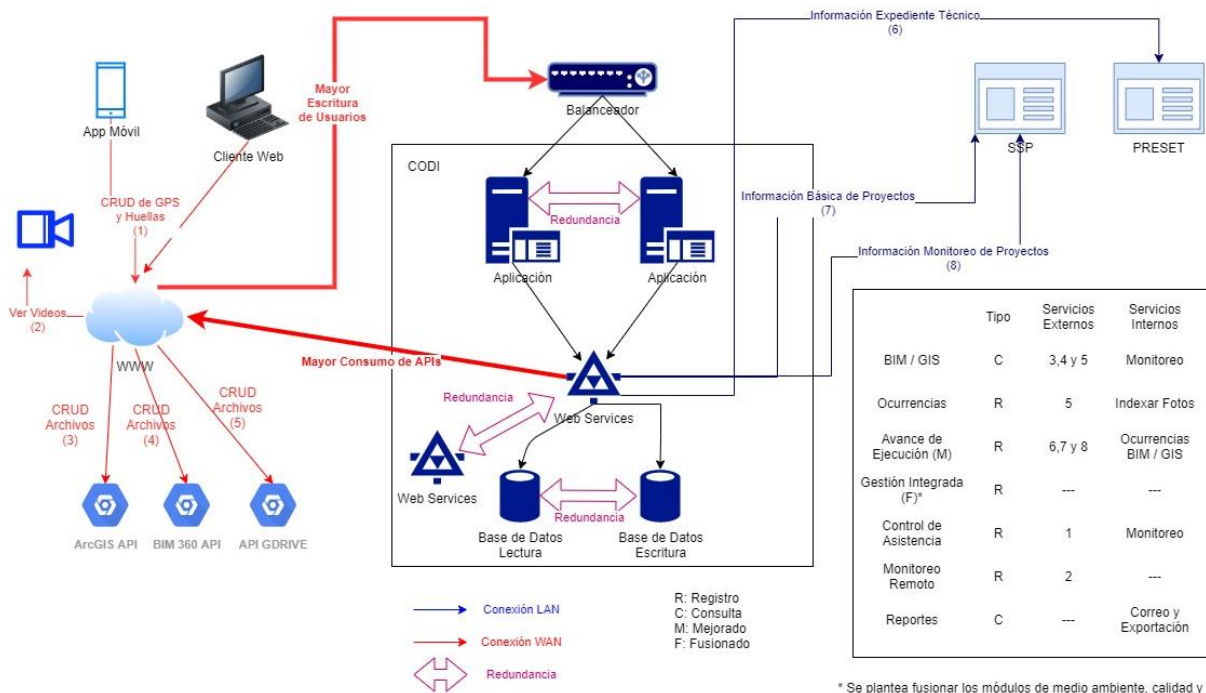
información de este módulo proviene de la aplicación móvil usada en las obras y que forma parte de la solución asociada a este módulo; esta información es consumida mediante servicios webs, por lo cual se considera una interacción externa.

Los tres módulos que sirven para registrar resultados relacionados a algunas pruebas de calidad, impacto ambiental y a la seguridad pasarían a juntarse todos dentro de un único módulo que se llamaría “Gestión Integrada” y los contenidos de cada uno de los módulos actuales pasarían a estar organizados en pestañas para tener una interfaz gráfica más amigable.

El módulo de “Reportes” se mantiene igual en cuanto al diseño y la programación. Debido al aumento y mejora de los módulos es evidente que el número de reportes debería aumentar.

Finalmente, al observarse una mayor interacción con los sistemas existentes en el MVCS y también un aumento en los registros de información, dado que ahora se realizarán registros tanto manuales como automáticos a través de la web y celulares. Se ha propuesto que la base de datos sea escalada horizontalmente a una implementación del modo maestro y esclavo para que la maestra se dedique a recibir las operaciones de escritura y en la esclava se realicen las operaciones de lectura. De la misma forma, se propone que los servicios web escalen horizontalmente en un esquema redundante de activo y activo para que puedan prevenir cualquier inconveniente dado que ahora se consumen varios servicios externos. Se ha elaborado un diagrama de la arquitectura de software propuesta, el cual se puede apreciar en la siguiente figura:

**Figura 69: Propuesta de Rediseño de Menú del CODI**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.6 Reglas de Negocio

Se plantea realizar la programación en base a las siguientes reglas de negocio, las cuales están representadas en la Tabla 15 y se explican a continuación:

- En caso que los parámetros de medición se mantengan en niveles satisfactorios, solo se enviarán reportes ejecutivos semanales o mensuales al administrador de contrato y al personal a cargo del monitoreo en el PNSU.
- En caso que alguno de los parámetros de medición alcance un nivel de regular, se envían notificaciones<sup>4</sup> al administrador de contrato, al personal a cargo del monitoreo en el PNSU; y adicionalmente, a los supervisores nacionales del PNSU ubicados en Lima.
- En caso que alguno de los parámetros de medición alcance un nivel de deficiente, se propone realizar lo siguiente de acuerdo al nivel de incidencia:
  - Primera vez: Se envían notificaciones al administrador de contrato, al personal a cargo del monitoreo en el PNSU; y adicionalmente, a los supervisores nacionales del PNSU ubicados en Lima, y al residente de obra o al supervisor de obra. Se envían comunicaciones formales con firma digital de advertencia vía correo

<sup>4</sup> Son enviadas a través de correo electrónico, del CODI y/o aplicación móvil de acuerdo al rol. En dichas notificaciones también se envía un link para ver el histórico de cambios de valor del parámetro.

electrónico, a la unidad ejecutora, a la empresa constructora y/o a la empresa supervisora. Dichos comunicados se mantienen copia dentro del CODI como una casilla electrónica.

- Reincidencia: Se realiza lo mismo que en el acápite anterior, se agrega en las notificaciones al Jefe de la Unidad de Gestión Territorial del PNSU. Se hace de conocimiento mediante Oficio a la Contraloría General de la República solicitando control posterior (para obras de hasta 10 millones de soles), o control concurrente (para obras mayores a 10 millones de soles).

**Tabla 15: Reglas de Negocio**

SATISFACTORIO	IRREGULARIDAD	DEFICIENTE	
		PRIMERA VEZ	REINCIDENCIA
Reportes ejecutivos	Reportes ejecutivos	Reportes ejecutivos	Reportes ejecutivos
- Administrador de contrato	- Administrador de contrato	- Administrador de contrato	- Administrador de contrato
- Monitores de PNSU	- Monitores de PNSU	- Monitores de PNSU	- Monitores de PNSU
	Notificación:	Notificación:	Notificación:
	- Administrador de contrato	- Administrador de contrato	- Administrador de contrato
	- Monitores de PNSU	- Monitores de PNSU	- Monitores de PNSU
	- Supervisores Nacionales (LIMA)	- Supervisores Nacionales (LIMA)	- Supervisores Nacionales (LIMA)
	Notificación	Notificación	Notificación
	- Residente/supervisor de Obra	- Residente/supervisor de Obra	- Residente/supervisor de Obra
		Oficio de Advertencia:	Oficio de
		-Unidad ejecutora	Acción/Sanción:
		-Empresa constructora	-Unidad ejecutora
		-Empresa supervisora	-Empresa constructora
			-Empresa supervisora
			Notificación
			- Jefe de la Unidad de Gestión Territorial del PNSU.

---

- Oficio de Control a la  
CGR:  
\* Posterior: Obras <= S/  
10MM  
\* Concurrente: Obras >>  
S/. 10MM

---

## REGISTRO DE DOCUMENTOS Y ACTIVIDAD EN MODULO DE CODI

---

Fuente: Elaboración propia

### 4.5 Plan de Acción para la Implementación

- Verificar disponibilidad presupuestal en el PNSU, de no contar con recursos necesarios se debe solicitar presupuesto adicional al MVCS.
- Elevar informe técnico legal de propuesta de mejora desde el PNSU hacia el Viceministerio de Construcción y Saneamiento.
- Realizar presentación y verificar disponibilidad y factibilidad técnica, se debe invitar a la Oficina General de Estadística e Informática, a la Oficina de Asesoría Jurídica, a la Oficina de Monitoreo, y a un asesor del Despacho Ministerial. En caso de solicitar presupuesto adicional, se debe convocar a la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto.
- De ser satisfactorio todo, y luego de absolver observaciones en caso las hubiera, se procede con la implementación del cronograma de proyectos desde el punto de vista tecnológico. En caso no se cuente con presupuesto, primero se debe esperar a la aprobación del presupuesto adicional.
- En paralelo con la implementación tecnológica debe actualizarse la normativa de monitoreo de obras del PNSU. Asimismo, debe actualizarse el Manual de Usuario del CODI, por lo tanto, se requiere actualizar la Resolución Ministerial que lo implementó. Adicionalmente, se requiere elaborar y promulgar una Resolución Ministerial donde se incluyan las reglas de negocio de las soluciones y de ser el caso las sanciones o penalidades correspondientes.
- Establecer una etapa de piloto a nivel nacional.
- Desplegar a nivel nacional.
- Incluir presupuesto anualmente como una inversión recurrente a cargo del PNSU.
- Evaluar anualmente el impacto de la solución implementada e incluirla dentro del Plan Anual Operativo (POI) del PNSU.



