

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

PLAN DE GESTIÓN PARA EL PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA
HIPERCONVERGENTE (HCI) ORIENTADA A LA CONTINUIDAD DE SERVICIOS CRÍTICOS
EN EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DEL PERÚ.

RAÚL ALBERTO FALCÓN VILCHEZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Agosto, 2026

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Master en Administración de Proyectos.

EVELYN
HERNANDEZ
ROJAS
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por EVELYN
HERNANDEZ ROJAS
(FIRMA)
Fecha: 2026.08.11
12:15:23 -06'00'

EVELYN HERNANDEZ ROJAS
PROFESOR TUTOR

JAMES
ANTONIO PEREZ
CESPEDES
(FIRMA)

Digitally signed by
JAMES ANTONIO PEREZ
CESPEDES (FIRMA)
Date: 2026.08.13
18:25:41 -06'00'

JAMES PEREZ
LECTOR No.1



FAUSTO FERNANDEZ
LECTOR No.2



Firmado digitalmente por:
FALCON VILCHEZ Raul
Alberto FIR 49004229 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 08/08/2026 12:10:07-0500

RAÚL ALBERTO FALCÓN VILCHEZ
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

Dedico el presente, en primer lugar, a Dios, por brindarme fortaleza, sabiduría y la oportunidad de alcanzar una nueva meta personal y profesional.

A mi madre, mi superheroína, por su amor incondicional, sus sacrificios y el ejemplo de esfuerzo que me ha enseñado a lo largo de la vida. Todo logro que he alcanzado lleva una parte de ella.

A mi querida Nana Bella, Dorys, por su cariño, cuidados, apoyo y por su presencia en los momentos más importantes de mi vida.

A mis hermanos, Riklen, Royer y Elizabeth, porque deseo ser un ejemplo para ustedes y demostrarles que todo es posible sin importar los desafíos que se presenten en el camino. La unión familiar tiene la fuerza para superar cualquier obstáculo.

A mis hijos, Dhanna, Gael y Sebastián, este último un regalo que la vida me dio, quienes representan mi mayor motivación para seguir creciendo cada día. Estoy profundamente orgulloso de ustedes tres y espero que este logro les demuestre que la perseverancia, el esfuerzo y la disciplina permiten alcanzar cualquier meta.

A Liz Tutusima, mi esposa imperfectamente perfecta para mí, por su amor, comprensión, apoyo incondicional y por mantenerme firme durante cada etapa de este camino. Gracias por impulsarme a ser una mejor persona en todos los roles que desempeño en la vida.

Finalmente, a toda mi familia y amigos en Perú y Venezuela, quienes, a pesar de la distancia, siempre han estado presentes con sus palabras de aliento, sus oraciones y su cariño. Este logro también pertenece a ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme fortaleza, sabiduría y la oportunidad de culminar este importante objetivo académico.

A las plantas ancestrales, por su cosmovisión, protección y por ayudarme a ampliar mi visión personal y profesional.

A mi esposa, Liz Tutusima, por su amor, apoyo constante y por ser mi mejor amiga, compañera e inspiración durante este camino.

A mi madre y a mi hermano Riklen por su apoyo incondicional. A mis hijos, Dhanna, Gael y Sebastián, por ser mi principal motivación para seguir adelante y alcanzar nuevas metas.

A mi equipo de trabajo de Costa Rica, por compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas que enriquecieron significativamente mi formación profesional.

A la Universidad para la Cooperación Internacional (UCI) y a sus profesores, por la calidad de su enseñanza y por las valiosas experiencias compartidas a lo largo de la maestría.

De manera especial, a mi tutora, Evelyn Hernández Rojas, por su orientación, apoyo, dedicación y calidad humana durante el desarrollo de este Plan de Gestión.

Finalmente, gracias a todas las personas que contribuyeron de una u otra manera al logro de este importante objetivo académico y profesional.

RESUMEN

El presente Plan de Gestión desarrolla una propuesta para la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a fortalecer la continuidad de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú (MVCS). La necesidad del proyecto surge a partir de incidentes de ciberseguridad que evidenciaron vulnerabilidades en la infraestructura tecnológica tradicional, afectando la disponibilidad de los servicios institucionales y exponiendo riesgos para la continuidad operativa de la entidad.

El trabajo consistió en el diseño de los procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto, aplicando las buenas prácticas propuestas por el Project Management Institute (PMI) y complementándolas con los principios de sostenibilidad del estándar P5™ de Green Project Management. Se utilizó un enfoque metodológico de carácter descriptivo y exploratorio, sustentado en la revisión documental, el análisis de proyectos similares y la recopilación de información técnica relacionada con continuidad operativa, hiperconvergencia y dirección de proyectos.

Como resultado, se desarrolló un Plan de Gestión integral que contempla procedimientos, técnicas y herramientas para la gestión del alcance, cronograma, costos, riesgos, calidad, adquisiciones, comunicaciones, conocimiento, sostenibilidad y continuidad operativa.

Asimismo, se establecieron mecanismos de gobernanza, control de cambios, gestión de riesgos tecnológicos y transferencia de conocimiento, orientados a fortalecer la resiliencia institucional y contribuir a la disponibilidad de los servicios digitales proporcionados por el MVCS.

Palabras clave: Plan de gestión, infraestructura hiperconvergente, HCI, continuidad operativa, resiliencia tecnológica, ciberseguridad, gestión de proyectos, PMI, sostenibilidad, MVCS.

ABSTRACT

This Management Plan presents a proposal for the implementation of a Hyperconverged Infrastructure (HCI) aimed at strengthening the continuity of critical services within the Ministry of Housing, Construction and Sanitation of Peru (MVCS). The project emerged as a response to cybersecurity incidents that exposed vulnerabilities in the traditional technology infrastructure, affecting service availability and increasing operational continuity risks for the institution.

The work consisted of designing the project initiation, planning, execution, monitoring, control, and closing processes by applying the best practices proposed by the Project Management Institute (PMI), complemented by the sustainability principles of the P5™ Standard from Green Project Management. A descriptive and exploratory methodological approach was adopted, supported by documentary review, analysis of similar projects, and technical information related to business continuity, hyperconverged infrastructure, and project management.

As a result, a comprehensive Management Plan was developed, including procedures, techniques, and tools for scope, schedule, cost, risk, quality, procurement, communications, knowledge, sustainability, and operational continuity management. In addition, governance mechanisms, change control procedures, technology risk management practices, and knowledge transfer strategies were established to strengthen institutional resilience and contribute to the availability of digital services provided by the MVCS.

Keywords: Management Plan, Hyperconverged Infrastructure, HCI, Operational Continuity, Technological Resilience, Cybersecurity, Project Management, PMI, Sustainability, MVCS.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABLAS.....	17
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES	23
RESUMEN EJECUTIVO	26
1. INTRODUCCIÓN	27
1.1. Antecedentes	28
1.2. Problemática u oportunidad organizacional	29
1.3. Justificación del proyecto	31
1.4. Objetivo general	32
1.5. Objetivos específicos	33
2. MARCO TEÓRICO	34
2.1 Marco institucional.....	35
2.1.1 Antecedentes de la institución	36
2.1.2 Misión y Visión	37
2.1.3 Estructura organizativa	38
2.1.4 Productos y servicios que ofrece	40

2.2	Teoría de Administración de Proyectos	42
2.2.1	Principios de la dirección de proyectos	43
2.2.2	Dominios de desempeño del proyecto	46
2.2.3	Enfoques de desarrollo y ciclo de vida de los proyectos.	48
2.2.4	Administración, dirección o gerencia de proyectos	51
2.2.5	Grupos de procesos de la dirección de proyectos	54
2.2.6	Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos	56
2.3	Estado de la cuestión y otra teoría propia del tema de interés	59
2.3.1	... Situación actual del problema u oportunidad en estudio (estado de la cuestión)	60
2.3.2	Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio	63
2.3.3	Otras teorías o buenas prácticas relacionadas con el tema en estudio	66
2.3.3.1	Gestión de la Continuidad del Negocio (BCM) y Norma ISO 22301	66
2.3.3.2	Gestión de Riesgo bajo el estándar PMI	68
2.3.3.3	Arquitectura Hiperconvergente (HCI) como modelo conceptual	70
2.3.3.4	Seguridad de la Información y Gestión de Ciberataques.....	73
3	MARCO METODOLÓGICO	77
3.1	Fuentes de información	77
3.1.1	Fuentes primarias	79
3.1.2	Fuentes secundarias.....	80
3.2	Métodos de Investigación y estrategias lógicas de razonamiento	82
3.2.1	Analítico-sintético.....	83

3.2.2	Deducción.....	84
3.2.3	Inducción	85
3.3	Herramientas.....	86
3.4	Supuestos y restricciones.....	88
3.4.1	Descripción de supuestos y efectos obtenidos	89
3.4.2	Descripción de restricciones y efectos obtenidos.....	90
3.5	Entregables	92
4	DESARROLLO	95
4.1	Desarrollo del Objetivo Especifico 1	95
4.1.1	Gestión de inicio del proyecto	96
4.1.1.1	Diagnóstico de Infraestructura actual	96
4.1.1.2	Acta de Constitución del Proyecto (Project Charter).....	100
4.1.1.3	Identificación y análisis de interesados	108
4.1.1.4	Definición de Entregables.....	119
4.1.1.5	Lista de hitos y entregables para su aprobación	122
4.2	Desarrollo del Objetivo Especifico 2	124
4.2.1	Gestión de la Planificación.....	124
4.2.1.1	Desarrollo del Plan para la Dirección del Proyecto.....	124
4.2.1.2	Procesos para la gestión del alcance	125
4.2.2	Gestión del Cronograma y Ruta Crítica	132
4.2.2.1	Planificar la Gestión del Cronograma	132

4.2.2.2	Lista de actividades y estimación de duraciones	134
4.2.2.3	Cronograma base del proyecto y análisis de la ruta crítica.....	138
4.2.2.4	Análisis de la ruta crítica.....	139
4.2.3	Gestión de Costos y Presupuesto Público	140
4.2.3.1	Planificar la Gestión de los Costos	140
4.2.3.2	Estimar los Costos	141
4.2.3.3	Determinar el presupuesto y línea base	142
4.2.3.4	Control financiero mediante el Valor Ganado (EVM)	143
4.2.4	Gestión de la Calidad y Disponibilidad	144
4.2.4.1	Planificar la Gestión de la Calidad y Disponibilidad	144
4.2.4.2	Matriz del Plan de Calidad y Disponibilidad	145
4.2.4.3	Control de Calidad y Métricas de Disponibilidad	146
4.2.5	Gestión de Recursos y Roles.....	147
4.2.5.1	Planificar la Gestión de Recursos.....	147
4.2.5.2	Estimación de Recursos de las Actividades	148
4.2.5.3	Roles y Responsabilidades	149
4.2.5.4	Habilidades de Liderazgo y Alto Desempeño	149
4.2.6	Gestión de las Comunicaciones del Proyecto	150
4.2.6.1	Planificar la Gestión de las Comunicaciones.....	150
4.2.6.2	Metodología de Comunicación Efectiva	150
4.2.6.3	Matriz de Comunicaciones	151
4.2.6.4	Estrategia de segmentación de información.....	152
4.2.7	Gestión de Riesgos Tecnológicos y Operativos.....	152
4.2.7.1	Planificar la Gestión de los Riesgos	152
4.2.7.2	Identificar los Riesgos	155

4.2.7.3	Análisis Cualitativo de los Riesgos	157
4.2.7.4	Planificación de la Respuesta a los Riesgos	158
4.2.7.5	Análisis Cuantitativo de los Riesgos	161
4.2.8	Gestión de las Adquisiciones y Proveedores	161
4.2.8.1	Planificar la Gestión de las Adquisiciones del Proyecto	161
4.2.8.2	Estrategia de Gestión de Adquisiciones	162
4.2.8.3	Fechas Clave para Adquisiciones	163
4.2.8.4	Formato de contrato propuesto	164
4.2.9	Gestión del involucramiento de los interesados	166
4.2.9.1	Planificar el Involucramiento de los Interesados.....	166
4.2.9.2	Matriz de involucramiento de interesados	167
4.2.10	Gestión de sostenibilidad bajo estándares GPM/P5.	168
4.2.10.1	Plan de Gestión de Sostenibilidad	168
1.	Propósito	169
2.	Enfoque.....	169
3.	Roles y Responsabilidades	169
4.	Presupuesto	170
5.	Indicadores Claves de Desempeño (KPIs).....	170
6.	Impacto de Exclusiones del Alcance	171
7.	Revisiones e Informes	171
8.	Evaluación de Impacto P5 (P5IA).....	172
4.3	Desarrollo del Objetivo Especifico 3	174
4.3.1	Estrategia de implementación de la plataforma HCI (Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto).....	175

4.3.2	Guía de Procedimientos para la Instalación y Configuración HCI	178
4.3.3	Protocolo de Gestión de Calidad en la Implementación	180
4.3.4	Gestión de incidentes y contingencias durante la implementación	181
4.3.4.1	Marco Normativo y de Gobernanza	182
4.3.4.2	Modelo de Gestión de Incidentes	182
4.3.4.3	Matriz de Contingencias Críticas	183
4.3.4.4	Análisis de Lecciones Aprendidas	184
4.3.5	Procedimientos para la Adquisición de Infraestructura	184
4.3.5.1	Fases del Proceso de Adquisición	184
4.3.5.2	Criterios Técnicos para las Especificaciones Técnicas y Términos de	
Referencia		185
4.3.5.3	Adquisición Sostenible bajo el Enfoque P5™	186
4.3.6	Procedimientos Técnicos de Migración y Respaldo	187
4.3.6.1	Estrategia y Procedimiento de Migración	187
4.3.6.2	Arquitectura y Procedimiento de Respaldo	188
4.3.6.3	Políticas de Retención de Datos	189
4.3.6.4	Validación y Pruebas de Restauración	189
4.3.7	Gestión del Cambio Organizacional	190
4.3.7.1	Plan de Comunicación Estratégica	190
4.3.7.2	Transferencia de Conocimiento y Empoderamiento	191
4.3.7.3	Integración en la Estructura Organizacional	191
4.3.8	Plan de Gestión del Conocimiento Técnico	192
4.3.8.1	Identificación y Clasificación de Activos de Conocimiento	192
4.3.8.2	Mecanismos de Transferencia de Conocimiento	193
4.3.8.3	Sostenimiento y Mejora Continua	194

4.3.9	Desarrollar y Dirigir al Equipo	194
4.3.9.1	Estrategias para Desarrollar el Equipo	195
4.3.9.2	Estrategias para Dirigir al Equipo	195
4.3.10	Gestión de las Comunicaciones y del Involucramiento de los Interesados	196
4.3.10.1	Arquitectura de las Comunicaciones del Proyecto.....	196
4.3.10.2	Involucramiento Activo y Resolución de Conflictos.....	197
4.4	Desarrollo del Objetivo Especifico 4	198
4.4.1	Indicadores Clave de Desempeño (KPI) para disponibilidad y continuidad... ..	199
4.4.2	Procedimientos de Monitoreo y Control del Trabajo e Infraestructura.....	200
4.4.2.1	Matriz Integrada de Procedimientos de Control.....	201
4.4.2.2	Flujo de Escalamiento y Toma de Decisiones	202
4.4.3	Sistema de Control Integrado de Cambios y Riesgos Tecnológicos	203
4.4.3.1	Operatividad del Comité de Control de Cambios (CAB)	203
4.4.3.2	Procedimiento de Control de Riesgos Residuales.....	204
4.4.4	Herramientas de Reporte y Dashboards Ejecutivos.....	205
4.4.4.1	Especificaciones de los Paneles de Control (Dashboards)	206
4.4.4.2	Generación y Distribución de Informes de Excepciones.....	207
4.4.5	Gestión de Lecciones Aprendidas y Transferencia de Conocimiento	208
4.4.5.1	Ciclo de Captura y Registro Documental.....	208
4.4.5.2	Plan de Transferencia de Conocimiento y Empoderamiento Técnico.....	209
4.4.6	Cierre Administrativo y Aceptación Formal de la Plataforma HCI	211
4.4.6.1	Condiciones Previas y Transición a Operaciones.....	211
4.4.6.2	Matriz de Entregables de Cierre Contractual y Administrativo.....	212
4.4.6.3	Liberación de Recursos y Sostenibilidad	213

5	CONCLUSIONES	214
6	RECOMENDACIONES	217
7	VALIDACIÓN DEL TRABAJO EN EL CAMPO DEL DESARROLLO REGENERATIVO Y/O SOSTENIBLE	220
7.1	Relación del proyecto con los objetivos de Desarrollo Sostenible	222
7.2	Análisis de la relación con los ODS	223
7.3	Análisis del proyecto de acuerdo con el Estándar P5.....	228
7.3.1	Categoría Impacto a las Personas	230
7.4	Categoría Impacto al Planeta	235
7.4.1	Categoría Impacto a la Prosperidad.....	239
7.5	Relación del proyecto con las dimensiones del Desarrollo Regenerativo.....	243
7.5.1	Dimensiones del Desarrollo Regenerativo	243
	LISTA DE REFERENCIAS	258
	ANEXOS	262
	ANEXO 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG	263
	ANEXO 2: EDT DEL PFG	272
	ANEXO 3: CRONOGRAMA DEL PFG	274

ANEXO 4: INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA PRELIMINAR.....	277
--	-----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	39
FIGURA 2 CICLO DE VIDA HÍBRIDO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HCI	49
FIGURA 3 EJEMPLO DE LA ESFERA DE INFLUENCIA DEL DIRECTOR DEL PROYECTO	52
FIGURA 4 PROCESOS POR GRUPOS DE PROCESOS	55
FIGURA 5 DIRECCIÓN ORGANIZACIONAL DE PROYECTOS	57
FIGURA 6 TOPOLOGÍA DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA ACTUAL DEL MVCS	98
FIGURA 7 MATRIZ PODER/INTERÉS DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO ...	112
FIGURA 8 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO (EDT) DEL PROYECTO	128
FIGURA 9 DIAGRAMA GANTT DE LÍNEA BASE Y RUTA CRÍTICA EN PROJECTLIBRE	139
FIGURA 10 CURVA S DE DESEMPEÑO FINANCIERO DEL PROYECTO HCI	144

FIGURA 11 EVOLUCIÓN DEL ENFOQUE EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS HACIA LA SOSTENIBILIDAD Y REGENERACIÓN	220
FIGURA 12 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) DE LAS NACIONES UNIDAS.	222
FIGURA 13 LA ONTOLOGÍA DEL ESTÁNDAR P5 Y LA INTEGRACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD	228

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 OPERATIVIZACIÓN DE LOS 12 PRINCIPIOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS EN EL MVCS	44
TABLA 2 OPERATIVIZACIÓN DE LOS DOMINIOS DE DESEMPEÑO DEL PROYECTO EN EL MVCS	46
TABLA 3 COMPARATIVA DE ENFOQUES SOBRE LA ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE PROYECTOS	53
TABLA 4 ANÁLISIS DE BRECHAS ENTRE INFRAESTRUCTURA ACTUAL Y DISEÑO HCI EN EL MVCS	61
TABLA 5 SÍNTESIS DE INVESTIGACIONES PREVIAS Y SU APLICABILIDAD AL PROYECTO HCI-MVCS	64
TABLA 6 FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y BUENAS PRÁCTICAS APLICADAS AL PROYECTO	75
TABLA 7 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN PARA EL PROYECTO DEL MVCS.....	78
TABLA 8 FUENTES SECUNDARIAS Y SUS APORTES ESTRATÉGICOS	81
TABLA 9 RELACIÓN DE HERRAMIENTAS APLICADAS.....	87

TABLA 10 SUPUESTOS Y RESTRICCIONES VINCULADAS A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO	91
TABLA 11 ENTREGABLES DEL PROYECTO SEGÚN OBJETIVOS ESPECÍFICOS. ...	93
TABLA 12 ACTA DE CONSTITUCIÓN FORMAL DEL PROYECTO (PROJECT CHARTER) PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HCI EN EL MVCS.	102
TABLA 13 MATRIZ DE TRAZABILIDAD Y ALINEAMIENTO ESTRATÉGICO DEL PROYECTO	107
TABLA 14 REGISTRO DE INTERESADOS (IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN) .	109
TABLA 15 MATRIZ PODER / INTERÉS CON JUSTIFICACIÓN ANALÍTICA.....	111
TABLA 16 PLAN DE INVOLUCRAMIENTO ESTRATÉGICO DE INTERESADOS	114
TABLA 17 MATRIZ RACI PARA LA FASE DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	117
TABLA 18 MATRIZ RACI PARA LA FASE DE IMPLEMENTACIÓN, MIGRACIÓN Y PRUEBAS	118
TABLA 19 MATRIZ DE CRITERIOS DE ACEPTACIÓN, MÉTODOS DE VERIFICACIÓN Y RESPONSABLES DE VALIDACIÓN	120

TABLA 20 LISTA DE HITOS DE CONTROL Y ENTREGABLES DE APROBACIÓN EN EL MVCS	122
TABLA 21 DICCIONARIO DE LA ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO (EDT) PARA EL PROYECTO HCI DEL MVCS	129
TABLA 22 LISTA DE ACTIVIDADES, PRECEDENCIAS Y ESTIMACIÓN DE DURACIONES PARA EL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA HCI	135
TABLA 23 PRESUPUESTO ESTIMADO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIPERCONVERGENTE	142
TABLA 24 PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DEL PROYECTO HCI.....	145
TABLA 25 PLAN DE GESTIÓN DE RECURSOS Y ROLES DEL PROYECTO	148
TABLA 26 MATRIZ DE PLANIFICACIÓN DE COMUNICACIONES DEL PROYECTO HCI.....	151
TABLA 27 ESCALA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS	153
TABLA 28 CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE IMPACTO DE LOS RIESGOS	154
TABLA 29 CLASIFICACIÓN DE PROBABILIDAD DE LOS RIESGOS	154
TABLA 30 REGISTRO DE RIESGOS DEL PROYECTO	156

TABLA 31 ANÁLISIS CUALITATIVO DE LOS RIESGOS	157
TABLA 32 PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS DEL PROYECTO	159
TABLA 33 GESTIÓN DE ADQUISICIONES DEL PROYECTO	163
TABLA 34 PLAN DE GESTIÓN DE LOS INTERESADOS PARA EL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA HIPERCONVERGENTE EN EL MVCS	167
TABLA 35 PARTIDAS PRESUPUESTARIAS ASOCIADAS A LA GESTIÓN DE SOSTENIBILIDAD - PROYECTO HCI	170
TABLA 36 MATRIZ DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD P5 PARA INFRAESTRUCTURA HCI	170
TABLA 37 ANÁLISIS DE IMPACTO P5™ - DIMENSIÓN AMBIENTAL (PLANETA)	172
TABLA 38 ANÁLISIS DE IMPACTO P5™ - DIMENSIÓN SOCIAL (PERSONAS)	173
TABLA 39 ANÁLISIS DE IMPACTO P5™ - DIMENSIÓN ECONÓMICA, PRODUCTO Y PROCESOS	173
TABLA 40 MATRIZ DE ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN: PROCEDIMIENTOS, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA HCI	177
TABLA 41 MATRIZ DE CONTINGENCIAS CRÍTICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIPERCONVERGENTE	183

TABLA 42 MATRIZ REFERENCIAL DE EVALUACIÓN DE POSTORES PARA LA ADQUISICIÓN DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA.....	186
TABLA 43 POLÍTICAS DE RESPALDO Y RETENCIÓN PARA INFRAESTRUCTURA CRÍTICA.....	189
TABLA 44 MATRIZ DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DEL CAMBIO ORGANIZACIONAL EN LA OGEI	191
TABLA 45 MATRIZ DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO TÉCNICO PARA LA PLATAFORMA HIPERCONVERGENTE.....	193
TABLA 46 MATRIZ HÍBRIDA DE INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPI) PARA EL PROYECTO HCI.....	199
TABLA 47 MATRIZ DE PROCEDIMIENTOS DE MONITOREO, CONTROL Y ACCIONES CORRECTIVAS EN EL MVCS.	201
TABLA 48 MATRIZ DE EVALUACIÓN Y APROBACIÓN DE CAMBIOS TECNOLÓGICOS (CAB) EN EL MVCS.	204
TABLA 49 MATRIZ DE ESPECIFICACIONES PARA DASHBOARDS Y REPORTES DE CONTROL EN EL MVCS	206
TABLA 50 MATRIZ DE REGISTRO ANALÍTICO DE LECCIONES APRENDIDAS.	209

TABLA 51 MATRIZ DE ENTREGABLES DE CIERRE Y ACEPTACIÓN FORMAL EN EL MVCS.....	212
TABLA 52 MATRIZ DE IMPACTO Y RESPUESTA A LA SOSTENIBILIDAD:	
CATEGORÍA PERSONAS	234
TABLA 53 ANÁLISIS DE RIESGOS Y RESPUESTAS DE SOSTENIBILIDAD	
AMBIENTAL: CATEGORÍA PLANETA.....	238
TABLA 54 ANÁLISIS DE IMPACTO A LA PROSPERIDAD Y CREACIÓN DE VALOR:	
CATEGORÍA PROSPERIDAD	242
TABLA 55 VALIDACIÓN DE IMPACTOS EN LA DIMENSIÓN ESPIRITUAL	251
TABLA 56 VALIDACIÓN DE IMPACTOS EN LA DIMENSIÓN CULTURAL	254

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

AEI: Acción Estratégica Institucional

ANA: Autoridad Nacional del Agua

AP: Administrador del Proyecto

APCI: Agencia Peruana de Cooperación Internacional

BCM: Business Continuity Management (Gestión de Continuidad del Negocio)

BCP: Business Continuity Plan (Plan de Continuidad del Negocio)

BIA: Business Impact Analysis (Análisis de Impacto al Negocio)

CSIRT: Computer Security Incident Response Team (Equipo de Respuesta a Incidentes de Seguridad Informática)

DDEI: Dignidad, Diversidad, Equidad e Inclusión

EDT: Estructura de Desglose del Trabajo

EPP: Equipos de Protección Personal

ESG: Environmental, Social and Governance (Ambiental, Social y Gobernanza)

FTT: Failure to Tolerate (Tolerancia a Fallos)

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GPM: Green Project Management (Gestión de Proyectos Verde)

HCI: Hyper-Converged Infrastructure (Infraestructura Hiperconvergente)

IEC: International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)

ISO: International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)

KPI: Key Performance Indicator (Indicador Clave de Desempeño)

LOGS: Registros de auditoría (Auditing logs)

MINAM: Ministerio del Ambiente

MVCS: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

NIST: National Institute of Standards and Technology (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología)

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OGEI: Oficina General de Estadística e Informática

OpEx: Operational Expenditure (Gastos Operativos)

PCM: Presidencia del Consejo de Ministros

PEI: Plan Estratégico Institucional

PFG: Proyecto Final de Graduación

PMBOK: Project Management Body of Knowledge (Cuerpo de Conocimiento de la Gestión de Proyectos)

PMI: Project Management Institute (Instituto de Gestión de Proyectos)

PMIS: Project Management Information System (Sistema de Información para la Dirección de Proyectos)

POI: Plan Operativo Institucional

PUE: Power Usage Effectiveness (Efectividad en el Uso de la Energía)

RACI: Responsible, Accountable, Consulted, Informed (Responsable, Encargado, Consultado, Informado)

RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos

RBS: Risk Breakdown Structure (Estructura de Desglose de Riesgos)

ROI: Return on Investment (Retorno de Inversión)

RPO: Recovery Point Objective (Objetivo de Punto de Recuperación)

RTO: Recovery Time Objective (Objetivo de Tiempo de Recuperación)

SAN: Storage Area Network (Red de Área de Almacenamiento)

SDDC: Software-Defined Data Center (Centro de Datos Definido por Software)

SDN: Software-Defined Networking (Redes Definidas por Software)

SDS: Software-Defined Storage (Almacenamiento Definido por Software)

SeGDi: Secretaría de Gobierno y Transformación Digital

SIG: Sistema de Información Geográfica

SLA: Service Level Agreement (Acuerdo de Nivel de Servicio)

SMP: Sustainability Management Plan (Plan de Gestión de Sostenibilidad)

SROI: Social Return on Investment (Retorno Social de la Inversión)

TI: Tecnologías de la Información

TDR: Términos de Referencia

UCI: Universidad para la Cooperación Internacional

UPS: Uninterruptible Power Supply (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)

VM: Virtual Machine (Máquina Virtual)

WBS: Work Breakdown Structure (Estructura de Desglose del Trabajo)

RESUMEN EJECUTIVO

La transformación tecnológica en la administración pública exige infraestructuras resilientes que garanticen la continuidad operativa de los servicios digitales. En este contexto, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) enfrentó una situación de vulnerabilidad tecnológica evidenciada por incidentes de ciberseguridad que afectaron la disponibilidad de servicios institucionales y expusieron las limitaciones de una arquitectura tradicional basada en componentes aislados. Esta situación justificó la necesidad de diseñar un Plan de Gestión orientado a la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI), capaz de fortalecer la continuidad operativa, la protección de los activos de información y la resiliencia institucional frente a amenazas tecnológicas.

El objetivo general del proyecto consistió en diseñar un Plan de Gestión para la implementación de infraestructura hiperconvergente (HCI) orientada a la continuidad de servicios críticos en el MVCS. Para alcanzar dicho propósito, se desarrollaron los procesos correspondientes a los grupos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo, control y cierre, aplicando las buenas prácticas propuestas por el Project Management Institute (PMI) y complementándolas con los principios de sostenibilidad del estándar P5™ de Green Project Management.

La metodología utilizada se desarrolló bajo un enfoque descriptivo y exploratorio, apoyado en la revisión documental, el análisis de proyectos similares y la recopilación de información técnica relacionada con continuidad operativa, ciberseguridad, hiperconvergencia y dirección de proyectos. Asimismo, se consideró información obtenida mediante entrevistas a especialistas y el análisis de documentación institucional, permitiendo fundamentar las líneas base del proyecto y los planes subsidiarios necesarios para su gestión.

Como resultado, se estructuró un Plan de Gestión integral que contempla la gestión del alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones, sostenibilidad y gestión del conocimiento, incorporando procedimientos, técnicas y herramientas orientadas a la implementación de una plataforma hiperconvergente resiliente. Asimismo, se establecieron mecanismos de control de cambios, monitoreo del desempeño, transferencia de conocimiento y cierre formal del proyecto.

Se concluye que la adopción de una arquitectura hiperconvergente, complementada con capacidades de respaldo, recuperación y protección de datos, constituye una alternativa viable para fortalecer la continuidad de los servicios críticos del MVCS. Finalmente, se recomienda que futuras iniciativas tecnológicas continúen fortaleciendo la resiliencia institucional mediante la incorporación de capacidades avanzadas de recuperación ante desastres, sostenibilidad tecnológica y mejora continua de los procesos de gestión.

1. Introducción

El presente capítulo expone los antecedentes, la problemática organizacional, la justificación y los objetivos del Proyecto Final de Graduación. El trabajo consiste en la elaboración de un plan de gestión para la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a fortalecer la continuidad de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) del Perú, mediante la aplicación de las buenas prácticas de dirección de proyectos propuestas por el Project Management Institute (PMI).

La necesidad del proyecto surge a partir de las limitaciones identificadas en la infraestructura tecnológica actual del MVCS, las cuales fueron evidenciadas por incidentes de ciberseguridad que afectaron la disponibilidad de los servicios institucionales y pusieron de manifiesto la necesidad de fortalecer la resiliencia tecnológica y la continuidad operativa de la entidad. En este contexto, la adopción de una arquitectura hiperconvergente representa una alternativa para mejorar la disponibilidad de los servicios, optimizar la administración de los recursos tecnológicos y fortalecer los mecanismos de recuperación ante incidentes.

El plan de gestión propuesto contempla el diseño de los procesos de inicio y planificación del proyecto, así como la definición de procedimientos, técnicas y herramientas aplicables a las fases de ejecución, monitoreo y control, y cierre. Asimismo, incorpora criterios de sostenibilidad alineados con los principios promovidos por Green Project Management (GPM, 2024) con el propósito de generar valor organizacional y contribuir a la modernización tecnológica de la entidad.

A partir de este contexto, los apartados siguientes desarrollan los antecedentes de la investigación, la problemática identificada, la justificación del proyecto y los objetivos que orientan el desarrollo del presente trabajo.

1.1. Antecedentes

La transformación digital en las organizaciones ha impulsado una evolución progresiva de las infraestructuras tecnológicas tradicionales hacia arquitecturas más integradas, escalables y resilientes. En el ámbito de las tecnologías de la información, los modelos basados en servidores, almacenamiento y redes administrados de forma independiente han demostrado limitaciones para responder a los crecientes requerimientos de disponibilidad, seguridad y continuidad operativa. Paralelamente, el incremento de amenazas cibernéticas, particularmente los ataques de tipo ransomware, ha obligado a las instituciones a fortalecer sus estrategias de protección de datos y recuperación ante desastres. En este contexto, diversos autores señalan la necesidad de adoptar plataformas tecnológicas capaces de garantizar la integridad de la información y tiempos de recuperación acordes con las exigencias de los servicios críticos (Correa Salazar; Reyes Vargas, 2019).

En el sector público peruano se han desarrollado diversas iniciativas orientadas a fortalecer la resiliencia tecnológica de las entidades gubernamentales. Organismos como la Agencia Peruana de Cooperación Internacional (APCI, 2020) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA) han impulsado proyectos de modernización de centros de datos mediante soluciones de virtualización, almacenamiento y recuperación ante desastres. Asimismo, como experiencias desarrolladas en instituciones educativas y programas sociales de alcance nacional, como por ejemplo los casos del Colegio Newton y el Programa Nacional Warmi Ñan (2025), implementado por la empresa Japan Technology Solutions (Perú) que, evidencian una

creciente adopción de arquitecturas hiperconvergentes para mejorar la disponibilidad de los servicios y simplificar la administración tecnológica.

Esta evolución tecnológica ha estado acompañada por el fortalecimiento de las prácticas de dirección de proyectos, la gestión de la continuidad operativa y los enfoques orientados a la generación de valor organizacional sostenible. El Project Management Institute (PMI, 2021), plantea que los proyectos deben contribuir al logro de los objetivos estratégicos de las organizaciones mediante la entrega de resultados sostenibles y alineados con las necesidades de los interesados. De manera complementaria, Green Project Management (GPM Global, 2023) promueve la incorporación de criterios de sostenibilidad en los procesos de gestión y toma de decisiones. Bajo esta perspectiva, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú enfrenta el desafío de fortalecer su infraestructura tecnológica con el fin de incrementar la continuidad de sus servicios críticos, proteger la información institucional y mejorar su capacidad de respuesta frente a incidentes que puedan comprometer la operación de la entidad.

1.2. Problemática u oportunidad organizacional

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) depende de sus plataformas tecnológicas para gestionar programas, servicios e información vinculados al acceso a la vivienda, saneamiento y desarrollo urbano en el Perú. Sin embargo, la infraestructura tecnológica que soporta dichos servicios presenta limitaciones asociadas a arquitecturas tradicionales basadas en componentes de procesamiento, almacenamiento y red administrados de manera independiente. Esta situación incrementa la complejidad operativa, dificulta la escalabilidad de los servicios y limita la capacidad de recuperación ante incidentes que afecten la continuidad operacional de la institución.

La existencia de estas limitaciones quedó evidenciada por los incidentes de ciberseguridad registrados durante los años 2023 y 2024, los cuales afectaron la disponibilidad

de servicios institucionales y generaron interrupciones en plataformas de uso crítico. Estos eventos pusieron de manifiesto la necesidad de fortalecer los mecanismos de protección de datos, respaldo de información y recuperación de servicios, así como de reducir la dependencia de infraestructuras con múltiples puntos de administración y potenciales puntos de falla. En este contexto, la organización enfrenta dificultades para garantizar tiempos de recuperación alineados con los niveles de servicio requeridos para la operación institucional.

Las consecuencias de mantener este escenario trascienden el ámbito tecnológico, debido a que afectan la prestación continua de servicios dirigidos a la ciudadanía, incrementan los riesgos operativos y generan exposiciones relacionadas con la seguridad y protección de la información. Asimismo, la ocurrencia de interrupciones prolongadas podría afectar la ejecución de procesos institucionales, comprometer el cumplimiento de objetivos estratégicos y generar impactos negativos sobre la confianza de los usuarios y demás partes interesadas. Por consiguiente, la problemática central identificada corresponde a la necesidad de fortalecer la resiliencia tecnológica del MVCS mediante una plataforma capaz de asegurar la continuidad de los servicios críticos frente a fallas operativas, incidentes de ciberseguridad u otros eventos disruptivos.

Frente a esta situación, surge la oportunidad de desarrollar un plan de gestión para la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI), orientado a integrar capacidades de procesamiento, almacenamiento, virtualización y protección de datos dentro de una arquitectura unificada y definida por software. Esta iniciativa permitiría simplificar la administración de la infraestructura tecnológica, mejorar la disponibilidad de los servicios, fortalecer los mecanismos de recuperación ante desastres y reducir los riesgos asociados a la operación de plataformas críticas. Además, contribuiría al proceso de modernización tecnológica de la entidad, alineando la gestión de la infraestructura con los objetivos institucionales de continuidad operativa, transformación digital y generación de valor público.

1.3. Justificación del proyecto

La elaboración del presente proyecto se justifica por la necesidad de fortalecer la capacidad del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) para garantizar la continuidad de sus servicios críticos y proteger la información institucional frente a eventos que puedan afectar la operación normal de la entidad. Considerando la creciente dependencia de los sistemas tecnológicos para la ejecución de procesos vinculados a vivienda, saneamiento y desarrollo urbano, resulta fundamental contar con una infraestructura que contribuya a mantener la disponibilidad de los servicios y reduzca la exposición a riesgos operativos y de seguridad de la información.

Desde una perspectiva académica y técnica, el proyecto permite aplicar los principios, dominios de desempeño y buenas prácticas de la dirección de proyectos promovidos por el Project Management Institute (PMI), en un escenario real de modernización tecnológica dentro del sector público peruano. Asimismo, proporciona un marco de referencia para la planificación de iniciativas orientadas a fortalecer la continuidad operativa y la resiliencia tecnológica mediante la adopción de arquitecturas hiperconvergentes.

Desde una perspectiva organizacional, el proyecto permitirá establecer una planificación estructurada para la modernización de la infraestructura tecnológica del ministerio, definiendo lineamientos que orienten la toma de decisiones, la gestión de recursos y la implementación ordenada de la solución propuesta. Asimismo, contribuirá a fortalecer la resiliencia tecnológica de la institución, incrementando su capacidad para responder oportunamente ante incidentes que puedan comprometer la continuidad operativa y la prestación de servicios a la ciudadanía.

En el ámbito económico, la iniciativa busca optimizar el uso de los recursos públicos mediante la reducción de riesgos asociados a interrupciones operativas, reprocesos y

actividades de recuperación no planificadas. Una gestión adecuada de la infraestructura tecnológica permitirá mejorar la eficiencia operativa, reducir costos derivados de contingencias y facilitar una administración más integrada de los recursos tecnológicos institucionales.

Desde la perspectiva social, el proyecto adquiere especial relevancia debido a que los servicios administrados por el MVCS benefician directamente a la población, especialmente a los sectores más vulnerables. Garantizar la disponibilidad de las plataformas tecnológicas contribuye a mantener el acceso oportuno a programas, servicios y procesos institucionales que forman parte de las políticas públicas de vivienda y saneamiento, fortaleciendo además la confianza de los ciudadanos en la capacidad operativa del Estado.

Finalmente, de acuerdo con el enfoque de creación de valor promovido por el Project Management Institute (PMI, 2021), el proyecto permitirá alinear la modernización tecnológica con los objetivos estratégicos de la institución, fortaleciendo la continuidad operativa, la seguridad de la información y la capacidad de adaptación frente a escenarios de incertidumbre. De esta manera, la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente se plantea como una iniciativa que no solo responde a una necesidad tecnológica, sino que contribuye al fortalecimiento institucional y a la generación de valor público sostenible.

1.4. Objetivo general

Diseñar el plan de gestión para el proyecto de implementación de infraestructura hiperconvergente (HCI) mediante las buenas prácticas de gestión de proyectos según el PMI, fortaleciendo así la disponibilidad tecnológica de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.

1.5. Objetivos específicos

1. Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y la identificación de los involucrados.
2. Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.
3. Recomendar procedimientos, técnicas y herramientas aplicables al grupo de procesos de ejecución, que aseguren la implementación efectiva de la plataforma hiperconvergente y contribuyan al fortalecimiento de la disponibilidad tecnológica del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.
4. Establecer procedimientos, técnicas y herramientas para los grupos de procesos de monitoreo, control y cierre, con el fin de identificar desviaciones respecto a las líneas base, aplicar acciones correctivas y asegurar el cierre ordenado del proyecto.

2. Marco Teórico

El presente capítulo expone el sustento conceptual, metodológico e institucional que respalda el desarrollo del Plan de Gestión para la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a fortalecer la continuidad de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) del Perú. Su finalidad es proporcionar los fundamentos teóricos necesarios para comprender la problemática analizada y sustentar la solución propuesta desde la perspectiva de la dirección de proyectos, la continuidad operativa y la modernización tecnológica. De acuerdo con Hernández Sampieri et al., (2014), el marco teórico constituye el soporte conceptual que permite contextualizar el problema de investigación y fundamentar las decisiones metodológicas adoptadas durante el estudio.

Para ello, se desarrolla en primer lugar el marco institucional, con el propósito de contextualizar el entorno organizacional, estratégico y operativo en el que se llevará a cabo el proyecto. Posteriormente, se presentan los principales conceptos y fundamentos de la administración de proyectos, tomando como referencia los estándares y buenas prácticas promovidos por el Project Management Institute (PMI), los cuales servirán de base para la elaboración del plan de gestión.

Finalmente, se aborda el estado de la cuestión y las principales teorías relacionadas con la continuidad de servicios, la resiliencia tecnológica y las infraestructuras hiperconvergentes, analizando los aportes más relevantes identificados en la literatura especializada. Esta revisión permite establecer la relación entre la problemática institucional identificada y las prácticas que actualmente son utilizadas para fortalecer la disponibilidad de los servicios críticos en organizaciones que dependen de plataformas tecnológicas para el cumplimiento de sus objetivos estratégicos.

2.1 Marco institucional

El contexto organizacional constituye un elemento fundamental para comprender las necesidades y condiciones bajo las cuales se desarrollan los proyectos. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2021), los proyectos se ejecutan dentro de un sistema organizacional influenciado por factores internos, estructuras de gobernanza, políticas institucionales y objetivos estratégicos. En este sentido, la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) requiere comprender las características de la organización, sus responsabilidades institucionales y el entorno en el que presta sus servicios.

El análisis del marco institucional permite identificar los elementos organizacionales que influyen directamente en el proyecto, así como comprender la relación existente entre la estrategia institucional, la gestión de los recursos tecnológicos y la continuidad de los servicios que brinda la entidad. Esta comprensión resulta especialmente relevante considerando los desafíos recientes asociados a la disponibilidad de los sistemas de información y la necesidad de fortalecer la resiliencia operativa del ministerio frente a eventos que puedan afectar el cumplimiento de sus funciones.

Para tal efecto, se presentan los antecedentes y competencias legales del MVCS, su misión y visión institucional, la estructura organizativa relacionada con la gestión de tecnologías de la información y los principales servicios que brinda a la ciudadanía. Estos elementos permiten contextualizar la problemática identificada y comprender la relevancia estratégica de la solución propuesta para el fortalecimiento de la continuidad de los servicios críticos institucionales.

2.1.1 Antecedentes de la institución

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) es una entidad del Poder Ejecutivo del Perú responsable de formular, implementar, supervisar y evaluar las políticas nacionales relacionadas con vivienda, saneamiento, urbanismo, construcción y desarrollo urbano. Su ámbito de actuación comprende la articulación con los distintos niveles de gobierno para promover el acceso de la población a servicios básicos, infraestructura adecuada y mejores condiciones de habitabilidad.

A través de sus programas, proyectos y servicios, el ministerio contribuye al desarrollo social y económico del país mediante la ejecución de iniciativas orientadas a mejorar la calidad de vida de la población y reducir las brechas de acceso a servicios esenciales. Para el cumplimiento de estas funciones institucionales, utiliza diversas plataformas tecnológicas que soportan procesos asociados a programas de vivienda, proyectos de saneamiento, atención ciudadana y gestión administrativa.

En este contexto, la disponibilidad, integridad y protección de la información constituyen elementos fundamentales para garantizar la continuidad de los servicios que brinda a la ciudadanía, especialmente aquellos vinculados con poblaciones vulnerables y con la ejecución de políticas públicas de alcance nacional. Asimismo, el proceso de transformación digital impulsado por el Estado peruano plantea nuevos desafíos relacionados con la continuidad operativa, la ciberseguridad y la resiliencia tecnológica de las instituciones públicas.

Por ello, el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica institucional se convierte en un factor estratégico para asegurar la continuidad operativa y la resiliencia organizacional del MVCS. En este escenario, la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) representa una iniciativa orientada no solo a modernizar la plataforma tecnológica institucional,

sino también a fortalecer la capacidad del ministerio para garantizar la prestación continua, segura y eficiente de los servicios que brinda a la población.

2.1.2 Misión y Visión

La misión y la visión constituyen elementos fundamentales de la planificación estratégica de una organización. De acuerdo con David Fred R. (2013), la misión define el propósito actual de la institución y orienta sus actividades hacia el cumplimiento de sus responsabilidades, mientras que la visión establece el estado futuro que la organización aspira alcanzar, proporcionando una dirección estratégica para la toma de decisiones y la asignación de recursos. En consecuencia, ambos elementos sirven como referencia para evaluar la alineación de los proyectos con los objetivos institucionales.

De acuerdo con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2014), la misión institucional consiste en: normar, articular y promover la provisión de servicios en vivienda, construcción, agua potable, saneamiento y desarrollo urbano; así como elaborar, implementar y supervisar las políticas nacionales en favor de la población y sus medios de vida de manera accesible, sostenible y con calidad. Por su parte, la visión institucional se encuentra alineada con la Visión del Perú al 2050 (2019), aprobada mediante el Acuerdo Nacional el 19 de abril de 2019, dicha visión promueve la consolidación de un Estado moderno, eficiente, transparente y centrado en las necesidades de la ciudadanía.

El cumplimiento de estos lineamientos estratégicos depende cada vez más de la disponibilidad y confiabilidad de las plataformas tecnológicas que soportan los procesos institucionales. La gestión de programas de vivienda, proyectos de saneamiento, servicios de atención ciudadana y sistemas de información requiere infraestructuras capaces de garantizar el acceso oportuno a la información y la continuidad de los servicios. En este contexto, la

resiliencia tecnológica constituye un factor relevante para el cumplimiento de las funciones misionales del ministerio y para la adecuada prestación de servicios de interés público.

Bajo esta perspectiva, el proyecto de implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) contribuye directamente al fortalecimiento de las capacidades tecnológicas del MVCS mediante una plataforma más resiliente, escalable y alineada con los procesos de transformación digital impulsados por el Estado peruano. La iniciativa no solo responde a una necesidad tecnológica identificada, sino que apoya el cumplimiento de la misión institucional al fortalecer la disponibilidad de los servicios críticos y mejorar la capacidad de respuesta de la organización frente a incidentes que puedan afectar la continuidad operativa. Asimismo, contribuye a la visión de modernización institucional al proporcionar una infraestructura preparada para soportar las demandas actuales y futuras de los servicios que el ministerio brinda a la ciudadanía.

2.1.3 Estructura organizativa

La estructura organizativa define las líneas de autoridad, comunicación y responsabilidad necesarias para coordinar las actividades institucionales y facilitar la ejecución de proyectos. Su adecuada comprensión permite identificar los actores clave involucrados en la toma de decisiones, la asignación de recursos y la gestión de los procesos organizacionales. En el caso del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la estructura organizativa adquiere especial relevancia debido a la necesidad de coordinar iniciativas tecnológicas que impactan directamente la continuidad de los servicios institucionales.

De acuerdo con el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, aprobado mediante Decreto Supremo No. 010-2014-VIVIENDA (2014), la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) constituye el órgano responsable de la gestión de la infraestructura de tecnologías de la información y

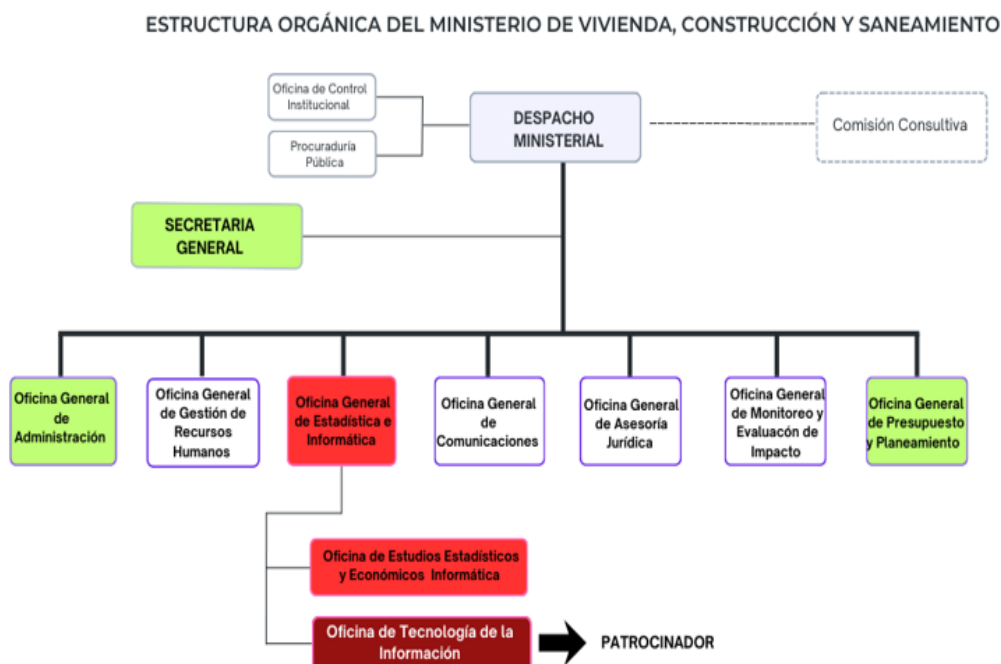
comunicaciones, así como de la planificación, desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas para la administración y gestión de la información institucional (Ministerio de Vivienda, 2014). En consecuencia, la OGEI desempeña el rol de área patrocinadora del proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI).

La OGEI se encuentra conformada por la Oficina de Estudios y Estadísticas Económicas y la Oficina de Tecnologías de la Información (OTI), siendo esta última la unidad directamente relacionada con la ejecución técnica del proyecto propuesto. Asimismo, la OGEI depende jerárquicamente de la Secretaría General del MVCS, órgano encargado de dirigir, coordinar y supervisar las actividades de apoyo y asesoramiento del ministerio.

Como se muestra en la Figura 1, la implementación de proyectos tecnológicos requiere la participación coordinada de diversas áreas institucionales. En particular, la OGEI mantiene una relación directa con la Oficina General de Administración, la cual participa en los procesos administrativos y de contratación requeridos. De igual forma, interactúa estrechamente con la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto, responsable de conducir los sistemas de planeamiento, modernización, inversión pública y presupuesto institucional. La coordinación entre estas dependencias resulta fundamental para asegurar la disponibilidad de recursos, el alineamiento estratégico y la gobernanza necesaria para alcanzar los objetivos de continuidad operativa y resiliencia tecnológica definidos por el MVCS.

Figura 1

Estructura Organizativa del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento



Nota. Elaboración propia. Adaptado de *Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento* (p. 65), Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014.

2.1.4 Productos y servicios que ofrece

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2021), las organizaciones generan valor mediante la entrega de productos y servicios orientados a satisfacer las necesidades de sus interesados. En este contexto, comprender los principales servicios brindados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) permite identificar aquellos procesos que dependen directamente de la disponibilidad de las plataformas tecnológicas institucionales y que requieren mecanismos adecuados de continuidad operativa.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento desarrolla y supervisa programas, proyectos y servicios vinculados con vivienda, saneamiento, desarrollo urbano y atención a la ciudadanía. La prestación eficiente de estos servicios depende cada vez más de la disponibilidad de los sistemas de información que soportan la gestión institucional y la interacción con los ciudadanos y demás entidades del Estado:

- Saneamiento y agua potable: Comprende las actividades relacionadas con el fortalecimiento de los servicios de saneamiento, la asistencia técnica a las entidades prestadoras de servicios y el seguimiento de proyectos de infraestructura vinculados al acceso al agua potable y al saneamiento. La gestión de esta información requiere plataformas tecnológicas capaces de asegurar la disponibilidad y el acceso oportuno a los datos institucionales.
- Programas de vivienda y desarrollo urbano: Incluye la gestión de programas y beneficios orientados al acceso a la vivienda, así como iniciativas relacionadas con la planificación y el desarrollo urbano. Estos procesos demandan sistemas de información que permitan administrar expedientes, realizar consultas y facilitar la interacción con entidades públicas y privadas involucradas en los programas de vivienda.
- Plataformas de información y gestión territorial: Corresponden a los sistemas utilizados para la recopilación, procesamiento y consulta de información territorial, urbana y estadística. Estas herramientas apoyan la toma de decisiones institucionales y facilitan el acceso a información relevante para diferentes niveles de gobierno y actores relacionados con la gestión del territorio.

- **Atención de emergencias y servicios al ciudadano:** Comprende los mecanismos de atención y soporte brindados a la ciudadanía, así como las actividades de coordinación ante situaciones de emergencia relacionadas con los ámbitos de competencia del ministerio. La continuidad de estos servicios requiere plataformas tecnológicas confiables que permitan mantener la comunicación y el acceso a la información cuando sea necesario.

La revisión de estos servicios evidencia que la capacidad del MVCS para generar valor público depende, en gran medida, de la disponibilidad y resiliencia de su infraestructura tecnológica. En este escenario, la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) se presenta como una alternativa para fortalecer la continuidad operativa de los servicios críticos, mejorar la capacidad de recuperación ante incidentes y contribuir al cumplimiento de los objetivos institucionales relacionados con vivienda, saneamiento y desarrollo urbano.

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

La administración de proyectos constituye una disciplina que proporciona los principios, métodos y herramientas necesarios para planificar, ejecutar y controlar iniciativas orientadas a la generación de valor organizacional. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI 2021), un proyecto es un esfuerzo temporal emprendido para crear un producto, servicio o resultado único. Su gestión implica la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas con el propósito de cumplir los objetivos establecidos dentro de restricciones relacionadas con alcance, tiempo, costo y calidad. Asimismo, Kerzner (2022) señala que la dirección de proyectos permite a las organizaciones gestionar de manera estructurada los cambios necesarios para alcanzar sus objetivos estratégicos.

La importancia de esta disciplina radica en su capacidad para reducir la incertidumbre y facilitar la toma de decisiones durante la ejecución de iniciativas complejas. En este sentido, la norma ISO 21502:2020 (ISO, 2020) establece que la dirección de proyectos proporciona

principios y prácticas que permiten gestionar de manera adecuada los recursos, riesgos, interesados y procesos involucrados en un proyecto (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2020). De esta forma, se establece un marco común que favorece la coordinación entre las diferentes áreas de una organización y contribuye al logro de los resultados esperados.

En el contexto del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la aplicación de los fundamentos de la administración de proyectos resulta especialmente relevante debido a la complejidad asociada a la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a fortalecer la continuidad de los servicios críticos institucionales. La adopción de buenas prácticas internacionales permite planificar de manera ordenada las actividades del proyecto, gestionar los riesgos asociados a la modernización tecnológica y asegurar que la solución propuesta contribuya efectivamente al fortalecimiento de la resiliencia operativa de la institución.

Por ello, en los apartados siguientes se desarrollan los principales conceptos de la dirección de proyectos que servirán de fundamento para la elaboración del plan de gestión. Entre ellos destacan los principios de la dirección de proyectos, los dominios de desempeño, los enfoques de desarrollo y ciclos de vida, los grupos de procesos y la relación entre la estrategia organizacional y los proyectos. Estos elementos proporcionan la base metodológica que orientará el desarrollo de la presente investigación y la formulación de la solución propuesta.

2.2.1 Principios de la dirección de proyectos

En el marco de la dirección de proyectos, los principios constituyen pautas fundamentales que orientan la toma de decisiones, la resolución de problemas y el comportamiento de las personas involucradas en las iniciativas organizacionales. De acuerdo

con el Project Management Institute (2021), los principios representan lineamientos universales aplicables a cualquier tipo de proyecto, independientemente del enfoque de desarrollo utilizado. Su propósito es orientar las acciones de los equipos de trabajo y contribuir a la generación de valor mediante prácticas alineadas con la ética, la colaboración, la calidad y la adaptación al contexto.

La aplicación de estos principios resulta especialmente relevante en proyectos de transformación tecnológica, debido a que facilitan la gestión de la incertidumbre, fortalecen la participación de los interesados y promueven una visión integral del proyecto orientada al logro de los objetivos organizacionales. En el caso del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) requiere la aplicación de principios que permitan administrar adecuadamente los recursos institucionales, gestionar los riesgos tecnológicos y asegurar que la solución propuesta contribuya efectivamente a la continuidad de los servicios críticos.

Con el propósito de evidenciar la relación entre los principios de la dirección de proyectos y el caso de estudio, la Tabla 1 presenta los doce principios establecidos en el PMBOK® Séptima Edición, junto con su finalidad y una descripción de su aplicación dentro del proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) para el MVCS.

Tabla 1

Operativización de los 12 Principios de la Dirección de Proyectos en el MVCS

Principio del PMI	Finalidad Teórica (PMBOK 7.ª ed.)	Operativización en el Proyecto HCI orientada a la continuidad de servicios críticos
1. Ser un administrador diligente (Stewardship)	Actuar de manera ética, responsable y sostenible con los recursos encomendados.	Garantizar el uso transparente del presupuesto público y proteger la integridad de la información ciudadana frente a incidentes de seguridad.

Principio del PMI	Finalidad Teórica (PMBOK 7.ª ed.)	Operativización en el Proyecto HCI orientada a la continuidad de servicios críticos
2. Crear un entorno colaborativo del equipo	Construir un equipo diverso, inclusivo y colaborativo que facilite la entrega de valor.	Articular sinergias y canales de comunicación fluidos entre los especialistas de TI, redes y ciberseguridad para una migración técnica exitosa.
3. Involucrarse eficazmente con los interesados	Comprender y gestionar proactivamente las necesidades y expectativas de las partes interesadas.	Gestionar las expectativas de la OGEI y asegurar la comunicación continua con las direcciones que dependen de la disponibilidad tecnológica.
4. Enfocarse en el valor	Alinear continuamente el proyecto con los objetivos de negocio y el valor esperado.	Dirigir el esfuerzo técnico hacia la reducción de los tiempos de recuperación (RTO), aportando resiliencia real a los servicios críticos.
5. Pensamiento sistémico	Reconocer, evaluar y responder a las interacciones y dinámicas del sistema en su conjunto.	Mapear y mitigar el impacto que la nueva arquitectura HCI generará sobre la conectividad de la red institucional y los sistemas heredados.
6. Demostrar comportamientos de liderazgo	Adaptar el liderazgo para motivar, influir e inspirar al equipo hacia el logro de los objetivos.	Guiar la transición metodológica del equipo técnico hacia estándares PMI, gestionando la natural resistencia al cambio en la entidad pública.
7. Adaptar en función del contexto	Diseñar el enfoque de desarrollo considerando la complejidad y las características del entorno.	Alinear los planes de gestión a la normativa pública de contrataciones del Perú y a las estrictas políticas de seguridad institucionales.
8. Incorporar la calidad	Mantener un enfoque continuo en la calidad de los procesos y en la idoneidad de los entregables.	Validar técnica y funcionalmente que la plataforma HCI cumpla con los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) de alta disponibilidad exigidos.
9. Abordar la complejidad	Gestionar la complejidad mediante el conocimiento, la experiencia y la innovación.	Gestionar la transición desde una arquitectura tradicional de tres capas hacia la hiperconvergencia sin interrumpir la operación vigente.
10. Optimizar respuestas a los riesgos	Evaluar continuamente la exposición al riesgo y actuar de manera proactiva.	Formular planes de contingencia específicos para mitigar amenazas cibernéticas o fallas críticas de hardware durante la ventana de migración.
11. Adoptar adaptabilidad y resiliencia	Desarrollar la capacidad de adaptarse al cambio y recuperarse ágilmente de los contratiempos.	Diseñar e implementar una plataforma tecnológica cuyo núcleo esencial sea la rápida recuperación operativa ante fallas o desastres externos.

Principio del PMI	Finalidad Teórica (PMBOK 7.ª ed.)	Operativización en el Proyecto HCI orientada a la continuidad de servicios críticos
12. Habilitar el cambio	Preparar a la organización y facilitar la adopción para lograr el estado futuro previsto.	Facilitar la adopción de la nueva tecnología mediante documentación exhaustiva y la capacitación del personal de TI en la consola unificada.

Nota. Elaboración propia a partir del Estándar para la Dirección de Proyectos publicado en la *Guía del PMBOK (7.ª ed.)*, por PMI, 2021.

2.2.2 Dominios de desempeño del proyecto

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2021), un dominio de desempeño del proyecto se define como un conjunto de actividades relacionadas, interdependientes e interactivas que contribuyen al logro de los resultados previstos. Estos dominios no funcionan como procesos secuenciales, sino como áreas de enfoque que operan de forma simultánea y continua durante todo el ciclo de vida del esfuerzo temporal.

Su finalidad es proporcionar un marco práctico y estructurado que permita a la dirección del proyecto y a su equipo enfocarse en los resultados y el valor generado, trascendiendo el simple cumplimiento de tareas. Cada dominio integra consideraciones técnicas, humanas y organizacionales, reforzando los principios de la profesión. En el contexto del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la operatividad de estos dominios asegura que la Infraestructura Hiperconvergente (HCI) no solo se instale correctamente, sino que garantice la continuidad y resiliencia de los servicios críticos institucionales.

A continuación, la Tabla 2 describe la finalidad teórica de los ocho dominios de desempeño y su operativización específica en el presente proyecto.

Tabla 2

Operativización de los Dominios de Desempeño del Proyecto en el MVCS

Dominio de Desempeño	Finalidad Teórica (PMBOK 7.ª ed.)	Operativización en el Proyecto HCI
1. Interesados	Lograr una participación productiva de los interesados para satisfacer sus necesidades y expectativas.	Identificar y gestionar las expectativas de la OTI, proveedores y usuarios de los servicios críticos para asegurar el respaldo institucional.
2. Equipo	Fomentar un entorno que permita a los miembros desarrollarse y colaborar de manera efectiva.	Definir responsabilidades y fomentar la colaboración técnica entre los especialistas de virtualización, almacenamiento y redes.
3. Enfoque de Desarrollo y Ciclo de Vida	Determinar el enfoque y las fases del proyecto que mejor se adapten a la entrega de valor.	Seleccionar un enfoque híbrido: predictivo para la adquisición física y adaptativo/iterativo para la configuración y migración.
4. Planificación	Organizar, elaborar y coordinar el trabajo necesario para cumplir con las líneas base establecidas.	Elaborar planes detallados de alcance, cronograma y costos para implementar los nodos HCI sin afectar la operación actual del MVCS.
5. Trabajo del Proyecto	Establecer y gestionar los procesos, recursos y el entorno físico para realizar el trabajo eficientemente.	Gestionar los recursos en el centro de datos del ministerio, coordinando permisos de acceso y ventanas de mantenimiento para la instalación.
6. Entrega	Asegurar que el proyecto entregue los resultados previstos, cumpliendo requisitos de calidad y valor.	Validar técnicamente que la plataforma HCI cumpla con los estrictos niveles de alta disponibilidad y redundancia exigidos.
7. Medición	Evaluar el desempeño del proyecto y realizar comparaciones contra las líneas base para tomar acciones correctivas.	Establecer métricas de rendimiento, como el Tiempo de Recuperación (RTO) y el Punto de Recuperación (RPO), para medir la efectividad de la continuidad.
8. Incertidumbre	Identificar y responder a los riesgos y oportunidades para minimizar amenazas y maximizar beneficios.	Gestionar proactivamente riesgos críticos, como la pérdida de datos o incompatibilidad de hardware, mediante planes de contingencia.

Nota. Elaboración propia con base en información de la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos publicado en la *Guía del PMBOK* (7.ª ed.), por PMI, 2021.

Los dominios de desempeño no operan de manera aislada, sino que interactúan entre sí durante todo el ciclo de vida del proyecto. En el caso del MVCS, la relación entre los dominios

de Planificación e Incertidumbre resulta especialmente relevante, debido a que una adecuada definición de la arquitectura tecnológica contribuye a reducir los riesgos asociados a la continuidad de los servicios críticos. Asimismo, el dominio de Medición proporciona información necesaria para evaluar si los resultados obtenidos se encuentran alineados con los objetivos de disponibilidad y recuperación establecidos para la nueva infraestructura.

De igual forma, los dominios de Interesados, Equipo, Enfoque de Desarrollo y Trabajo del Proyecto contribuyen a coordinar los recursos humanos, técnicos y organizacionales necesarios para la implementación de la solución propuesta. La integración de estos dominios permite abordar el proyecto desde una perspectiva integral, favoreciendo el fortalecimiento de la resiliencia tecnológica y la continuidad operativa del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

2.2.3 Enfoques de desarrollo y ciclo de vida de los proyectos.

La selección del enfoque de desarrollo y la definición del ciclo de vida constituyen decisiones críticas en el diseño del plan de gestión. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2021), los enfoques representan el método utilizado para crear y evolucionar el producto, categorizándose en tres tipos principales: predictivos (cascada), donde el alcance, tiempo y costo se definen tempranamente; adaptativos (ágiles), orientados a entregas iterativas en entornos volátiles; e híbridos, los cuales combinan el rigor de la estructura predictiva con la flexibilidad de los ciclos iterativos. Según la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2020), la diferencia sustancial radica en que el enfoque de desarrollo define la naturaleza del trabajo, mientras que el ciclo de vida establece las fases cronológicas desde el inicio hasta el cierre.

En proyectos de infraestructura tecnológica gubernamental, la decisión sobre qué enfoque utilizar no debe ser arbitraria. Para la implementación de la Infraestructura

Hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), se considera adecuado adoptar un enfoque híbrido. Según Reyes Vargas (2019), la implementación de sistemas HCI en el sector público requiere un componente predictivo riguroso para la adquisición, dimensionamiento y despliegue del hardware físico. Sin embargo, resulta fundamental aplicar un enfoque iterativo para la configuración lógica (como la parametrización de clústeres de virtualización y el almacenamiento definido por software), la migración paulatina de servicios críticos y la validación de los esquemas de alta disponibilidad.

Bajo esta premisa, el ciclo de vida diseñado para este proyecto se estructuró mediante un modelo híbrido, segmentando la complejidad técnica en cinco etapas manejables que definen el estado de madurez tecnológica de la solución en la entidad. Como se ilustra en la Figura 2, estas fases son: Diagnóstico, Diseño, Implementación, Migración y Pruebas, y Operación y Cierre. La transición entre estas fases actúa como un punto de control crítico; por ejemplo, asegurar que el Diseño cumpla con los protocolos de ciberseguridad exigidos por la OGEI antes de autorizar la fase de Implementación física. Este diseño estructurado contribuye a reducir los riesgos operativos y facilita la validación de la resiliencia institucional durante el proceso de migración (PMI, 2021); ISO, 2020)

Figura 2

Ciclo de vida híbrido para la implementación de infraestructura HCI orientada a la continuidad de servicios críticos en el MVCS.



Nota. Elaboración propia (2026) con base en lineamientos Project Management Institute (2021).

Finalmente, resulta importante reconocer la relación existente entre el ciclo de vida del proyecto y los grupos de procesos de la dirección de proyectos. De acuerdo con la Guía Práctica de Grupos de Procesos (PMI, 2023), los grupos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre no constituyen fases cronológicas, sino conjuntos de actividades que pueden desarrollarse en distintas etapas del ciclo de vida.

En el proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) para el MVCS, estos grupos de procesos estarán presentes en cada una de las fases definidas, permitiendo planificar, supervisar y controlar las actividades necesarias para asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos. Esta integración favorece una gestión ordenada del proyecto y contribuye a fortalecer la continuidad operativa y la resiliencia tecnológica institucional.

2.2.4 Administración, dirección o gerencia de proyectos

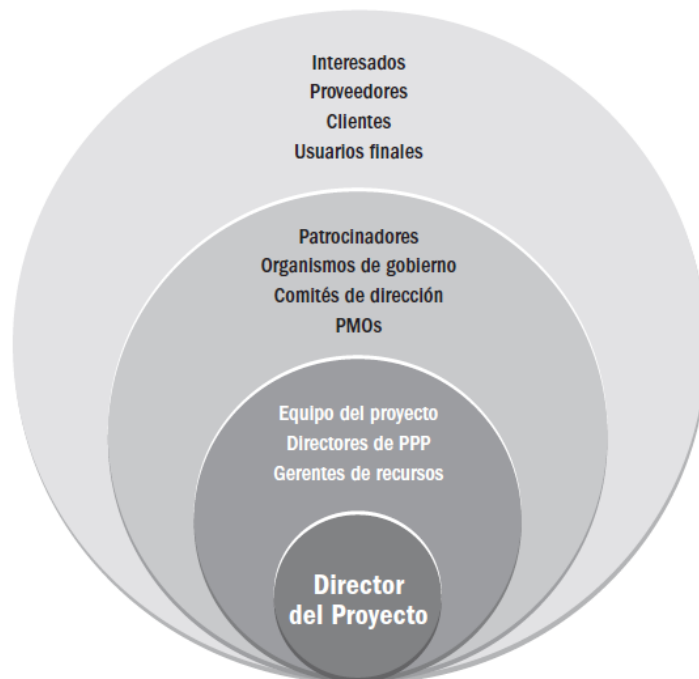
De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2021), la dirección de proyectos se define como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos y entregar los resultados previstos. Esta práctica se enmarca dentro de un sistema para la entrega de valor que articula portafolios, programas, proyectos y operaciones. Por su parte, la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2020), a través de la norma ISO 21502:2020, complementa esta visión describiendo la gestión de proyectos como un conjunto de directrices aplicables a cualquier organización, subrayando la gobernanza, la alineación con los procesos organizacionales y la validez de diversos enfoques de entrega.

La administración de proyectos exige una gestión rigurosa. Todo esfuerzo opera bajo restricciones de costo, cronograma y capacidad; el equilibrio entre lo planificado y lo ejecutado es la base del éxito. En consecuencia, esta disciplina ha adquirido un carácter estratégico en el sector público, al habilitar la priorización, la asignación eficiente de recursos y la entrega de resultados trazables y transparentes.

El perfil del director de proyecto demanda competencias técnicas, interpersonales y de liderazgo. Habilidades como la comunicación clara, la negociación y la gestión de conflictos permiten descomponer la complejidad técnica, alinear expectativas y mantener la disciplina de ejecución en entornos dinámicos. En este sentido, los directores desempeñan numerosos roles dentro de su esfera de influencia (ver Figura 3), la cual abarca desde el equipo técnico interno hasta los patrocinadores institucionales y proveedores externos. En el caso del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), el director del proyecto debe navegar esta esfera para articular los requerimientos de la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) con las soluciones provistas por los contratistas tecnológicos.

Figura 3

Ejemplo de la Esfera de Influencia del Director del Proyecto



Nota. Obtenido de *Guía Práctica de Grupos de Procesos* (p.53), por Project Management Institute (PMI, 2023).

Complementando estas visiones globales desde el ámbito técnico de la infraestructura y la continuidad, Correa Salazar (2019) define la gerencia de proyectos como el vehículo metodológico necesario para transformar una necesidad de resiliencia en una solución operativa. Para el autor, en iniciativas de servicios críticos, la dirección de proyectos es el proceso estructurado que permite alinear las capacidades de la infraestructura con los objetivos de continuidad del negocio, minimizando los impactos ante interrupciones mediante una planificación rigurosa de la recuperación.

Para sintetizar los elementos comunes y diferenciadores de la disciplina, la Tabla 3 presenta un análisis comparativo de las perspectivas teóricas abordadas y su implicancia directa en la investigación.