En las siguientes tablas se muestran los presupuestos consolidados de las soluciones propuestas en este trabajo. Cabe resaltar, que las inversiones necesarias para implementar estas soluciones en cada uno de los tipos de obras, son montos que se deben adicionar a los presupuestos incluidos en los expedientes técnicos. Adicionalmente se muestran dos tablas con las inversiones necesarias por parte del MVCS, tanto en el primer año como en los años sucesivos.

**Tabla 17: Inversión Inicial del MVCS**

<b>Solución</b>	<b>Monto</b>
Modernización Tecnológica del Seguimiento de la Ingeniería de la Obra	S/ 1,987,935.00
Monitoreo de Obra en Tiempo Real	S/ 155.254.00
Monitoreo del Personal Clave	S/ 306,000.00
Mejora del Seguimiento y Control del Reporte de la Ejecución Física y Financiera	S/ 35,600.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 2,484,789.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 18: Inversión Adicional Anual del MVCS**

<b>Solución</b>	<b>Monto</b>
Modernización Tecnológica del Seguimiento de la Ingeniería de la Obra	S/ 1,288,035.00
Monitoreo de Obra en Tiempo Real	S/ 31,104.00
Monitoreo del Personal Clave	S/ 0.00
Mejora del Seguimiento y Control del Reporte de la Ejecución Física y Financiera	S/ 0.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 1,319,139.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 19: Presupuesto Adicional Por Obra Muy Grande**

<b>Solución</b>	<b>Monto</b>
Modernización Tecnológica del Seguimiento de la Ingeniería de la Obra	S/ 0.00
Monitoreo de Obra en Tiempo Real	S/ 125,100.00
Monitoreo del Personal Clave	S/ 2,000.00
Mejora del Seguimiento y Control del Reporte de la Ejecución Física y Financiera	S/ 0.00



TOTAL	S/ 127,100.00
-------	---------------

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 20: Presupuesto Adicional Por Obra Grande**

Solución	Monto
Modernización Tecnológica del Seguimiento de la Ingeniería de la Obra	S/ 0.00
Monitoreo de Obra en Tiempo Real	S/ 39,890.00
Monitoreo del Personal Clave	S/ 2,000.00
Mejora del Seguimiento y Control del Reporte de la Ejecución Física y Financiera	S/ 0.00
TOTAL	S/ 41,890.00

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21: Presupuesto Adicional Por Obra Mediana**

Solución	Monto
Modernización Tecnológica del Seguimiento de la Ingeniería de la Obra	S/ 0.00
Monitoreo de Obra en Tiempo Real	S/ 20,820.00
Monitoreo del Personal Clave	S/ 2,000.00
Mejora del Seguimiento y Control del Reporte de la Ejecución Física y Financiera	S/ 0.00
TOTAL	S/ 22,820.00

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.8 Rentabilidad de la Solución**

Mediante el módulo de Monitoreo del SSP, se ha generado un reporte el 20 de noviembre de 2020, filtrando las siguientes condiciones: fecha de inicio el año 2006, obras del PNSU por transferencia, ejecución indirecta, a nivel nacional y en estado de cerrado o concluido. De este informe se ha podido consolidado la siguiente información, la cual hemos agrupado en tablas.

**Tabla 22: Clasificación de Obras – Cantidad y Duración**

Obra	Clasificación	Total	Duración/ meses
	Monto de Inversión: MI		(Sin Paralizaciones)
Muy Grandes	S/.10MM <= MI	165	18
Obras Grandes	S/.3MM <= MI < S/.10MM	426	10 a 12
Obras Medianas	S/.1MM <= MI < S/.3MM	372	6 a 8
Obras Pequeñas	MI < S/.1MM	192	6

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 23: Clasificación de Obras - Montos**

Obras	Monto de Inversión		Monto Transferido	
	Total	Promedio	Total	Promedio
Muy Grandes	S/ 5,720,628,707.52	S/ 34,670,477.02	S/ 4,733,561,094.59	S/ 28,688,249.05
Grandes	S/ 2,441,016,728.22	S/ 5,730,086.22	S/ 2,249,338,800.51	S/ 5,280,138.00
Medianas	S/ 673,442,648.41	S/ 1,810,329.70	S/ 604,470,914.13	S/ 1,624,921.81
Pequeñas	S/ 99,639,287.44	S/ 516,265.74	S/ 97,377,100.21	S/ 507,172.40

Fuente: Elaboración Propia

En base a este análisis se observa que desde el año 2006 hasta la fecha de corte, el gobierno ha realizado obras de saneamiento urbano por un monto total de S/8,933,714,668.59 y en promedio de S/7,734,817.89. Además, en este mismo período el monto transferido por la PNSU ha sido de S/7,684,747,909.43 y en monto promedio S/6,653,461.39. En este sentido, se ha decidido implementar las soluciones de manera obligatoria en las obras Muy Grandes, Grandes y Medianas; que actualmente representan el 83.38% del total de obras y el 98.90% del monto de inversión. De esta manera, busca enfocar de mejor manera los esfuerzos de los monitores del PNSU a nivel nacional.

Haciendo uso del mismo reporte, pero cambiado el filtro de estado de “cerrada” o “concluida” a “paralizada”, se obtiene la siguiente información a nivel nacional:

- 66 obras de saneamiento urbano paralizadas.
- El monto total de inversión asciende a S/ 1,298,802,283.88.
- El monto total transferido hasta la fecha de paralización asciende a S/ 987,753,384.07
- El 76.05% del monto total de inversión se encuentra “paralizado”.

En ese sentido, existen dos tipos de inversiones: las realizadas por el gobierno que equivale al monto total de la inversión y las realizadas únicamente por el PNSU a través de las transferencias a lo largo de los años. El alcance del presente trabajo se centra únicamente en la rentabilidad de las soluciones para el PNSU.

En base a lo analizado en el capítulo 3, se observó que, en una muestra de 40 obras atrasadas de la región de Piura, se presenta un atraso de aproximadamente 7.5 meses. Según nuestra clasificación de obras mediante rangos de inversión, existe una estrecha relación entre el monto de inversión y tiempo de ejecución; por lo que en promedio un atraso de 7.5 meses proyectado a nivel nacional, es grave dado que en algunos casos podría representar hasta un 100% de atraso según el monto de la inversión. Se puede inferir que estos retrasos generan sobrecostos como: pago adicional de trabajadores, pago adicional de proveedores, compra adicional de materiales para adicionales de obra, etc. Además, existen otros problemas en la obra, como deficiente control de inventario o cambio de calidad de los materiales que, si bien no generan sobrecostos, incurren en fuga de dinero. Para efectos didácticos, se está considerando que las obras de saneamiento urbano a nivel nacional generan sobrecostos y/o fugas de dinero en al menos entre un 10% a 15%; con esta consideración podemos tomar una “foto” de la realidad nacional basándonos en las inversiones realizadas por el PNSU hasta el momento. En la siguiente tabla hemos colocado el concepto (A) que agrupa los montos de las obras paralizadas y el concepto (B) que agrupa los montos que representan a los sobrecostos y/o fugas de dinero se acaban de mencionar. Sumando ambos conceptos podemos evidenciar que aproximadamente el 19.81% del total de las inversiones realizadas se pierde.

**Tabla 24: Tipo de Inversión - Perdidas/Concluida**

<b>Tipo de Inversión</b>	<b>Monto</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Inversión Paralizada (A)</b>	S/ 1,298,802,283.88	11.79%
<b>Inversión Innecesaria (B)</b>	S/ 883,508,808.42	8.02%
<b>Inversión Perdida (A+B)</b>	S/ 2,182,311,092.30	19.81%
<b>Inversión Concluida</b>	S/ 8,835,088,084.15	80.19%
<b>Total</b>	S/ 11,017,399,176.45	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

La meta del presente trabajo de investigación, es poder lograr que para el año 2026, como consecuencia de la mejora de la ejecución de obras de saneamiento urbano, se generen menos sobrecostos, menos fugas de dinero y se reduzca considerablemente la paralización de obras para que las inversiones realizadas entre los años 2022 y 2026 pasen a tener aproximadamente un 3.96% de inversión perdida, en lugar del actual acumulado de 19.81%. Se debe ser consciente que el dinero mal invertido en el pasado no se puede recuperar, y nuestro trabajo no apunta a destrabar obras paralizadas, sino velar por la correcta ejecución de las venideras.

Asimismo, con la información de la plataforma SSP y del procesamiento realizado en la plataforma GeoVivienda<sup>5</sup> (MVCS. 2020); se ha obtenido el total del dinero transferido hacia las unidades ejecutoras por el PNSU en los últimos tres años<sup>6</sup>, el cual hemos consolidado en la siguiente tabla:

**Tabla 25: Montos de Inversión - GeoVivienda**

Periodo	Total	Monto de Inversión		Monto Transferido	
		Total	Promedio	Total	Promedio
2018	138	S/ 3,289,045,777.16	S/ 23,833,665.05	S/ 1,087,982,979.00	S/ 7,883,934.63
2019	47	S/ 809,511,478.17	S/ 17,223,648.47	S/ 220,765,261.00	S/ 4,697,133.21
2020	70	S/ 1,427,691,514.00	S/ 20,395,593.06	S/ 186,841,172.00	S/ 2,669,159.60

Fuente: Elaboración Propia

En los tres últimos años, se observa que el monto promedio de las obras asciende a S/20,484,302.19 y el monto promedio de transferencias anuales del PNSU asciende a S/498,529,804.00; sin embargo, se debe acotar que en el año 2019 el monto de transferencias disminuyó dado que se impulsaron las inversiones en Lima Metropolitana y Callao a través del PASLC y SEDAPAL. Además, en el año 2020 aún no se han terminado de ejecutar todas las inversiones programadas y debido a la pandemia muchas de ellas serán transferidas al año 2021.

<sup>5</sup> <https://geo.vivienda.gob.pe>

<sup>6</sup> La fecha de corte es al 10/11/2020 e incluye la información de los proyectos de Arranca Perú 1 y 2, y los de la Reconstrucción con cambios

Por lo tanto, para analizar la rentabilidad de las soluciones vamos a analizar diversos escenarios considerando como parámetros generales para todos ellos el monto de inversión de S/220,765,261.00 correspondiente al año 2019 (dado que el 2018 fue un año atípico y en el 2020 se desató la pandemia del Covid19), la tasa de pérdida de 19.81% según lo analizado previamente, resultando en S/43,733,598.20 como monto anual de pérdida. Entonces, dado que el presupuesto para el año 2021 ya fue aprobado, se plantea como año cero al año 2022 y como año de finalización el año 2026 que marcará un nuevo cambio de gobierno y el primer quinquenio del bicentenario. En las tablas 26, 27 y 28 hemos representado los tres posibles escenarios financieros que podrían presentarse:

**Tabla 26: Análisis de Rentabilidad - Escenario Optimista**

Periodo	2022	2023	2024	2025	2026
Porcentaje de Pérdida	19.81%	17.83%	12.48%	6.24%	1.87%
Monto de Inversión (S/)	220,765,261.00	220,765,261.00	220,765,261.00	220,765,261.00	220,765,261.00
Monto de Pérdidas (S/)	43,733,598.20	39,360,238.38	27,552,166.87	13,776,083.43	4,132,825.03
Eficiencia de las Soluciones	0%	10%	30%	50%	70%
Inversión Recuperada (S/)	0.00	4,373,359.82	11,808,071.52	13,776,083.43	9,643,258.40
Inversión en Tecnología (S/)	2,484,789.00	1,319,139.00	1,319,139.00	1,319,139.00	1,319,139.00
Flujos Anuales (S/)	-2,484,789.00	3,054,220.82	10,488,932.52	12,456,944.43	8,324,119.40

*Nota:* Todos los montos están expresados en nuevos soles.

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 27: Análisis de Rentabilidad - Escenario Realista**

Periodo	2022	2023	2024	2025	2026
Porcentaje de Pérdida	19.81%	18.82%	16.00%	12.00%	8.40%
Monto de Inversión (S/)	220,765,261.00	220,765,261.00	220,765,261.00	220,765,261.00	220,765,261.00
Monto de Pérdidas (S/)	43,733,598.20	41,546,918.29	35,314,880.55	26,486,160.41	18,540,312.29
Eficiencia de las Soluciones	0%	5%	15%	25%	30%
Inversión Recuperada (S/)	0.00	2,186,679.91	6,232,037.74	8,828,720.14	9,270,156.14
Inversión en Tecnología (S/)	2,484,789.00	1,319,139.00	1,319,139.00	1,319,139.00	1,319,139.00
Flujos Anuales (S/)	-2,484,789.00	867,540.91	4,912,898.74	7,509,581.14	7,951,017.14

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 28: Análisis de Rentabilidad - Escenario Pesimista**

Periodo	2022	2023	2024	2025	2026
Porcentaje de Pérdida	19.81%	19.41%	18.64%	17.52%	16.12%
Monto de Inversión (S/)	220,765,261.00	220,765,261.00	220,765,261.00	220,765,261.00	220,765,261.00
Monto de Pérdidas (S/)	43,733,598.20	42,858,926.24	41,144,569.19	38,675,895.04	35,581,823.44
Eficiencia de las Soluciones	0%	2%	4%	6%	8%
Inversión Recuperada (S/)	0.00	874,671.96	1,714,357.05	2,468,674.15	3,094,071.60
Inversión en Tecnología (S/)	2,484,789.00	1,319,139.00	1,319,139.00	1,319,139.00	1,319,139.00
<i>Flujos</i> <i>Anuales (S/)</i>	<i>-2,484,789.00</i>	<i>-444,467.04</i>	<i>395,218.05</i>	<i>1,149,535.15</i>	<i>1,774,932.60</i>

Fuente: Elaboración Propia

Lo que se observa de estos cuadros, es que, dependiendo de la eficiencia lograda con la implementación de las soluciones propuestas, se pueda reducir el monto de dinero perdido.

#### **4.9 Factibilidad Política y Legal**

Mediante INFORME FINAL DE MEJORAS EN LA GESTIÓN DE LOS PROGRAMAS DEL MVCS – Resolución Ministerial N° 413-2018-VIVIENDA, se determinó que transversalmente en todos los programas se presenta una debilidad en el monitoreo y carencia de herramientas tecnológicas; y puntualmente para el PNSU se presentaba un retraso en el registro y retroalimentación del sistema de seguimiento de proyectos -SSP; y, de la Plataforma de Registro, Evaluación y Seguimiento de Expedientes Técnicos -PRESET.

En base a esto y alineados a la propuesta de solución, a fin de dar viabilidad legal, es necesario que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento emitan Resoluciones Ministeriales aprobando modificaciones a los documentos vigentes que están relacionados al sistema PRESET, CODI y las guías de elaboración de expedientes técnicos que incluyan el uso de equipamiento tecnológico propuesto:

Modificar la “Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento” elaborado por el Programa Nacional de Saneamiento Urbano – PNSU. Dicha

guía del 2016, debe contemplar la inclusión de información georreferenciada y costos correspondientes del equipamiento de georreferenciación.

Modificar la Resolución Ministerial N° 104-2020/VIVIENDA donde se aprueba la creación de la Plataforma de Cuaderno de Obra Digital – CODI. En la resolución se debe incorporar la implementación y uso de equipamiento tecnológico propuesto que permita mejorar el control durante la ejecución de los proyectos de saneamiento a nivel nacional. Asimismo, se debe actualizar y aprobar el Manual de Usuario correspondiente.

#### **4.10 FUTURAS APLICACIONES Y MEJORAS**

Tomando en cuenta las tecnologías emergentes y de la mano con la cuarta revolución industrial, se podrían considerar los siguientes planteamientos.