Tabla 3

Comparativa de enfoques sobre la administración y dirección de proyectos

Autor	Enfoque Principal	Elemento Clave para el Proyecto del MVCS
PMI (2021)	Entrega de valor y cumplimiento de requisitos.	Aplicación de dominios de desempeño para garantizar el valor operativo de la plataforma HCI.
ISO 21502 (2020)	Gobernanza e integración organizacional.	Alineación de la infraestructura hiperconvergente con las políticas del MVCS.
Correa Salazar (2019)	Continuidad operativa y resiliencia técnica.	Enfoque en la rápida recuperación de servicios críticos para evitar la interrupción de la atención ciudadana.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en la información de PMI (2021), ISO 21502 (2020) y Correa Salazar (2019).

El análisis comparativo evidencia que la dirección de proyectos constituye una disciplina integradora orientada a la generación de valor organizacional. Mientras que el PMI (2021) proporciona un marco basado en principios, dominios de desempeño y prácticas para la entrega de resultados, la ISO 21502:2020 enfatiza la gobernanza y la integración con los procesos organizacionales. Por su parte, Correa Salazar (2019) destaca la contribución de la dirección de proyectos en iniciativas orientadas a fortalecer la continuidad operativa y la resiliencia tecnológica.

En el contexto del MVCS, estos enfoques complementarios sustentan la elaboración del plan de gestión para la implementación de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI),

permitiendo integrar los aspectos técnicos, organizacionales y estratégicos requeridos para fortalecer la disponibilidad de los servicios críticos institucionales.

2.2.5 Grupos de procesos de la dirección de proyectos

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), un proceso se define como un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas que se llevan a cabo para crear un producto, resultado o servicio predefinido. Cada proceso se caracteriza por tener entradas, herramientas y técnicas que se aplican para generar salidas específicas. La importancia de la gestión por procesos radica en que proporciona un marco de referencia estandarizado que reduce la variabilidad, mejora la predictibilidad de los resultados y facilita la gobernanza institucional.

Para la implementación de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la adopción de este enfoque resulta fundamental. Según el PMI (2023), los procesos no operan como eventos aislados, sino que se agrupan en categorías lógicas (Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, y Cierre) que interactúan de forma traslapada y recurrente a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Es importante señalar que estos grupos no deben confundirse con fases cronológicas, sino que representan áreas de enfoque que pueden desarrollarse de manera simultánea durante el ciclo de vida del proyecto.

La interacción entre estos grupos conforma un sistema integral: el inicio establece la visión y autorización del proyecto; la planificación desarrolla la hoja de ruta para la ejecución; la ejecución materializa el trabajo planificado; el monitoreo y control supervisa el desempeño frente a las líneas base establecidas; y el cierre formaliza la aceptación de los entregables y documenta las lecciones aprendidas. La Figura 4 ilustra esta distribución a través de los

procesos de la dirección de proyectos, visualizando la estructura mediante la cual las necesidades organizacionales se transforman en resultados y entregables de valor.

Figura 4

Procesos por Grupos de procesos

Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto 4.2 Identificar a los Interesados	5.1 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto 5.2 Planificar la Gestión del Alcance 5.3 Recopilar Requisitos 5.4 Definir el Alcance 5.5 Crear la EDT/WBS 5.6 Planificar la Gestión del Cronograma 5.7 Definir las Actividades 5.8 Secuenciar las Actividades 5.9 Estimar la Duración de las Actividades 5.10 Desarrollar el Cronograma 5.11 Planificar la Gestión de los Costos 5.12 Estimar los Costos 5.13 Determinar el Presupuesto 5.14 Planificar la Gestión de la Calidad 5.15 Planificar la Gestión de Recursos 5.16 Estimar los Recursos de las Actividades 5.17 Planificar la Gestión de las Comunicaciones 5.18 Planificar la Gestión de los Riesgos 5.19 Identificar los Riesgos 5.20 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 5.21 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 5.22 Planificar la Respuesta a los Riesgos 5.23 Planificar la Gestión de las Adquisiciones 5.24 Planificar el Involucramiento de los Interesados	6.1 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 6.2 Gestionar el Conocimiento del Proyecto 6.3 Gestionar la Calidad 6.4 Adquirir Recursos 6.5 Desarrollar el Equipo 6.6 Dirigir al Equipo 6.7 Gestionar las Comunicaciones 6.8 Implementar la Respuesta a los Riesgos 6.9 Efectuar las Adquisiciones 6.10 Gestionar la Participación de los Interesados	7.1 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 7.2 Realizar el Control Integrado de Cambios 7.3 Validar el Alcance 7.4 Controlar el Alcance 7.5 Controlar el Cronograma 7.6 Controlar los Costos 7.7 Controlar la Calidad 7.8 Controlar los Recursos 7.9 Monitorear las Comunicaciones 7.10 Monitorear los Riesgos 7.11 Controlar las Adquisiciones 7.12 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	8.1 Cerrar el Proyecto o Fase

Nota. Obtenido de *Guía Práctica de Grupos de Procesos* (p.22), por PMI, 2023.

La aplicación de estos grupos de procesos en una entidad gubernamental como el MVCS requiere su alineación con los procedimientos administrativos, presupuestarios y normativos vigentes. En este contexto, los procesos de Inicio permiten formalizar la autorización del proyecto, mientras que los procesos de Planificación facilitan la integración de los requerimientos técnicos, los recursos y las restricciones institucionales asociadas a la implementación de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI).

Asimismo, la interacción entre los procesos de Ejecución y de Monitoreo y Control permite verificar continuamente el desempeño del proyecto frente a las líneas base establecidas. Esta supervisión favorece el cumplimiento de los objetivos de calidad, alcance, cronograma y seguridad de la información definidos para la implementación de la nueva infraestructura tecnológica. Finalmente, los procesos de Cierre facilitan la aceptación formal de los entregables y la transferencia del conocimiento al personal responsable de la operación de la solución.

2.2.6 Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos

La alineación entre la estrategia organizacional y la ejecución de iniciativas constituye un elemento relevante de la dirección de proyectos moderna. Según el Project Management Institute (PMI, 2021), la estrategia empresarial representa la hoja de ruta que define cómo la organización utilizará sus capacidades para alcanzar sus metas a largo plazo. En este sentido, la dirección de proyectos actúa como el mecanismo para materializar dicha estrategia mediante una jerarquía estructurada que comprende portafolios, programas y proyectos, los cuales operan en distintos niveles de especificidad y horizonte temporal.

Un portafolio se define como el conjunto de proyectos, programas, portafolios subsidiarios y operaciones gestionados de manera coordinada para alcanzar objetivos estratégicos; su importancia radica en la selección y priorización de las iniciativas que generen

mayor valor. Por su parte, un programa es un grupo de proyectos relacionados cuya gestión conjunta permite obtener beneficios que no se alcanzarían si se administraran de forma individual. Finalmente, un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto o servicio único (PMI, 2021). Esta distinción permite alinear los recursos operativos con la intención estratégica de la alta dirección.

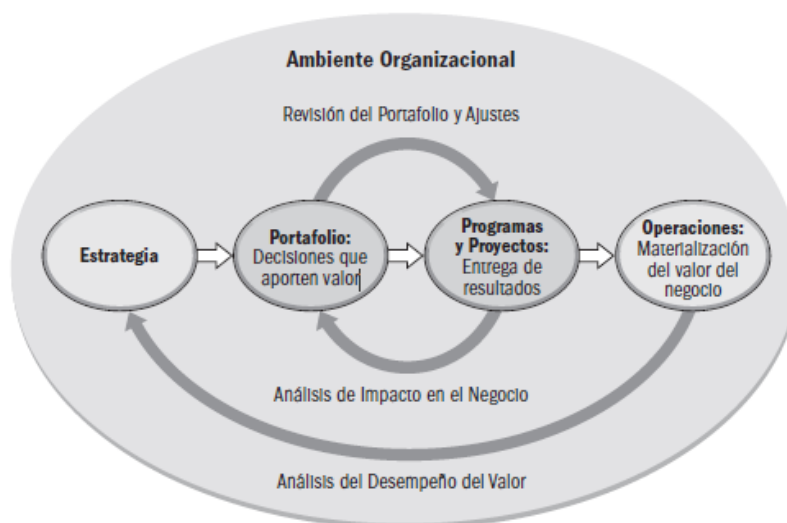
Desde la perspectiva de la norma ISO 21502:2020, esta jerarquía favorece la gobernanza organizacional al vincular las decisiones estratégicas con la ejecución de proyectos y programas (Organización Internacional de Normalización, 2020). El portafolio conecta los objetivos institucionales con las inversiones y recursos disponibles, asegurando que el contexto organizacional sea considerado en cada decisión. Bajo este marco, la dirección de proyectos no constituye un fin en sí mismo, sino un mecanismo que permite gestionar de manera estructurada las iniciativas de cambio requeridas por la organización.

En el ámbito del sector público peruano, Díaz Carrillo (2019) sostiene que la estrategia institucional depende, en gran medida, de la resiliencia tecnológica que soporta los procesos críticos de la organización. Desde esta perspectiva, los proyectos de infraestructura tecnológica deben gestionarse en alineación con los objetivos de modernización y transformación digital del Estado, de manera que contribuyan a la continuidad de los servicios brindados a la ciudadanía.

Para comprender la interacción entre la estrategia, los portafolios, los programas, los proyectos y las operaciones, la Figura 5 presenta el ambiente organizacional donde convergen estos niveles de gestión y se transforma el valor esperado en resultados concretos para la organización.

Figura 5

Dirección Organizacional de Proyectos



Nota. Obtenido de *Guía Práctica de Grupos de Procesos* (p.12), por PMI (2023).

Al analizar la naturaleza del presente trabajo, correspondiente al diseño del plan de gestión para la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a fortalecer la continuidad de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), se determina que la iniciativa forma parte del portafolio de inversiones en tecnologías de la información de la entidad. Esta clasificación se justifica debido a que contribuye directamente al cumplimiento de los objetivos estratégicos relacionados con la modernización tecnológica, la continuidad operativa y la transformación digital institucional (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

Asimismo, el proyecto puede asociarse a un programa de modernización de la infraestructura tecnológica, en conjunto con otras iniciativas vinculadas a la ciberseguridad, la protección de datos y la disponibilidad de los servicios institucionales. Bajo esta perspectiva, el plan de gestión propuesto constituye un mecanismo que permite alinear los objetivos estratégicos del MVCS con la ejecución de una solución tecnológica orientada a fortalecer la

resiliencia operativa y la continuidad de los servicios brindados a la ciudadanía (Díaz Carrillo, 2019; PMI, 2021).

2.3 Estado de la cuestión y otra teoría propia del tema de interés

El presente apartado tiene como finalidad describir el estado actual de la situación en estudio y desarrollar los fundamentos teóricos asociados a la implementación de Infraestructuras Hiperconvergentes (HCI), la continuidad operativa y la resiliencia tecnológica. Su propósito es proporcionar el sustento conceptual necesario para comprender las prácticas, tendencias y enfoques que actualmente son utilizados para fortalecer la disponibilidad de los servicios críticos en organizaciones que dependen de plataformas tecnológicas para el cumplimiento de sus objetivos institucionales.

De acuerdo con Reyes Vargas (2019), la evolución hacia arquitecturas hiperconvergentes ha impulsado nuevas formas de administrar la infraestructura tecnológica, integrando capacidades de procesamiento, almacenamiento, virtualización y protección de datos dentro de plataformas unificadas. En este contexto, resulta relevante analizar las investigaciones existentes y las experiencias de implementación desarrolladas tanto en el sector público como en otras organizaciones, con el fin de identificar buenas prácticas, lecciones aprendidas y elementos aplicables al caso del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

Asimismo, este apartado incorpora los principales conceptos relacionados con la continuidad operativa, la protección de la información y la recuperación ante incidentes, incluyendo la Infraestructura Hiperconvergente (HCI), la alta disponibilidad, el Punto de Recuperación (RPO) y el Tiempo de Recuperación (RTO). Según Correa Salazar (2019) y Díaz Carrillo (2019), estos elementos constituyen componentes relevantes para el fortalecimiento de la resiliencia tecnológica y la reducción de los riesgos asociados a la interrupción de servicios críticos.

En consecuencia, el desarrollo del estado de la cuestión y de las teorías relacionadas con el tema permitirá contextualizar la problemática identificada y fundamentar técnicamente la propuesta de solución planteada para el MVCS. Asimismo, facilitará la comprensión de los beneficios que las arquitecturas hiperconvergentes pueden aportar a la continuidad operativa y a la disponibilidad de los servicios institucionales en entornos con altos requerimientos de recuperación y protección de la información.

2.3.1 Situación actual del problema u oportunidad en estudio (estado de la cuestión)

La situación actual del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) evidencia una creciente dependencia de los servicios tecnológicos para la gestión de programas, proyectos e información vinculados a vivienda, saneamiento y desarrollo urbano. Sin embargo, la infraestructura que soporta estos servicios mantiene características propias de arquitecturas tradicionales basadas en componentes de procesamiento, almacenamiento y red administrados de forma independiente. Esta configuración incrementa la complejidad operativa y limita la capacidad de respuesta ante incidentes que puedan afectar la disponibilidad de los servicios institucionales.

La existencia de estas limitaciones quedó evidenciada a partir de los eventos de ciberseguridad registrados durante los últimos años, los cuales impactaron la disponibilidad de servicios críticos y pusieron de manifiesto la necesidad de fortalecer los mecanismos de protección, recuperación y continuidad operativa. De acuerdo con el Plan Estratégico Institucional PEI 2024-2030 del MVCS (2024), uno de los objetivos institucionales es fortalecer el proceso de transformación digital para mejorar la atención a la ciudadanía. No obstante, alcanzar este objetivo requiere una infraestructura tecnológica con mayores capacidades de disponibilidad, recuperación y resiliencia.

Según Reyes Vargas (2019), uno de los principales desafíos que enfrentan las organizaciones públicas en materia de infraestructura tecnológica se encuentra asociado a la obsolescencia de los componentes tecnológicos y a la complejidad de los procesos de recuperación ante incidentes. En el caso del MVCS, estas condiciones dificultan la reducción de los tiempos de recuperación de los servicios y generan riesgos para la continuidad de las operaciones institucionales. Asimismo, la dependencia de soluciones administradas de manera independiente incrementa los esfuerzos de gestión y mantenimiento requeridos para garantizar la operación de la plataforma tecnológica.

En este contexto, la oportunidad identificada trasciende la actualización de componentes tecnológicos individuales y se orienta hacia la adopción de un modelo de infraestructura más integrado y resiliente. Diversas investigaciones señalan que las arquitecturas hiperconvergentes permiten consolidar recursos de procesamiento, almacenamiento y virtualización dentro de una plataforma unificada, reduciendo la complejidad operativa y fortaleciendo los mecanismos de recuperación ante incidentes (Correa Salazar, 2019). Este enfoque contribuye a disminuir los puntos únicos de falla y a mejorar los niveles de disponibilidad requeridos por los servicios críticos institucionales.

La Tabla 4 presenta una síntesis de las principales brechas identificadas entre la situación actual de la infraestructura tecnológica del MVCS y las capacidades operativas esperadas mediante una arquitectura hiperconvergente.

Tabla 4

Análisis de brechas entre la infraestructura actual y el diseño de la solución HCI en el MVCS

Variable de Análisis	Situación Actual (Infraestructura Tradicional)	Estado Deseado (Arquitectura HCI)
Resiliencia ante Ransomware	Recuperación lenta basada en cintas o discos aislados; alta dependencia de restauración manual.	Recuperación rápida mediante instantáneas (snapshots) y replicación nativa distribuida.
Gestión de Recursos	Gestión fragmentada por silos (servidores, redes y storage independientes).	Gestión unificada desde una consola centralizada de administración lógica.
Disponibilidad	Existencia de puntos únicos de falla en la arquitectura de red y almacenamiento tradicional.	Alta disponibilidad (HA) nativa con tolerancia a fallas a nivel de nodo y disco.
Continuidad (RTO/RPO)	Tiempos de recuperación superiores a las 24 horas ante incidentes críticos.	Objetivos de recuperación reducidos a minutos u horas mediante clústeres extendidos.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en el *Diagnóstico institucional y los parámetros de diseño*, Reyes Vargas (2019).

La revisión de investigaciones relacionadas con continuidad operativa y resiliencia tecnológica evidencia que las organizaciones que dependen de servicios críticos requieren capacidades de recuperación acordes con sus necesidades operativas. Díaz Carrillo (2019) señala que los modelos de continuidad deben orientarse a proteger los procesos y la información que sustentan la prestación de los servicios institucionales. Este planteamiento resulta especialmente relevante para el MVCS, debido a la importancia de los servicios que la entidad brinda a la ciudadanía y a la necesidad de garantizar su disponibilidad.

En consecuencia, el análisis del estado de la cuestión permite identificar una oportunidad para fortalecer las capacidades tecnológicas del ministerio mediante una

infraestructura orientada a la continuidad operativa y la resiliencia institucional. Bajo esta perspectiva, el presente trabajo se enfoca en el diseño de un plan de gestión que integre las buenas prácticas de dirección de proyectos propuestas por el PMI (2021) con las capacidades técnicas de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI), con el propósito de fortalecer la disponibilidad y recuperación de los servicios críticos del MVCS.

2.3.2 Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio

El análisis de investigaciones previas permite identificar enfoques metodológicos, resultados y buenas prácticas relacionadas con la continuidad operativa y la modernización de infraestructuras tecnológicas. La revisión bibliográfica efectuada evidencia que la adopción de arquitecturas hiperconvergentes y modelos de continuidad de negocio ha adquirido relevancia en organizaciones que requieren altos niveles de disponibilidad y protección de la información. En este contexto, los trabajos desarrollados por Reyes Vargas (2019), Correa Salazar (2019) y Díaz Carrillo (2019) aportan referencias valiosas para comprender los desafíos y oportunidades asociados al fortalecimiento de la resiliencia tecnológica en entidades públicas.

Reyes Vargas (2019) investigó la implementación de sistemas hiperconvergentes para procesos de renovación tecnológica en centros de datos. El autor empleó una metodología aplicada y descriptiva basada en el marco Hyperconverged Systems Architecture HSA propuesta por Reyes Vargas (2019), estructurando la adopción tecnológica en fases de evaluación, diseño y validación. Los resultados obtenidos evidenciaron que la hiperconvergencia permite simplificar la administración de los recursos tecnológicos, mejorar la escalabilidad y reducir la complejidad operativa. Este estudio constituye un referente para el presente trabajo, debido a que proporciona elementos aplicables al diseño de la arquitectura tecnológica propuesta para el MVCS.

Por su parte, Correa Salazar (2019) desarrolló un plan de continuidad para servicios críticos basado en la norma ISO/IEC 27031. La investigación se apoyó en una metodología cualitativa con diseño de estudio de caso, utilizando el Análisis de Impacto al Negocio (BIA) como herramienta principal para identificar procesos críticos y establecer objetivos de recuperación. Entre sus conclusiones, el autor destaca la importancia de definir indicadores de continuidad como el Tiempo Objetivo de Recuperación (RTO) y el Punto Objetivo de Recuperación (RPO). Estos aportes resultan especialmente relevantes para el proyecto del MVCS, debido a que contribuyen a la definición de métricas que permitan evaluar la capacidad de recuperación de los servicios institucionales.

Asimismo, Díaz Carrillo (2019) propuso un modelo de continuidad de negocio orientado a instituciones públicas peruanas. Para ello empleó una metodología descriptiva-correlacional que permitió analizar la relación entre la gestión de riesgos, la continuidad operativa y la capacidad de respuesta institucional frente a eventos disruptivos. Los resultados obtenidos evidenciaron que las organizaciones con menores niveles de preparación presentan mayores dificultades para mantener la disponibilidad de sus servicios críticos. Este estudio aporta evidencia sobre la necesidad de fortalecer la resiliencia tecnológica mediante mecanismos que permitan reducir la vulnerabilidad operativa de las entidades públicas.

La Tabla 5 presenta una síntesis de las investigaciones revisadas, sus metodologías y los principales aportes identificados para el desarrollo del presente trabajo.

Tabla 5

Síntesis de investigaciones previas y su aplicabilidad al proyecto HCI-MVCS

Autor (Año)	Metodología de Investigación	Principales Conclusiones	Aporte al proyecto del MVCS
Reyes Vargas (2019)	Aplicada y descriptiva (Metodología HSA).	La hiperconvergencia reduce drásticamente los silos de administración y mejora la escalabilidad.	Proporciona la estructura para el diseño de la arquitectura física y lógica del clúster HCI.
Correa Salazar (2019)	Cualitativa, estudio de caso (ISO 27031).	La continuidad depende de la correcta definición de RTO/RPO y matrices de riesgo.	Aporta la base para el diseño del plan de gestión de riesgos y métricas de recuperación.
Díaz Carrillo (2019)	Descriptiva y correlacional (Sector Público).	Las instituciones del Estado requieren modelos de resiliencia ante amenazas externas.	Justifica la necesidad del plan ante vulnerabilidades reales como el ransomware.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en Reyes Vargas, Correa Salazar y Díaz Carrillo, (2019).

El análisis comparativo de los estudios revisados evidencia una relación complementaria entre las distintas perspectivas abordadas. Reyes Vargas (2019) aporta elementos asociados a la implementación técnica de arquitecturas hiperconvergentes; Correa Salazar (2019) proporciona criterios para la gestión de la continuidad operativa y la recuperación de servicios; mientras que Díaz Carrillo (2019) contextualiza la importancia de estas capacidades dentro del sector público peruano. La integración de estos enfoques permite disponer de una base conceptual y metodológica que respalda el diseño del plan de gestión propuesto.

En consecuencia, la revisión de investigaciones previas confirma la pertinencia de desarrollar una iniciativa orientada al fortalecimiento de la resiliencia tecnológica del MVCS mediante una Infraestructura Hiperconvergente (HCI). Asimismo, permite identificar prácticas y

lecciones aprendidas que contribuyen a reducir riesgos de implementación y a orientar la solución propuesta hacia la continuidad de los servicios críticos institucionales.

2.3.3 Otras teorías o buenas prácticas relacionadas con el tema en estudio

El diseño de una solución orientada a fortalecer la continuidad de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) requiere el sustento de teorías y buenas prácticas asociadas a la continuidad operativa, la gestión de riesgos y la resiliencia tecnológica. En este apartado se desarrollan los fundamentos conceptuales relacionados con la Gestión de la Continuidad del Negocio (Business Continuity Management – BCM), la norma ISO 22301 (2019) y otras prácticas complementarias que contribuyen al diseño de la solución propuesta. Es importante señalar que los estándares del Project Management Institute (PMI) se utilizan como marcos de referencia para la dirección de proyectos, mientras que las teorías y buenas prácticas desarrolladas en esta sección proporcionan el sustento técnico específico asociado al problema objeto de estudio (PMI, 2021).

2.3.3.1 Gestión de la Continuidad del Negocio (BCM) y Norma ISO 22301

La Gestión de la Continuidad del Negocio (BCM) se define como un proceso integral orientado a identificar amenazas potenciales y desarrollar capacidades que permitan a las organizaciones mantener la continuidad de sus operaciones ante eventos disruptivos. De acuerdo con la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2019), el objetivo de la continuidad del negocio consiste en proteger los procesos críticos y asegurar la capacidad de recuperación de la organización dentro de tiempos aceptables. Este enfoque resulta especialmente aplicable al MVCS debido a la necesidad de fortalecer los mecanismos de recuperación y continuidad de los servicios institucionales.

La norma ISO 22301(2019) establece un sistema de gestión basado en el ciclo de mejora continua Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA), el cual permite implementar, monitorear y mejorar continuamente las capacidades de continuidad operativa. Dentro de este marco, uno de los aspectos fundamentales consiste en comprender el contexto de la organización e identificar los procesos cuya interrupción podría generar impactos significativos sobre la operación institucional y la prestación de servicios a la ciudadanía (ISO, 2019).

Un componente central del BCM es el Análisis de Impacto al Negocio (Business Impact Analysis – BIA), herramienta que permite determinar las consecuencias operativas derivadas de la interrupción de los servicios críticos. De acuerdo con la norma ISO 22301, el BIA facilita la identificación de prioridades de recuperación y la definición de los requerimientos que deben ser considerados durante el diseño de las estrategias de continuidad. Según Díaz Carrillo (2019), este análisis permite orientar adecuadamente las inversiones tecnológicas, asegurando que los recursos se destinen a la protección de los procesos de mayor criticidad para la organización.

Asociados al BIA se encuentran dos indicadores fundamentales para la continuidad operativa: el Tiempo Objetivo de Recuperación (RTO) y el Punto Objetivo de Recuperación (RPO). El RTO representa el tiempo máximo aceptable para restablecer un servicio después de una interrupción, mientras que el RPO determina la cantidad máxima de información que la organización está dispuesta a perder como consecuencia de un incidente (ISO, 2019). En el contexto del proyecto propuesto, estos indicadores constituyen parámetros esenciales para evaluar la capacidad de recuperación de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI) y su contribución a la resiliencia tecnológica institucional.

Asimismo, la Gestión de la Continuidad del Negocio contempla la definición de estrategias de recuperación que integran infraestructura tecnológica, recursos humanos, comunicaciones y procedimientos operativos. Bajo esta perspectiva, la continuidad

organizacional no depende exclusivamente de la disponibilidad de equipos tecnológicos, sino de la capacidad institucional para responder de manera coordinada ante situaciones que puedan afectar la prestación de servicios críticos (Correa Salazar, 2019).

La aplicación de los principios del BCM y de la norma ISO 22301 proporciona un marco estructurado para identificar servicios críticos, definir prioridades de recuperación y establecer objetivos medibles de continuidad operativa. En consecuencia, estos conceptos aportan un fundamento técnico relevante para el diseño del plan de gestión propuesto, permitiendo que la Infraestructura Hiperconvergente (HCI) sea considerada no únicamente como una solución tecnológica, sino como un componente que contribuye al fortalecimiento de la resiliencia operativa y la disponibilidad de los servicios institucionales del MVCS (ISO, 2019; PMI, 2021).

2.3.3.2 Gestión de Riesgo bajo el estándar PMI

La gestión de los riesgos del proyecto se define como el proceso sistemático de identificar, analizar, planificar respuestas y monitorear los eventos de incertidumbre que pueden afectar el logro de los objetivos del proyecto. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2021), esta disciplina tiene como finalidad aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos (oportunidades) y reducir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos (amenazas). En el presente trabajo, las directrices del PMI se utilizan como un marco de referencia para estructurar la gestión de riesgos asociada a la implementación de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI).

En la dirección de proyectos, la gestión de riesgos se desarrolla de manera continua durante todo el ciclo de vida de la iniciativa. Su propósito consiste en proporcionar información oportuna para la toma de decisiones y facilitar la definición de acciones que contribuyan a proteger los objetivos relacionados con alcance, cronograma, costo, calidad y desempeño. Para una organización como el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS),

este enfoque resulta particularmente relevante debido a la necesidad de fortalecer la continuidad operativa de los servicios tecnológicos institucionales frente a amenazas de carácter técnico, organizacional o externo (Díaz Carrillo, 2019; PMI, 2021).

Procesos de identificación y análisis de riesgos

De acuerdo con el PMI (2021), la gestión de riesgos inicia con la identificación de eventos que podrían afectar los objetivos del proyecto. Para ello pueden utilizarse diferentes herramientas y técnicas, entre ellas la Estructura de Desglose de Riesgos (RBS), la cual facilita la clasificación de las fuentes de incertidumbre en categorías técnicas, organizacionales, externas o de gestión. En el contexto de la implementación de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI), esta práctica permite identificar riesgos asociados a la compatibilidad de sistemas, la migración de servicios, la disponibilidad de recursos y las amenazas de ciberseguridad (Correa Salazar, 2019).

Posteriormente, se desarrollan los análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos. El análisis cualitativo permite priorizar los riesgos identificados según su probabilidad e impacto, mientras que el análisis cuantitativo facilita la evaluación numérica de sus posibles efectos sobre los objetivos del proyecto. Según el PMI (2021), la combinación de ambos enfoques contribuye a una mejor comprensión del nivel de exposición al riesgo y favorece la asignación eficiente de recursos para la atención de las amenazas más relevantes.

Planificación de respuesta y monitoreo

Una vez evaluados los riesgos, se procede a la planificación de respuestas. Para las amenazas, el PMI (2021) propone estrategias como evitar, mitigar, transferir o aceptar el riesgo. En el proyecto propuesto para el MVCS, las acciones de mitigación se orientan principalmente a reducir la probabilidad de interrupciones operativas mediante mecanismos de redundancia, protección de datos y continuidad de servicios incorporados en la arquitectura

hiperconvergente. Asimismo, determinados riesgos pueden gestionarse mediante reservas de contingencia y planes de respuesta previamente definidos.

El monitoreo de riesgos constituye un proceso continuo que permite verificar la efectividad de las respuestas implementadas, identificar riesgos emergentes y evaluar cambios en el entorno del proyecto. De acuerdo con Díaz Carrillo (2019), el seguimiento permanente de los riesgos tecnológicos contribuye a fortalecer la capacidad de respuesta institucional frente a escenarios de incertidumbre. En este sentido, la supervisión de los riesgos asociados a la infraestructura tecnológica del MVCS permitirá realizar ajustes oportunos durante la ejecución del proyecto y asegurar la continuidad de los servicios críticos.

La aplicación de las buenas prácticas de gestión de riesgos promovidas por el PMI proporciona una base metodológica para el diseño del Plan de Gestión de Riesgos del proyecto. Su principal aporte consiste en ofrecer un enfoque estructurado para la identificación, análisis, tratamiento y seguimiento de la incertidumbre, contribuyendo a la protección de los objetivos institucionales y al fortalecimiento de la continuidad operativa. En consecuencia, la integración de estas prácticas permite complementar las capacidades técnicas de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI) con mecanismos de gestión orientados a reducir la exposición al riesgo y mejorar la resiliencia tecnológica del MVCS (Correa Salazar, 2019; PMI, 2021).

2.3.3.3 Arquitectura Hiperconvergente (HCI) como modelo conceptual

La arquitectura de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) se define como un modelo de centro de datos basado en software que integra capacidades de procesamiento, almacenamiento y redes dentro de una plataforma unificada. Sustentada en tecnologías de virtualización, la HCI representa una evolución de las arquitecturas tradicionales de tres capas, en las cuales los recursos de cómputo, almacenamiento y conectividad son administrados de

manera independiente. Este enfoque permite centralizar la gestión de los recursos tecnológicos mediante herramientas de administración unificadas y simplificar la operación de la infraestructura (Reyes Vargas, 2019).

La adopción de este modelo en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) se relaciona con la necesidad de fortalecer la continuidad operativa de los servicios críticos institucionales y reducir la complejidad asociada a la administración de plataformas tecnológicas heterogéneas. De acuerdo con Reyes Vargas (2019), la consolidación de recursos dentro de una arquitectura hiperconvergente permite optimizar la utilización de la infraestructura y mejorar la disponibilidad de los servicios soportados por el centro de datos.

Componentes fundamentales: Almacenamiento Definido por Software (SDS)

Uno de los elementos centrales de la arquitectura hiperconvergente es el Almacenamiento Definido por Software (Software Defined Storage – SDS). Esta tecnología permite abstraer la capacidad de almacenamiento disponible en los distintos nodos físicos del clúster y gestionarla como un recurso compartido. Según VMware (2022), este enfoque facilita la administración de los recursos de almacenamiento y contribuye a incrementar la disponibilidad de la información mediante mecanismos de replicación y protección de datos distribuidos.

En el contexto del proyecto propuesto para el MVCS, el SDS permite establecer políticas de almacenamiento alineadas con los requerimientos de disponibilidad y continuidad de los servicios institucionales. Asimismo, facilita la definición de niveles diferenciados de protección para los distintos tipos de información administrada por la entidad, contribuyendo al fortalecimiento de la resiliencia tecnológica (Díaz Carrillo, 2019; Reyes Vargas, 2019).

Red Definida por Software (SDN) y Microsegmentación

Otro componente relevante de las arquitecturas hiperconvergentes es la Red Definida por Software (Software Defined Networking – SDN), la cual permite administrar de manera

lógica los servicios de red y seguridad. Esta capacidad facilita la implementación de mecanismos avanzados de segmentación, aislamiento de cargas de trabajo y control del tráfico interno dentro de la infraestructura.

De acuerdo con Correa Salazar (2019), la microsegmentación constituye una práctica relevante para fortalecer la seguridad de los entornos virtualizados, debido a que permite controlar las comunicaciones entre aplicaciones y servicios mediante políticas específicas de acceso. En el caso del MVCS, esta capacidad contribuye a reducir la exposición de los sistemas críticos frente a amenazas de ciberseguridad y fortalece las estrategias de protección de la información.

Escalabilidad y Resiliencia Operativa

La escalabilidad de una arquitectura hiperconvergente se fundamenta en la posibilidad de incorporar nuevos nodos al clúster de manera progresiva, permitiendo ampliar los recursos disponibles conforme evolucionan las necesidades institucionales. Según el PMI (2021), esta capacidad favorece la adaptabilidad de las soluciones tecnológicas frente a cambios en la demanda y facilita una utilización más eficiente de los recursos organizacionales.

Por otra parte, la resiliencia operativa se encuentra asociada a la capacidad de la plataforma para mantener la disponibilidad de los servicios ante fallas de componentes físicos o lógicos. Mediante mecanismos de alta disponibilidad, balanceo de cargas y recuperación automatizada, las arquitecturas hiperconvergentes contribuyen a reducir los tiempos de interrupción y mejorar los procesos de recuperación de los servicios tecnológicos (Díaz Carrillo, 2019).

La arquitectura hiperconvergente constituye el fundamento tecnológico sobre el cual se desarrolla la solución propuesta para el MVCS. Su principal aporte radica en proporcionar capacidades de disponibilidad, recuperación y administración centralizada que permiten fortalecer la continuidad operativa de los servicios institucionales. En este sentido, la HCI no se

presenta únicamente como una alternativa de modernización tecnológica, sino como una plataforma orientada a mejorar la resiliencia operativa y la protección de la información que soporta los procesos críticos de la entidad (PMI, 2021; Reyes Vargas, 2019).

2.3.3.4 Seguridad de la Información y Gestión de Ciberataques

La seguridad de la información se define como la preservación de la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los activos de información de una organización. En el ámbito de las instituciones públicas, esta disciplina constituye un elemento relevante para garantizar la protección de los datos institucionales y la continuidad de los servicios brindados a la ciudadanía. De acuerdo con Correa Salazar (2019), la seguridad de la información debe complementarse con capacidades de recuperación y continuidad operativa que permitan responder adecuadamente ante eventos disruptivos. En este contexto, la ciberseguridad constituye un componente fundamental para la protección de los activos digitales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

La Tríada de la Seguridad (CIA) y el Sector Público

El fundamento conceptual de la seguridad de la información se sustenta en la denominada Tríada CIA, compuesta por la Confidencialidad, Integridad y Disponibilidad. La confidencialidad garantiza que la información sea accesible únicamente a usuarios autorizados; la integridad asegura que los datos mantengan su exactitud y no sean modificados sin autorización; y la disponibilidad procura que la información y los servicios se encuentren accesibles cuando sean requeridos. Según Díaz Carrillo (2019), la protección equilibrada de estos tres elementos resulta indispensable para asegurar la continuidad de los servicios institucionales y la adecuada gestión de la información en el sector público.

Modelo de Defensa en Profundidad y Confianza Cero (Zero Trust)

El modelo de Defensa en Profundidad plantea que la seguridad debe construirse mediante múltiples capas de protección complementarias. De acuerdo con la norma ISO/IEC 27001 (ISO, 2022), un sistema de gestión de seguridad de la información debe integrar controles técnicos, físicos, administrativos y organizacionales para reducir la exposición a amenazas. En el caso del proyecto propuesto, este enfoque se relaciona con la capacidad de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI) para incorporar mecanismos de segmentación y protección distribuidos dentro de la infraestructura tecnológica.

Como complemento, el modelo de Confianza Cero (Zero Trust) establece que ningún usuario, dispositivo o aplicación debe ser considerado confiable por defecto. Bajo el principio de *nunca confiar, siempre verificar*, cada solicitud de acceso debe ser validada de manera continua antes de otorgar permisos sobre los recursos institucionales. Según Correa Salazar (2019), este enfoque contribuye a reducir la exposición frente a amenazas internas y externas, fortaleciendo la protección de los servicios críticos y de la información institucional.