- Involucrar el uso de tecnologías emergentes y disruptivas tales como la inteligencia artificial (AI) junto con BIM y GIS, Big Data para explotar la información a nivel regional, blockchain para los temas presupuestas y la realidad virtual y aumentada (RV/RA)
- En el módulo de ocurrencias, que se incluya en alguna normativa el hecho que se adjunten como archivos las guías de remisión, boletas y/o facturas de los gastos que se van realizando a diario y que se hagan interfaces con SUNAT y el Banco de la Nación, para poder calcular de una mejor forma el avance en la ejecución financiera ejecutada.
- Realizar el monitoreo de avance de obras de manera remota mediante el uso de drones adicionalmente a lo expuesto en el presente trabajo.
- Desarrollar todos los módulos principales de la plataforma CODI para aplicaciones móviles, actualmente se encuentra desarrollado únicamente como portal WEB y la aplicación móvil propuesta solo es para el módulo de “Control de Asistencia”.
- En el módulo de “Reportes”, si bien no es parte directa del alcance del presente trabajo, se plantea que pueda contener un tablero de control con los indicadores propuestos en las soluciones presentadas en este trabajo. También debería contener las tablas y gráficos asociados a cada uno de los módulos del CODI incluyendo las mismas opciones de exportación que posee actualmente. Finalmente, debería estar alimentado por un motor de inteligencia de negocios (BI) para que permita crear reportes personalizados.

## 5 Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

- Del estado situacional analizado en el trabajo de investigación, tomando como muestra la región Piura, se concluye que uno de los principales problemas en la ejecución de las obras, es la mala calidad de los expedientes técnicos que provienen de la etapa de evaluación de expedientes técnicos realizada con apoyo de la PRESET y el SSP.
- Del estado situacional analizado en el trabajo de investigación, tomando como muestra la región Piura, se concluye que los actuales controles de calidad de las obras de saneamiento urbano son insuficientes en la etapa de ejecución del proyecto, ocasionando retrasos en los plazos de entrega, sobrecostos, paralizaciones y falencias de ingeniería implementada.
- El Cuaderno de Obra Digital es una plataforma digital donde el residente y supervisor/inspector registran información de manera periódica sobre los avances de ejecución físico y financiera; sin embargo, no permite registrar evidencia de dicha información, y al no estar integrada con los otros sistemas de información de saneamiento del MVCS, no puede comparar lo reportado con lo establecido dentro del expediente técnico.
- La implementación de funcionalidades en el Cuaderno de Obras Digital (CODI) e integración con los sistemas de información del MVCS como PRESET y SSP, mediante el uso de las tecnologías de información, teniendo al BIM y al GIS como ejes principales; permiten optimizar el monitoreo de las obras de saneamiento en la etapa de ejecución.
- Considerando que aproximadamente el 19.81% del dinero destinado para inversiones públicas en saneamiento se pierde, la propuesta de solución presentada en este trabajo de investigación resulta rentable financiera y socialmente.



## 5.2 Recomendaciones

- El MVCS y el PNSU deben evaluar la pertinencia de mantener los módulos de seguridad y salud en el trabajo y el de gestión ambiental, pues consideramos que si bien son importantes no aportan valor para lograr el objetivo del presente trabajo de investigación; además podrían generar una sobrecarga innecesaria de información a ser reportada semanalmente.
- El MVCS y el PNSU deben realizar pilotos tecnológicos para verificar que se hayan obtenido resultados exitosos antes de publicar las modificaciones normativas necesarias.
- La implementación de la propuesta de solución debe ir acompañada de un soporte normativo que implique la adopción de la propuesta y la obligatoriedad de uso por parte de las empresas contratistas, y de verificación por parte de los entes regulatorios nacionales.
- Que el MVCS implemente la propuesta de solución para generar valor social reduciendo el monto de las inversiones perdidas.
- Realizar capacitaciones virtuales a nivel nacional con el apoyo de SENCICO y CAPECO para estandarizar el uso de BIM en las empresas constructoras y supervisoras.
- Realizar un monitoreo periódico de los indicadores de gestión propuestos en las obras de saneamiento y transparentar los resultados a la Contraloría General de la República.
- Dado que el horizonte de tiempo necesario para revertir la situación actual podría ser de entre 10 a 15 años, se recomienda mejorar las presentes soluciones adicionando tecnologías disruptivas como las planteadas en la sección **4.10 Futuras Aplicaciones y Mejoras**.

## 6 Referencias Bibliográficas

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020), *Informe N° 1-2020-VIVIENDA-GA-LLC*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

La Contraloría General de la Republica. (2020, marzo). *Reporte de Obras Paralizadas 2019*. Recuperado de [https://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/documento\\_trabajo/2019/Reporte\\_Obras\\_Paralizadas.pdf](https://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/documento_trabajo/2019/Reporte_Obras_Paralizadas.pdf)

Cabezas Sánchez, C. (2018, 18 julio). *Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú*. Recuperado de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342018000200020](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000200020)

Organización Mundial de la Salud. (2017, febrero). *Enfermedades transmitidas por el agua*. Recuperado de [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases-risks/diseases/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/diseases/es/)

Chávez, R. (2019, 2 septiembre). *Agua y saneamiento: Radiografía de un sector prioritario en el Perú*. Recuperado de <https://stakeholders.com.pe/informes/agua-saneamiento-radiografia-sector-prioritario-peru/>

Instituto Nacional de Estadística e informática. (2016, 14 octubre). *Perú - Encuesta Nacional de hogares sobre condiciones de vida y pobreza 2014*. Recuperado de [https://webinei.inei.gob.pe/anda\\_inei/index.php/catalog/249/study-description](https://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/249/study-description)

Instituto Nacional de Estadística e informática. (2020). *Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2020*. Recuperado de <http://proyecto.inei.gob.pe/enapres/#1556231862105-2d9a4c99-e79e>

Congreso de la Republica. (1959). *Ley de Censos N° 13248*. Lima: Congreso de la Republica.

Instituto Nacional de Estadística e informática. (2020). *Censos Nacionales 2017: XXII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Recuperado de <http://censo2017.inei.gob.pe/que-son-los-censos/>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018, octubre). *DATASS, Modelo para la toma de decisiones en saneamiento*. Recuperado de <https://cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2018/11/DATASS-Modelo-para-la-toma-de-decisiones-web.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017, mayo). *Evolución de la Pobreza Monetaria 2007-2016*. Recuperado de [https://www.inei.gov.pe/media/cifras\\_de\\_pobreza/pobreza2016.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/cifras_de_pobreza/pobreza2016.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020, 13 febrero). *¿Qué hacemos?*. Recuperado de <https://www.gob.pe/737-ministerio-de-vivienda-construccion-y-saneamiento-que-hacemos>

Plataforma Digital Única del Estado Peruano. (2020). *Entidades del Poder Ejecutivo*. Recuperado de <https://www.gob.pe/estado/poder-ejecutivo>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Centros de Atención al Ciudadano*. Recuperado de [https://ww3.vivienda.gob.pe/centros\\_de\\_atencion/centros-de-atencion.html](https://ww3.vivienda.gob.pe/centros_de_atencion/centros-de-atencion.html)

SERVINDI. (2009, 6 abril). *Mundo: Acceso al Agua. de Necesidad Básica a Derecho Humano*. Recuperado de <https://www.servindi.org/actualidad/10159>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2019). *Agua, Bienestar y Desarrollo – Memoria Anual 2018*. Recuperado de [https://www.sunass.gob.pe/doc/Memoria/memoria\\_2018.pdf](https://www.sunass.gob.pe/doc/Memoria/memoria_2018.pdf)

Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento. (2020). *¿Qué hacemos?*. Recuperado de <https://www.gob.pe/4500-organismo-tecnico-de-la-administracion-de-los-servicios-de-saneamiento-que-hacemos>

Servicio Natural de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (2020). *¿Qué hacemos?*. Recuperado de <https://www.gob.pe/4422-servicio-nacional-de-areas-naturales-protégidas-por-el-estado-que-hacemos>

Ministerio de Cultura. (2020, 20 junio). *Obtener Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA)*. Recuperado de <https://www.gob.pe/483-obtener-certificado-de-inexistencia-de-restos-arqueologicos-cira>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014, abril). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Recuperado de [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)

Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. (6th Edition). Estados Unidos: Project Management Institute.

Project Management Institute. (2017). *Construction Extension to the PMBOK Guide* (2nd Edition). Estados Unidos: Project Management Institute.

Project Management for Results. (2018, 30 setiembre). *Reinventando la implementación de proyectos de desarrollo*. Recuperado de <https://pm4r.org/templates/details/134099?lang=es>

Organización Mundial de la Salud (2020). *Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19)*. Recuperado de [https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20COVID%E2%80%9119,China\)%20en%20diciembre%20de%202019](https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20COVID%E2%80%9119,China)%20en%20diciembre%20de%202019)

World Health Organization (2021). *WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard*. Recuperado de <https://covid19.who.int/>

Ministerio de Salud (2021, 23 enero). *Sala Situacional COVID-19 Perú*. Recuperado de [https://covid19.minsa.gob.pe/sala\\_situacional.asp](https://covid19.minsa.gob.pe/sala_situacional.asp)

Flores, C. (2020, 24 marzo). *COVID-19: ¿Cuál es el impacto de la pandemia en Piura?*. *infoMercado*. Recuperado de <https://infomercado.pe/covid-19-cual-es-el-impacto-de-la-pandemia-en-piura/>

Evalore. (2019, 18 diciembre). *Qué es Lean Construction o Construcción sin Pérdidas*. Recuperado de <https://evalore.es/que-es-lean-construction>

NEC. (2020). *How NEC Contracts Work*. Recuperado de <https://www.neccontract.com/About-NEC/How-NEC-Contracts-Works>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020, 13 febrero). *¿Qué hacemos?*. Recuperado de <https://www.gob.pe/737-ministerio-de-vivienda-construccion-y-saneamiento-que-hacemos>

Programa Nacional de Saneamiento Urbano. (2020). *Acerca del PNSU*. Recuperado de <https://www.pnsu.gob.pe/acerca-de-nosotros/acerca-del-pnsu/>

Ministerio de Economía y Finanzas, (noviembre de 2015). Guía para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano a nivel de perfil. Recuperado de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/saneamiento/Guia-de-saneamiento-27-11.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/Guia-de-saneamiento-27-11.pdf)

Ministerio de Economía y Finanzas, (noviembre de 2015). Guía para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano a nivel de perfil. Recuperado de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/saneamiento/Guia-de-saneamiento-27-11.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/Guia-de-saneamiento-27-11.pdf)

Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU), (2016). Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento. Recuperado de [https://e\\_preset.vivienda.gob.pe/statics/GUIA\\_ORIENT\\_EXP\\_TEC\\_SANEAMIENTO\\_V-1-5.pdf](https://e_preset.vivienda.gob.pe/statics/GUIA_ORIENT_EXP_TEC_SANEAMIENTO_V-1-5.pdf)

Ministerio de Vivienda, (05 de mayo de 2017). Resolución Ministerial N° 155-2017-vivienda. Recuperado por [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/21585/RM\\_155-2017-VIVIENDA.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/21585/RM_155-2017-VIVIENDA.pdf)

Ministerio de Vivienda, (27 de enero de 2020). Resolución Ministerial N° 013-2020-vivienda. Recuperado de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/496402/RM\\_013-2020-VIVIENDA.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/496402/RM_013-2020-VIVIENDA.pdf)

Ministerio de Vivienda, (06 de julio de 2017). Resolución Ministerial N° 258-2017-vivienda. Recuperado de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/21472/RM\\_258-2017-VIVIENDA.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/21472/RM_258-2017-VIVIENDA.pdf)

Ministerio de Vivienda, (21 de mayo del 2020). Resolución Ministerial N° 104-2020-vivienda. Recuperado de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/728327/RM\\_104-2020-VIVIENDA.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/728327/RM_104-2020-VIVIENDA.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), (2016). CODI. Recuperado de <https://codi.vivienda.gob.pe/>

Cóndor, J, et alii, (05 de febrero de 2020). Plan para la Dirección del proyecto para la implementación de una cadena de librerías, basado en los estándares globales de la guía del PMBOK. Recuperado de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652242/C%c3%b3ndor\\_CJ.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652242/C%c3%b3ndor_CJ.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), (2020). Geovivienda. Recuperado de <https://geo.vivienda.gob.pe/>

Project Management for Results (PM4R), (30 de setiembre de 2018). Reinventando la implementación de proyectos de desarrollo. Recuperado de <https://pm4r.org/templates/details/134099?lang=es>

Idea Ingenieria, (2020). ¿Qué es la tecnología BIM? Recuperado de <https://ideaingenieria.es/bim/que-es-la-tecnologia-bim/>

BuildingSMART. (2020). ¿Qué es BIM? Recuperado de <https://www.buildingsmart.es/bim/>

EspacioBIM, (16 de enero 2020) ¿Qué es la metodología BIM? Recuperado de <https://www.espaciobim.com/metodologia-bim>

Project Management for Results (PM4R), (30 de setiembre de 2018). Reinventando la implementación de proyectos de desarrollo. Recuperado de <https://pm4r.org/templates/details/134099?lang=es>

Construction IT Alliance Limited, (2017). Global BIM Study Lessons for Ireland's BIM Programme (2da ed). Recuperado de [https://issuu.com/constructionitalliance/docs/global\\_bim\\_study\\_bicp](https://issuu.com/constructionitalliance/docs/global_bim_study_bicp)

Biblus, (2020). "BIM en el mundo: el Building Information Modeling está revolucionando el sector AEC". Recuperado de <https://biblus.accasoftware.com/es/bim-en-el-mundo-el-building-information-modeling-sector-aec/>

EuropeanBimSummit, (2020). "Situación de la aplicación del método BIM en Europa (I)." Recuperado de <https://europeanbimsummit.com/situacion-bim-europa-i/>

Ministerio de Economía y Finanzas, (2020). "Plan BIM – PERÚ". Recuperado de <https://www.mef.gob.pe/es/estrategia-bim-peru/plan-bim-peru>

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), (06 de agosto de 2020). "Lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones públicas" Recuperado de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/anexo\\_RD007\\_2020EF.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/anexo_RD007_2020EF.pdf)

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), (noviembre de 2015). "Guía para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano a nivel de perfil." Recuperado de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/saneamiento/Guia-de-saneamiento-27-11.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/Guia-de-saneamiento-27-11.pdf)

Betancor Andreu, Hugo (29 de mayo de 2019). "Aplicación de la Guía PMBOK a la gestión de proyectos de construcción con BIM". Recuperado de

<https://es.slideshare.net/itproiectus/aplicacin-de-la-gua-pmbok-a-la-gestin-de-proyectos-de-construccion-con-bim>

Pampliega, Carlos (13 de abril de 2015). "BIM y Project Management en el sector de la Construcción". Recuperado de <http://salineropampliega.com/2015/04/bim-y-project-management-en-el-sector-de-la-construccion.html>

Wikipedia, (2020). "Revolución industrial etapa cuatro". Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci%C3%B3n\\_industrial\\_etapa\\_cuatro](https://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci%C3%B3n_industrial_etapa_cuatro)

Banco Interamericano de Desarrollo (BID), (abril de 2020). "Uso de tecnologías de la 4RI en agua y saneamiento en América Latina y el Caribe" Recuperado de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Uso-de-tecnologias-de-la-4RI-en-agua-y-saneamiento-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>

Llacza, Camargo, Luis Alberto (30 de enero de 2020). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). "Informe N°01-2020-VIVIENDA-GA-LLC - Implementación del Cuaderno de Obra Digital-CODI en Saneamiento Urbano y Vialidad Urbana"

Pique del Pozo, Javier (22 de febrero de 2019). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). "Informe N°01-2019-VIVIENDA/GTA Informe de la Comisión de Reorganization de los Programas del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS)"

Cuaderno de Obra Digital (CODI), (2020). Recuperado de <https://codi.vivienda.gob.pe/>

Sistema de Seguimiento de Proyectos (SSP), (2020). Recuperado de <https://ssp.vivienda.gob.pe/login>

Presidencia de la República, 16 de diciembre de 2016, Decreto Legislativo N° 1280. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-marco-de-la-gestion-y-decreto-legislativo-n-1280-1468461-1/>



Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 29 de marzo de 2017. Decreto Supremo N° 007-2017-VIVIENDA. POLÍTICA NACIONAL DE SANEAMIENTO. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-politica-nacional-de-saneamie-decreto-supremo-n-007-2017-vivienda-1503314-7/>

## 7 Anexos

### 7.1 Componentes del Expediente Técnico

- 1- Memoria Descriptiva (Adjuntar Formato SNIP 15 y/o Formato SNIP 16)
- 2- Estudio Topográfico
- 3- Estudio de Mecánica de Suelos
- 4- Estudio de Fuentes de Agua / Hidrológico
- 5- Estudio de Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos en el área del PIP
- 6- Documentos que garanticen la libre disponibilidad del terreno
- 7- Memoria de Cálculo
  - 7.1- Cálculo Hidráulico
  - 7.2- Cálculo Estructural
  - 7.3- Cálculo Mecánico Eléctrico
- 8- Presupuestos (Metrado y Cotizaciones)
- 9- Cronogramas
- 10- Especificaciones Técnicas
- 11- Planos del Proyecto
  - 11.1- Planos Generales
  - 11.2- Sistema de Agua Potable
  - 11.3- Sistema de Alcantarillado
  - 11.4- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
  - 11.5- Otros Planos
- 12- Resolución de aprobación de expediente técnico
- 13- Resolución de Aprobación de Estudios de Aprovechamiento de Recursos Hídricos
- 14- Certificado Ambiental o Ficha Técnica Ambiental
- 15- Certificado de inexistencia de restos arqueológicos (CIRA)
- 16- Padrón de Beneficiarios correspondiente (Población demandante)
- 17- Documentos anexos. (Panel Fotográfico, Manual de Operaciones y Mantenimiento, otros)
  - 17.1- Manual de Operación y mantenimiento
  - 17.2- Panel Fotográfico
  - 17.3- Compromiso Operación y Mantenimiento por parte de la Unidad Ejecutora y por parte del Operador del Sistema