Gestión de Ciberataques: El Ciclo del Ransomware

El ransomware constituye una de las amenazas más relevantes para las organizaciones que dependen de servicios digitales. Este tipo de software malicioso busca restringir el acceso a la información mediante mecanismos de cifrado con el propósito de afectar la operación normal de la entidad. De acuerdo con el NIST Cybersecurity Framework (2018), la gestión de incidentes de ciberseguridad debe desarrollarse a través de cinco funciones fundamentales: Identificar, Proteger, Detectar, Responder y Recuperar.

En este contexto, la capacidad de recuperación adquiere especial importancia para garantizar la continuidad de los servicios institucionales. Tecnologías como los snapshots, la replicación de datos y la inmutabilidad de los respaldos permiten fortalecer las estrategias de recuperación ante incidentes. Según Reyes Vargas (2019), estos mecanismos contribuyen a

reducir los tiempos de recuperación y facilitan la restauración de los servicios afectados, fortaleciendo la continuidad operativa de la infraestructura tecnológica.

La aplicación de los principios de seguridad de la información y de las buenas prácticas de gestión de ciberataques proporciona un marco de referencia para el diseño de controles, procedimientos y mecanismos de recuperación dentro del proyecto propuesto. En consecuencia, estos elementos complementan las capacidades de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI) y contribuyen al fortalecimiento de la disponibilidad, integridad y protección de los servicios críticos del MVCS (Correa Salazar, 2019; ISO/IEC 27001, 2022).

Para sintetizar la relación entre estos fundamentos, se presenta la Tabla 6, que describe los componentes esenciales aplicados al proyecto.

Tabla 6

Fundamentos técnicos y buenas prácticas aplicadas al proyecto

Marco / Estándar	Definición Conceptual	Aplicabilidad en el Proyecto HCI	Aporte al Proyecto
ISO 22301 (BCM)	Marco para la gestión de la continuidad y resiliencia.	Definición de métricas de recuperación (RTO/RPO) y BIA.	Estructura la estrategia de recuperación de servicios críticos.
Gestión de Riesgos según PMI	Metodología para la identificación, análisis, respuesta y monitoreo de riesgos.	Aplicación de prácticas de gestión de riesgos del proyecto	Base para el diseño del plan de gestión de riesgos y mitigación.
Arquitectura HCI	Modelo de consolidación de recursos mediante software.	Infraestructura de alta disponibilidad y redundancia nativa.	Justifica la solución técnica ante brechas de seguridad previas.
Métricas RTO/RPO	Objetivos de tiempo y punto de recuperación de datos.	Parámetros de configuración para snapshots y replicación.	Garantiza la integridad y disponibilidad de la data institucional.
Defensa en Profundidad	Estrategia de seguridad por capas independientes.	Microsegmentación de red nativa en la solución HCI.	Evita el movimiento lateral de virus y ransomware en la red.
ISO/IEC 27001	Estándar para sistemas de gestión de seguridad (SGSI).	Definición de controles de acceso y auditoría de datos.	Proporciona un marco de cumplimiento legal para el sector público.
Inmutabilidad de Datos	Capacidad de proteger respaldos contra alteraciones.	Configuración de snapshots inmutables en el pool de discos.	Garantiza la recuperación de datos ante intentos de cifrado.
NIST Framework	Marco de funciones para la gestión de ciberseguridad.	Protocolos de detección y respuesta ante incidentes (CSIRT).	Sistematiza las acciones técnicas tras un ataque cibernético.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en ISO 22301 (2019), ISO/IEC 27001 (2022), NIST (2018) y Project Management Institute (2021).

La integración de estos marcos y buenas prácticas permite establecer una relación directa entre la continuidad operativa, la gestión de riesgos, la seguridad de la información y la resiliencia tecnológica. En conjunto, proporcionan el sustento teórico necesario para orientar la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) capaz de fortalecer la protección de la información institucional y la continuidad de los servicios críticos del MVCS.

3 Marco Metodológico

El presente capítulo establece el fundamento metodológico que orientó el desarrollo del proyecto de investigación. La finalidad de este apartado fue garantizar la coherencia entre los objetivos propuestos, las fuentes de información consultadas, los métodos aplicados y los entregables obtenidos. El marco metodológico proporcionó el rigor necesario para que el diseño del plan de gestión respondiera de forma efectiva a las necesidades identificadas en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

Según Hernández-Sampieri et al. (2014), la investigación se fundamentó en un enfoque cualitativo, ya que permitió comprender el fenómeno de la disponibilidad tecnológica desde la perspectiva de los actores involucrados y las dinámicas institucionales, facilitando la interpretación de los requisitos técnicos y operativos necesarios para la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI). La investigación fue de tipo descriptiva, debido a que caracterizó la situación actual de los servicios críticos y el impacto de los incidentes de ciberseguridad registrados en la institución. Asimismo, incorpora un componente propositivo orientado al diseño de una solución práctica que contribuya al fortalecimiento de la resiliencia operativa del MVCS.

3.1 Fuentes de información

Las fuentes de información constituyen el sustento documental y empírico utilizado para el desarrollo del presente trabajo de investigación. Según Hernández-Sampieri et al. (2014), las fuentes de información corresponden a los diferentes documentos, registros y recursos que proporcionan datos útiles para generar conocimiento, clasificándose principalmente en fuentes primarias y fuentes secundarias. La adecuada selección de estas fuentes contribuye a garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

De acuerdo con Díaz Carrillo (2019), en el ámbito de la gestión tecnológica del sector público, las fuentes de información incluyen tanto documentación normativa como información

técnica institucional utilizada para evaluar la continuidad operativa y la resiliencia de los servicios. Para el presente proyecto, estas fuentes permiten comprender la situación actual del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), identificar necesidades tecnológicas y sustentar el diseño del plan de gestión orientado a la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI).

La combinación de fuentes primarias y secundarias permite integrar evidencia institucional con fundamentos teóricos y metodológicos relacionados con la dirección de proyectos, la continuidad operativa y la infraestructura tecnológica. Esta articulación facilita la elaboración de una propuesta sustentada en información verificable y alineada con los objetivos definidos para el proyecto (Hernández-Sampieri et al., 2014).

La Tabla 7 presenta la clasificación de las fuentes de información utilizadas para el desarrollo del proyecto.

Tabla 7

Clasificación de las fuentes de información para el proyecto del MVCS.

Tipo de Fuente	Descripción (Hernández-Sampieri et al., 2014)	Aplicación al Proyecto HCI Díaz Carrillo, (2019)
Primaria	Información original recolectada directamente en el contexto de estudio.	Datos obtenidos de la OGEI, reportes internos de incidentes de seguridad y registros técnicos.
Secundaria	Información reprocesada, compilada o de sustento bibliográfico previo.	Guía del PMBOK, normas ISO 21502, PEI 2024-2030 y tesis sobre arquitectura hiperconvergente.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en los criterios de Hernández-Sampieri, (2014) y Díaz Carrillo, (2019).

3.1.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias corresponden a información obtenida directamente del contexto de estudio y constituyen una base importante para el desarrollo de la investigación. Según Hernández-Sampieri et al. (2014), este tipo de fuentes proporciona información original de primera mano, generada antes de cualquier proceso de interpretación o análisis por parte de terceros. Entre ellas se incluyen documentos institucionales, informes técnicos, registros operativos, observaciones y testimonios de las personas involucradas en el fenómeno estudiado.

De acuerdo con Díaz Carrillo (2019), en proyectos relacionados con infraestructura tecnológica y continuidad operativa, las fuentes primarias permiten comprender las condiciones reales de funcionamiento de los servicios y facilitan la identificación de necesidades específicas de la organización. Su utilización contribuye a fundamentar las decisiones relacionadas con la planificación y diseño de soluciones tecnológicas.

En el presente proyecto, las fuentes primarias permitieron recopilar información relacionada con la situación actual de los servicios tecnológicos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), así como identificar requerimientos asociados a la disponibilidad, recuperación y continuidad operativa de los servicios críticos.

Las fuentes primarias utilizadas estuvieron conformadas por documentación técnica interna del MVCS, antecedentes documentados relacionados con incidentes de seguridad, registros operativos, inventarios tecnológicos y documentación generada por la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI). Asimismo, se consideraron los antecedentes técnicos relacionados con la operación de la infraestructura tecnológica y los requerimientos identificados por las áreas responsables de los servicios institucionales.

La información obtenida mediante estas fuentes permitió caracterizar el entorno tecnológico actual, identificar las principales necesidades de continuidad operativa y disponer de insumos para la elaboración de los planes de gestión desarrollados en el presente trabajo.

3.1.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias corresponden a documentos que presentan información previamente analizada, interpretada o procesada a partir de fuentes primarias. Según Hernández-Sampieri et al. (2014), estas fuentes facilitan el acceso al conocimiento existente sobre un tema y proporcionan marcos conceptuales, metodológicos y técnicos que sirven de apoyo al proceso de investigación.

De acuerdo con García Sánchez (2024), las fuentes secundarias desempeñan un papel importante en los proyectos de infraestructura tecnológica debido a que permiten incorporar experiencias previas, estándares internacionales y buenas prácticas aplicables al contexto de estudio. Asimismo, facilitan la comparación entre la situación actual de una organización y los enfoques utilizados en otros entornos similares.

Para el presente proyecto, las fuentes secundarias proporcionaron el sustento conceptual relacionado con la dirección de proyectos, la continuidad operativa, la gestión de riesgos, la seguridad de la información y las arquitecturas hiperconvergentes. Su utilización permitió fundamentar técnicamente la propuesta de solución y respaldar las decisiones metodológicas adoptadas durante la investigación.

Las principales fuentes secundarias utilizadas estuvieron conformadas por la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMI, 2021), la Guía Práctica de Grupos de Procesos (PMI, 2023), la norma ISO 21502:2020 (ISO, 2020), la norma ISO 22301, la norma ISO/IEC 27001, (2022), el Plan Estratégico Institucional (PEI) 2024-2030 del MVCS y diversas

investigaciones relacionadas con continuidad operativa, resiliencia tecnológica e infraestructura hiperconvergente.

Asimismo, se utilizaron los trabajos desarrollados por Correa Salazar (2019), Díaz Carrillo (2019), Reyes Vargas (2019), Garcia Sánchez (2024) y Miñamo León & Pilco Apaza (2019), los cuales aportaron fundamentos para la gestión de riesgos, la continuidad de negocio, la resiliencia tecnológica y la justificación de la infraestructura hiperconvergente como alternativa para fortalecer la disponibilidad de los servicios críticos institucionales.

La Tabla 8 presenta las principales fuentes secundarias consideradas y sus aportes al desarrollo del presente proyecto.

Tabla 8

Fuentes secundarias y sus aportes estratégicos al diseño del plan de gestión del proyecto.

Fuente Secundaria	Autor o Institución	Contribución al Proyecto del MVCS
Metodología de la Investigación	Hernández-Sampieri et al. (2014)	Fundamentación de los métodos cualitativos y descriptivos aplicados.
Guía del PMBOK y Grupos de Procesos	PMI (2021, 2023)	Estructura de los dominios de desempeño y procesos operativos de gestión.
Diseño de Plan de Continuidad	Correa Salazar (2019)	Insumos para la matriz de riesgos técnica y estándares de recuperación.
Optimización y Resiliencia Operativa	Díaz Carrillo (2019)	Estructura detallada para la planificación de respuesta a riesgos institucionales.
Respaldo Integral y Continuidad	Garcia Sánchez (2024)	Prácticas de calidad y recuperación ante desastres en arquitecturas HCI.
Esquema de Plan de Negocios (BCP)	Miñamo León y Pilco Apaza (2019)	Justificación de la inversión basada en la sostenibilidad y validación de activos.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en la investigación bibliográfica realizada.

3.2 Métodos de Investigación y estrategias lógicas de razonamiento

Los métodos de investigación y las estrategias lógicas de razonamiento constituyen elementos metodológicos que orientan el desarrollo del proceso de investigación. Según Hernández-Sampieri et al. (2014), los métodos de investigación corresponden a procedimientos sistemáticos y estructurados que permiten obtener conocimiento mediante la recopilación, análisis e interpretación de información. Por su parte, Reyes Vargas (2019) señala que las estrategias lógicas de razonamiento representan procesos intelectuales utilizados para analizar datos, formular conclusiones y relacionar la evidencia obtenida con los fundamentos teóricos del estudio. La utilización conjunta de estos elementos permite asegurar coherencia entre el diagnóstico realizado y la propuesta desarrollada para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

La diferencia entre ambos conceptos radica en su función dentro de la investigación. Mientras los métodos de investigación establecen los procedimientos utilizados para recolectar y analizar información, las estrategias lógicas de razonamiento permiten interpretar dicha información y construir argumentos que respalden los hallazgos obtenidos. En el presente trabajo, esta complementariedad facilita la comprensión de la situación tecnológica del MVCS y la formulación de un plan de gestión orientado a la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) para fortalecer la continuidad de los servicios críticos institucionales (Hernández-Sampieri et al., 2014; Reyes Vargas, 2019).

El proyecto se desarrolla bajo un enfoque cualitativo. De acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2014), este enfoque permite comprender fenómenos complejos a partir de la interpretación de contextos, procesos y situaciones específicas. Su aplicación resulta pertinente debido a que la investigación busca analizar las condiciones operativas y tecnológicas del MVCS, identificando necesidades y requisitos asociados a la continuidad de los servicios críticos.

Respecto al alcance, la investigación es de tipo descriptiva. Según Hernández-Sampieri et al. , (2014), este tipo de estudios tiene como finalidad caracterizar las propiedades y condiciones de un fenómeno determinado. En este caso, se describe la situación actual de la infraestructura tecnológica institucional, las limitaciones identificadas y los factores que afectan la continuidad operativa. Asimismo, la investigación incorpora un componente propositivo orientado al diseño de una solución, debido a que no solo analiza la realidad observada, sino que propone una solución orientada a contribuir al fortalecimiento de la resiliencia tecnológica de la organización (Díaz Carrillo, 2019).

En esta investigación se emplean las estrategias lógicas de razonamiento analítico-sintética, inductiva y deductiva. De acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2014), estas estrategias permiten procesar e interpretar la información recopilada para generar conclusiones y propuestas fundamentadas. Su aplicación facilita el análisis de la situación tecnológica del MVCS y contribuye a la formulación de una solución alineada con las necesidades identificadas. A continuación, se describe la finalidad de cada estrategia y su aplicación en el desarrollo de los objetivos del proyecto.

3.2.1 Analítico-sintético

La estrategia analítico-sintética constituye una forma de razonamiento utilizada para comprender fenómenos complejos mediante la descomposición y posterior integración de sus componentes. Según Hernández-Sampieri et al. , (2014), el análisis consiste en dividir un fenómeno en sus partes para estudiar sus características y relaciones, mientras que la síntesis permite integrar esos elementos para obtener una comprensión global del objeto de estudio. De acuerdo con Reyes Vargas (2019), esta estrategia resulta especialmente útil en proyectos de modernización tecnológica, debido a que facilita el estudio individual de los componentes que conforman una infraestructura tecnológica.

La finalidad de esta estrategia en el presente proyecto consiste en analizar los elementos que conforman la infraestructura actual del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) para identificar limitaciones, vulnerabilidades y oportunidades de mejora. Posteriormente, mediante la síntesis, los hallazgos identificados son integrados en una propuesta orientada a fortalecer la continuidad de los servicios críticos mediante una Infraestructura Hiperconvergente (HCI).

La aplicación de esta estrategia se evidencia en el diagnóstico de la infraestructura tecnológica institucional y en la formulación de la propuesta de solución. El análisis permite evaluar de forma independiente los componentes de procesamiento, almacenamiento, redes y continuidad operativa; mientras que la síntesis facilita la integración de estos resultados en un plan de gestión alineado con los objetivos del proyecto y las necesidades identificadas por la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) (Hernández-Sampieri et al., 2014; Reyes Vargas, 2019).

3.2.2 Deducción

La deducción constituye una estrategia lógica de razonamiento que permite aplicar principios, teorías o conocimientos generales para explicar situaciones particulares. Según Hernández-Sampieri et al. , (2014), el razonamiento deductivo parte de fundamentos teóricos previamente establecidos para llegar a conclusiones específicas sobre un fenómeno determinado. De acuerdo con Díaz Carrillo (2019), esta estrategia facilita la adaptación de estándares internacionales a contextos organizacionales concretos.

La finalidad de esta estrategia en el presente proyecto consiste en aplicar los principios y buenas prácticas de dirección de proyectos, continuidad operativa y resiliencia tecnológica al contexto específico del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). Su

utilización permite relacionar los marcos conceptuales revisados con las necesidades identificadas durante el diagnóstico institucional.

La deducción se emplea para trasladar los lineamientos del Project Management Institute (PMI), las normas de continuidad y las buenas prácticas de gestión tecnológica hacia el diseño del plan de gestión propuesto. A partir de estos fundamentos, se definen procedimientos, entregables y mecanismos de control alineados con los objetivos del proyecto y con las condiciones particulares de la infraestructura tecnológica del MVCS (Díaz Carrillo, 2019; PMI, 2021).

3.2.3 Inducción

La inducción es una estrategia lógica de razonamiento que permite formular conclusiones generales a partir del análisis de situaciones particulares. Según Hernández-Sampieri et al. , (2014), este tipo de razonamiento se basa en la observación de hechos específicos para identificar patrones, comportamientos o tendencias que faciliten la generación de conclusiones más amplias. Por su parte, Correa Salazar (2019) señala que esta estrategia resulta especialmente útil en procesos orientados al fortalecimiento de la continuidad operativa y la resiliencia organizacional.

La finalidad de la inducción en este proyecto consiste en extraer aprendizajes a partir de los antecedentes tecnológicos, incidentes de ciberseguridad y condiciones operativas observadas en el MVCS. Estos elementos permiten comprender las necesidades institucionales y fundamentar la propuesta de mejora tecnológica planteada.

La estrategia inductiva se aplica mediante el análisis de los eventos registrados en la infraestructura tecnológica del ministerio, identificando patrones asociados a la disponibilidad de los servicios, los mecanismos de recuperación y las limitaciones de la infraestructura actual. A partir de estas observaciones, se formulan conclusiones que respaldan la adopción de una

Infraestructura Hiperconvergente (HCI) como alternativa para fortalecer la continuidad operativa y mejorar la capacidad de recuperación de los servicios críticos institucionales (Correa Salazar, 2019; Hernández-Sampieri et al., 2014).

3.3 Herramientas

Las herramientas de dirección de proyectos constituyen los instrumentos metodológicos utilizados para organizar, analizar y transformar la información recopilada en los diferentes entregables desarrollados durante la investigación. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), las herramientas permiten apoyar la ejecución de actividades y facilitar la obtención de resultados alineados con los objetivos del proyecto. En este trabajo, las herramientas seleccionadas contribuyeron al diseño del plan de gestión para la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a fortalecer la continuidad de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

Las herramientas utilizadas se seleccionaron considerando la naturaleza del proyecto, la información disponible y los requerimientos establecidos por la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI). Su aplicación permitió estructurar el análisis de la situación actual, definir los entregables de gestión y fundamentar técnicamente la propuesta desarrollada.

A continuación, se describen las principales herramientas utilizadas:

- **Análisis documental:** Revisión de los Términos de Referencia (TDR), documentación técnica institucional, normativa aplicable y documentación relacionada con la infraestructura tecnológica actual.
- **Revisión de requerimientos:** Identificación y análisis de las necesidades funcionales y no funcionales definidas para la solución propuesta.
- **Reuniones de trabajo:** Sesiones de coordinación para la validación de información, alcance y requerimientos del proyecto.

- Descomposición (EDT/WBS): Utilizada para estructurar el alcance del proyecto en paquetes de trabajo gestionables.
- Matriz RACI: Utilizada para definir roles y responsabilidades asociados a los principales entregables.
- Estimación analógica y paramétrica: Empleadas para la elaboración de estimaciones relacionadas con cronograma y costos.
- PMIS: Utilizado para el registro, organización, control documental y seguimiento de las actividades y entregables del proyecto.
- Categorización de riesgos (RBS): Utilizada para clasificar las fuentes de riesgo identificadas durante el análisis.
- Tecnología de la comunicación: Herramientas colaborativas empleadas para el intercambio de información y gestión documental.
- Informes de desempeño: Utilizados para consolidar información de seguimiento y control.
- Lecciones aprendidas: Empleadas para documentar conocimientos y recomendaciones aplicables a iniciativas futuras.

A continuación, se presenta la tabla 9, que resume la aplicación de estas herramientas y sus resultados.

Tabla 9

Relación de herramientas aplicadas

Herramienta	Uso en el Proyecto	Resultado / Entregable
Análisis documental	Revisión de TDR, normativa y documentación técnica.	Definición del alcance y objetivos.
Revisión de requerimientos	Análisis de necesidades de continuidad y disponibilidad.	Requerimientos funcionales y no funcionales.

Herramienta	Uso en el Proyecto	Resultado / Entregable
Reuniones de trabajo	Validación de requerimientos y alcance.	Alineamiento de expectativas.
EDT / WBS	Descomposición del alcance.	Estructura de Desglose del Trabajo.
Matriz RACI	Definición de roles y responsabilidades.	Matriz de responsabilidades.
Estimación analógica	Estimación inicial de costos y tiempos.	Cronograma y presupuesto preliminar.
Estimación paramétrica	Ajuste de estimaciones según parámetros técnicos.	Costos y duración estimada.
RBS	Clasificación de riesgos.	Registro de riesgos.
PMIS	Organización y seguimiento de información.	Control documental.
Informes de desempeño	Consolidación de resultados.	Reportes de seguimiento.
Lecciones aprendidas	Registro de experiencias y recomendaciones.	Base de conocimiento del proyecto.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en la *Guía práctica de grupos de procesos* (PMI, 2023) y la investigación de (García Sánchez, 2024).

3.4 Supuestos y restricciones

Los supuestos y las restricciones constituyen factores que influyen en la planificación y desarrollo de un proyecto. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2021), un supuesto corresponde a una condición considerada verdadera, real o cierta para fines de planificación, aun cuando no exista evidencia completa que permita confirmarla. Por su parte, una restricción es un factor limitante que condiciona la ejecución del proyecto o de alguno de sus procesos. Según García Sánchez (2024), en proyectos de infraestructura hiperconvergente, la identificación de estos elementos permite gestionar la incertidumbre y adaptar el diseño técnico a las condiciones reales de la organización.

La importancia de estos conceptos para el presente proyecto radica en que proporcionan un marco de referencia para la planificación y el desarrollo de la propuesta. La identificación de los supuestos permite establecer condiciones de trabajo consideradas válidas durante el proceso de investigación, mientras que el reconocimiento de las restricciones contribuye a definir los límites dentro de los cuales debe desarrollarse la solución propuesta para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). De esta forma, se favorece la viabilidad técnica y metodológica del proyecto (PMI, 2021; Garcia Sánchez, 2024).

Asimismo, es importante distinguir las restricciones de otros conceptos relacionados. Mientras las restricciones representan factores que pueden afectar el cumplimiento de los objetivos del proyecto, las limitaciones y exclusiones delimitan el alcance de la investigación y establecen aquello que no forma parte del estudio, sin afectar necesariamente la posibilidad de alcanzar los resultados esperados (Correa Salazar, 2019).

3.4.1 Descripción de supuestos y efectos obtenidos

Para el desarrollo del presente proyecto se consideraron los siguientes supuestos:

- Disponibilidad de información técnica de la OGEI: Se asumió la disponibilidad de inventarios tecnológicos, documentación técnica y registros operativos necesarios para realizar el análisis de la infraestructura actual. Como efecto, se obtuvo información suficiente para el diagnóstico y dimensionamiento conceptual de la solución propuesta.
- Participación de los interesados clave: Se asumió la colaboración de las áreas involucradas en la validación de requerimientos y revisión de los entregables. Como efecto, fue posible alinear la propuesta con las necesidades institucionales identificadas.
- Vigencia del marco estratégico institucional: Se asumió la continuidad de los lineamientos establecidos en el Plan Estratégico Institucional (PEI) 2024-2030 del MVCS.

Como efecto, se garantizó la alineación entre la propuesta tecnológica y los objetivos institucionales de modernización y transformación digital.

- Disponibilidad de documentación técnica de fabricantes: Se asumió el acceso a documentación, especificaciones y guías técnicas relacionadas con las tecnologías consideradas para la solución HCI. Como efecto, se contó con información de referencia para el diseño conceptual de la infraestructura propuesta.
- Disponibilidad de registros históricos de incidentes: Se asumió la existencia de información relacionada con eventos de ciberseguridad y disponibilidad de servicios ocurridos en la institución. Como efecto, fue posible identificar riesgos y necesidades asociadas a la continuidad operativa.
- Disponibilidad del personal técnico para la validación de información: Se asumió la participación del personal técnico responsable de la infraestructura tecnológica durante las actividades de análisis y revisión de la propuesta. Como efecto, se obtuvo retroalimentación relacionada con los requerimientos técnicos y operativos considerados en el diseño del plan de gestión.

3.4.2 Descripción de restricciones y efectos obtenidos

Para el desarrollo del presente proyecto se identificaron las siguientes restricciones:

- Calendario académico: El desarrollo del proyecto estuvo sujeto a los plazos establecidos para la elaboración y entrega del Proyecto Final de Graduación (PFG). Como efecto, el trabajo se enfocó en el diseño y planificación de la solución propuesta, sin contemplar su implementación física.
- Inexistencia de un entorno de pruebas: La organización no dispuso de una infraestructura independiente para realizar pruebas de concepto o validaciones operativas de la

solución propuesta. Como efecto, el diseño técnico se sustentó en documentación especializada, buenas prácticas y especificaciones proporcionadas por los fabricantes.

- Cumplimiento de lineamientos de transformación digital y seguridad de la información: La propuesta debió alinearse a la normativa y lineamientos aplicables a las entidades públicas peruanas. Como efecto, determinadas alternativas de diseño fueron evaluadas considerando los requerimientos de seguridad y gobernanza vigentes.
- Restricciones presupuestarias: El diseño de la solución estuvo condicionado por las limitaciones presupuestarias propias de las entidades públicas. Como efecto, se consideró una arquitectura escalable que pudiera adaptarse a futuras necesidades y disponibilidades financieras.
- Disponibilidad y actualización de información técnica de sistemas existentes: Parte de la información requerida para el análisis dependió de la existencia y actualización de documentación relacionada con la infraestructura actual del MVCS. Como efecto, fue necesario validar y complementar la información disponible durante el proceso de investigación.
- Confidencialidad de la información institucional: El acceso a determinados datos técnicos y de seguridad estuvo sujeto a políticas internas de protección de la información. Como efecto, algunos elementos sensibles fueron tratados de manera referencial o anonimizada dentro de la documentación del proyecto.

A continuación, se presenta la Tabla 10, la cual sintetiza la relación intrínseca entre los supuestos, las restricciones y los cuatro objetivos específicos que rigen el presente trabajo de investigación.

Tabla 10

Supuestos y restricciones vinculadas a los objetivos específicos del proyecto

Objetivo Específico	Supuestos	Restricciones
1. Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y la identificación de los involucrados.	Participación de los interesados clave para la validación del alcance y objetivos.	Disponibilidad de tiempo de los interesados para la revisión de la documentación.
2. Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.	Disponibilidad de información técnica e histórica para el análisis del proyecto.	Cumplimiento de los plazos establecidos para el desarrollo del PFG.
3. Recomendar procedimientos, técnicas y herramientas aplicables al grupo de procesos de ejecución, que aseguren la implementación efectiva de la plataforma hiperconvergente y contribuyan al fortalecimiento de la disponibilidad tecnológica del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.	Disponibilidad de documentación técnica de fabricantes y referencias especializadas.	Ausencia de un entorno de pruebas para validar físicamente la solución.
4. Establecer procedimientos, técnicas y herramientas para los grupos de procesos de monitoreo, control y cierre, con el fin de identificar desviaciones respecto a las líneas base, aplicar acciones correctivas y asegurar el cierre ordenado del proyecto.	Disponibilidad de personal técnico para validar requerimientos y recomendaciones.	Cumplimiento de las políticas institucionales de seguridad y confidencialidad.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en la investigación realizada y los lineamientos del PMI (2021).

3.5 Entregables

Los entregables constituyen los productos, resultados o documentos generados durante el desarrollo del proyecto y permiten evidenciar el cumplimiento de los objetivos establecidos. De acuerdo con el Project Management Institute, (2021), un entregable se define como cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio único y verificable que se

produce para completar un proceso, una fase o un proyecto. Por su parte, García Sánchez (2024) señala que, en proyectos de infraestructura tecnológica, los entregables representan la evidencia documental y técnica que respalda el cumplimiento de los requerimientos definidos para la solución propuesta.

La importancia de los entregables en el presente trabajo radica en que permiten materializar el diseño del plan de gestión para la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a fortalecer la continuidad de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). Asimismo, facilitan la trazabilidad entre la problemática identificada, los objetivos definidos y los resultados esperados del proyecto (PMI, 2021; Garcia Sánchez, 2024).

A continuación, la Tabla 11 presenta los principales entregables desarrollados en correspondencia con cada uno de los objetivos específicos del proyecto.

Tabla 11

Entregables del proyecto según objetivos específicos.

Objetivos	Entregables
1. Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y la identificación de los involucrados.	✓ Diagnóstico de infraestructura actual (silos de TI). ✓ Acta de Constitución del proyecto. ✓ Análisis de Interesados. ✓ Listado validado de entregables.
2. Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.	✓ Plan de Gestión del Proyecto consolidado. ✓ Líneas Base: Cronograma (EDT) y presupuesto para la tecnología HCI.
3. Recomendar procedimientos, técnicas y herramientas aplicables al grupo de procesos de ejecución, que aseguren la implementación efectiva de la plataforma hiperconvergente y contribuyan al fortalecimiento de la disponibilidad tecnológica del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.	✓ Guía de instalación y configuración HCI. ✓ Procedimiento de migración de servicios. ✓ Procedimientos de pruebas técnicas y validación. ✓ Plan de Gestión del Conocimiento y transferencia tecnológica

Objetivos	Entregables
	✓ Procedimientos para adquisición de infraestructura.
4. Establecer procedimientos, técnicas y herramientas para los grupos de procesos de monitoreo, control y cierre, con el fin de identificar desviaciones respecto a las líneas base, aplicar acciones correctivas y asegurar el cierre ordenado del proyecto.	✓ Guía de monitoreo de líneas base. ✓ Tableros de control (KPIs) de disponibilidad. ✓ Sistema de Control de Cambios. ✓ Informe de desempeño y cumplimiento. ✓ Informe de Lecciones Aprendidas.

Nota. Elaboración propia (2026). La tabla muestra los entregables del proyecto, en correspondencia con cada objetivo.

4 Desarrollo

El desarrollo de este capítulo se plantea como un análisis crítico y aplicado de la dirección de proyectos sobre una necesidad de tecnologías de la información (TI) impostergable en el sector público peruano. El diseño del plan de gestión para la infraestructura hiperconvergente (HCI) orientada a la continuidad de servicios críticos en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) exige articular dos dimensiones que suelen operar en conflicto en el aparato estatal: la rigidez de la normativa gubernamental de la administración pública y la agilidad operativa que demanda la seguridad y la continuidad de la información en escenarios de alta criticidad.

Para resolver esta brecha, el marco operativo de esta propuesta se construye cruzando la gobernanza y el control analítico de líneas base que aporta la Guía Práctica de Grupos de Procesos (PMI, 2023) con el enfoque integrador de entrega de valor de la Guía del PMBOK (PMI, 2021). No obstante, un proyecto estatal en el contexto contemporáneo global y local no puede limitarse a la triple restricción tradicional de alcance, tiempo y costo. La infraestructura centralizada de un centro de datos gubernamental posee un impacto directo en el consumo energético, la eficiencia de recursos y la resiliencia institucional; por ello, este plan asimila de forma transversal el Estándar P5 para la Sostenibilidad en la Dirección de Proyectos (GPM Global, 2023), asegurando que la actualización tecnológica del MVCS responda a criterios de eficiencia económica, responsabilidad social de cara al ciudadano y minimización del impacto ambiental.

4.1 Desarrollo del Objetivo Específico 1

Objetivo: Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y la identificación de los involucrados.

El desarrollo del grupo de procesos de inicio constituye la base para la definición formal del proyecto y la alineación de sus objetivos con las necesidades institucionales identificadas. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), estos procesos permiten establecer las condiciones iniciales para la dirección del proyecto, identificar a los interesados relevantes y definir una visión compartida sobre los resultados esperados. En el presente trabajo, esta etapa se orienta a fundamentar la propuesta de implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) para fortalecer la continuidad de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

4.1.1 Gestión de inicio del proyecto

La gestión de inicio tiene como finalidad establecer los elementos necesarios para autorizar formalmente el proyecto y definir los actores involucrados en su desarrollo. Desde la perspectiva de la dirección de proyectos, esta etapa permite comprender el contexto organizacional, justificar la necesidad de la iniciativa y obtener una visión general de los requerimientos institucionales que darán origen al plan de gestión (PMI, 2023). En este sentido, el desarrollo de los procesos de inicio proporciona el fundamento para la posterior elaboración de los planes asociados a alcance, cronograma, costos, riesgos y demás componentes de la gestión del proyecto.

4.1.1.1 Diagnóstico de Infraestructura actual

La infraestructura tecnológica del centro de datos principal del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) se encuentra basada en una arquitectura tradicional de tres capas, donde los recursos de procesamiento, almacenamiento y redes son administrados de forma independiente. La gestión de este entorno se encuentra a cargo de la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI), a través de la Oficina de Tecnologías de la Información, responsable de la administración de la infraestructura tecnológica institucional.

La arquitectura actual se encuentra conformada por los siguientes componentes:

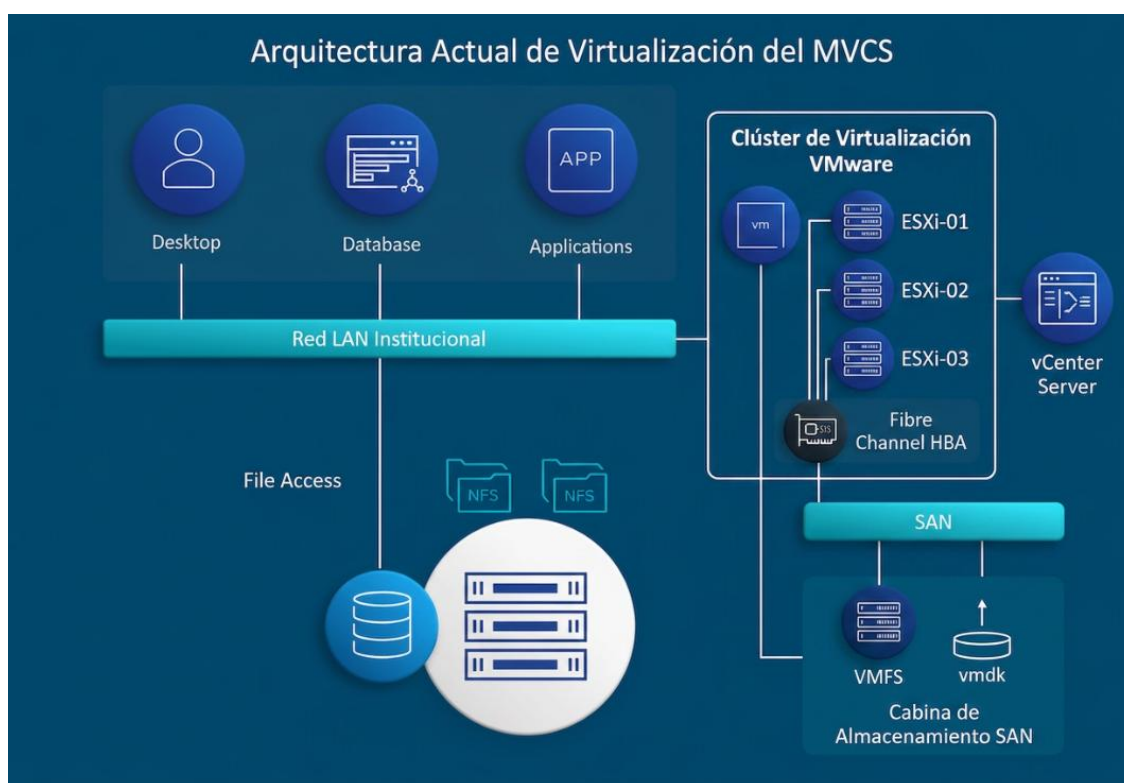
- Capa de procesamiento (Cómputo): Integrada por servidores físicos de arquitectura x86 que soportan la plataforma de virtualización y las principales cargas de trabajo institucionales. Sobre esta infraestructura se ejecutan servicios asociados a bases de datos, aplicaciones de gestión interna y plataformas orientadas a la atención de la ciudadanía.
- Capa de red de área local (LAN): Constituida por los dispositivos de conmutación responsables de la conectividad entre usuarios, aplicaciones y servicios institucionales. Esta capa permite el intercambio de información entre las diferentes áreas del ministerio y los sistemas alojados en el centro de datos.
- Capa de red de almacenamiento (Storage Area Network – SAN): Infraestructura dedicada al transporte de datos entre los servidores y los sistemas de almacenamiento, utilizando tecnologías especializadas orientadas a la transferencia de información de alto rendimiento.
- Capa de almacenamiento centralizado: Conformada por cabinas y arreglos de discos compartidos que proporcionan capacidad de almacenamiento a los entornos virtualizados y a los servicios institucionales alojados en el centro de datos.

Desde la perspectiva de la generación de valor organizacional propuesta por el PMI (2021), esta arquitectura presenta desafíos asociados a la administración independiente de cada componente tecnológico, lo que incrementa la complejidad operativa y la necesidad de herramientas especializadas para la gestión y monitoreo de la infraestructura. Asimismo, los procesos de escalabilidad, mantenimiento e integración tecnológica requieren esfuerzos adicionales de coordinación, lo que puede afectar la capacidad de respuesta ante nuevas necesidades institucionales o eventos que comprometan la continuidad operativa.

Como consecuencia, la infraestructura actual presenta características que limitan la flexibilidad, la simplicidad administrativa y la capacidad de recuperación requerida por los servicios críticos del ministerio. Este diagnóstico constituye el punto de partida para la propuesta de implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI), orientada a consolidar recursos tecnológicos, simplificar la administración y fortalecer la continuidad de los servicios institucionales.

Figura 6

Topología de la infraestructura tecnológica actual del MVCS



Nota. Elaboración propia. Representación esquemática de la infraestructura tecnológica actual del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), incluyendo los componentes de red LAN, virtualización VMware y almacenamiento SAN utilizados en el centro de datos institucional.

Como se observa en la Figura 6, la infraestructura tecnológica actual del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento presenta una arquitectura compuesta por múltiples dominios de infraestructura administrados de manera independiente. El flujo operativo de los servicios institucionales requiere la interacción entre las capas de red, procesamiento y almacenamiento, las cuales dependen de diferentes componentes tecnológicos para garantizar la disponibilidad de los servicios.

Asimismo, la existencia de redes especializadas para almacenamiento y de plataformas de administración separadas incrementa la complejidad operativa de las actividades de monitoreo, mantenimiento y gestión de cambios. Esta situación demanda una coordinación permanente entre los distintos componentes de la infraestructura para asegurar la continuidad de los servicios tecnológicos institucionales.

Desde la perspectiva de la generación de valor organizacional propuesta por el PMI (2021), la administración de componentes distribuidos en diferentes plataformas puede representar desafíos relacionados con la escalabilidad, la integración tecnológica y la gestión de la disponibilidad de los servicios. En este contexto, la arquitectura mostrada en la Figura 6 permite identificar oportunidades de mejora orientadas a simplificar la administración de los recursos tecnológicos y fortalecer la capacidad de recuperación ante incidentes.

Este diagnóstico justifica la propuesta de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI), la cual permite integrar capacidades de procesamiento, almacenamiento y virtualización dentro de una plataforma unificada definida por software. Esta característica contribuye a reducir la complejidad operativa, mejorar la administración de los recursos tecnológicos y fortalecer la continuidad de los servicios críticos del MVCS.

4.1.1.2 Acta de Constitución del Proyecto (Project Charter)

El Acta de Constitución del Proyecto constituye el instrumento de gobernanza formal que otorga la autoridad legal y operativa al gerente de proyectos para aplicar los recursos institucionales a las actividades de la iniciativa (Project Management Institute, 2023). En el contexto del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), este documento no representa un mero requisito administrativo, sino un acuerdo estratégico interinstitucional que alinea las prioridades de la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) con los objetivos nacionales de transformación digital y seguridad del Estado peruano.

- **Propósito y Justificación Institucional:** El propósito medular del proyecto es erradicar la vulnerabilidad estructural del centro de datos del MVCS mediante la transición de una arquitectura de tres capas hacia una plataforma hiperconvergente (HCI) definida por software. La justificación técnica e institucional es crítica e impostergable: los incidentes de ciberseguridad por vectores de *ransomware* sufridos por la entidad en octubre de 2023 y mayo de 2024 evidenciaron que la fragmentación operativa en silos, la ausencia de microsegmentación de red LAN y la falta de inmutabilidad en el almacenamiento físico impiden una recuperación rápida de los servicios ciudadanos. La adopción de HCI se fundamenta en la necesidad de garantizar la continuidad de plataformas nacionales de alto impacto social, como los sistemas de validación del programa de subsidios habitacionales "Techo Propio" y los registros de cobertura del sector saneamiento.
- **Alineación Estratégica y Objetivos del Proyecto:** El proyecto se vincula directamente con el Objetivo Estratégico Institucional (OEI) del MVCS orientado a modernizar la gestión pública mediante el uso intensivo de tecnologías confiables. Los objetivos específicos medibles del proyecto son:

- *Alcance:* Implementar una infraestructura hiperconvergente que permita la migración del 100% de las cargas de trabajo y bases de datos transaccionales de los servicios ciudadanos críticos sin pérdida de integridad de los datos.
- *Tiempo:* Concluir el diseño, adquisición, despliegue y transferencia técnica de la plataforma dentro del plazo establecido en el cronograma anualizado, antes del cierre del año fiscal regulado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- *Calidad:* Lograr una arquitectura con cero puntos únicos de fallo y tolerancia activa a la pérdida simultánea de nodos de procesamiento o discos, validada mediante protocolos de pruebas de estrés antes de la puesta en producción.
- **Criterios de Éxito del Proyecto:** Desde la perspectiva de entrega de valor de la *Guía del PMBOK* (PMI, 2021), el éxito se medirá bajo parámetros de alta disponibilidad operativa:
 - Reducción del Objetivo de Tiempo de Recuperación (RTO) a menos de dos horas ante contingencias críticas en los servicios de cómputo.
 - Reducción del Objetivo de Punto de Recuperación (RPO) a un estado óptimo de inmutabilidad de datos que no comprometa más de quince minutos de transacciones activas.
 - Obtención de la aceptación y conformidad técnica de los entregables del proyecto por parte del comité informático de la OGEI.
- **Supuestos del Proyecto:** De acuerdo con las directrices de la guía del PMI (2023), los supuestos claves considerados para la viabilidad de la planificación son:
 - Se asume la estabilidad de la asignación presupuestal asignada a la OGEI para proyectos de inversión en TI durante el presente ejercicio fiscal, sin recortes por contingencias macroeconómicas del gobierno central.

- Se asume que los principales fabricantes de tecnología hiperconvergente global mantienen canales estables de distribución y soporte de hardware en el Perú, garantizando los tiempos de entrega en terreno de los servidores de tipo Ready Nodes.
- **Restricciones del Proyecto:** El diseño de la solución está condicionado por limitantes severas propias del aparato estatal peruano:
 - *Restricción Normativa:* Todo el proceso de adquisición debe ceñirse estrictamente a los plazos, fases y mecanismos establecidos en la Ley No. 32069, Ley General de Contrataciones Públicas (OECE, 2024) lo que limita la posibilidad de realizar adquisiciones de manera inmediata.
 - *Restricción Operativa:* Las ventanas de mantenimiento e interrupción programada para los trabajos de migración lógica de servicios críticos están restringidas exclusivamente a horarios no hábiles (madrugadas y fines de semana) para no paralizar la atención al ciudadano a nivel nacional.
- **Riesgos Iniciales de Alto Nivel:** Evaluados bajo las buenas prácticas de gestión de riesgos propuestas por el Project Management Institute (2021):
 - Prolongación excesiva de los plazos de licitación pública debido a observaciones formuladas por los postores a los Términos de Referencia (TDR), lo que generaría un riesgo latente de perder la certificación presupuestal del año fiscal actual.
 - Resistencia al cambio o brecha de competencias técnicas en el personal de planta de la Oficina de Tecnología de la Información para operar y diagnosticar entornos definidos por software de manera inmediata.

Tabla 12

Acta de Constitución Formal del Proyecto (Project Charter) para la Implementación de HCI en el MVCS.

Acta de constitución del proyecto			
Proyecto:	Plan de Gestión para el Proyecto de Implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a la Continuidad de Servicios Críticos en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.		
Patrocinador:	Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) del MVCS / Alta Dirección del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.		
Director del proyecto:	Ingeniero de Raúl Alberto Falcón Vilchez		
Fecha inicio:	Firma de contrato	Fecha fin:	65 días después de la firma del contrato
Antecedentes			
La infraestructura tecnológica actual del MVCS basada en una arquitectura tradicional de tres capas (silos independientes de procesamiento, redes de almacenamiento SAN e IBM Storage antiguos) presenta limitaciones asociadas a su antigüedad tecnológica y a las necesidades actuales de continuidad operativa. La falta de centralización y la complejidad de la administración lógica dificultan la escalabilidad. Además, los incidentes y alertas críticas de seguridad digital post-evento (ataques por vectores de ransomware sufridos por la entidad en octubre de 2023 y mayo de 2024) evidencian la vulnerabilidad de la plataforma ante interrupciones, haciendo imperativa la modernización tecnológica del Data Center.			
Justificación		Beneficios clave	
La implementación de una solución de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) integrada con tecnologías líderes (vSphere 9.0, vSAN y respaldos inmutables con Veeam B&R) se justifica por la necesidad crítica de garantizar la Alta Disponibilidad (HA) y la resiliencia de los servicios gubernamentales. La magnitud de migrar sistemas transaccionales del Estado bajo normativas estrictas de la Ley No. 32069, Ley General de Contrataciones Públicas (OECE, 2024) introduce una alta incertidumbre técnica y operativa. Por ello, estructurar un plan de gestión integral es indispensable para mitigar riesgos de caídas del servicio y pérdida de datos.		1. Reducir costos y optimizar recursos: Consolidar el hardware en nodos unificados para disminuir el consumo energético, el espacio en los gabinetes del Data Center y los costos operativos de mantenimiento (OPEX). 2. Robustecer la Continuidad Operativa: Eliminar los puntos únicos de fallo lógicos y físicos mediante un almacenamiento definido por software (SDS) con tolerancia a fallos activa. 3. Minimizar tiempos de recuperación: Contribuir a la reducción de los niveles de RTO a menos de 2 horas y RPO a menos de 15 minutos ante contingencias catastróficas o ataques informáticos.	
Descripción del proyecto			
Este proyecto consiste en el diseño, desarrollo y despliegue del Plan de Dirección de Proyectos para la renovación tecnológica del Data Center del MVCS mediante la arquitectura HCI. Abarca desde el dimensionamiento técnico de los Ready Nodes, la instalación física en gabinetes, la configuración del hipervisor y la red lógica, hasta la migración controlada de las máquinas virtuales (VM) de producción. La planificación incluye de manera transversal un Plan de Gestión de Riesgos riguroso para anticipar y controlar eventos que afecten la transición de los servicios críticos sin impactar la atención al ciudadano.			
Definición de requisitos del proyecto			

El proyecto debe enfocarse estrictamente en la infraestructura del Data Center Principal del MVCS en Lima, estableciendo los enlaces de réplica para la continuidad del negocio. El core de la migración obligatoria comprende el 100% de las bases de datos y servidores lógicos que soportan plataformas críticas nacionales, como el sistema habitacional "Techo Propio" y los registros de saneamiento urbano y rural.

Un requisito técnico indispensable es el despliegue de almacenamiento inmutable para proteger los respaldos lógicos contra vectores de ataque por ransomware. Las ventanas de corte y migración deben ejecutarse obligatoriamente fuera del horario laboral administrativo (madrugadas y fines de semana) para asegurar un impacto operativo de cero. Adicionalmente, el hardware y licenciamiento deben ser completamente homologados y contar con soporte directo del fabricante por 36 meses.

Finalmente, el proyecto exige el cumplimiento normativo de la Ley de Contrataciones del Estado, la entrega de documentación técnica exhaustiva (diagramas de topología, matrices de direccionamiento, manuales de contingencia) y la transferencia de conocimiento formal mediante un programa de capacitación técnica de 12 horas para el equipo de ingenieros de planta de la OGEI.

Alcance General	Exclusiones
El proyecto busca dirigir la consolidación de la infraestructura del centro de datos del MVCS hacia una arquitectura hiperconvergente unificada, mediante la adquisición de nodos optimizados, mejoras en la conectividad del core de red (LAN/SAN lógicas) y la migración segura de entornos de cómputo y bases de datos transaccionales. Se enfoca en aprovechar las capacidades definidas por software para reducir el espacio físico y el consumo eléctrico, minimizando las brechas de disponibilidad ante incidentes.	Este proyecto no incluye modificaciones de obra civil o estructurales al edificio del Ministerio. Tampoco contempla la adquisición de nuevos sistemas de aire acondicionado de precisión, renovación de la acometida eléctrica principal del inmueble, ni soporte sobre cableado estructurado comercial de oficinas administrativas externas. Quedan fuera del alcance el desarrollo directo de nuevas aplicaciones web y la compra de hardware de marcas no homologadas en los Términos de Referencia (TDR).
Supuestos	Restricciones
• Se asume que las autoridades de la OGEI y los comités directivos del MVCS apoyarán y facilitarán los accesos y coordinaciones operativas durante las ventanas de migración. • Se espera contar con la disponibilidad oportuna y liberación de los recursos financieros y presupuestales previstos para el presente ejercicio fiscal. • Se supone que el personal técnico del ministerio participará activamente y aceptará las transferencias de conocimiento y nuevas metodologías operativas de la plataforma HCI. • Se da por sentado que la normativa gubernamental y las directrices de la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital (SeGDi) se mantendrán estables durante la ejecución. • Se asume que la red física y de fibra óptica actual del Ministerio puede soportar la velocidad de conmutación interna del clúster HCI sin requerir reestructuraciones mayores externas. • Se asume la continuidad institucional de los mandatos de la alta dirección del pliego, garantizando el respaldo al proyecto hasta el cierre de la fase de transferencia técnica.	• El proyecto deberá respetar los límites geográficos y lógicos establecidos, enfocándose únicamente en el centro de datos principal del MVCS en Lima. • El presupuesto asignado para el gasto de capital en tecnología es limitado y rígido, debiendo cubrir tanto el hardware como el licenciamiento corporativo sin adendas. • El plazo total para la ejecución e internamiento físico del equipamiento tecnológico está fuertemente condicionado por los periodos financieros del año fiscal. • Todas las acciones de adquisición, configuración y pruebas deben cumplir estrictamente con la Ley No. 32069, Ley General de Contrataciones Públicas (OECE, 2024) y normas vigentes. • La implementación exitosa dependerá de la coordinación efectiva entre el proveedor tecnológico adjudicado y el equipo técnico interno de la OGEI. • No se podrán realizar despliegues lógicos ni migraciones de datos fuera de las ventanas horarias nocturnas o fines de semana autorizados por la institución.
Entregables claves	Riesgos

• Informe diagnóstico detallado de la infraestructura de tres capas y redes segregadas actual del MVCS. • Plan de Dirección del Proyecto para la arquitectura hiperconvergente consolidada y aprobada. • Documentación técnica con matrices de direccionamiento, almacenamiento definido por software (SDS) y VLANs lógicas. • Proyecto ejecutivo de configuración, migración de servicios críticos e implementación de alta disponibilidad (HA) para la plataforma de cómputo virtualizada. • Informe de conformidad de las pruebas técnicas, funcionales, pruebas de estrés físico y simulación de fallos de nodos en producción. • Manuales técnicos de operación y contingencia frente a desastres o ataques de seguridad digital. • Acta de transferencia técnica e informe de capacitación presencial de 12 horas para el personal técnico de la OGEI. • Esquemas de respaldos inmutables habilitados y políticas de replicación de base de datos validadas. • Reportes periódicos semanales de control de avance de hitos de la triple restricción. • Plan de Gestión de Riesgos de Continuidad del Proyecto, incluyendo la estructura de desglose de riesgos (RBS) y la matriz de respuestas.	• Riesgos administrativos: Demoras en la aprobación de informes técnicos por comités de OGEI, cambios intempestivos de directivos públicos o fallas de coordinación interinstitucional. • Riesgos financieros: Fluctuación cambiaria del dólar afectando costos de importación de hardware, o retrasos en la liberación de fondos por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). • Riesgos técnicos: Incompatibilidades lógicas durante la migración de bases de datos heredadas (legacy), caídas no programadas de enlaces de fibra o fallas físicas en los nodos nuevos. • Riesgos externos: Resistencia al cambio o falta de adopción de la consola unificada por parte de ingenieros de planta, y retrasos logísticos por restricciones portuarias globales. • Riesgos de seguridad: Intentos de intrusión o infecciones fortuitas por vectores de ataque concurrentes durante la fase crítica de transferencia de servicios.
Recursos financieros preaprobados	Criterios de éxito
Se cuenta con un presupuesto referencial de capital preaprobado de \$619,107 (seiscientos diecinueve mil ciento siete con 00/100 dólares americanos) cargado al pliego de inversiones en activos tecnológicos de la OGEI del MVCS.	1. Técnico: Reducción comprobada del RTO < 2 horas y RPO < 15 minutos en el entorno virtualizado. 2. Calidad: 100% de las bases de datos transaccionales de "Techo Propio" y Saneamiento migradas con cero corrupciones de datos y consistencia lógica estructural. 3. Operativo: Firma del acta de conformidad y aceptación sin observaciones técnicas por parte del comité informático de la OGEI dentro del plazo de 65 días establecido.
Objetivos: Alcance	Objetivos: Tiempo
Concepto: Gestión de la Infraestructura Tecnológica Gubernamental. Objetivo: Implementar una infraestructura hiperconvergente orientada a consolidar y fortalecer la plataforma tecnológica del Data Center del MVCS. Criterio de éxito: El proyecto contempla la migración controlada y segura del 100% de las máquinas virtuales y bases de datos transaccionales críticas hacia la nueva plataforma HCI, cumpliendo los estándares definidos de disponibilidad e integridad de la información.	Objetivo: Concluir el diseño, instalación, configuración, migración de servicios y transferencia del control dentro del periodo de vigencia del proyecto. Criterio de éxito: Las fases técnicas y los entregables definidos en el proyecto deberán completarse dentro del cronograma base establecido

Interesados clave	Requisitos de aprobación
Se identificaron formalmente a la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI), la Oficina de Tecnología de la Información, la Alta Dirección del MVCS, los Ingenieros y Administradores de Red/Sistemas de planta, el Proveedor Tecnológico Integrador adjudicado, y los Ciudadanos/Usuarios finales de las plataformas nacionales del Estado peruano.	El costo real de ejecución del proyecto no debe superar bajo ninguna circunstancia el presupuesto preaprobado de \$619,107. Los entregables de hardware y software core de virtualización deben estar estrictamente validados mediante matrices de compatibilidad técnica cruzada del fabricante y soporte directo por 36 meses. Se exige la ejecución limpia de las pruebas de conmutación por error (failover) sin pérdida de transacciones activas en los sistemas residenciales críticos como "Techo Propio". Las guías técnicas de procedimientos, diagramas lógicos finales, inventarios de configuración de nodos y bitácoras de migración deben contar con el visado escrito aprobatorio firmado del Director General de la OGEI.

Nota. Estructura formal y matriz de celdas unificadas bajo las buenas prácticas del Project Management Institute (2023).

4.1.1.2.1 Alineamiento Estratégico del Proyecto

La modernización tecnológica de la infraestructura del Centro de Datos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) constituye una iniciativa orientada a fortalecer la continuidad operativa, la disponibilidad de los servicios institucionales y la capacidad de respuesta tecnológica de la entidad. En este sentido, el proyecto de implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) se encuentra alineado con los lineamientos estratégicos definidos por la institución y con los objetivos de transformación digital promovidos en el sector público.

4.1.1.2.1.1 Relación con la Misión Institucional del MVCS

La misión institucional del MVCS consiste en diseñar, normar, promover, supervisar y evaluar las políticas nacionales relacionadas con vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento, contribuyendo al desarrollo sostenible del país y al acceso de la población a servicios de calidad. El cumplimiento de esta misión depende cada vez más de la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de información que soportan los programas, servicios y procesos institucionales. En este contexto, la implementación de una Infraestructura

Hiperconvergente (HCI) contribuye al fortalecimiento de la continuidad operativa, la protección de la información y la disponibilidad de las plataformas tecnológicas que respaldan la gestión institucional.

4.1.1.2.1.2 Relación con la Visión Institucional del MVCS

La visión institucional del MVCS se encuentra alineada con la Visión del Perú al 2050 y con los procesos de modernización del Estado orientados a brindar servicios públicos eficientes, accesibles y sostenibles. Bajo esta perspectiva, el proyecto contribuye al fortalecimiento de las capacidades tecnológicas institucionales mediante una infraestructura más resiliente, escalable y orientada a la continuidad de los servicios críticos. Asimismo, favorece la adopción de prácticas relacionadas con la transformación digital, la gestión eficiente de recursos tecnológicos y la mejora continua de los servicios brindados a la ciudadanía.

4.1.1.2.1.3 Alineamiento con los Lineamientos y Objetivos Estratégicos Institucionales (PEI)

La Tabla 13 presenta la relación entre el proyecto y los objetivos estratégicos institucionales definidos por el MVCS, identificando la contribución esperada de la solución propuesta al cumplimiento de dichos lineamientos.

Tabla 13

Matriz de Trazabilidad y Alineamiento Estratégico del proyecto

Objetivo Estratégico Institucional (OEI)	Acción Estratégica Institucional (AEI)	Contribución Directa del Proyecto (Métrica / Habilitador)
OEI.06: Fortalecer la gestión institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.	AEI.06.03: Sistemas de información unificados, modernos y seguros implementados en beneficio de los procesos internos y del ciudadano.	Directo (Core del Proyecto): La infraestructura HCI centraliza y optimiza los recursos de hardware, mientras que la solución de respaldo garantiza la seguridad y la inmutabilidad de la información frente a ransomware u otras contingencias.

Objetivo Estratégico Institucional (OEI)	Acción Estratégica Institucional (AEI)	Contribución Directa del Proyecto (Métrica / Habilitador)
OEI.05: Mejorar la gestión del riesgo de desastres en los servicios del sector Vivienda, Construcción y Saneamiento.	AEI.05.02: Mecanismos de continuidad operativa ante emergencias y desastres implementados en los sistemas críticos del sector.	Directo (Continuidad): Cumple de manera estricta con la R.M. No. 028-2015-PCM (Lineamientos de Continuidad Operativa del Estado peruano). El plan de recuperación ante desastres (DRP) automatizado con vSphere 9 y Veeam asegura que los sistemas esenciales se restauren en un Datacenter alternativo en plazos mínimos.
OEI.01: Promover el desarrollo urbano y territorial sostenible a nivel nacional.	AEI.01.05: Asistencia técnica y plataformas digitales de catastro y planeamiento puestas a disposición de los gobiernos locales.	Indirecto (Soporte de Carga): Provee la escalabilidad y el rendimiento de disco (I/O) necesarios para soportar bases de datos pesadas como los Sistemas de Información Geográfica (GIS) y plataformas de catastro urbano a nivel nacional.

Nota. Elaboración propia. OEI = Objetivo Estratégico Institucional; AEI = Acción Estratégica Institucional; HCI = Infraestructura Hiperconvergente; DRP = Plan de Recuperación ante Desastres; GIS = Sistemas de Información Geográfica.

El proyecto también se encuentra alineado con los lineamientos de transformación digital y fortalecimiento de la infraestructura tecnológica promovidos en el sector público peruano. La adopción de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) contribuye a mejorar la disponibilidad de los servicios institucionales, fortalecer los mecanismos de continuidad operativa y facilitar la evolución tecnológica de la entidad en concordancia con los objetivos de modernización del Estado.

4.1.1.3 Identificación y análisis de interesados

La identificación y análisis de interesados constituye un proceso fundamental para comprender las necesidades, expectativas e influencia de las personas y organizaciones que pueden afectar o verse afectadas por el proyecto. De acuerdo con el Project Management

Institute (2023), la adecuada gestión de los interesados contribuye a fortalecer la toma de decisiones, facilitar la comunicación y favorecer el cumplimiento de los objetivos establecidos.

En el contexto del proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), este análisis permite identificar a los actores con participación directa e indirecta en la iniciativa, así como comprender su nivel de influencia e interés respecto a los resultados esperados. Asimismo, este proceso integra los criterios de sostenibilidad del estándar P5® de GPM®, asegurando que los impactos sociales, ambientales y de gobernanza de cada interesado sean considerados en la estrategia de gestión.

4.1.1.3.1 Registro de Interesados (directos e indirectos)

De acuerdo con las buenas prácticas del Project Management Institute (2023), el registro de interesados permite documentar los actores involucrados, sus expectativas y necesidades de información. Adicionalmente, se incorpora una perspectiva de sostenibilidad identificando aspectos sociales, económicos, ambientales y de gobernanza relacionados con cada uno. La Tabla 14 presenta el registro de interesados identificados para el proyecto.

Tabla 14

Registro de Interesados (Identificación y Clasificación)

ID	Interesado / Rol Específico	Tipo	Clasificación P5 (Sostenibilidad)	Expectativas Principales en el Proyecto
INT-01	Comité de Dirección y Alta Dirección (MVCS)	Directo	Económico / Gobernanza	Cumplimiento de metas de modernización institucional, ejecución presupuestal eficiente y cero interrupciones en servicios al ciudadano.
INT-02	Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) / Oficina de TI	Directo	Social (Prácticas Laborales) / Técnico	Reducción de la carga operativa de mantenimiento, optimización de RTO y RPO, y transferencia tecnológica exitosa hacia HCI.

ID	Interesado / Rol Específico	Tipo	Clasificación P5 (Sostenibilidad)	Expectativas Principales en el Proyecto
INT-03	Equipo de Proyecto (PMO y Especialistas HCI/Veeam/Networking)	Directo	Social (Derechos Humanos y Empleo)	Disponibilidad de recursos, claridad en el alcance, estabilidad del entorno de pruebas y capacitación técnica certificada.
INT-04	Usuarios Internos (Unidades Orgánicas del MVCS - Vivienda, Urbanismo, Saneamiento)	Directo	Social (Comunidad / Operación)	Disponibilidad continua del ERP, sistemas misionales y de trámite documentario sin degradación de rendimiento durante la migración.
INT-05	Proveedor Tecnológico Seleccionado (Integrador de Soluciones HCI / Veeam / Kasten)	Directo	Económico (Prosperidad / Comercial)	Cumplimiento de hitos para valorizaciones, definición precisa de requerimientos técnicos y actas de conformidad oportunas.
INT-06	Ciudadanía y Usuarios de Servicios Críticos del MVCS (Público General)	Indirecto	Social (Responsabilidad del Producto / Servicio)	Acceso ininterrumpido a plataformas digitales de vivienda social, licitaciones y servicios de agua/saneamiento a nivel nacional.
INT-07	Secretaría de Gobierno y Transformación Digital (SGTD - PCM)	Indirecto	Gobernanza / Ética	Alineamiento con la Estrategia Nacional de Transformación Digital y cumplimiento estricto del marco de interoperabilidad del Estado.
INT-08	Órgano de Control Institucional (OCI) / Contraloría General de la República	Indirecto	Gobernanza / Transparencia	Cumplimiento irrestricto de la Ley No. 32069, Ley General de Contrataciones Públicas (OECE, 2024) y transparencia en los entregables técnicos y financieros.
INT-09	Ministerio del Ambiente (MINAM) / Organismos de Sostenibilidad	Indirecto	Ambiental (Energía y Huella de Carbono)	Cumplimiento de las directivas de Ecoeficiencia en el Sector Público (ahorro energético y disposición de hardware obsoleto - RAEE).

Nota. Elaboración propia. Matriz de registros de interesados.

4.1.1.3.2 Matriz Poder / Interés

Con el propósito de establecer estrategias adecuadas, se utilizó la matriz de poder/interés propuesto por el Project Management Institute. Esta herramienta clasifica a los

interesados según su capacidad de influencia y el nivel de interés respecto a los resultados. La Tabla 15 muestra la clasificación y estrategia recomendada.

Tabla 15

Matriz Poder / Interés con justificación analítica

ID	Interesado	Poder	Interés	Cuadrante Estratégico	Justificación Analítica / Factores de Influencia
INT-01	Alta Dirección (MVCS)	Alto	Alto	Gestionar de Cerca	Tienen la autoridad presupuestaria de suspender o priorizar el proyecto, y su reputación política depende de la continuidad de los servicios.
INT-02	OGEI / Oficina de TI	Alto	Alto	Gestionar de Cerca	Son los dueños de la infraestructura y absorberán la operación. Pueden vetar decisiones técnicas o acelerar la adopción de la hiperconvergencia.
INT-05	Proveedor Tecnológico	Medio	Alto	Mantener Informado	Su éxito comercial depende de la ejecución, pero están limitados estrictamente por las cláusulas contractuales establecidas.
INT-08	OCI / Contraloría	Alto	Bajo	Mantener Satisfecho	No intervienen en el día a día técnico, pero un hallazgo de control puede paralizar el proyecto de inmediato. Exigen estricto cumplimiento normativo.
INT-07	SGTD - PCM	Alto	Bajo	Mantener Satisfecho	Define la política de gobernanza digital del país. El proyecto debe ceñirse a sus estándares de seguridad de la información.

ID	Interesado	Poder	Interés	Cuadrante Estratégico	Justificación Analítica / Factores de Influencia
INT-03	Equipo de Proyecto	Medio	Alto	Mantener Informado / Involucrar	Son los ejecutores directos. Su nivel de interés es máximo debido al desarrollo profesional y la carga técnica, pero el poder macro es limitado.
INT-04	Usuarios Internos	Bajo	Alto	Mantener Informado	Dependen críticamente de la disponibilidad de los sistemas para cumplir sus funciones operativas, pero no deciden la arquitectura de TI.
INT-06	Ciudadanía General	Bajo	Medio	Monitorear	Son los beneficiarios finales de la continuidad de los servicios; su poder individual es bajo, pero colectivamente generan alta presión mediática si fallan los servicios.
INT-09	MINAM	Medio	Bajo	Monitorear	Supervisan las políticas de ecoeficiencia del Estado. El impacto se mitiga demostrando la reducción de huella de carbono de la solución HCI.

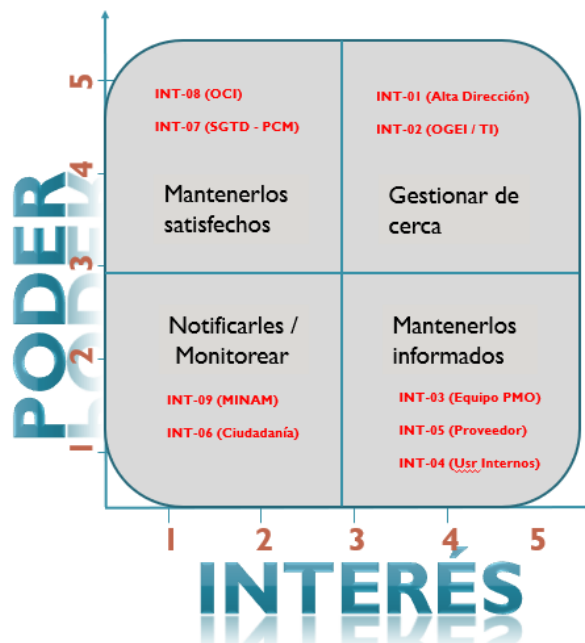
Nota. Elaboración propia. OGEI = Oficina General de Estadística e Informática; OCI = Órgano de Control Institucional; SGTD = Secretaría de Gobierno y Transformación Digital; PCM = Presidencia del Consejo de Ministros; MINAM = Ministerio del Ambiente; HCI = Infraestructura Hiperconvergente.

La Figura 7 representa gráficamente la ubicación de los interesados dentro de la matriz poder/interés, facilitando la visualización de los actores que requieren una gestión más cercana durante la ejecución del proyecto.

Figura 7

Matriz poder/interés de los interesados del proyecto

Matriz poder/interés de interesados



Nota. Elaboración propia adaptado del modelo analítico de asignación de interesados del Project Management Institute (2021) y el marco de gobernanza pública del MVCS. Los códigos INT-XX corresponden al registro expandido de interesados

El análisis realizado evidencia que la Alta Dirección del MVCS y la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) se ubican en el cuadrante de mayor poder e interés, por lo que requieren una participación activa y una gestión cercana durante todo el proyecto. Por otro lado, los organismos de supervisión y gobernanza digital, como la Contraloría y la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital, presentan un alto nivel de influencia, aunque un menor grado de involucramiento operativo, lo que hace necesario mantenerlos adecuadamente informados y satisfechos. Asimismo, los usuarios internos, el equipo del proyecto y el proveedor tecnológico presentan un alto nivel de interés debido al impacto directo de la

iniciativa sobre sus actividades. Finalmente, la ciudadanía y otros actores institucionales requieren mecanismos de seguimiento y comunicación acordes con su nivel de influencia y participación. Este análisis permite definir estrategias diferenciadas de gestión de interesados orientadas a fortalecer el apoyo institucional y reducir riesgos asociados a la implementación del proyecto.

4.1.1.3.3 Matriz de Estrategias de Involucramiento y Gestión

Una vez identificados y analizados los interesados del proyecto, resulta necesario definir estrategias que permitan gestionar adecuadamente su nivel de participación e involucramiento. De acuerdo con el PMI (2023), la gestión de interesados busca incrementar el apoyo de los actores clave y reducir posibles impactos negativos sobre el proyecto mediante acciones de comunicación, participación y seguimiento.

La Tabla 16 presenta las estrategias de involucramiento definidas para los principales interesados identificados, considerando su nivel de influencia, expectativas y necesidades de información.

Tabla 16
Plan de Involucramiento Estratégico de Interesados

ID	Interesado	Estado Actual	Estado Deseado	Canales de Comunicación Principales	Estrategia de Gestión	Evaluación de Sostenibilidad
INT-01	Alta Dirección	Neutral	Apoyo	• Informes trimestrales de desempeño. • Dashboards ejecutivos de hitos y presupuesto.	Alineamiento Estratégico: Demostrar cómo la HCI reduce los costos operativos (OPEX) a mediano plazo y elimina el riesgo de multas por caída de servicios (Continuidad del Estado).	Retorno Social de Inversión (SROI): Cero interrupciones de cara al ciudadano durante hitos críticos de migración.

ID	Interesado	Estado Actual	Estado Deseado	Canales de Comunicación Principales	Estrategia de Gestión	Evaluación de Sostenibilidad
INT-02	OGEI / Oficina de TI	Apoyo	Líder	• Comités técnicos semanales. • Workshops de co-diseño de arquitectura.	Empoderamiento Técnico: Involucrar a los jefes de área de TI en la toma de decisiones críticas (dimensionamiento de Veeam/vSphere 9). Mitigar el temor al desplazamiento laboral mediante un Plan de Capacitación Oficial.	Capacitación y Empleo: 100% del personal técnico interno clave capacitado y certificado antes del pase a producción.
INT-03	Equipo de Proyecto	Apoyo	Líder	• Daily Stand-ups. • Retrospectivas quincenales. • Repositorios compartidos.	Liderazgo Servicial: Remover bloqueos técnicos de forma expedita. Proveer herramientas de software adecuadas y evitar el burnout (sobretiempo estructural) controlando el cronograma.	Prácticas Laborales: Cumplimiento del 100% de las horas asignadas sin sobrepasar límites de salud ocupacional.
INT-04	Usuarios Internos	Inconsciente	Neutral	• Boletines informativos institucionales. • Alertas programadas en la intranet.	Gestión del Cambio Activa: Comunicar con anticipación las ventanas de mantenimiento programadas para las pruebas de "Disk Stun" o migraciones en vivo vMotion. Demostrar el beneficio de rapidez en sus sistemas.	Satisfacción del Cliente Interno: Índice de reclamos por performance de sistemas en niveles mínimos (<2% de incidencias técnicas).