- 17.4- Informe de NO Duplicidad y Liquidación de Obra de intervenciones anteriores (de corresponder)
- 17.5- Informe Técnico de Estado Situacional de la Infraestructura Sanitaria
- 17.6- Informe Técnico de Capacidad Técnica Operativa de la Unidad Ejecutora (en el caso de PIPs por administración Directa)
- 17.7- Resolución de Alcaldía de Reconocimiento de la JASS (de corresponder)
- 17.8- Opinión Técnica Favorable al Expediente Técnico de parte de la EPS (en el caso que la Unidad Ejecutora no sea la EPS)
- 17.9- Certificado de factibilidad de servicios de agua potable y alcantarillado otorgado por una EPS (de corresponder)
- 17.10- Certificado de factibilidad de suministro de energía eléctrica (de corresponder)
- 17.11- Certificado de Habilidad de Ingenieros Projectistas
- 17.12- Opinión Técnica del Sistema de Tratamiento
- 17.13- Autorización Sanitaria del sistema de tratamiento de aguas residuales
- 17.14- Autorización Sanitaria del sistema de tratamiento de agua de consumo humano
- 17.15- Autorización de vertimiento y/o reusó de aguas residuales tratadas
- 17.16- Estudio de Vulnerabilidad (de corresponder)
- 17.17- Estudio de tránsito y Plan de Desvíos (de corresponder)
- 17.18- Estudio de tratabilidad (de corresponder)
- 17.19- Estudio de caracterización de aguas residuales (de corresponder)
- 17.20- Estudio Hidrológico del Cuerpo Receptor (de corresponder)
- 17.21- Catastro Técnico de la EPS de la zona a intervenir - incl. Plano (de corresponder)
- 17.22- Expediente de Media Tensión aprobado por el Concesionario de Servicio Eléctrico (de corresponder)
- 17.23- Formato firmado de los profesionales responsables en la elaboración del expediente técnico
- 18- Información Complementaria
- 18.1- Transferencias a favor de la localidad
- 18.2- Transferencias al distrito en los dos últimos años
- 18.3- La inversión presentada no se encuentra en trámite de financiamiento ante otros fondos
- 18.4- La inversión presentada no ha sido rechazado por otros fondos

- 18.5- El gobierno local o regional no tiene a su cargo obras financiadas por el MVCS que se encuentren paralizadas por un lapso mayor a seis (06) meses
- 18.6- El gobierno local o regional no tiene a su cargo obras financiadas por el MVCS que no hayan sido convocados por el lapso mayor a seis (06) meses
- 18.7- El gobierno local o regional no tiene a su cargo obras financiadas por el MVCS que se encuentren concluidas y que no hayan sido liquidadas sin causal válida, a la fecha
- 18.8- **Ámbito RURAL:** La inversión a financiar está incluido en programación multianual de inversiones de saneamiento del sector 2018-2020 (evaluaciones de financiamiento con presupuesto del 2017)
- 18.9- **Ámbito RURAL:** La inversión incluye el Componente educación sanitaria
- 18.10- **Ámbito RURAL:** La inversión incluye Componente capacitación de la organización comunal o similar (JASS)
- 18.11- **Ámbito RURAL:** Se acredita que el gobierno local cuenta con un área técnica municipal (ATM)
- 18.12- **Ámbito RURAL:** Se acredita haber cumplido con las obligaciones establecidas en convenios de transferencia de recursos suscritos con el MVCS
- 18.13- **Ámbito Pequeña Ciudad:** Tener constituida una unidad de gestión municipal para la prestación de servicios de saneamiento o haber delegado su administración a un operador especializado
- 18.14- **Ámbito Pequeña Ciudad:** La inversión que se solicita financiar no debe pertenecer a una organización comunal que se encuentre en ámbito de prestación de una empresa prestadora pública
- 18.15- **Ámbito EPS:** Cuenta con plan maestro optimizado - PMO (registrado en la página web de SUNASS)
- 18.16- **Ámbito EPS:** La inversión que se solicita financiar debe estar incluida en el plan maestro optimizado - PMO (De no estar incluido, debe gestionar su inclusión ante la SUNASS)
- 18.17- **Ámbito EPS:** Cuenta con estudio tarifario (registrado en la página web de SUNASS)
- 18.18- **Ámbito EPS:** La inversión que se solicita financiar debe estar incluida en el estudio tarifario (de no estar incluido, debe gestionar su inclusión ante la SUNASS)
- 18.19- **Ámbito EPS:** Acreditar que se haya realizado sus correspondientes incrementos tarifarios previstos en la resolución de aprobación de fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión

- 18.20- Ámbito EPS: La inversión que se solicita financiar no debe pertenecer a una organización comunal que se encuentre en el ámbito de prestación de una empresa prestadora pública
- 18.21- Documentos de cofinanciamiento
- 18.22- Ámbito Pequeña Ciudad: Acreditar que la localidad o distrito en el que se ejecuta la inversión no se ha retirado del ámbito de una empresa prestadora pública
- 18.23- Presenta declaración jurada o documento similar que sustenta haber cumplido con las obligaciones establecidas en convenios de transferencia de recursos suscritos con el MVCS
- 18.24- Documento que acredite que la inversión se encuentre incorporada en el Plan de Desarrollo Concertado (PDC) del Gobierno Regional o Local, o en el PMO en el caso de Empresas Prestadoras Públicas

## 7.2 Identificación de Problemas

**Tabla 29: Identificación Detallada de Problemas**

<b>Tipo</b>	<b>Problemática Manifestada</b>	<b>Evidencias Encontradas</b>
	<i>Informe Reorganización de los Programas del MVCS</i>	<i>Observaciones en el Expediente</i>
	Deficiencia en los expedientes técnicos deficientes	<i>Técnico Según PRESET</i>
	Carencia de herramientas tecnológicas	Documentos que garanticen la libre disponibilidad del terreno.
	Desactualización de normativa sobre procedimientos y plazos de evaluación de los expedientes técnicos de obra.	Memoria Descriptiva Estudio Topográfico
	Deficiente verificación del cumplimiento de Contenidos Mínimos en el proceso de evaluación de los expedientes técnicos de obra.	<i>Análisis de Obras Paralizadas</i> Por “Deficiencia de ET” se tiene un 71% del monto total transferido lo que implica S/ 67,081,574.
Deficiencias u Omisiones en el ET Aprobado	46% de las obras paralizadas corresponde a deficiencias en el expediente técnico evaluado y priorizado por el PNSU.	<i>Análisis del CODI</i> No se encuentra disponible el expediente técnico aprobado para poder realizar las validaciones necesarias
	Deficiente gestión del archivo documental vinculado al proceso de evaluación de los expedientes técnicos de obra.	
	No se cuenta con registros georreferenciados y digitalizados en líneas de los proyectos ejecutados y/o transferidos.	<i>Encuesta</i> Pregunta sobre la baja calidad de las obras. Primera opción fue la baja calidad del expediente técnico.
	<i>Informe de Creación del CODI</i>	

	<p>Obras paralizadas por falta de disponibilidad de terreno, <i>Módulo de Riesgos SSP</i></p> <p>deficiencias en el expediente técnico, incumplimiento de obligaciones contractuales del contratista, ausencia del supervisor de obras, residente de obras y la demás especialista.</p> <p>Interposición de medidas cautelares que evitan la ejecución de las cartas fianzas, en caso de resoluciones de contrato.</p> <p>Repositorio de documentos relacionados a la ejecución del proyecto.</p> <p><i>Informe Obras Paralizadas CGR</i></p> <p>La principal causa de paralización de obras está ligada a “Deficiencias técnicas e incumplimiento contractual” siendo estas un 39% del total y que están relacionadas a deficiencias en los Expedientes Técnicos.</p>	<p>En el 42% de las obras visitadas “Existen indicios razonables de incumplimiento contractual”</p>
Presupuestos Desactualizados		<p><i>Entrevistas</i></p> <p>Personal del PNSU y del MEF nos comentan por primera vez algo que jamás se ha tomado en cuenta formalmente en el MVCS</p> <p><i>Análisis de Obras Concluidas</i></p> <p>Tomando como referencia sólo los 40 proyectos concluidos con atraso, se tiene que en promedio los proyectos se atrasan 233 días.</p> <p><i>Entrevistas</i></p> <p>Personal del PNSU y del MVCS manifiestan que es común el ausentismo del personal clave en las obras públicas.</p> <p><i>Módulo de Riesgos SSP</i></p> <p>En el 52% de obras visitadas el “Personal clave no se encuentra en Obra”</p> <p>En el 34% el “Cuaderno de Obra no está al día”.</p>
Ausencia del Personal Clave	<p><i>Informe de Creación del CODI</i></p> <p>El cuaderno de obras fue regularizado informalmente para efectos del trámite de la valoración mensual.</p> <p>Transparencia de funciones/actividades del personal clave.</p> <p>Implementación de Firma digital.</p>	
Ausencia de un Conjunto de Buenas Prácticas	<p><i>Informe Reorganización de los Programas del MVCS</i></p> <p>Paralización de obras en Gobiernos Locales y Regionales</p>	<p><i>Observaciones en el Expediente Técnico Según PRESET</i></p>

para el Control Concurrente	<p>Insuficiente regulación sobre aplicación de penalidades por incumplimiento so de compromisos contemplados en los Convenios interinstitucionales</p> <p>Debilidad en el monitoreo</p> <p>Retraso en la adjudicación del 89.6% de nuevas obras financiadas en el año 2019 mediante transferencias de recursos</p> <p><i>Informe de Creación del CODI</i></p> <p>Calendario de avance de obra sin las aprobaciones formales.</p> <p><i>Informe Obras Paralizadas CGR</i></p> <p>Un 15% de las obras paralizadas a nivel nacional están ligadas a “Limitaciones presupuestales” lo cual está relacionado a las Deficiencias Administrativas de las Unidades Ejecutoras.</p> <p>Retraso en el registro y retroalimentación del SSP y PRESET. Estos sistemas no proporcionan información de estados físicos y financieros mensualizados por componente.</p>	<p>Presupuestos (Metrado y Cotizaciones). Cronogramas.</p> <p><i>Análisis de Obras Paralizadas</i></p> <p>Por “Deficiencia Administrativa UE” se tiene un 29% del monto total transferido lo que implica S/ 26,958,348.</p> <p><i>Análisis de Obras Concluidas</i></p> <p>Se tiene que, en Piura, 11 proyectos fueron concluidos en el plazo estimado, 40 proyectos fuera de plazo y 10 proyectos no se consiga la información.</p> <p>Tomando como referencia sólo los 40 proyectos concluidos con atraso, se tiene que en promedio los proyectos se atrasan 233 días.</p> <p><i>Análisis del CODI</i></p> <p>Los valores de las ejecuciones programadas no se obtienen de ninguna fuente, teniendo que registrarse manualmente.</p> <p>No se solicitan evidencias multimedia o documentarias de los avances ejecutados.</p> <p>No existen reglas de negocio establecidas relacionadas a los diferentes registros que puedan ir generándose a través del tiempo. En ese sentido, se carece de notificaciones y alertas para un control adecuado.</p> <p><i>Encuesta</i></p> <p>Pregunta sobre la baja calidad de las obras. Segunda opción fue la inconsistencia entre el avance físico y financiero.</p>
--------------------------------	--	--

---

Fuente: Elaboración propia

### **7.3 Roles y Funcionalidades Asociadas**

#### ➤ Monitores PNSU

- Acceso a las marcaciones de ingreso y salida de los inspectores y residentes de todas las obras a nivel nacional. Incluido los archivos históricos.
- Acceso al historial de desplazamientos de los inspectores y residentes de todas las obras a nivel nacional. Incluido los archivos históricos.
- Validación que no existan supervisores y residentes en más de una obra a la vez en el mismo momento del tiempo.
- Reporte de tardanzas y/o ausencias de los inspectores y residentes de todas las obras a nivel nacional. Incluido los archivos históricos.
- Reporte de visitas a componentes críticos de la obra de los inspectores y residentes de todas las obras a nivel nacional. Incluido los archivos históricos.
- Auditoría de acciones registradas por parte de supervisores y residentes.
- Historial de participación y acciones de personas como residentes o supervisores en obras a través del tiempo.

#### ➤ Supervisor y Residente

- Usar la aplicación móvil para iniciar sesión en el CODI.
- Usar la aplicación móvil para iniciar y finalizar jornada de trabajo.
- Confirmar acciones importantes con firma digital.
- Verificar ingreso y salida con huella dactilar o reconocimiento facial.
- Acceso a sus propias marcaciones de ingreso y salida.
- Acceso a su propio historial de desplazamientos.

#### ➤ Administrador de Contrato

- Acceso a las marcaciones de ingreso y salida de inspector y residente.
- Acceso al historial de desplazamientos de inspector y residente.
- Reporte de tardanzas y/o ausencias.
- Reporte de visitas a componentes críticos de la obra.
- Auditoría de acciones registradas por parte de supervisor y residente.

### **7.4 Especificaciones Técnicas**

Para implementar una solución como la planteada se debe garantizar cierto nivel de estandarización para que reducir al mínimo las probabilidades de falla. El gobierno peruano de acuerdo a la Ley de Contrataciones del Estado Peruano, no puede proponer una marca o



conjunto de marcas específicas para promover o implementar una solución tecnológica. En este contexto, no aplica la figura de la estandarización tecnológica, pues ella se aplica cuando son las mismas instituciones públicas las encargadas de realizar las compras directamente. En este caso, parte de las adquisiciones y contrataciones deben realizarse por parte de las empresas constructoras a nivel nacional, por lo cual no debe existir una obligatoriedad hacia una marca o conjunto de marcas, sino más bien un conjunto de especificaciones técnicas que impulsen la libre competencia entre marcas y que brinden diversas alternativas a las empresas compradoras.

➤ Laptop o Computadora

- Windows 8 o superior
- Framework .NET 4.5 o superior
- Puertos USB 2.0 o superior
- WLAN: Wi-Fi 802.11 b/g/n
- LAN: RJ45 Ethernet 100/1000

➤ Lector de Tarjeta Inteligente o Token Digital

- Homologado por RENIEC
- Soporte para DNI electrónico o Certificado Digital RENIEC
- Conectividad USB 2.0 o superior

➤ Celular

- Android o iPhone (fabricación 2016 o superior)
- GPS: A-GPS, GLONASS o superior
- WLAN: Wi-Fi 802.11 b/g/n
- 3G o superior
- SMS

➤ Sensor biométrico de huellas

- Lector Biométrico
- Reconocimiento facial
- Soporte para tarjetas RFID
- Soporte para marcado por huella digital
- Soporte para marcado por PIN
- Soporte para doble o triple autenticación
- LAN: RJ45 Ethernet 100/1000
- Puertos USB 2.0 o superior para exportar contenido

➤ Web Server para consumir por WEB SERVICE

- API
- REST
- HTTPS 2.0
- Uso de tokens
- POST

## 7.5 Presupuesto Detallado

En las siguientes tablas se muestran los presupuestos detallados y específicos a cada una de las soluciones presentadas en el orden en el cual se han expuesto en este trabajo. Cabe resaltar, que las inversiones necesarias para implementar estas soluciones en cada una de las obras, son montos que se deben adicionar a los presupuestos de las obras dentro de los expedientes técnicos. Las inversiones necesarias en el caso del MVCS son las correspondientes al primer año, existen gastos que para los años siguientes no deben hacerse, todo ello ha sido considerado para calcular la rentabilidad de la solución.