ID	Interesado	Estado Actual	Estado Deseado	Canales de Comunicación Principales	Estrategia de Gestión	Evaluación de Sostenibilidad
INT-05	Proveedor Tecnológico	Apoyo	Apoyo	• Reuniones contractuales formales. • Actas de coordinación técnica.	Gestión Contractual Rigurosa: Establecer criterios claros de aceptación de entregables. Utilizar metodologías híbridas para la validación de la arquitectura física en el Datacenter.	Prosperidad Económica: Cero penalidades aplicadas por retrasos imputables al proveedor mediante un control estricto de prerequisites.
INT-08	OCI / Contraloría	Neutral	Neutral	• Informes de hitos de control concurrente. • Cartas notariales/oficiales.	Transparencia Total: Mantener un expediente del proyecto con trazabilidad absoluta de decisiones, justificaciones técnicas de la arquitectura seleccionada y actas de conformidad firmadas.	Gobernanza y Ética: 100% de los entregables auditados sin observaciones legales o financieras determinantes.

Nota. Elaboración propia (2026).

4.1.1.3.4 Matrices de Asignación de Responsabilidades (RACI)

Con el propósito de definir los niveles de participación y responsabilidad de los interesados durante el desarrollo del proyecto, se emplea la matriz RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed). Esta herramienta permite establecer con claridad quién ejecuta las actividades, quién aprueba los resultados, quién debe ser consultado y quién requiere ser informado respecto al avance del proyecto.

La utilización de matrices RACI contribuye a mejorar la coordinación entre los actores involucrados y favorece la toma de decisiones durante las diferentes etapas de la implementación de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI) para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

Tabla 17

Matriz RACI para la fase de planificación y diseño de la solución

Entregable / Actividad de Gestión	Alta Dirección (INT-01)	OGEI / TI (INT-02)	PMO / Líder Proyecto (INT- 03)	Especialistas Técnicos (INT-03)	Proveedor / Integrador (INT-05)	OCI / Contraloría (INT-08)
Definición de Requerimientos y Sizing Técnico	I	A	R	R	C	N/A
Plan de Continuidad Operativa (ISO 27031 / BIA)	C	A	R	C	C	I
Aprobación del Diseño Final de Arquitectura HCI	A	C	R	I	R	N/A
Plan de Gestión de Sostenibilidad (GPM P5)	I	C	A	R	I	N/A
Revisión de Cumplimiento de Pliegos de Contratación	A	C	I	N/A	I	C

Nota. Elaboración propia. Esta matriz norma el proceso de definición de la solución hiperconvergente, sizing de cómputo, almacenamiento vSAN y el plan de respaldo con Veeam Backup & Replication v13.

Tabla 18

Matriz RACI para la fase de implementación, migración y pruebas

Entregable / Actividad de Gestión	Alta Dirección (INT-01)	OGEI / TI (INT-02)	PMO / Líder Proyecto (INT-03)	Especialistas Técnicos (INT-03)	Proveedor / Integrador (INT-05)	Usuarios Internos (INT-04)
Adecuación Física de Gabinetes y Energía (Datacenter)	I	A	I	R	R	N/A
Instalación y Configuración del Clúster HCI	I	C	I	R	R	N/A
Ejecución de Migración en Vivo de VMs (vMotion/Storage)	I	A	R	R	R	I
Pruebas de Continuidad (Cortes de Red, Caída de Nodos)	I	C	A	R	R	I
Plan de Capacitación y Transferencia Tecnológica	I	C	R	R	A	N/A
Firma de Acta de Conformidad Técnica Final	A	R	C	I	I	I

Nota. Elaboración propia. Esta matriz norma la ejecución física en el Datacenter del MVCS, la instalación de los hipervisores vSphere 9, la configuración de políticas de Veeam y la migración de las VMs.

4.1.1.4 Definición de Entregables

La definición de los entregables constituye un elemento fundamental para establecer de manera clara los resultados esperados del proyecto y los criterios que permitirán verificar su cumplimiento. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), un entregable corresponde a cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio que debe generarse para completar un proceso, una fase o un proyecto. En el contexto del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la adecuada definición de los entregables permite asegurar la trazabilidad entre los objetivos del proyecto, los requerimientos institucionales y la solución tecnológica propuesta.

4.1.1.4.1 Identificación de los productos finales del plan de gestión

Bajo el enfoque de generación de valor del PMI (2021), los entregables del proyecto comprenden tanto documentos de gestión como productos técnicos asociados a la futura implementación de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI). Estos entregables proporcionan los lineamientos necesarios para la ejecución ordenada del proyecto y facilitan la transferencia de conocimiento hacia los responsables de la operación de la plataforma tecnológica.

Entre los principales productos se consideran los documentos de dirección del proyecto, los diseños de arquitectura tecnológica, los procedimientos de continuidad operativa, los planes de gestión, la documentación técnica de soporte y los lineamientos para la migración y recuperación de servicios críticos institucionales.

4.1.1.4.2 Criterios de aceptación para entregables de infraestructura HCI

Con el propósito de asegurar la calidad de los resultados obtenidos, se establecen criterios de aceptación que permitan verificar el cumplimiento de los requisitos definidos para cada entregable. Estos criterios consideran aspectos relacionados con desempeño, disponibilidad, continuidad operativa, documentación técnica y cumplimiento normativo.

La validación de los entregables se realizará mediante revisiones documentales, verificaciones técnicas, pruebas funcionales y evaluación de los requisitos establecidos para el proyecto. Asimismo, se considerarán los lineamientos institucionales del MVCS y las buenas prácticas de dirección de proyectos propuestas por el PMI (2021), con el fin de garantizar que los productos desarrollados respondan a las necesidades identificadas durante el proceso de planificación.

La Tabla 19 presenta los criterios de aceptación definidos para los principales entregables del proyecto.

Tabla 19

Matriz de criterios de aceptación, métodos de verificación y responsables de validación

Entregable / Producto Final	Métrica Técnica / Parámetro Cuantitativo Exigido	Método de Verificación en Terreno (Fórmula / Protocolo)	Ente de Planta Validador
Informe de Diagnóstico Situacional de Tres Capas	• 100% de los activos físicos inventariados. • Mapeo de latencias actuales en la LAN y SAN.	Contraste de inventario físico vs. registros lógicos de vCenter y consolas IBM Storage. Verificación de logs históricos de incidentes de ransomware de 2023 y 2024.	Jefatura de Operaciones de TI / OGEI
Plan de Dirección del Proyecto Consolidado	• Desviación inicial permitida = 0%. • 100% de consistencia de líneas base.	Revisión en comité del plan de gestión unificado. Verificación de la inclusión del Análisis de Impacto de Sostenibilidad (P5IA) con firmas de los especialistas PMP.	Comité de Gobernanza de TI - MVCS
Diseño de Ingeniería de Detalle de la Plataforma HCI	• Arquitectura con cero puntos únicos de fallo. • Matrices de direccionamiento IP y VLANs al 100%.	Inspección de diagramas de topología lógica. Presentación del documento formal de validación y Sizing firmado y respaldado por el fabricante de la solución tecnológica seleccionada.	Especialista de Infraestructura OGEI

Entregable / Producto Final	Métrica Técnica / Parámetro Cuantitativo Exigido	Método de Verificación en Terreno (Fórmula / Protocolo)	Ente de Planta Validador
Protocolo de Calidad y Pruebas de Estrés en Producción	• Tolerancia a fallos: N+1 o N+2 nodos. • Pérdida de paquetes en red = 0% durante conmutación.	Prueba de inyección de fallos: Desconexión física en caliente de un switch core LAN y de un nodo del clúster HCI de forma simultánea. El failover automático debe completarse en ≤5 minutos sin caída de servicios.	Comité Informático de Control de Calidad
Esquema de Respaldo Inmutable (Veeam / Kasten)	• RTO ≤2 horas ante desastres. • RPO ≤15 minutos para bases de datos. • Retención inmutable ≥30 días.	Simulación de ciberataque: Intento de borrado forzado de backups lógicos desde la red ordinaria. Ejecución de restauración completa (Bare Metal) de las bases de datos de "Techo Propio", auditando los tiempos cronometrados.	Administrador de Seguridad de la Información
Manuales Técnicos y Plan de Transferencia Técnica	• 100% de manuales en formato editable y PDF. • Mínimo 12 horas de capacitación teórica-práctica. • Tasa de aprobación del personal ≥80%.	Verificación de entregables documentales de operación. Revisión de las bitácoras de asistencia del taller presencial y de los exámenes de suficiencia técnica aplicados a los 5 ingenieros de planta del MVCS.	Oficina de Tecnología de la Información
Informe Final de Cierre y Conformidad Técnica	• 100% de las máquinas virtuales operativas sobre HCI. • Contrato de soporte técnico por 36 meses activo.	Auditoría final de carga transaccional en producción mediante herramientas de monitoreo. Verificación de las cartas de garantía y SLA directo del fabricante antes de la firma del acta.	Director General de la Oficina General de Estadística e Informática

Nota. Elaboración propia (2026). Estructura basada en las buenas prácticas del Project Management Institute (PMI, 2021).

4.1.1.5 Lista de hitos y entregables para su aprobación

Los hitos constituyen eventos significativos dentro del proyecto que permiten verificar el avance alcanzado y establecer puntos de control para la toma de decisiones. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), un hito representa un acontecimiento relevante asociado al cumplimiento de entregables, resultados o fases del proyecto. En el contexto de la implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), los hitos permiten realizar un seguimiento estructurado del progreso del proyecto y facilitan la validación de los principales productos generados durante su ejecución).

La definición de hitos también permite relacionar el avance técnico del proyecto con los mecanismos de control institucional, asegurando que cada etapa cuente con los criterios de aprobación y validación correspondientes. De esta forma, se favorece la trazabilidad entre los entregables, los objetivos del proyecto y los requisitos establecidos por la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI).

La Tabla 20 presenta los principales hitos definidos para el proyecto, los entregables asociados y los criterios establecidos para su aprobación.

Tabla 20

Lista de Hitos de Control y Entregables de Aprobación en el MVCS

Evento Significativo / Hito de Control	Tipo de Enfoque	Entregable(s) Requerido(s) para la Activación del Hito	Criterio Normativo de Aprobación Formal (Visado Requerido)
Acta de Constitución del Proyecto Aprobada	Predictivo	• Acta de Constitución consolidada. • Matriz de Interesados y Alineamiento Estratégico.	Firma conjunta del Gerente de Proyecto y del Director General de la OGEI (Patrocinador).

Evento Significativo / Hito de Control	Tipo de Enfoque	Entregable(s) Requerido(s) para la Activación del Hito	Criterio Normativo de Aprobación Formal (Visado Requerido)
Plan de Dirección del Proyecto Consolidado	Predictivo	• Líneas base unificadas (Alcance, Cronograma, Costos). • Matrices de Riesgos e Impactos P5.	Resolución de aprobación formal del comité de gobernanza de TI del MVCS.
Adjudicación Contractual e Internamiento de Hardware	Predictivo	• Términos de Referencia (TDR) visados. • Hardware físico (Ready Nodes) en el Data Center.	Acta de Internamiento y Conformidad de Recepción Física emitida por Almacén Central y OGEI.
Ingeniería de Detalle y Arquitectura Core Lista	Híbrido	• Planos de topología lógica y VLANs. • Diseño de almacenamiento vSAN y Veeam.	Documento de validación técnica con la certificación de compatibilidad del fabricante de la solución HCI.
Clúster HCI Operativo y Pruebas de Estrés Superadas	Adaptativo	• Nodos físicos configurados en Alta Disponibilidad. • Informe técnico de simulación de fallos.	Acta de conformidad de pruebas de conmutación (failover) sin pérdida de datos firmada por Operaciones de TI.
Respaldo Inmutable y Site Recovery Habilitado	Adaptativo	• Repositorios Veeam inmutables activos. • Políticas de respaldos configuradas.	Informe de auditoría de ciberseguridad interna verificando RTO < 2 horas y RPO < 15 minutos ante ransomware.
Migración Exitosa del 100% de Servicios Críticos	Adaptativo	• Bases de datos de "Techo Propio" y Saneamiento en producción sobre HCI. • Bitácoras de vMotion.	Informe técnico final de consistencia de datos y firma de conformidad de los líderes de las unidades orgánicas del MVCS.
Transferencia de Conocimiento y Cierre Técnico	Predictivo	• Manuales técnicos y de contingencia editables. • Registro de 12 horas de capacitación técnica.	Certificados de aprobación del personal de planta de TI y Acta de Cierre Técnico del Proyecto suscrita por la Alta Dirección.

Nota. Elaboración propia (2026). Desglose estructurado con base en las prácticas de planificación y seguimiento propuestas por el Project Management Institute (PMI, 2023)

4.2 Desarrollo del Objetivo Específico 2

Objetivo: Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.

4.2.1 Gestión de la Planificación

La gestión de la planificación constituye el proceso mediante el cual se definen las directrices que orientarán la ejecución, monitoreo y control del proyecto. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), esta etapa permite desarrollar las líneas base y los planes subsidiarios necesarios para alcanzar los objetivos establecidos, proporcionando una referencia para la toma de decisiones durante todo el ciclo de vida del proyecto.

En el caso del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la planificación del proyecto se desarrolla bajo un enfoque híbrido. Por un lado, la adquisición de infraestructura y la gestión presupuestal requieren un enfoque predictivo alineado con la normativa aplicable al sector público; por otro, las actividades relacionadas con la configuración, validación y migración de servicios pueden requerir ajustes progresivos durante su ejecución. Esta combinación permite fortalecer la continuidad operativa y reducir los riesgos asociados a la incorporación de la nueva Infraestructura Hiperconvergente (HCI).

4.2.1.1 Desarrollo del Plan para la Dirección del Proyecto

El Plan para la Dirección del Proyecto integra los distintos planes subsidiarios y establece los lineamientos que orientarán la ejecución, monitoreo y cierre del proyecto (PMI, 2023). Este documento consolida las estrategias relacionadas con alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos, recursos, comunicaciones e interesados, constituyéndose en la referencia principal para la gestión integral del proyecto.

4.2.1.2 Procesos para la gestión del alcance

La gestión del alcance tiene como finalidad definir y controlar el trabajo necesario para cumplir los objetivos del proyecto. De acuerdo con el PMI (2023), una adecuada definición del alcance contribuye a reducir desviaciones, gestionar expectativas y asegurar que los recursos disponibles se orienten a la generación de los resultados esperados.

Entre los principales riesgos asociados a una gestión inadecuada del alcance se encuentran:

- Incremento no controlado de requisitos o cambios no autorizados (scope creep).
- Retrabajos derivados de definiciones incompletas o ambiguas.
- Incrementos en costos y tiempos de ejecución.
- Dificultades para validar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

4.2.1.2.1 Definir el enunciado del alcance del proyecto

La definición del alcance establece una comprensión común entre la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI), la Oficina de Tecnologías de la Información y los demás interesados. Su propósito es delimitar claramente los resultados esperados, los criterios de aceptación y las exclusiones consideradas.

Descripción del alcance del producto

Implementación de una solución de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a fortalecer la continuidad de los servicios críticos del MVCS, integrando capacidades de procesamiento, almacenamiento definido por software, virtualización y mecanismos de protección de información para mejorar la disponibilidad de los servicios institucionales.

Entregables principales del proyecto

- Plan para la Dirección del Proyecto.

- Planes subsidiarios (Gestión del Alcance, Cronograma, Costos, Riesgos, Comunicaciones y Recursos).
- Registro y análisis de interesados.
- Diseño conceptual de la arquitectura HCI.
- Documentación técnica para la implementación de la solución.
- Configuración de la plataforma hiperconvergente (HCI).
- Migración de los servicios críticos institucionales.
- Pruebas técnicas, funcionales y de continuidad operativa.
- Transferencia de conocimiento y capacitación al personal de la OGEI.

Criterios de aceptación

- Objetivo de Tiempo de Recuperación (RTO) ≤ 2 horas para los servicios críticos.
- Objetivo de Punto de Recuperación (RPO) ≤ 15 minutos para la información crítica.
- Tolerancia a fallos acorde con los requisitos de disponibilidad establecidos.
- Cumplimiento de los requisitos técnicos y funcionales definidos por la OGEI.

Límites y exclusiones

El proyecto no contempla la ejecución de obras civiles, modificaciones estructurales del centro de datos, renovación de sistemas de climatización, ampliaciones de la infraestructura eléctrica, desarrollo de nuevas aplicaciones ni modificaciones al código fuente de los sistemas institucionales existentes.

4.2.1.2.2 Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) y su diccionario

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) constituye una representación jerárquica orientada a los entregables del proyecto, mediante la cual se organiza y descompone el alcance total en componentes más pequeños y gestionables. De acuerdo con el Project

Management Institute (PMI, 2023), la EDT facilita la planificación, estimación, asignación de responsabilidades y control del trabajo, permitiendo una mejor comprensión de los entregables requeridos para alcanzar los objetivos del proyecto.

La aplicación de la EDT en el proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) permite estructurar las actividades y entregables necesarios para el diseño, implementación, migración y puesta en operación de la solución tecnológica propuesta. Asimismo, proporciona la base para el desarrollo del cronograma, la estimación de costos y el seguimiento del avance del proyecto.

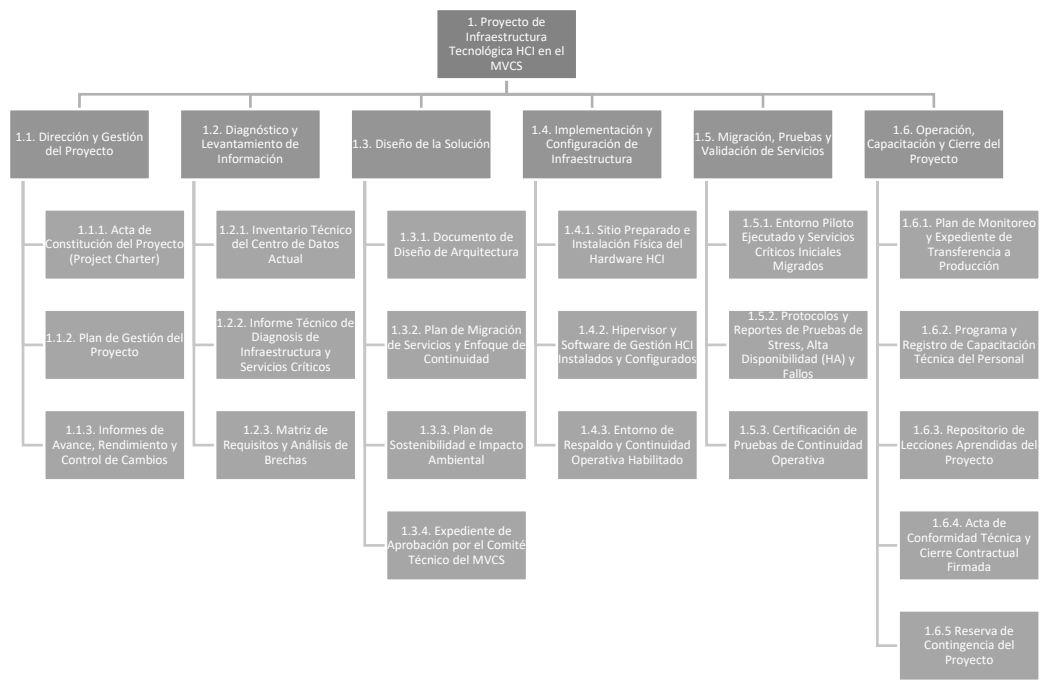
A continuación, se presenta el EDT:

1. Proyecto de Infraestructura Tecnológica HCI en el MVCS
 - 1.1. Dirección y Gestión del Proyecto
 - 1.1.1. Acta de Constitución del Proyecto (Project Charter)
 - 1.1.2. Plan de Gestión del Proyecto
 - 1.1.3. Informes de Avance, Rendimiento y Control de Cambios
 - 1.2. Diagnóstico y Levantamiento de Información
 - 1.2.1. Inventario Técnico del Centro de Datos Actual
 - 1.2.2. Informe Técnico de Diagnóstico de Infraestructura y Servicios Críticos
 - 1.2.3. Matriz de Requisitos y Análisis de Brechas
 - 1.3. Diseño de la Solución
 - 1.3.1. Documento de Diseño de Arquitectura
 - 1.3.2. Plan de Migración de Servicios y Enfoque de Continuidad
 - 1.3.3. Plan de Sostenibilidad e Impacto Ambiental
 - 1.3.4. Expediente de Aprobación por el Comité Técnico del MVCS
 - 1.4. Implementación y Configuración de Infraestructura
 - 1.4.1. Sitio Preparado e Instalación Física del Hardware HCI
 - 1.4.2. Hipervisor y Software de Gestión HCI Instalados y Configurados
 - 1.4.3. Entorno de Respaldo y Continuidad Operativa Habilitado
 - 1.5. Migración, Pruebas y Validación de Servicios
 - 1.5.1. Entorno Piloto Ejecutado y Servicios Críticos Iniciales Migrados
 - 1.5.2. Protocolos y Reportes de Pruebas de Stress, Alta Disponibilidad (HA) y Fallos.
 - 1.5.3. Certificación de Pruebas de Continuidad Operativa
 - 1.6. Operación, Capacitación y Cierre del Proyecto
 - 1.6.1. Plan de Monitoreo y Expediente de Transferencia a Producción

- 1.6.2. Programa y Registro de Capacitación Técnica del Personal
- 1.6.3. Repositorio de Lecciones Aprendidas del Proyecto
- 1.6.4. Acta de Conformidad Técnica y Cierre Contractual Firmada
- 1.6.5 Reserva de Contingencia del Proyecto

La Figura 8 presenta la Estructura de Desglose del Trabajo desarrollada para el proyecto.

Figura 8
Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) del Proyecto



Nota. Elaboración propia (2026). La estructura comprende los paquetes de trabajo asociados a la gestión, diagnóstico, diseño, implementación, migración, validación y cierre del proyecto.

Con el propósito de complementar la EDT y evitar interpretaciones ambiguas sobre el alcance de cada componente, se elaboró el Diccionario de la EDT. Este documento describe los paquetes de trabajo identificados, especificando su alcance, entregables y criterios de

aceptación, facilitando la comprensión de los resultados esperados en cada nivel de la estructura.

La Tabla 21 presenta el Diccionario de la EDT correspondiente al proyecto.

Tabla 21

Diccionario de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) para el proyecto HCI del MVCS

Código WBS	Elemento / Paquete de Trabajo	Descripción del Trabajo (Alcance)	Entregable Principal	Criterio de Aceptación (Regla del 100%)	Responsable
1	Proyecto de Infraestructura HCI en el MVCS	Alcance total del proyecto de modernización tecnológica.	Infraestructura HCI en producción	Cierre formal y transferencia exitosa	Sponsor / Comité
1.1.	Dirección y Gestión del Proyecto	Coordinación, control, gestión de riesgos y comunicación.	Informes y planes aprobados	Cumplimiento de hitos y presupuesto	Gerente de Proyecto
1.1.1.	Acta de Constitución del Proyecto	Formalización del inicio del proyecto y sus objetivos.	Documento Project Charter	Firmado por el Sponsor del Ministerio	Gerente de Proyecto
1.1.2.	Plan de Gestión del Proyecto Integrado	Definición de líneas base (cronograma, costos, alcance).	Plan de Gestión Integrado	Aprobado por el Comité de Proyecto	Gerente de Proyecto
1.1.3.	Informes de Avance y Control de Cambios	Monitoreo periódico del estado y control de variaciones.	Reportes periódicos y actas	Entregados en fecha y aprobados	Gerente de Proyecto
1.2.	Diagnóstico y Levantamiento	Evaluación del estado actual de la infraestructura de TI.	Informes técnicos validados	Datos 100% validados en campo	Líder Técnico
1.2.1.	Inventario Técnico del Centro de Datos	Registro de hardware, software, redes y energía actuales.	Matriz de inventario técnico	Validación física y lógica completa	Administrador de TI

Código WBS	Elemento / Paquete de Trabajo	Descripción del Trabajo (Alcance)	Entregable Principal	Criterio de Aceptación (Regla del 100%)	Responsable
1.2.2.	Informe Técnico de Diagnóstico	Análisis de obsolescencia y salud de servicios críticos.	Documento técnico de diagnóstico	Identificación de puntos únicos de falla	Especialista de Soporte
1.2.3.	Matriz de Requisitos y Análisis de Brechas	Mapeo de necesidades actuales versus la meta (GAP).	Matriz de trazabilidad y GAP	Firma de conformidad de los usuarios	Analista de Procesos
1.3.	Diseño de la Solución	Arquitectura técnica detallada y estrategias de cambio.	Planos y planes de transición	Aprobación formal del Ministerio	Arquitecto de Solución
1.3.1.	Documento de Diseño de Arquitectura	Especificación detallada de la nueva plataforma HCI.	Diseño de Arquitectura (EDD)	Validado por los especialistas de HCI	Arquitecto de HCI
1.3.2.	Plan de Migración y Continuidad	Estrategia y ventanas de mantenimiento para el traslado.	Documento del Plan de Migración	Ventanas de corte validadas y aprobadas	Especialista de Migración
1.3.3.	Plan de Sostenibilidad Ambiental	Gestión de eficiencia energética y residuos electrónicos.	Informe de Eco-eficiencia	Cumplimiento de normativas ambientales	Consultor Ambiental
1.3.4.	Expediente de Aprobación del Diseño	Sustentación y visto bueno ante el área técnica del cliente.	Acta de aprobación técnica	Firmada por el Comité del Ministerio	Gerente de Proyecto
1.4.	Implementación y Configuración	Montaje físico y despliegue lógico del nuevo sistema.	Plataforma HCI operativa	Consolas activas y sin alarmas	Ingeniero de Implementación
1.4.1.	Sitio Preparado e Instalación Física	Adecuación de racks, cableado y montaje del hardware.	Hardware montado y energizado	Checklist de instalación física firmado	Técnico de Campo

Código WBS	Elemento / Paquete de Trabajo	Descripción del Trabajo (Alcance)	Entregable Principal	Criterio de Aceptación (Regla del 100%)	Responsable
1.4.2.	Hipervisor y Software HCI Configurados	Despliegue de capas de virtualización y almacenamiento.	Software HCI e hipervisores activos	Acceso total a consolas de gestión	Ingeniero de Sistemas
1.4.3.	Entorno de Respaldo y Continuidad	Configuración de backups, réplicas y planes de desastre.	Sistema de respaldo activo	Primera réplica e inventario exitosos	Administrador de Storage
1.5.	Migración, Pruebas y Validación	Traslado seguro de servicios y pruebas de resistencia.	Servicios migrados y estables	Cero pérdidas de datos en producción	Líder de QA / Migración
1.5.1.	Entorno Piloto Ejecutado	Migración controlada de los primeros servicios no críticos.	Informe de migración piloto	Servicios estables por 72 horas en HCI	Ingeniero de Virtualización
1.5.2.	Protocolos de Pruebas de Stress y HA	Simulación de alta carga y desconexión forzada de nodos.	Reporte técnico de pruebas de HA	Failover automático menor a 30 segundos.	Analista de QA
1.5.3.	Certificación de Continuidad Operativa	Pruebas funcionales fin a fin con los usuarios clave.	Acta de pruebas de continuidad	Visto bueno de líderes de negocio	Usuarios Clave / QA
1.6.	Operación, Capacitación y Cierre	Habilitación del personal y formalización del fin del proyecto.	Personal capacitado y actas de cierre	Firma de conformidad técnica final	Gerente de Proyecto
1.6.1.	Plan de Monitoreo y Transferencia	Configuración de alertas y pase formal al equipo operativo.	Manuales de operación y dashboards	Mesa de ayuda operando el sistema	Ingeniero de Operaciones
1.6.2.	Programa y Registro de Capacitación	Talleres prácticos sobre la administración de la HCI.	Certificados y listas de asistencia	Evaluaciones de capacitación aprobadas	Instructor Certificado

Código WBS	Elemento / Paquete de Trabajo	Descripción del Trabajo (Alcance)	Entregable Principal	Criterio de Aceptación (Regla del 100%)	Responsable
1.6.3.	Repositorio de Lecciones Aprendidas	Documentación de aciertos y problemas solucionados.	Documento de Lecciones Aprendidas	Validado por el equipo core del proyecto	Todo el Equipo
1.6.4.	Acta de Conformidad Técnica y Cierre	Revisión final del contrato y cierre formal del proyecto.	Acta de Cierre Firmada	Firmada por la alta dirección de TI	Sponsor / PM
1.6.5.	Reserva de Contingencia del Proyecto	Reserva temporal para atender eventos previamente identificados que puedan generar desviaciones en la fase de cierre.	Reserva de contingencia utilizada o liberada.	Cierre del proyecto dentro de los límites aprobados	Director del Proyecto

Nota. Elaboración propia (2026). La definición detallada de cada paquete de trabajo permite establecer una referencia común para la planificación, el seguimiento y el control del alcance del proyecto.

4.2.2 Gestión del Cronograma y Ruta Crítica

4.2.2.1 Planificar la Gestión del Cronograma

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), la gestión del cronograma establece los procedimientos necesarios para desarrollar, monitorear y controlar las actividades del proyecto. Para la planificación del proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), se emplea la herramienta ProjectLibre para la elaboración y seguimiento de la línea base del cronograma.

El cronograma constituye un instrumento de referencia para evaluar el avance del proyecto y facilitar la toma de decisiones durante su ejecución. Asimismo, permite identificar oportunamente desviaciones y establecer acciones correctivas orientadas a mantener el cumplimiento de los objetivos definidos.

4.2.2.1.1 Definir y secuenciar actividades

La definición de actividades permite transformar los paquetes de trabajo identificados en la EDT en acciones específicas que pueden ser planificadas, ejecutadas y controladas.

Posteriormente, la secuenciación establece las relaciones de dependencia entre las actividades utilizando el Método de Diagramación por Precedencia (PDM), considerando relaciones de tipo fin a comienzo y otras dependencias necesarias para el desarrollo del proyecto.

La correcta secuenciación facilita la identificación de actividades críticas y contribuye a la construcción de un cronograma consistente con los objetivos de alcance, tiempo y costo establecidos para el proyecto.

4.2.2.1.2 Estimar la duración de las Actividades

Para la estimación de la duración de las actividades se emplean técnicas reconocidas por el PMI (2023), entre ellas:

- Estimación paramétrica: basada en parámetros técnicos y capacidades de procesamiento asociadas a las actividades de migración, respaldo y recuperación de información.
- Estimación análoga: basada en información histórica y referencias obtenidas de proyectos similares relacionados con modernización tecnológica e infraestructura hiperconvergente (Reyes Vargas, 2019).

- Análisis de documentación técnica y requerimientos: utilizado para validar tiempos asociados a instalación, configuración, pruebas y transferencia de conocimiento de la solución propuesta.

4.2.2.1.3 Desarrollar el Cronograma y Gestión de la Ruta Crítica

El cronograma del proyecto se desarrolla utilizando el Método del Camino Crítico (Critical Path Method – CPM) (Lledó,2013), permitiendo identificar las actividades que tienen influencia directa sobre la fecha de finalización del proyecto. Una vez aprobada, la línea base del cronograma constituye el referente para el seguimiento y control temporal de la iniciativa.

Para la gestión de la ruta crítica se consideran los siguientes lineamientos:

- Identificación del camino crítico mediante el análisis de actividades con holgura total igual a cero.
- Seguimiento periódico del avance del proyecto para detectar posibles desviaciones respecto a la línea base establecida.
- Aplicación de estrategias de compresión del cronograma cuando resulte necesario, mediante técnicas como intensificación de recursos (crashing) o ejecución paralela de actividades (fast tracking).
- Monitoreo de actividades cercanas al camino crítico para reducir la probabilidad de retrasos que puedan afectar la fecha de finalización del proyecto.
- Gestión formal de cambios al cronograma a través de los mecanismos de control establecidos en el Plan para la Dirección del Proyecto.

4.2.2.2 Lista de actividades y estimación de duraciones

Para desarrollar el cronograma del proyecto, los paquetes de trabajo identificados en la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) fueron descompuestos en actividades específicas que permiten estimar tiempos, establecer dependencias y construir la secuencia lógica del

proyecto. De acuerdo con la Guía de los Grupos de Procesos del PMI (2023), esta descomposición facilita el control y seguimiento de las actividades necesarias para alcanzar los entregables definidos

Según Lledó, (2017) la estimación de las duraciones debe sustentarse en información verificable y en técnicas apropiadas para el contexto del proyecto. En el presente trabajo se empleó una combinación de estimación paramétrica y estimación análoga. La estimación paramétrica se aplicó en actividades relacionadas con configuración, migración y validación técnica de la infraestructura, mientras que la estimación análoga se utilizó en actividades de planificación, diagnóstico y validación, considerando referencias de proyectos similares reportados en la literatura especializada (Reyes Vargas, 2019). Asimismo, el análisis de documentación técnica y requerimientos permitió complementar la estimación de actividades asociadas a continuidad operativa, respaldo de información y transferencia de conocimiento.

La Tabla 22 presenta la relación de actividades, dependencias y duraciones estimadas para el proyecto.

Tabla 22

Lista de Actividades, Precedencias y Estimación de Duraciones para el Proyecto de Infraestructura HCI

Código Actividad	Código WBS Relacionado	Descripción del Trabajo Operativo	Predecesoras	Duración Estimada (Días)	Método de Estimación Aplicado
ACT-1.1	1.1.1	Elaboración, revisión y firma del Acta de Constitución con la Alta Dirección.	Ninguna	3	Análoga
ACT-1.2	1.1.2	Consolidación de las líneas base integradas del plan del proyecto y planes de gestión.	ACT-1.1	4	Análoga (Experiencia UCI)
ACT-1.3	1.1.3	Estructuración de reportes periódicos y flujos para el control de variaciones.	ACT-1.2	2	Análoga

Código Actividad	Código WBS Relacionado	Descripción del Trabajo Operativo	Predecesoras	Duración Estimada (Días)	Método de Estimación Aplicado
ACT-2.1	1.2.1	Inspección física y lógica del inventario de cómputo, almacenamiento IBM y redes Cisco.	ACT-1.2	5	Paramétrica (Ratios de Inventario)
ACT-2.2	1.2.2	Análisis técnico de logs, vulnerabilidades y diagnóstico de fallas de la arquitectura actual.	ACT-2.1	4	Análisis documental
ACT-2.3	1.2.3	Desarrollo de la matriz de requisitos y el Gap Analysis frente al nuevo modelo HCI.	ACT-2.2	3	Análoga (Históricos Sector)
ACT-3.1	1.3.1	Modelamiento técnico y redacción del documento Low Level Design (LLD) de la HCI.	ACT-2.3	7	Paramétrica (Complejidad Nodos)
ACT-3.2	1.3.2	Diseño analítico del plan de migración por oleadas y definición de políticas RTO/RPO.	ACT-3.1	4	Paramétrica
ACT-3.3	1.3.3	Evaluación e impacto de sostenibilidad tecnológica aplicando la matriz P5IA de GPM.	ACT-3.1	3	Análoga (Estándar P5)
ACT-3.4	1.3.4	Sustentación técnica y firma del acta de aprobación del diseño por el comité de la OGEI.	ACT-3.2, ACT-3.3	2	Análoga (Hito Institucional)
ACT-4.1	1.4.1	Montaje físico en racks, etiquetado estructural de cables y conexiones redundantes.	ACT-3.4	3	Paramétrica (Nodos/Hora)
ACT-4.2	1.4.2	Instalación de vSphere 9.0, despliegue de vCenter y configuración lógica de vSAN.	ACT-4.1	4	Paramétrica (Aprovisionamiento)
ACT-4.3	1.4.3	Despliegue de Veeam B&R, Veeam ONE e inmutabilidad contra ransomware.	ACT-4.2	3	Paramétrica (Políticas/Software)

Código Actividad	Código WBS Relacionado	Descripción del Trabajo Operativo	Predecesoras	Duración Estimada (Días)	Método de Estimación Aplicado
ACT-5.1	1.5.1	Migración controlada y vMotion de las primeras cargas piloto menos críticas.	ACT-4.3	3	Paramétrica (GB/Hora Red)
ACT-5.2	1.5.2	Pruebas de estrés e inyección de fallos en caliente (corte de red, caída de nodo físico).	ACT-5.1	2	Paramétrica
ACT-5.3	1.5.3	Validación operativa de restauración Bare Metal y auditoría final de RTO/RPO.	ACT-5.2	2	Paramétrica (Tiempos de RTO)
ACT-6.1	1.6.1	Despliegue de consolas de monitoreo Veeam ONE y transferencia de perfiles a OGEI.	ACT-5.3	2	Análoga (Operaciones TI)
ACT-6.2	1.6.2	Ejecución del taller técnico presencial de 12 horas para el equipo de administración.	ACT-6.1	3	Paramétrica (Horas lectivas)
ACT-6.3	1.6.3	Talleres de cierre y consolidación del informe formal de lecciones aprendidas.	ACT-6.2	2	Análoga (Cierre PMO)
ACT-6.4	1.6.4	Suscripción del Acta de Conformidad Técnica final por el Director de la OGEI.	ACT-6.3	2	Análoga (Hito Contractual)
ACT-6.5	1.6.5	Reserva de Contingencia del Proyecto.	ACT-6.4	5	Análoga (Reserva de Contingencia)

Nota. Elaboración propia. La matriz descompone los entregables del alcance en actividades lógicas bajo el método PDM, con duraciones calibradas exclusivamente en días hábiles dentro del marco del sector público peruano.

4.2.2.3 Cronograma base del proyecto y análisis de la ruta crítica

El cronograma base representa la referencia temporal aprobada para la ejecución y control del proyecto. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), su elaboración integra las actividades definidas, las dependencias identificadas y las estimaciones de duración, permitiendo establecer una secuencia lógica de trabajo y una fecha prevista de finalización.

Para el proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), el cronograma fue desarrollado utilizando la herramienta ProjectLibre, considerando las actividades identificadas en la EDT, las relaciones de precedencia y las restricciones operativas asociadas al entorno institucional. La programación obtenida constituye la línea base para el seguimiento y control de los tiempos del proyecto.

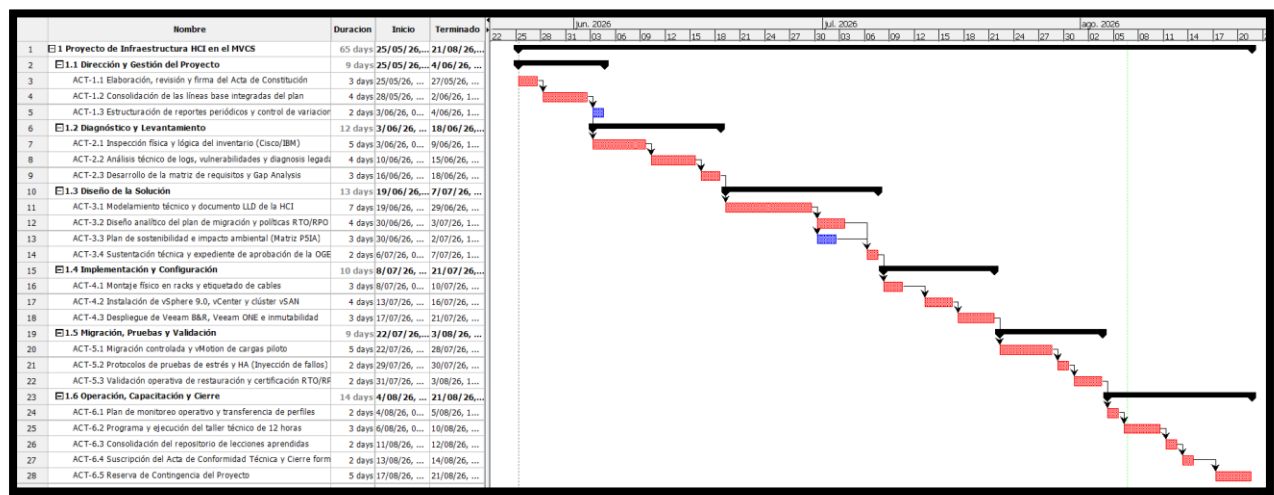
La modelación del cronograma permite identificar actividades críticas, calcular holguras y evaluar el impacto potencial de posibles desviaciones sobre la fecha de finalización. Asimismo, facilita la planificación de las ventanas de trabajo y la coordinación de recursos necesarios para la implementación de la solución propuesta.

Con el propósito de gestionar los riesgos identificados y de acuerdo con las buenas prácticas propuestas por el Project Management Institute (PMI, 2023), se incluye una reserva de contingencia equivalente a cinco (5) días hábiles, destinada a atender eventos previamente identificados relacionados con actividades de migración, validación técnica, procesos de contratación y aprobaciones institucionales. Esta reserva forma parte de la planificación temporal del proyecto y podrá utilizarse únicamente previa evaluación y autorización del Director del Proyecto.

Como se observa en la Figura 9, la ruta crítica, identificada en color rojo, vincula las actividades asociadas al diagnóstico, diseño, configuración, migración y validación de la solución. Debido a su influencia directa sobre la fecha prevista de finalización del proyecto, estas actividades requieren un seguimiento y control prioritario.

Figura 9

Diagrama Gantt de Línea Base y Ruta Crítica en ProjectLibre



Nota. Elaboración propia (2026) mediante la herramienta ProjectLibre. El cronograma presenta una duración estimada de 65 días hábiles, incluyendo una reserva de contingencia de cinco (5) días para la atención de riesgos identificados, e identifica las actividades que conforman la ruta crítica del proyecto.

4.2.2.4 Análisis de la ruta crítica

A partir de la programación desarrollada en ProjectLibre y mediante la aplicación del Método del Camino Crítico (CPM) (PMI, 2023), se determinó una duración total estimada de 65 días hábiles para el proyecto, incluyendo una reserva de contingencia de cinco (5) días destinada a la atención de riesgos identificados durante la planificación. Como se observa en la

Figura 9, el análisis realizado permitió identificar una secuencia de actividades críticas cuya ejecución tiene influencia directa sobre la fecha de finalización prevista.

Las actividades que integran la ruta crítica se encuentran asociadas principalmente a los procesos de diagnóstico técnico, diseño de la solución, configuración de la infraestructura hiperconvergente, migración de servicios y validación final. Debido a que estas actividades presentan holgura total igual a cero, cualquier retraso en su ejecución podría afectar la fecha prevista de culminación del proyecto.

Por otra parte, el análisis del cronograma permitió identificar actividades con holgura positiva, entre ellas la elaboración de reportes de seguimiento y determinadas actividades de planificación complementaria. La existencia de estas holguras proporciona flexibilidad para la asignación de recursos y facilita la aplicación de medidas de control cuando resulte necesario.

La identificación de la ruta crítica constituye un insumo relevante para el monitoreo del cronograma, debido a que permite priorizar el seguimiento de las actividades con mayor impacto en los objetivos temporales. Asimismo, proporciona información para la aplicación de acciones correctivas o estrategias de compresión del cronograma cuando se detecten desviaciones respecto a la línea base establecida.

4.2.3 Gestión de Costos y Presupuesto Público

4.2.3.1 Planificar la Gestión de los Costos

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), la planificación de los costos corresponde al proceso de establecer las políticas, procedimientos y criterios necesarios para estimar, desarrollar, gestionar y controlar los costos del proyecto. En iniciativas de modernización tecnológica, este proceso resulta especialmente relevante debido a la inversión requerida para la adquisición de infraestructura, licenciamiento y servicios especializados.

Para la implementación de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), se definieron las siguientes políticas de gestión de costos:

- Moneda de referencia: El presupuesto será gestionado en dólares estadounidenses (USD), considerando su equivalencia en moneda nacional según las disposiciones financieras aplicables al sector público.
- Gestión contractual: Las adquisiciones de infraestructura, licenciamiento y servicios especializados se desarrollarán bajo los mecanismos contractuales establecidos por la normativa vigente.
- Reservas para riesgos: Se considera una reserva de contingencia equivalente al 10% del presupuesto para riesgos identificados y una reserva de gestión del 5% para eventos no previstos.

4.2.3.2 Estimar los Costos

La estimación de costos se desarrolló siguiendo el principio de elaboración progresiva, refinando los montos conforme se obtuvo un mayor nivel de detalle sobre los componentes tecnológicos y los servicios requeridos para la solución propuesta.

Para ello se utilizaron técnicas de estimación análoga y paramétrica. La estimación análoga consideró información proveniente de proyectos similares desarrollados en entornos tecnológicos comparables (Reyes Vargas, 2019), mientras que la estimación paramétrica se sustentó en variables como capacidad de procesamiento, memoria, almacenamiento, licenciamiento y servicios profesionales asociados a la implementación de la solución HCI.

4.2.3.3 Determinar el presupuesto y línea base

Este proceso consolida los costos estimados para cada paquete de trabajo, permitiendo establecer la línea base de costos que servirá como referencia para el seguimiento y control financiero del proyecto. La Tabla 23 presenta el presupuesto estimado para la implementación de la infraestructura hiperconvergente propuesta.

Tabla 23

Presupuesto Estimado para la Implementación de Infraestructura Hiperconvergente

Partida	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	COSTOS DIRECTOS (Hardware e Implementación)				538,354.00
1.1	Nodos de Cómputo HCI (Ready Nodes)	3	Unidad	95,000.00	285,000.00
1.2	Licenciamiento VMware vSphere 9.0 / vSAN	1	Kit	125,000.00	125,000.00
1.3	Solución Veeam (Backup, ONE, Kasten)	1	Licencia	68,354.00	68,354.00
1.4	Servicios de Implementación y Migración	1	Servicio	60,000.00	60,000.00
2	COSTOS INDIRECTOS (Gestión y Consultoría)				90,000.00
2.1	Consultoría de Arquitectura HCI / Diseño	1	Servicio	35,000.00	35,000.00
2.2	Dirección de Proyecto (Gerencia)	1	Servicio	40,000.00	40,000.00
2.3	Capacitación Técnica (12 horas)	1	Servicio	15,000.00	15,000.00
3	RESERVAS (Gestión y Contingencia)				-
3.1	Reserva de Contingencia (10% sobre Directos)	1	Global	53,835.00	53,835.00
3.2	Reserva de Gestión (5% sobre Total Inicial)	1	Global	31,918.00	31,918.00
4	TOTAL DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO				619,107.00

Nota. Elaboración propia basada en las cotizaciones de mercado de los *Ready Nodes* y servicios de implementación para la OGEI del MVCS.

4.2.3.4 Control financiero mediante el Valor Ganado (EVM)

Para el seguimiento del desempeño financiero del proyecto se empleará la metodología del Valor Ganado (Earned Value Management – EVM). De acuerdo con el PMI (2023), esta herramienta permite comparar el trabajo planificado, el trabajo ejecutado y los costos incurridos, generando indicadores que facilitan la evaluación del desempeño del proyecto.

Entre los principales indicadores se consideran:

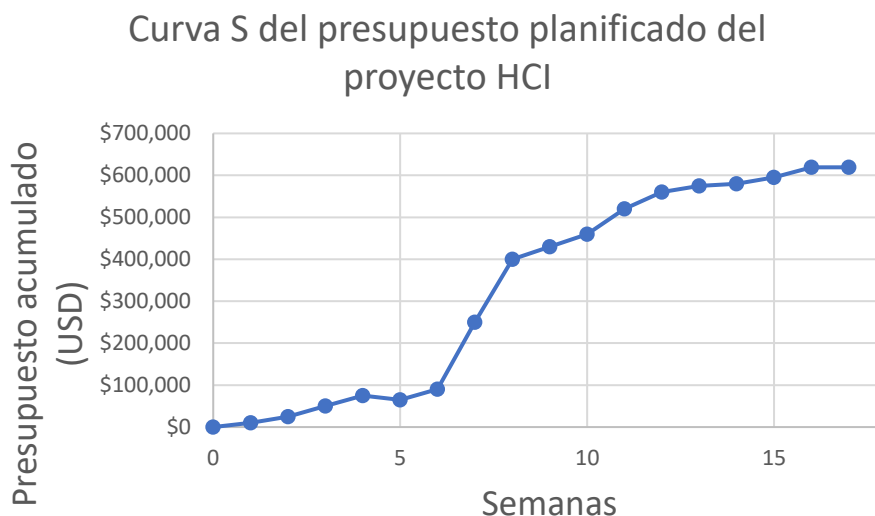
- Valor Planificado (PV): costo presupuestado del trabajo programado hasta una fecha determinada.
- Valor Ganado (EV): valor del trabajo efectivamente completado, expresado en términos del presupuesto aprobado.
- Costo Real (AC): costo incurrido para ejecutar el trabajo realizado.
- Índice de Desempeño de Costos (CPI): indicador que mide la eficiencia en el uso de los recursos financieros.
- Índice de Desempeño del Cronograma (SPI): indicador que mide el desempeño temporal del proyecto respecto a la línea base del cronograma.

Estos indicadores proporcionan información relevante para la toma de decisiones y la aplicación de acciones correctivas cuando se detecten desviaciones respecto a la planificación establecida.

Como se observa en la Figura 10, la distribución acumulada del presupuesto presenta un crecimiento gradual durante las fases iniciales del proyecto, incrementándose durante las actividades asociadas a adquisición de infraestructura, configuración y migración de servicios.

Este comportamiento es consistente con la naturaleza de los proyectos de modernización tecnológica, donde la mayor concentración de costos se produce durante las etapas de implementación.

Figura 10
Curva S de desempeño financiero del proyecto HCI



Nota. Elaboración propia (2026). La Curva S representa la distribución acumulada del presupuesto planificado a lo largo del ciclo de vida del proyecto, considerando una duración total de 65 días hábiles, incluida una reserva de contingencia de cinco (5) días para la atención de riesgos identificados.

4.2.4 Gestión de la Calidad y Disponibilidad

4.2.4.1 Planificar la Gestión de la Calidad y Disponibilidad

El Project Management Institute (PMI, 2023) define este proceso como la identificación de los requisitos y estándares que el proyecto debe satisfacer, estableciendo los mecanismos

necesarios para demostrar su cumplimiento. En el contexto de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI), la gestión de la calidad se encuentra estrechamente relacionada con la disponibilidad operativa, debido a que cualquier desviación en los estándares de configuración puede afectar la continuidad de los servicios tecnológicos institucionales.

Para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la infraestructura tecnológica soporta servicios críticos vinculados a la gestión de programas habitacionales, sistemas de información institucionales y plataformas digitales orientadas a la ciudadanía. En consecuencia, la calidad de la solución propuesta no solo se evalúa desde una perspectiva técnica, sino también considerando su capacidad para contribuir a la continuidad operativa y a la disponibilidad de los servicios institucionales.

Para el despliegue de la solución en el MVCS se consideran los siguientes lineamientos:

- Estándares de calidad: Fundamentados en la norma ISO/IEC 25010 y en los niveles de servicio (SLA) definidos por la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI), priorizando atributos como fiabilidad, tolerancia a fallos y eficiencia del desempeño.
- Enfoque de disponibilidad: Se establece una meta de disponibilidad del 99.99%, sustentada en mecanismos de redundancia de nodos, protección de datos y continuidad operativa incorporados en la arquitectura hiperconvergente.

4.2.4.2 Matriz del Plan de Calidad y Disponibilidad

La Tabla 24 presenta la relación entre los principales entregables del proyecto, los requisitos de calidad asociados, los responsables de su ejecución y los criterios de validación definidos para asegurar el cumplimiento de los objetivos de continuidad operativa.

Tabla 24

Plan de Gestión de Calidad y Disponibilidad del Proyecto HCI

EDT / Documento	Requisito de Calidad / Disponibilidad	Responsable	Aprobador	Plazo/ Frecuencia
EDT: 1.3.1 Diseño de Arquitectura	Cumplimiento del nivel de detalle LOD 350 y validez de redundancia N+1.	Arquitecto HCI	Director del Proyecto	Pre-Instalación
EDT: 1.4.2 Configuración HCI	Configuración de vSAN con políticas FTT=1 (Failures to Tolerate).	Ingeniero de Sistemas	Líder QA	Durante implementación
EDT: 1.5.2 Pruebas de Estrés	Simulación de caída de nodo físico: failover automático en < 30 segundos.	Analista QA	OGEI	Preproducción
EDT: 1.6.1 Monitoreo Operativo	Configuración de alertas proactivas en Veeam ONE (Disponibilidad 99.99%).	Ingeniero de Operaciones	OGEI	Permanente

Nota. Elaboración propia. La matriz alinea los entregables técnicos de la EDT con los requerimientos de disponibilidad exigidos por el MVCS.

4.2.4.3 Control de Calidad y Métricas de Disponibilidad

Para verificar que la solución propuesta cumple con los niveles de calidad y disponibilidad definidos, se establecerán actividades de control orientadas a evaluar el desempeño de la infraestructura y la efectividad de los mecanismos de continuidad operativa.

Entre las principales acciones de control se consideran:

- Planificación y ejecución de pruebas de continuidad: orientadas a validar la capacidad de recuperación ante fallas de componentes, interrupciones de servicios y escenarios de contingencia.
- Verificación de mecanismos de respaldo e inmutabilidad: mediante la revisión de configuraciones y políticas de protección de datos, asegurando el cumplimiento de los objetivos de recuperación establecidos (RTO y RPO).

- Gestión de no conformidades: mediante el registro, análisis y seguimiento de desviaciones identificadas durante las actividades de validación y control de calidad.
- Verificación de cierre: mediante la aplicación de listas de comprobación y criterios de aceptación orientados a confirmar el cumplimiento de los requisitos definidos para la solución propuesta.

Estas actividades permiten asegurar que la Infraestructura Hiperconvergente (HCI) responda a los requerimientos de disponibilidad, continuidad operativa y calidad establecidos para el proyecto.

4.2.5 Gestión de Recursos y Roles

4.2.5.1 Planificar la Gestión de Recursos

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), la gestión de recursos establece la forma en que se estiman, adquieren, desarrollan, gestionan y controlan los recursos físicos y humanos requeridos para el proyecto. En una iniciativa de modernización tecnológica como la implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI), la adecuada planificación de recursos permite asegurar la disponibilidad de personal especializado, infraestructura tecnológica y servicios de soporte necesarios para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Para la gestión integral de recursos del MVCS se consideran los siguientes lineamientos:

- Estimación de recursos: orientada a identificar y cuantificar los recursos humanos y físicos necesarios para la implementación de la solución propuesta, evaluando su impacto en el cronograma y presupuesto.

- Adquisición de recursos: realizada mediante los mecanismos establecidos por la normativa institucional y los procedimientos aplicables a la contratación de bienes y servicios tecnológicos.
- Gestión y control: enfocada en asegurar la disponibilidad de los recursos conforme a la línea base del proyecto y facilitar la coordinación entre los diferentes actores involucrados en la implementación.

4.2.5.2 Estimación de Recursos de las Actividades

La estimación de recursos permite determinar el tipo y cantidad de personal, equipamiento, infraestructura y servicios requeridos para ejecutar las actividades definidas en el proyecto. Para ello se emplearon estimaciones análogas basadas en proyectos similares y análisis de requerimientos técnicos asociados a la infraestructura hiperconvergente propuesta.

La Tabla 25 presenta los principales recursos considerados para el proyecto y su forma de adquisición.).

Tabla 25
Plan de Gestión de Recursos y Roles del Proyecto

Tipo de Recurso	Recurso Específico	Forma de Adquisición	Responsable	Tiempo Requerido
Humano	Gerente de Proyecto	Contratación Directa	OGEI	3 meses
Humano	Especialista vSphere/vSAN	Licitación (Consultoría)	Director del Proyecto	3 meses
Humano	Especialista Backup (Veeam)	Licitación (Consultoría)	Director del Proyecto	2 meses
Físico	Nodos HCI (Ready Nodes)	Licitación Pública	OGEI / MVCS	Según cronograma de adquisición
Físico	Licenciamiento Enterprise	Compra directa (Fabricante)	OGEI / MVCS	Según cronograma de adquisición

Nota. Elaboración propia (2026). Clasificación de los recursos considerados para la implementación de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI).

4.2.5.3 Roles y Responsabilidades

Con el propósito de garantizar una adecuada coordinación entre los participantes del proyecto, se definieron los principales roles y responsabilidades asociados a la implementación de la solución tecnológica:

- Director del Proyecto (Project Manager): responsable de dirigir, coordinar y supervisar la ejecución del proyecto, asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos.
- Patrocinador (Sponsor): responsable de proporcionar apoyo institucional, recursos estratégicos y facilitar la toma de decisiones de alto nivel.
- Equipo del Proyecto: conformado por los especialistas encargados de ejecutar las actividades técnicas y administrativas requeridas para la implementación.
- Oficina General de Estadística e Informática (OGEI): responsable de validar requerimientos, revisar entregables y garantizar el alineamiento de la solución con las necesidades institucionales.
- Usuarios institucionales: responsables de participar en las actividades de validación y aceptación de los servicios involucrados en el proyecto.

4.2.5.4 Habilidades de Liderazgo y Alto Desempeño

La implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) requiere la participación coordinada de diferentes actores técnicos y organizacionales. Por esta razón, el equipo de dirección del proyecto promoverá prácticas orientadas al fortalecimiento del desempeño colectivo y la colaboración entre los interesados.

Entre las principales acciones consideradas se encuentran:

- Comunicación abierta y efectiva para facilitar el intercambio oportuno de información.
- Desarrollo de confianza mediante un entorno de trabajo que favorezca la identificación y resolución temprana de problemas.
- Gestión constructiva de conflictos orientada a alcanzar acuerdos técnicos y organizacionales.
- Toma de decisiones colaborativa basada en el análisis de información y la participación de los especialistas involucrados.
- Estas prácticas contribuyen a fortalecer el trabajo en equipo y favorecer el cumplimiento de los objetivos definidos para el proyecto.

4.2.6 Gestión de las Comunicaciones del Proyecto

4.2.6.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), la gestión de las comunicaciones comprende el desarrollo de un enfoque apropiado para generar, recopilar, distribuir, almacenar, recuperar y monitorear la información del proyecto, considerando las necesidades de los interesados y las características del entorno organizacional.

En el proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la comunicación constituye un elemento relevante para coordinar a los diferentes actores involucrados, facilitar la toma de decisiones y garantizar que la información llegue de manera oportuna a cada interesado. Para ello, el plan de comunicaciones se orienta a definir qué información debe comunicarse, quien la recibe, a través de qué medios y con qué frecuencia.

4.2.6.2 Metodología de Comunicación Efectiva

Se consideran los siguientes métodos principales de comunicación:

- Comunicación Pull: Información disponible para consulta bajo demanda mediante repositorios documentales, plataformas colaborativas y registros institucionales.
- Comunicación Push: Distribución directa de información mediante correos electrónicos, informes ejecutivos, reportes de avance y comunicaciones formales.
- Comunicación Interactiva: Intercambio bidireccional de información mediante reuniones, talleres de trabajo, comités técnicos y sesiones de coordinación.

La combinación de estos mecanismos permite atender las necesidades de información de los distintos interesados del proyecto y asegurar una adecuada gestión del conocimiento generado.

4.2.6.3 Matriz de Comunicaciones

La Tabla 26 presenta la planificación de comunicaciones definida para el proyecto, identificando los principales interesados, los objetivos de comunicación, la frecuencia, los responsables y los canales utilizados.

Tabla 26

Matriz de Planificación de Comunicaciones del Proyecto HCI

Interesado	Objetivo de la Comunicación	Frecuencia	Emisor	Canal
Alta Dirección MVCS	Aprobación de planes e hitos críticos	Mensual	Director del Proyecto	Comité Directivo
Comité OGEI	Estado de avance, ruta crítica, CPI/SPI	Semanal	Director del Proyecto	Reunión / Minuta
Equipo Técnico	Seguimiento operativo y resolución de impedimentos	Diario	Director del Proyecto	Stand-up / Mensajería
Contratista (Ready Nodes)	Revisión de entregables técnicos, cronograma de suministro e implementación.	Quincenal	Director del Proyecto	Zoho Projects / Correo electrónico
Ciudadanía/Usuarios	Aviso de ventanas de mantenimiento / afectaciones	Eventual	Director del Proyecto	Comunicado Público

Nota. Elaboración propia (2026). La matriz asegura que la información técnica fluya de manera bidireccional entre la OGEI y los proveedores tecnológicos.

4.2.6.4 Estrategia de segmentación de información

La gestión de las comunicaciones requiere adaptar los mensajes según el nivel de responsabilidad, participación e interés de cada actor involucrado. Bajo este enfoque, la información estratégica dirigida a la Alta Dirección y a la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) se concentra en indicadores de desempeño, avance del proyecto y cumplimiento de objetivos; mientras que la información destinada a los equipos técnicos se enfoca en aspectos operativos, configuraciones, procedimientos y actividades asociadas a la implementación de la solución tecnológica.

Esta segmentación permite optimizar el flujo de información, evitar la sobrecarga documental y proporcionar a cada interesado los elementos necesarios para la toma de decisiones dentro de su ámbito de responsabilidad. Asimismo, contribuye a fortalecer la coordinación entre las áreas participantes y facilita el seguimiento del progreso del proyecto.

4.2.7 Gestión de Riesgos Tecnológicos y Operativos

4.2.7.1 Planificar la Gestión de los Riesgos

Los riesgos corresponden a eventos o condiciones inciertas que, de materializarse, pueden generar efectos positivos (oportunidades) o negativos (amenazas) sobre los objetivos del proyecto. En consecuencia, la gestión de riesgos constituye un proceso fundamental para identificar, analizar, monitorear y responder a los eventos que puedan afectar los objetivos relacionados con alcance, cronograma, costos, calidad y continuidad operativa.

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), la planificación de la gestión de riesgos consiste en definir la forma en que se desarrollarán las actividades de

identificación, análisis, respuesta, monitoreo y control de los riesgos durante el ciclo de vida del proyecto. Este proceso se realiza desde las etapas iniciales de planificación y se actualiza conforme evolucionan las condiciones del proyecto.

Para el proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a la continuidad de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la planificación de riesgos se desarrolló utilizando las siguientes técnicas:

- Análisis de interesados: permitió evaluar el nivel de influencia e involucramiento de los actores identificados, facilitando la asignación de responsables para el seguimiento de riesgos y la definición de estrategias de escalamiento.
- Análisis documental: se revisó documentación institucional, términos de referencia, antecedentes de incidentes tecnológicos, registros operativos y documentación técnica relacionada con continuidad operativa y ciberseguridad.
- Reuniones de trabajo: permitieron identificar fuentes potenciales de riesgo, establecer criterios de evaluación y definir las categorías de riesgos aplicables al proyecto.

Como resultado de este proceso, se establecieron los siguientes parámetros para la gestión de riesgos:

- Escala de evaluación: los riesgos serán clasificados mediante una matriz de probabilidad e impacto de tres niveles, presentada en la Tabla 27.

Tabla 27
Escala de evaluación de riesgos

Impacto / Probabilidad	1 (Bajo)	2 (Medio)	3 (Alto)
3 (Alta)	Medio	Crítico	Crítico
2 (Media)	Bajo	Medio	Crítico
1 (Baja)	Bajo	Bajo	Medio

Nota. Elaboración propia (2026) con base en los lineamientos del Project Management Institute (PMI, 2023). La matriz permite priorizar los riesgos mediante la combinación de su probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial sobre los objetivos del proyecto.

- Criterios de clasificación del impacto: definidos en la Tabla 28, considerando el efecto potencial sobre el alcance, el costo y el cronograma del proyecto.

Tabla 28
Criterios de clasificación de impacto de los riesgos

Impacto	Alcance	Costo	Tiempo
1	No se cumple alcance de un paquete	< 2% del costo total	< 5 días (sin afectar ruta crítica)
2	No se cumple uno de los entregables	Entre 5% y 10% del costo total	> 10 días naturales en fecha fin
3	No se cumple uno o más objetivos	> 15% del costo total	> 20 días naturales en fecha fin

Nota. La clasificación del impacto se establece con base en el criterio técnico del equipo del proyecto y los objetivos definidos para la iniciativa.

- Clasificación de probabilidad: definida en la Tabla 29, considerando la posibilidad estimada de ocurrencia de cada evento identificado.

Tabla 29
Clasificación de probabilidad de los riesgos

Probabilidad	Descripción
1	Probabilidad de ocurrencia $\leq 15\%$
2	Probabilidad de ocurrencia $> 15\%$ y $< 50\%$
3	Probabilidad de ocurrencia $\geq 50\%$

Nota. La clasificación de probabilidad se determina a partir del análisis de antecedentes, información técnica disponible y criterios del equipo del proyecto.

- Proceso de escalamiento: cuando un riesgo supere los umbrales de tolerancia definidos o se materialice un evento crítico, el responsable deberá informar al Director del Proyecto para su evaluación y escalamiento a la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) o a la instancia correspondiente.
- Frecuencia de revisión: los riesgos serán revisados periódicamente durante las reuniones de seguimiento del proyecto, actualizando su estado, probabilidad, impacto y efectividad de las respuestas definidas.
- Categorías de riesgos: para facilitar su gestión, los riesgos serán agrupados en categorías técnicas, operativas, administrativas, financieras, de gestión, seguridad de la información y factores externos.

4.2.7.2 Identificar los Riesgos

El Project Management Institute (PMI, 2023) define este proceso como la identificación de los riesgos individuales del proyecto y de las fuentes de riesgo general que podrían afectar el logro de los objetivos establecidos. La identificación de riesgos constituye una actividad continua que permite reconocer eventos potenciales, documentar sus características y establecer las bases para su posterior análisis y tratamiento.

Para el proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a la continuidad de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la identificación de riesgos se realizó mediante el análisis de documentación técnica, revisión de antecedentes de continuidad operativa, análisis de requerimientos institucionales y reuniones de trabajo con los involucrados.

Los riesgos identificados se agrupan en categorías técnicas, operativas, administrativas, financieras, de gestión, seguridad de la información y factores externos, permitiendo una

gestión estructurada durante todo el ciclo de vida del proyecto. La Tabla 30 presenta el registro inicial.

Tabla 30
Registro de riesgos del proyecto

ID	Categoría	Descripción del riesgo	EDT
RG-01	Gestión	Definición incompleta de requerimientos técnicos y funcionales.	1.2.3
RG-02	Gestión	Cambios no controlados en el alcance del proyecto.	1.1.2
RG-03	Gestión	Reprocesos derivados de observaciones en la aprobación del diseño.	1.3.4
RT-01	Técnico	Incompatibilidad entre componentes de hardware y software HCI.	1.3.1
RT-02	Técnico	Errores en la configuración de vSphere, vSAN o componentes asociados.	1.4.2
RT-03	Técnico	Fallas durante la migración de máquinas virtuales y bases de datos.	1.5.1
RO-01	Operativo	Disponibilidad limitada de ventanas de mantenimiento.	1.5.1
RO-02	Operativo	Resistencia al cambio por parte del personal técnico.	1.6.2
RA-01	Administrativo	Demoras en procesos de contratación y adquisición de tecnología.	1.4.1
RA-02	Administrativo	Retrasos en aprobaciones institucionales o validaciones técnicas.	1.3.4
RF-01	Financiero	Incremento de costos por variación del tipo de cambio.	1.4.1
RF-02	Financiero	Restricciones presupuestarias que afecten la ejecución del proyecto.	1.1.2
RS-01	Seguridad	Incidente de ciberseguridad durante el proceso de migración.	1.5.1
RS-02	Seguridad	Pérdida o corrupción de datos durante la transición de servicios.	1.5.2
RE-01	Externo	Retraso en la entrega de equipamiento o licenciamiento por proveedores.	1.4.1

Nota. Elaboración propia (2026). El registro inicial de riesgos podrá ser actualizado durante la ejecución del proyecto conforme se identifiquen nuevos eventos o cambien las condiciones de los riesgos existentes.

4.2.7.3 Análisis Cualitativo de los Riesgos

El análisis cualitativo de riesgos consiste en evaluar la probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial de cada riesgo identificado, con el propósito de establecer prioridades para su tratamiento y monitoreo. De acuerdo con el (PMI, 2023), este proceso permite enfocar los esfuerzos de gestión en aquellos eventos con mayor capacidad de afectar los objetivos del proyecto.

La evaluación se realizó utilizando la matriz de probabilidad e impacto definida previamente, obteniendo la clasificación de riesgo correspondiente para cada evento.

Tabla 31
Análisis cualitativo de los riesgos

ID	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Clasificación	Responsable
RA-01	Demoras en procesos de adquisición y contratación	3	3	Crítico	OGEI
RG-01	Definición incompleta de requerimientos técnicos	2	3	Crítico	Director del Proyecto
RG-02	Cambios no controlados en el alcance	2	3	Crítico	Director del Proyecto
RT-02	Errores en la configuración de la plataforma	2	3	Crítico	Especialista HCI
RT-03	Fallas durante la migración de servicios críticos	2	3	Crítico	Equipo Técnico
RS-01	Incidente de ciberseguridad durante la migración	2	3	Crítico	Responsable de la Seguridad de la Información
RG-03	Reprocesos por observaciones en la aprobación del diseño	2	2	Medio	Director del Proyecto

ID	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Clasificación	Responsable
RT-01	Incompatibilidad entre componentes de hardware y software	2	2	Medio	Arquitecto HCI
RO-01	Disponibilidad limitada de ventanas de mantenimiento	2	2	Medio	OGEI
RO-02	Resistencia al cambio del personal técnico	2	2	Medio	Director del Proyecto
RA-02	Retrasos en aprobaciones institucionales	2	2	Medio	OGEI
RF-01	Variación del tipo de cambio	2	2	Medio	Área Financiera
RE-01	Retrasos en la entrega de equipamiento o licenciamiento	2	2	Medio	Director del Proyecto
RF-02	Restricciones presupuestarias	1	3	Medio	Patrocinador
RS-02	Pérdida o corrupción de datos durante la transición	1	3	Medio	Equipo Técnico

Nota. Elaboración propia (2026). La evaluación cualitativa será revisada periódicamente durante la ejecución del proyecto con el fin de actualizar la probabilidad, impacto y clasificación de los riesgos identificados.

4.2.7.4 Planificación de la Respuesta a los Riesgos

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), la planificación de la respuesta a los riesgos consiste en desarrollar opciones, seleccionar estrategias y acordar acciones orientadas a abordar la exposición al riesgo del proyecto. El objetivo es incrementar la

probabilidad y el impacto de las oportunidades, así como reducir la probabilidad y el impacto de las amenazas.

Para el presente proyecto se consideran las siguientes estrategias de respuesta:

- Evitar: modificar el plan del proyecto para eliminar la amenaza o proteger sus objetivos.
- Escalar: transferir la propiedad de la respuesta a una instancia superior cuando el riesgo exceda la autoridad del responsable asignado.
- Transferir: trasladar la responsabilidad de la respuesta a un tercero mediante acuerdos contractuales o mecanismos equivalentes.
- Mitigar: reducir la probabilidad de ocurrencia o el impacto del riesgo mediante acciones preventivas.
- Aceptar: reconocer la existencia del riesgo y monitorearlo sin implementar medidas proactivas específicas.

La Tabla 32 presenta el plan de respuesta definido para los riesgos identificados durante la planificación del proyecto.

Tabla 32

Plan de respuesta a los riesgos del proyecto

ID	Descripción del riesgo	Prob.	Imp.	Clasif.	Estrategia	Acciones preventivas / Contingencia	Prob. Post	Imp. Post	Clasif. Post
RA-01	Demoras adquisición/contratación	3	3	Crítico	Mitigar	Seguimiento permanente a procesos.	2	2	Medio
RG-01	Definición incompleta requerimientos técnicos	2	3	Crítico	Mitigar	Validar requerimientos con OGEI (revisiones formales).	1	2	Bajo
RG-02	Cambios no controlados alcance	2	3	Crítico	Mitigar	Control integrado de cambios.	1	2	Bajo
RT-02	Errores configuración en plataforma	2	3	Crítico	Mitigar	Procedimientos estándar y revisión cruzada.	1	2	Bajo
RT-03	Fallas en migración	2	3	Crítico	Mitigar	Ejecutar migraciones piloto y reversión.	1	2	Bajo
RS-01	Incidente ciberseguridad migración	2	3	Crítico	Mitigar	Controles seguridad, respaldos, monitoreo.	1	2	Bajo
RS-02	Pérdida o corrupción datos	1	3	Medio	Mitigar	Respaldos y validación de integridad.	1	1	Bajo
RG-03	Reprocesos en diseño	2	2	Medio	Mitigar	Revisiones técnicas previas a presentación.	1	1	Bajo
RO-01	Disponibilidad ventanas de mantenimiento	2	2	Medio	Mitigar	Coordinar anticipadamente con usuarios.	1	1	Bajo
RO-02	Resistencia al cambio	2	2	Medio	Mitigar	Capacitación y transferencia de conocimiento.	1	1	Bajo
RF-01	Variación tipo de cambio	2	2	Medio	Transferir	Precios referenciales y cláusulas contractuales.	1	1	Bajo
RE-01	Retraso proveedores	2	2	Medio	Transferir	Compromisos contractuales y seguimiento.	1	1	Bajo
RT-01	Incompatibilidad componentes HCI	2	2	Medio	Evitar	Verificar matrices certificadas del fabricante.	0	1	Bajo
RA-02	Retrasos aprobaciones en instalación	2	2	Medio	Escalar	Se escala a la OGEI y a la Alta Dirección para su evaluación y tratamiento.	N/A	N/A	Escalado
RF-02	Restricciones presupuestarias	1	3	Medio	Escalar	Se escala a la Alta Dirección para su evaluación y toma de decisión.	N/A	N/A	Escalado

Nota. Elaboración propia (2026). Prob. = Probabilidad; Imp. = Impacto; Clasif. = Clasificación.