**Tabla 30: Solución de Monitoreo Remoto: Inversión Adicional en Obras Muy Grandes**

Concepto	Precio Unitario / Costo Hora	Cantidad / Horas Totales	Subtotal
<i>EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO</i>			
<i>Hardware</i>			
Cámara Solar Full HD 3G/4G	S/1,500.00	10	S/15,000.00
Aspa Eólica	S/3,000.00	10	S/30.000.00
Poste Rodante	S/2,000.00	10	S/20.000.00
Bateria 24 Horas	S/200.00	10	S/2,000.00
NAS 16TB (270d en HD)	S/5,250.00	1	S/5,250.00
Dron HDR 10 bits	S/7,800.00	1	S/7,800.00
<i>CONTRATACIÓN DE SERVICIOS</i>			

*Servicios Básicos*

Internet Móvil	S/160.00	180	S/28,800.00
----------------	----------	-----	-------------

*Servicios de Instalación*

Instalación Postes	S/750.00	10	S/7,500.00
--------------------	----------	----	------------

*Integración Para Envío Remoto*

Desarrollador BackEnd	S/100.00	80	S/8,000.00
--------------------------	----------	----	------------

*Servicios de Capacitación*

Acreditación de Piloto de Dron	S/225,00	2	S/450.00
-----------------------------------	----------	---	----------

Fotogrametría Aérea Digital	S/150.00	2	S/300.00
--------------------------------	----------	---	----------

<b>TOTAL DE LA SOLUCIÓN POR OBRA</b>			<b>S/125,100.00</b>
--------------------------------------	--	--	---------------------

---

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 31: Solución de Monitoreo Remota: Inversión Adicional en Obras Grandes**

<b>Concepto</b>	<b>Precio Unitario / Costo Hora</b>	<b>Cantidad / Horas Totales</b>	<b>Subtotal</b>
<i>EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO</i>			
<i>Hardware</i>			
Cámara Solar HD 3G/4G	S/1,000.00	7	S/7,000.00
Poste Rodante	S/2,000.00	7	S/14,000.00
Batería 24 Horas	S/200.00	7	S/1,400.00
NAS 8TB (135d en HD)	S/3,000.00	1	S/3,000.00

*CONTRATACIÓN DE SERVICIOS*

*Servicios Básicos*

Internet Móvil	S/110.00	84	S/9,240.00
----------------	----------	----	------------

*Servicios de Instalación*

Instalación Postes	S/750.00	7	S/5,250.00
--------------------	----------	---	------------

<b>TOTAL DE LA SOLUCIÓN POR OBRA</b>			<b>S/39,890.00</b>
--------------------------------------	--	--	--------------------

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 32: Solución de Monitoreo Remota: Inversión Adicional en Obras Medianas**

Concepto	Precio Unitario	Cantidad	Subtotal
<i>EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO</i>			
<i>Hardware</i>			
Cámara Solar HD 3G/4G	S/1,000.00	4	S/4,000.00
Poste Rodante	S/2,000.00	4	S/8,000.00
Batería 24 Horas	S/200.00	4	S/800.00
NAS 4TB (60d en HD)	S/1,500.00	1	S/1,500.00
<i>CONTRATACIÓN DE SERVICIOS</i>			
<i>Servicios Básicos</i>			
Internet Móvil	S/110.00	32	S/3,520.00
<i>Servicios de Instalación</i>			
Instalación Postes	S/750.00	4	S/3,000.00
<b>TOTAL DE LA SOLUCIÓN POR OBRA</b>			<b>S/20,820.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 33: Solución de Monitoreo Remota: Inversión en el MVCS**

<b>Concepto</b>	<b>Precio Unitario / Costo por Hora</b>	<b>Cantidad / Horas Totales</b>	<b>Subtotal</b>
<i>EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO</i>			
<i>Hardware</i>			
Cámara Full HD	S/350.00	2	S/700.00
Panel Solar	S/300.00	2	S/600.00
Aspa Eólica	S/2,700.00	2	S/5,400.00
Antena Radio Enlace	S/1,000.00	3	S/3,000.00
Poste Rodante	S/1,000.00	2	S/2,000.00
Batería 24 Horas	S/200.00	2	S/400.00
NAS 16TB (270d en HD)	S/5,250.00	1	S/5,250.00
Dron HDR 10 bits	S/7,800.00	1	S/7,800.00
<i>CONTRATACIÓN DE SERVICIOS</i>			
<i>Servicios en Nube</i>			
Storage en Nube	S/1,296,00	24	S/31,104,00
<i>Integraciones</i>			
Desarrollador BackEnd BIM 360 Docs	S/100.00	480	S/48,000.00
Desarrollador BackEnd Google Drive	S/100.00	480	S/48,000.00
<i>Servicios de Instalación</i>			
Instalación Postes	S/1,000.00	3	S/3,000.00

**TOTAL DE LA SOLUCIÓN POR MVCS**

**S/155.254,00**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 34: Solución de Monitoreo de Personal Clave: Inversión Adicional en Obras**

<b>Concepto</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Subtotal</b>
<i>Adquisición de Hardware</i>			
Lector Biométrico	S/800.00	2	S/1,600.00
Token de Certificado de Seguridad	S/200.00	2	S/400.00
<b>TOTAL DE LA SOLUCIÓN POR OBRA</b>			<b>S/2,000.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 35: Solución de Monitoreo de Personal Clave: Inversión en el MVCS**

<b>Concepto</b>	<b>Precio Unitario / Costo por Hora</b>	<b>Cantidad / Horas Totales</b>	<b>Subtotal</b>
<i>Adquisición de Hardware</i>			
Lector Biométrico	800.00	2	S/1,600.00
Token	200.00	2	S/400.00
<i>Servicios de Consultoría</i>			
Desarrollador BackEnd para Integración de Envío Remoto de la Información	100.00	80	S/8,000.00
Desarrollo de Aplicación Móvil Para Biometría y GPS	100.00	240	S/24,000.00

Desarrollo de Aplicación Móvil Para Monitoreo	100.00	320	S/32,000.00
Desarrollador FrontEnd para Realizar Modificaciones en el SSP	100.00	480	S/48,000.00
Desarrollador BackEnd para Realizar Modificaciones en el SSP	100.00	480	S/48,000.00
Desarrollador FrontEnd para Realizar Modificaciones en el CODI	100.00	480	S/48,000.00
Desarrollador BackEnd para Realizar Modificaciones en el CODI (API Google Maps y API Biométrico)	100.00	480	S/48,000.00
Desarrollador BackEnd para Realizar Modificaciones en el CODI (BD y Reportes)	100.00	480	S/48,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/306,000.00</b>

---

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 36: Solución de Mejora de la Calidad en la Ingeniería del Expediente Técnico (BIM/GIS):  
Inversión en el MVCS**

---

<b>Concepto</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>/</b>	<b>Cantidad</b>	<b>/</b>	<b>Horas</b>	<b>Subtotal</b>
	<b>Costo por Hora</b>		<b>Totales</b>			

---

---

*ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO*

*Hardware*

Computadoras	S/6,000.00	30	S/180,000.00
Monitores	S/3,200.00	30	S/96,000.00
Periféricos	S/630.00	30	S/18,900.00
Protección Eléctrica	S/1,500.00	30	S/45,000.00

*Licencias de Software*

ArcGIS Professional	S/116,535.00	1	S/116,535.00
Standard			
ArcGIS Desktop	S/22,500.00	15	S/337,500.00
Standard			
AEC Collection	S/12,000.00	15	S/180,000.00
BIM 360 Docs	S/3,600.00	15	S/54,000.00
WaterGEMS	S/20,000.00	15	S/300,000.00
SewerGEMS	S/20,000.00	15	S/300,000.00

*CONTRATACIÓN DE SERVICIOS*

*Modificaciones en PRESET*

Desarrollador	S/100.00	160	S/16,000.00
FrontEnd			
Desarrollador	S/100.00	160	S/16,000.00
BackEnd			

*Modificaciones en SSP*

Desarrollador	S/100.00	320	S/32,000.00
FrontEnd			
Desarrollador	S/100.00	320	S/32,000.00
BackEnd			

*Modificaciones en CODI*

Desarrollador	S/100.00	480	S/48,000.00
FrontEnd			
Desarrollador	S/100.00	480	S/48,000.00
BackEnd 1			
Desarrollador	S/100.00	480	S/48,000.00
BackEnd 2			

*Capacitaciones*

AEC Collection + BIM	S/1,500.00	30	S/45,000.00
360 Docs			



ArcGIS Desktop	S/1,500.00	30	S/45,000.00
WaterGEMS	+ S/1,000.00	30	S/30,000.00
SewerGEMS			
<b>TOTAL DE LA SOLUCIÓN MVCS</b>			<b>S/1,987,935.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 37: Solución de Mejoras del Seguimiento y Control del Reporte de la Ejecución Física y Financiera: Inversión en el MVCS**

<b>Concepto</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Subtotal</b>
<i>Levantamiento de Información</i>			
Analista Senior	S/150.00	40	S/6,000.00
<i>Modificaciones en SSP &amp; CODI</i>			
Desarrollador	S/100.00	40	S/4,000.00
FrontEND			
Desarrollador	S/100.00	200	S/20,000.00
BackEND			
<i>Control de Calidad</i>			
Analista Senior	S/100.00	16	S/1,600.00
Analista de Calidad	S/100.00	40	S/4,000.00
<b>TOTAL DE LA SOLUCIÓN MVCS</b>			<b>S/35,600.00</b>

Fuente: Elaboración Propia