Las columnas “Post” representan la evaluación residual del riesgo después de aplicar la estrategia de respuesta seleccionada. Los riesgos RA-02 y RF-02 se mantienen únicamente con fines informativos debido a que fueron escalados a instancias superiores de decisión (OGEI y Alta Dirección) y no forman parte de la gestión directa de riesgos del proyecto.

4.2.7.5 Análisis Cuantitativo de los Riesgos

El análisis cuantitativo de riesgos consiste en evaluar numéricamente el efecto combinado de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. De acuerdo con el PMI (2023), este proceso suele aplicarse en proyectos que requieren modelos probabilísticos avanzados o técnicas estadísticas especializadas.

Para el presente proyecto no se ha considerado la ejecución de un análisis cuantitativo formal, debido a que la información disponible y el nivel de complejidad requerido exceden el alcance definido para esta iniciativa. Asimismo, el análisis cualitativo desarrollado proporciona información suficiente para priorizar los riesgos y establecer estrategias de respuesta apropiadas. En consecuencia, la gestión de riesgos se sustenta en la identificación, evaluación cualitativa, monitoreo y respuesta continua de los eventos tecnológicos, operativos, administrativos y de seguridad identificados.

4.2.8 Gestión de las Adquisiciones y Proveedores

4.2.8.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones del Proyecto

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), la planificación de las adquisiciones comprende la documentación de las decisiones de compra, la determinación de los recursos que serán obtenidos externamente y la definición del enfoque para gestionar los

procesos de contratación. En proyectos de infraestructura tecnológica, este proceso resulta fundamental para asegurar la disponibilidad oportuna de hardware, software y servicios especializados necesarios para cumplir los objetivos del proyecto.

Para definir el plan de adquisiciones del proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), se emplearon las siguientes técnicas:

- **Análisis documental:** revisión de los Términos de Referencia (TDR), especificaciones técnicas de fabricantes, documentación institucional y requisitos asociados a la solución propuesta.
- **Análisis de selección de proveedores:** evaluación de proveedores considerando experiencia en infraestructura hiperconvergente, certificaciones técnicas, capacidades de soporte y experiencia en proyectos del sector público.
- **Reuniones de coordinación:** sesiones de trabajo con las áreas responsables de logística, tecnología y gestión administrativa para alinear los requerimientos técnicos con los procedimientos establecidos por la normativa de contrataciones vigente.

4.2.8.2 Estrategia de Gestión de Adquisiciones

Las adquisiciones requeridas para el proyecto se gestionarán conforme a los mecanismos establecidos por la normativa aplicable al sector público y los procedimientos internos del MVCS. Para ello se consideran los siguientes lineamientos:

- **Adquisiciones mayores (hardware y licenciamiento):** comprenden la adquisición de los nodos hiperconvergentes, licencias de virtualización, almacenamiento definido por software y demás componentes tecnológicos esenciales.

- Adquisiciones de servicios especializados: incluyen servicios de consultoría, soporte especializado, asistencia técnica, validación de configuraciones y actividades complementarias requeridas durante la implementación.
- Criterios de selección de proveedores: se consideran factores relacionados con experiencia previa, certificaciones técnicas, nivel de soporte ofrecido, capacidad de implementación, cumplimiento de plazos y costo de la propuesta.
- Gestión contractual: los procesos de adquisición deberán contemplar los documentos técnicos, requisitos funcionales, entregables esperados y mecanismos de validación necesarios para asegurar el cumplimiento de los objetivos.
- Garantías y cumplimiento: los proveedores seleccionados deberán cumplir con las condiciones contractuales, garantías y niveles de servicio establecidos durante el proceso de contratación.

4.2.8.3 Fechas Clave para Adquisiciones

La Tabla 33 presenta las principales adquisiciones consideradas para el proyecto, los responsables y las fechas estimadas necesarias para asegurar su disponibilidad durante la ejecución.

Tabla 33
Gestión de adquisiciones del proyecto

ID	Adquisición	Responsable	Fecha requerida	Estrategia de gestión
1	Diseño y arquitectura HCI	Director del Proyecto	Inicio del proyecto	Desarrollo diseño técnico
2	Hardware hiperconvergente	OGEI / Unidad de Logística	Según línea base del cronograma	Contratación normativa
3	Equipamiento conectividad	OGEI / Unidad de Logística	Según línea base del cronograma	Contratación coordinada

4	Licenciamiento (Virtual/Backup)	Director del Proyecto / OGEI	Antes configuración	Contratación y validación
5	Servicios especializados	Director del Proyecto	Fase implementación	Contratación de personal especializado
6	Capacitación y transferencia	Director del Proyecto	Fase cierre	Servicios de capacitación y transferencia de conocimiento

Nota. Elaboración propia (2026). Los tiempos de adquisición se encuentran alineados con el cronograma del proyecto y consideran los plazos asociados a los procedimientos de contratación y entrega de los bienes y servicios requeridos.

4.2.8.4 Formato de contrato propuesto

Con el propósito de establecer una referencia documental para la futura contratación de los bienes y servicios requeridos por el proyecto, se presenta un modelo de contrato orientado al suministro e implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI). Este formato incorpora elementos alineados con las buenas prácticas de dirección de proyectos y considera los principales requisitos establecidos por la normativa aplicable a las contrataciones del Estado.

El contenido presentado constituye una propuesta referencial que podrá ser adecuadamente adaptada por las áreas competentes del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) durante el proceso formal de contratación.

A continuación, se presenta la minuta contractual estandarizada para la adquisición e implementación de bienes tecnológicos, ajustada a la normativa vigente establecida en la Ley No. 32069, Ley General de Contrataciones Públicas y su Reglamento (OECE, 2024)

CONTRATO DE SUMINISTRO E IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIPERCONVERGENTE (HCI)

Conste por el presente documento, el Contrato para el **"Suministro e Implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) y Protección de Datos para los Servicios Críticos del MVCS"**, que celebran de una parte [Nombre de la Entidad/Ministerio], representada por su Director(a) de la OGEI, con domicilio legal en [Dirección del Ministerio],

en adelante LA ENTIDAD, y de la otra parte [Nombre de la Empresa Contratista], con RUC No. [Número de RUC], representada por su Gerente General [Nombre del Representante], con domicilio legal en [Dirección de la Empresa], en adelante EL CONTRATISTA, en los términos y condiciones siguientes:

CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES Y OBJETO El presente contrato tiene como objeto la adquisición, implementación y puesta en marcha de una plataforma de infraestructura hiperconvergente de alto rendimiento, incluyendo el hardware especializado, el licenciamiento de virtualización, almacenamiento y las herramientas de respaldo inmutable (Backup & Replication). EL CONTRATISTA declara conocer las necesidades técnicas detalladas en los Términos de Referencia (TDR) y se obliga a entregar una solución llave en mano que contribuya a garantizar la disponibilidad, escalabilidad y resiliencia de los servicios tecnológicos de LA ENTIDAD.

CLÁUSULA SEGUNDA: MONTO CONTRACTUAL El monto total del presente contrato asciende a la suma de [Monto en números] ([Monto en letras]), moneda de curso legal, el cual incluye costos directos, indirectos, gastos administrativos, utilidades, seguros, tributos y cualquier otro gasto necesario para la correcta ejecución del objeto contractual. El contrato se rige bajo la modalidad de **Suma Alzada**, por lo que el precio es fijo e invariable.

CLÁUSULA TERCERA: FORMA DE PAGO LA ENTIDAD procederá con el pago de la contraprestación en los siguientes hitos, previa conformidad emitida por la OGEI:

1. Primer Hito (30%): Tras la entrega e instalación física del hardware en el Datacenter, verificación de series y activación de las licencias de software core.

2. Segundo Hito (50%): Tras la culminación exitosa de la migración de máquinas virtuales hacia la plataforma HCI y la aprobación de las pruebas de carga y alta disponibilidad.

3. Tercer Hito (20%): Tras la firma del Acta de Recepción Definitiva, entrega de los planos lógicos *As-Built*, documentación técnica y transferencia de conocimientos al personal de LA ENTIDAD.

CLÁUSULA CUARTA: PLAZO Y VIGENCIA El plazo de ejecución será de [Número] días calendario, computados desde el día siguiente de la notificación de la Orden de Compra/Servicio. El CONTRATISTA se compromete a presentar el cronograma de ejecución física y financiera en un plazo máximo de 5 días tras la firma del contrato.

CLÁUSULA QUINTA: GARANTÍAS Y NIVELES DE SERVICIO (SLA) EL CONTRATISTA presentará una Garantía de Fiel Cumplimiento equivalente al 10% del monto total del contrato. Asimismo, se garantiza el hardware mediante soporte técnico directo del fabricante (SLA 24x7x365, atención NBD) por un periodo de 36 meses, considerando las condiciones de garantía y soporte establecidas por el fabricante para el reemplazo de componentes defectuosos.

CLÁUSULA SEXTA: RECEPCIÓN Y CONFORMIDAD La recepción de los bienes y servicios se realizará en un plazo máximo de 7 días hábiles contados a partir de la entrega del

expediente de cierre técnico. En caso de detectarse observaciones, EL CONTRATISTA dispondrá de un plazo de 10 días para su levantamiento, sin que ello genere costos adicionales para LA ENTIDAD.

CLÁUSULA SÉPTIMA: PENALIDADES En caso de retraso injustificado en la entrega de los hitos establecidos, LA ENTIDAD aplicará una penalidad diaria equivalente al 0.1% del monto total del contrato, hasta un tope máximo del 10%. De superarse este tope, LA ENTIDAD podrá proceder con la resolución del contrato y la ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento.

CLÁUSULA OCTAVA: RESOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS Las partes acuerdan que toda controversia o diferencia derivada de la interpretación o ejecución del presente contrato será resuelta mediante mecanismos de solución de controversias previstos en la Ley No. 32069, Ley General de Contrataciones Públicas (OECE, 2024), incluyendo la posibilidad de recurrir al arbitraje institucional ante un centro autorizado por el sistema nacional de arbitraje.

CLÁUSULA NOVENA: CONFIDENCIALIDAD EL CONTRATISTA se obliga a mantener absoluta reserva y confidencialidad sobre toda la información técnica, arquitecturas, bases de datos y configuraciones a las que tenga acceso, durante y después de la vigencia del contrato, so pena de responsabilidad legal por daños y perjuicios.

En fe de lo cual, las partes suscriben el presente contrato en señal de conformidad, en la ciudad de Lima, a los [Días] días del mes de [Mes] del año [Año].

4.2.9 Gestión del involucramiento de los interesados

4.2.9.1 Planificar el Involucramiento de los Interesados

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), la gestión del involucramiento de los interesados consiste en desarrollar enfoques adecuados para interactuar con los actores que pueden influir o verse afectados por el proyecto, considerando sus necesidades, expectativas, intereses y nivel de influencia.

En el proyecto de implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la gestión de interesados resulta especialmente relevante debido a la participación de áreas técnicas, administrativas y de

gobierno digital, así como por el impacto que la continuidad de los servicios críticos tiene sobre la operación institucional.

La estrategia de involucramiento se apoya en la información obtenida durante el análisis de interesados y tiene como propósito asegurar que cada actor reciba la información necesaria para participar en la toma de decisiones, validar entregables y contribuir al cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Este proceso será revisado periódicamente durante el ciclo de vida del proyecto, especialmente cuando:

- Se inicie una nueva fase relevante del proyecto.
- Se produzcan cambios organizacionales o modificaciones en la estructura de toma de decisiones.
- Se incorporen nuevos interesados con influencia significativa sobre el proyecto.
- Se identifiquen riesgos que requieran fortalecer las estrategias de comunicación o participación.

4.2.9.2 Matriz de involucramiento de interesados

La Tabla 34 presenta el plan de gestión de involucramiento definido para los principales interesados identificados durante la fase de inicio del proyecto.

Tabla 34

Plan de gestión de los interesados para el proyecto de infraestructura hiperconvergente en el MVCS.

ID	Interesado	Estrategia	Acciones Principales	Frecuencia	Responsable
1	Alta Dirección MVCS	Gestionar de cerca	Avances ejecutivos, riesgos críticos y validación de hitos.	Mensual	Director del Proyecto
2	OGEI	Gestionar de cerca	Revisión diseños HCI, seguridad y pruebas de estrés.	Semanal	Director del Proyecto
3	Equipo Técnico TI	Gestionar de cerca	Configuración lógica, migración y transferencia tecnológica.	Diaria	Director del Proyecto

ID	Interesado	Estrategia	Acciones Principales	Frecuencia	Responsable
4	Unidades Organizacionales (Usuarios)	Mantener informados	Comunicar ventanas de mantenimiento e interrupciones.	Según se requiera	Director del Proyecto
5	Proveedor / Integrador	Gestionar de cerca	Coordinación instalación, soporte L2 y cumplimiento SLA.	Diaria	Director del Proyecto
6	Órgano Control (OCI)	Mantener satisfechos	Seguimiento a procesos de licitación y transparencia.	Mensual	Director del Proyecto
7	SGTD - PCM	Mantener satisfechos	Cumplimiento normativo de Gobierno Digital y seguridad.	Bimestral	Director del Proyecto

Nota. Elaboración propia (2026). Adaptación de los principios de gestión de interesados del Project Management Institute (PMI) al contexto del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Siglas: OGEI (Oficina General de Estadística e Informática), MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento), OCI (Órgano de Control Institucional), SGTD (Secretaría de Gobierno y Transformación Digital).

4.2.10 Gestión de sostenibilidad bajo estándares GPM/P5.

4.2.10.1 Plan de Gestión de Sostenibilidad

En el contexto de la gestión de proyectos, la sostenibilidad constituye un enfoque integral orientado a generar valor económico, social y ambiental durante el ciclo de vida del proyecto. El estándar P5™ de Green Project Management (GPM) establece cinco dimensiones de análisis: Producto, Procesos, Personas, Planeta y Prosperidad, promoviendo la incorporación de criterios de sostenibilidad dentro de los procesos de dirección de proyectos.

La aplicación del estándar P5™ permite evaluar los impactos del proyecto desde una perspectiva integral, considerando dimensiones ambientales, sociales y económicas que complementan los procesos tradicionales. En el contexto del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la implementación de una Infraestructura

Hiperconvergente (HCI) contribuye a mejorar la eficiencia operativa del centro de datos, fortalecer la continuidad de los servicios públicos digitales y reducir el consumo de recursos tecnológicos.

1. Propósito

El propósito de este plan es asegurar que el equipo del proyecto administre la implementación de la HCI bajo criterios de sostenibilidad, integrando los principios del estándar P5™ durante las actividades de planificación, implementación y operación. Este plan contribuye a la eficiencia tecnológica, la optimización del consumo energético, la reducción de residuos electrónicos y la continuidad de los servicios digitales del MVCS.

2. Enfoque

La planificación de la sostenibilidad se desarrollará mediante la integración de los principios de la metodología PRISM y los lineamientos de Gobierno y Transformación Digital aplicables al sector público:

- Identificación de impactos: Se realizará mediante la Evaluación de Impacto P5™ (P5IA), identificando efectos potenciales sobre las dimensiones Producto, Procesos, Personas, Planeta y Prosperidad.
- Respuesta a impactos: Contempla la implementación de acciones orientadas a optimizar el uso de recursos tecnológicos, reducir el consumo energético, mejorar la continuidad operativa y minimizar los impactos ambientales asociados al ciclo de vida de la infraestructura.

3. Roles y Responsabilidades

- Director del Proyecto: Responsable de integrar los criterios de sostenibilidad, actualizar la evaluación P5IA y consolidar los resultados obtenidos.

- Equipo del Proyecto: Responsable de recopilar información técnica relacionada con eficiencia operativa, utilización de recursos, consumo energético y aprovechamiento de la infraestructura implementada.
- Responsable de sostenibilidad: Encargado de monitorear los indicadores definidos para las dimensiones ambientales, sociales y económicas, así como de proponer acciones de mejora cuando corresponda.

4. Presupuesto

La Tabla 35 presenta las partidas presupuestarias asociadas a la gestión de sostenibilidad del proyecto.

Tabla 35

Partidas presupuestarias asociadas a la gestión de sostenibilidad - Proyecto HCI

Partida presupuestaria	Descripción	Costo estimado (USD)
Evaluación de eficiencia TI	Auditoría de consumo energético y huella GEI	10.000 – 25.000
Capacitación técnica	Formación en vSphere 9.0 y gestión de HCI	15.000 – 40.000
Gestión de residuos RAEE	Disposición responsable de hardware antiguo	5.000 – 15.000
Monitoreo operativo	Veeam ONE para optimización de recursos	20.000 – 50.000
Total estimado	Inversión en sostenibilidad TI	50.000 – 130.000

Nota. Adaptación del presupuesto para proyectos de infraestructura tecnológica bajo criterios de eficiencia operativa y sostenibilidad ambiental.

5. Indicadores Clave de Desempeño (KPIs)

La Tabla 36 presenta los indicadores utilizados para evaluar el desempeño sostenible del proyecto bajo el enfoque P5™.

Tabla 36

Matriz de indicadores de sostenibilidad P5 para infraestructura HCI

Dominio P5	Categoría	Indicador Clave de Desempeño	Meta
Producto	Vida útil	Extensión de ciclo de vida del hardware	≥5 años
Proceso	Eficiencia	Reducción de consumo de energía	≥20%
Personas	Bienestar	Incremento de automatización de tareas operativas	≥30%
Planeta	Consumo	Gestión responsable de residuos electrónicos	100 % disposición responsable
Prosperidad	Caso de Negocio	Relación costo-beneficio de la solución HCI	Ratio > 1.2

Nota. Elaboración propia (2026). Adaptación del estándar P5™ de Green Project Management para el proyecto de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) del MVCS.

6. Impacto de Exclusiones del Alcance

El proyecto no contempla la renovación integral de la red de área local ni la modernización de los sistemas de climatización del centro de datos. Esta exclusión puede limitar parcialmente los beneficios energéticos esperados de la infraestructura hiperconvergente, debido a la influencia que dichos componentes tienen sobre la eficiencia global del entorno tecnológico.

Por esta razón, será necesario realizar seguimiento periódico a los indicadores de consumo energético y desempeño operativo para identificar posibles desviaciones asociadas a factores externos al alcance del proyecto.

7. Revisiones e Informes

El seguimiento de los indicadores de sostenibilidad se realizará mediante revisiones periódicas durante la ejecución del proyecto. Los resultados obtenidos serán consolidados junto con los reportes de desempeño y monitoreo operativo, permitiendo evaluar el cumplimiento de

los objetivos definidos en el Plan de Gestión de Sostenibilidad y establecer acciones correctivas cuando corresponda.

Asimismo, la información recopilada servirá como base para futuras iniciativas de modernización tecnológica orientadas a fortalecer la sostenibilidad institucional.

8. Evaluación de Impacto P5 (P5IA)

La Evaluación de Impacto P5™ (P5IA) constituye una herramienta orientada a identificar los impactos positivos y negativos generados por la implementación del proyecto. Su objetivo es facilitar la toma de decisiones y promover acciones que maximicen los beneficios económicos, sociales y ambientales derivados de la solución propuesta.

A continuación, se presenta la síntesis de la evaluación de impacto estructurada por las dimensiones de sostenibilidad:

Tabla 37

Análisis de Impacto P5™ - Dimensión Ambiental (Planeta)

Elemento P5	Descripción del Impacto	Tipo	Nivel de Impacto	Estrategia
Energía	Reducción del consumo eléctrico mediante consolidación de cargas de trabajo.	Positivo	Alto	Monitoreo continuo del uso de recursos
Residuos	Generación de residuos electrónicos derivados del reemplazo de infraestructura existente	Negativo	Medio	Implementación de un plan de disposición de activos tecnológicos (ITAD) mediante proveedores certificados para el reciclaje responsable del hardware retirado.
Emisiones	Disminución indirecta de emisiones asociadas al consumo energético	Positivo	Medio	Seguimiento periódico de indicadores de eficiencia

Nota. Elaboración propia (2026). Evaluación de impactos asociados a la dimensión ambiental del proyecto.

Tabla 38*Análisis de Impacto P5™ - Dimensión Social (Personas)*

Elemento P5	Descripción del Impacto	Tipo	Nivel de Impacto	Estrategia
Sociedad	Mejora de la disponibilidad de servicios digitales institucionales.	Positivo	Alto	Fortalecimiento de mecanismos de continuidad operativa
Capacitación	Necesidad de fortalecer capacidades del personal técnico	Negativo	Medio	Programa de capacitación y transferencia de conocimiento
Bienestar	Reducción de carga operativa mediante automatización.	Positivo	Medio	Implementación de procesos automatizados

Nota. Elaboración propia (2026). Evaluación de impactos asociados a las personas y los procesos organizacionales.

Tabla 39*Análisis de Impacto P5™ - Dimensión Económica, Producto y Procesos*

Elemento P5	Descripción del Impacto	Tipo	Nivel	Estrategia
Factibilidad económica	Reducción de costos operativos (OPEX)	Positivo	Alto	Seguimiento periódico de indicadores financieros
Agilidad del Negocio	Reducción de tiempos de aprovisionamiento tecnológico	Positivo	Alto	Estandarización y automatización de procesos
Vida útil del producto	Riesgo asociado a fallas de componentes críticos	Negativo	Alto	Soporte preventivo y mantenimiento programado

Nota. Elaboración propia (2026). Evaluación de impactos económicos y asociados al ciclo de vida de la infraestructura tecnológica.

4.3 Desarrollo del Objetivo Específico 3

Objetivo: Recomendar procedimientos, técnicas y herramientas aplicables al grupo de procesos de ejecución, que aseguren la implementación efectiva de la plataforma hiperconvergente y contribuyan al fortalecimiento de la disponibilidad tecnológica del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.

El grupo de procesos de ejecución está compuesto por aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto, con el propósito fundamental de cumplir con los requisitos estratégicos y técnicos de la iniciativa. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), este grupo implica coordinar los recursos humanos y físicos, gestionar las expectativas y el involucramiento continuo de los interesados, e integrar las actividades del proyecto conforme a la línea base aprobada.

En el contexto del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la ejecución trasciende la mera instalación de componentes de *hardware*. Representa la fase crítica donde la tensión entre la rigidez burocrática de la administración pública (procesos de internamiento de bienes, conformidad de adquisiciones) y el desfase técnico real (sistemas *legacy* vulnerables y silos de almacenamiento) debe ser gestionada sin interrumpir los servicios ciudadanos. La correcta orquestación de procedimientos, técnicas y herramientas durante la ejecución brindará a la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) la capacidad de transitar hacia un modelo resiliente, minimizando el riesgo de caídas del servicio frente a contingencias o amenazas cibernéticas.

A continuación, se desarrolla el análisis crítico y las recomendaciones gerenciales para la ejecución del proyecto tecnológico.

4.3.1 Estrategia de implementación de la plataforma HCI (Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto)

El proceso de dirigir y gestionar el trabajo del proyecto implica liderar la ejecución técnica requerida para cumplir con los objetivos del MVCS, asignando recursos de manera eficiente frente a las restricciones operativas del centro de datos. El Project Management Institute (PMI, 2023) establece que este proceso también conlleva la revisión del impacto de los cambios, la implementación de las modificaciones aprobadas y el análisis continuo de los datos de desempeño para generar información útil para la toma de decisiones.

Desde una perspectiva gerencial orientada a la infraestructura crítica, la estrategia de implementación para el MVCS no puede ejecutarse bajo un enfoque de migración total e instantánea (Big Bang), debido al elevado riesgo que representaría para la continuidad de los servicios institucionales. Por ello, se recomienda una estrategia de coexistencia temporal y migración por oleadas escalonadas (Phased Approach), permitiendo que la nueva infraestructura hiperconvergente coexista temporalmente con la infraestructura existente mientras se validan los componentes tecnológicos y se trasladan progresivamente los servicios críticos.

Esta estrategia permite realizar pruebas de funcionamiento, rendimiento y disponibilidad sobre la plataforma HCI antes de completar la migración definitiva de las cargas de trabajo, reduciendo el riesgo operativo y fortaleciendo la continuidad de los servicios institucionales.

Para asegurar la eficacia de este proceso, se recomienda la aplicación de los siguientes procedimientos, técnicas y herramientas:

- Análisis de documentación técnica y buenas prácticas del fabricante

La implementación de una infraestructura hiperconvergente requiere verificar la compatibilidad entre los componentes de hardware, firmware y software involucrados en la solución. Para ello, se recomienda revisar las matrices de compatibilidad (Hardware

Compatibility List – HCL), guías de implementación, documentación técnica y buenas prácticas publicadas por los fabricantes de los componentes utilizados.

Esta actividad permitirá validar la interoperabilidad entre los nodos hiperconvergentes, los sistemas de virtualización, el almacenamiento definido por software, la infraestructura de red y las plataformas de respaldo, reduciendo el riesgo de incompatibilidades técnicas y fallas durante la puesta en producción.

- Sistema de Información para la Dirección de Proyectos (PMIS)

La gestión de la ejecución requiere contar con una plataforma que facilite la planificación, seguimiento y control de las actividades programadas. Para tal fin, se recomienda la utilización de un Sistema de Información para la Dirección de Proyectos (PMIS) que permita administrar tareas, monitorear hitos, gestionar documentación técnica y registrar incidencias asociadas a la implementación.

Las herramientas seleccionadas deberán facilitar la trazabilidad de actividades, el control de solicitudes de cambio, el seguimiento de entregables y la generación de reportes de avance para la dirección del proyecto. Entre las alternativas que pueden utilizarse se encuentran ProjectLibre, Microsoft Project, Zoho Projects y plataformas de gestión documental como SharePoint.

- Reuniones de gobernanza y control operativo

La ejecución técnica debe mantenerse alineada con los objetivos del proyecto y los requerimientos institucionales. Para ello se recomienda implementar los siguientes mecanismos de gobernanza:

- Comité Director de TI (Nivel Ejecutivo)

Sesión quincenal liderada por el Director del Proyecto con representantes de la Alta Dirección y la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI). Su finalidad es revisar el avance general del proyecto, monitorear el cumplimiento de

hitos, evaluar riesgos relevantes y gestionar decisiones estratégicas que puedan afectar la ejecución.

- Comité de Control de Cambios (CAB)

Sesión técnica semanal orientada a evaluar y aprobar modificaciones relacionadas con configuraciones de infraestructura, arquitectura tecnológica, seguridad de la información y políticas operativas. Su propósito es asegurar que los cambios sean gestionados de manera controlada y alineada con los objetivos de continuidad operativa.

- Comité de Operaciones y Migración

Reuniones breves de coordinación operativa realizadas durante las etapas de instalación, configuración y migración. Estas sesiones permiten evaluar avances diarios, identificar impedimentos, coordinar ventanas de mantenimiento y asegurar la correcta sincronización entre los equipos técnicos involucrados.

Como resultado de este proceso se generarán datos de desempeño del trabajo, registros de incidencias, solicitudes de cambio aprobadas, reportes de avance y documentación técnica relacionada con la ejecución de la plataforma hiperconvergente.

Tabla 40

Matriz de Estrategia de Ejecución: Procedimientos, Técnicas y Herramientas para HCI

Categoría Estratégica	Procedimiento Recomendado	Técnica / Herramienta	Aplicación en el MVCS
Coordinación	Comité Director de TI	Reuniones quincenales	Control de hitos, riesgos y decisiones estratégicas
Gestión Técnica	Control de Cambios (CAB)	PMIS y gestión documental	Trazabilidad de tareas, solicitudes de cambio y aprobaciones
Planificación	Control de ruta crítica	ProjectLibre o herramienta equivalente	Gestión de holguras, hitos y desviaciones del cronograma
Calidad	Validación de compatibilidad (HCL)	Documentación técnica del fabricante	Verificación de compatibilidad de hardware, firmware y software

Categoría Estratégica	Procedimiento Recomendado	Técnica / Herramienta	Aplicación en el MVCS
Operación	Migración por criticidad (bajo, medio o alto)	vMotion, vSphere y herramientas de monitoreo	Migración progresiva de servicios y seguimiento de desempeño

Nota. Elaboración propia (2026). Resumen de los procedimientos, técnicas y herramientas recomendadas para la ejecución del proyecto de Infraestructura Hiperconvergente (HCI), alineado con las buenas prácticas de dirección de proyectos y continuidad operativa.

4.3.2 Guía de Procedimientos para la Instalación y Configuración HCI

La implementación de una plataforma hiperconvergente en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) no debe entenderse como un despliegue meramente físico, sino como un proceso de ingeniería de precisión donde el hardware y el software convergen en una arquitectura definida por código. Para asegurar que este proceso fortalezca la disponibilidad tecnológica y la resiliencia del centro de datos, se requiere un procedimiento estandarizado que minimice el error humano, factor identificado frecuentemente como uno de los principales generadores de incidentes en entornos de infraestructura crítica (PMI, 2023).

Para garantizar una ejecución alineada con los requisitos de calidad del proyecto, se establecen los siguientes procedimientos técnicos recomendados:

1. Validación de Prerrequisitos

Antes de la instalación física, es imperativo certificar que la infraestructura del centro de datos del MVCS posea las condiciones operativas necesarias. Esto incluye la validación de la capacidad eléctrica de los gabinetes (carga de UPS/PDU), la eficiencia de la gestión térmica (aire acondicionado de precisión) y la conectividad del backbone de fibra óptica. Esta inspección debe regirse por los estándares TIA-942, asegurando que

el entorno sea apto para la densidad de cómputo requerida por el clúster hiperconvergente (Project Management Institute, 2023).

2. Despliegue de los Ready Nodes

La instalación debe seguir estrictamente los manuales técnicos del fabricante. Es necesario implementar redundancia física tanto en las fuentes de poder como en los módulos de red, garantizando que cada nodo disponga de rutas independientes hacia los switches de acceso (Top-of-Rack). Este procedimiento debe documentarse mediante listas de verificación de conformidad técnica, asegurando que cada componente esté correctamente etiquetado y físicamente asegurado dentro del rack (Project Management Institute, 2021).

3. Configuración del Hipervisor y Almacenamiento Definido por Software (SDS)

Tras la puesta en marcha, se procederá con la instalación de la capa de virtualización y la creación del clúster lógico. El procedimiento crítico reside en la configuración de las políticas de almacenamiento (vSAN Storage Policies), estableciendo un nivel de tolerancia a fallos (FTT) que soporte la pérdida simultánea de al menos un nodo, garantizando así la integridad y disponibilidad de los servicios institucionales incluso ante eventos de falla de infraestructura (PMI, 2023).

4. Integración de la Capa de Respaldo Inmutable

Como parte final del proceso de implementación, se recomienda habilitar un repositorio de respaldo inmutable, utilizando herramientas como Veeam Backup & Replication. Se debe asegurar que las copias de seguridad de las aplicaciones críticas del MVCS se almacenen bajo esquemas WORM (Write Once, Read Many), lo cual fortalece la protección de la información frente a intentos de cifrado malicioso (ransomware). Este paso es fundamental para cumplir con los estándares de ciberseguridad del Estado y los principios de sostenibilidad y resiliencia del Estándar P5™ (GPM Global, 2023).

4.3.3 Protocolo de Gestión de Calidad en la Implementación

La gestión de la calidad en la implementación de infraestructura crítica, como la plataforma hiperconvergente para el MVCS, no debe limitarse a una lista de verificación final, sino que debe integrarse en cada fase de la ejecución. Según el Project Management Institute (2023), el proceso de Controlar la Calidad implica monitorear y registrar los resultados de las actividades de ejecución para evaluar el desempeño y asegurar que los entregables sean completos, correctos y cumplan con los estándares de disponibilidad definidos.

Para el presente proyecto, se proponen los siguientes mecanismos de control y aseguramiento:

- Criterios de Aceptación Técnica y Desempeño:
 - Pruebas de Resiliencia (*vSAN Failover*): El protocolo propone la ejecución de una desconexión controlada de un nodo del clúster durante la operación de servicios críticos. La calidad será validada si el sistema realiza la recuperación automática de las máquinas virtuales (HA) en un tiempo inferior a los parámetros de RTO establecidos (PMI, 2023).
 - Validación de Inmutabilidad: Se realizarán pruebas de acceso a los repositorios de respaldo (mediante una cuenta de administrador simulada) para verificar que el sistema bloquee cualquier intento de cifrado o borrado, validando la eficacia de la política WORM configurada en *Veeam Backup & Replication* (GPM Global, 2023).
- Herramientas de Monitoreo de Calidad Operativa:
 - Para el control continuo de la salud de la infraestructura, se integra Veeam ONE. Esta herramienta fungirá como mecanismo de apoyo al control de calidad técnica, proporcionando visibilidad en tiempo real sobre la latencia de almacenamiento, el consumo de recursos y la integridad de los respaldos.

Cualquier desviación en los niveles de servicio (SLA) generará alertas oportunas para la OGEI, facilitando la ejecución de acciones correctivas antes de una posible degradación del servicio (Project Management Institute, 2021).

- Auditoría de Cumplimiento Normativo:
 - Al finalizar cada fase de ejecución, el Director del Proyecto, en coordinación con el equipo de la OGEI, llevará a cabo una revisión de conformidad contra los planos arquitectónicos y los requisitos técnicos del pliego de condiciones. Esta auditoría se documentará mediante el Sistema de Información para la Dirección de Proyectos (PMIS) utilizado por el proyecto. Como herramienta de apoyo podrá emplearse Zoho Projects u otra plataforma equivalente para registrar una “Acta de Conformidad Parcial”, la cual servirá como evidencia de control de calidad ante cualquier fiscalización del Órgano de Control Institucional (OCI) o auditoría interna del MVCS.

El protocolo de calidad descrito trasciende el cumplimiento normativo. Al integrar Veeam ONE como herramienta de monitoreo, se complementa la supervisión realizada por el equipo del proyecto mediante mecanismos automatizados de monitoreo y generación de alertas. Este enfoque contribuye a fortalecer la disponibilidad de los servicios, optimizar la utilización de los recursos tecnológicos y mejorar la capacidad de respuesta ante incidentes operativos, en concordancia con los principios de sostenibilidad y resiliencia promovidos por el estándar P5™ (GPM Global, 2023).

4.3.4 Gestión de incidentes y contingencias durante la implementación

Para asegurar la continuidad operativa y la resiliencia de la infraestructura tecnológica durante la implementación de la plataforma hiperconvergente, la gestión de incidentes se desarrollará en concordancia con los principios de dirección de proyectos promovidos por el

Project Management Institute (PMI, 2023) y con el enfoque de sostenibilidad establecido por el estándar P5™ de Green Project Management (2023). Este enfoque busca garantizar que cualquier interrupción operativa sea gestionada considerando tanto los impactos técnicos como los impactos organizacionales, sociales y de continuidad de los servicios institucionales.

4.3.4.1 Marco Normativo y de Gobernanza

La gestión de incidentes deberá alinearse con los lineamientos aplicables al sector público peruano, así como con los procedimientos de continuidad operativa y seguridad de la información definidos por la entidad.

- Cumplimiento normativo: Cualquier incidente que comprometa la integridad, confidencialidad o disponibilidad de la información deberá ser gestionado conforme a los procedimientos institucionales de seguridad de la información y a la normativa aplicable correspondiente.
- Gestión contractual: En aquellos casos en los que la atención del incidente requiera la participación de proveedores externos, las acciones de soporte deberán ejecutarse de acuerdo con las condiciones contractuales, los niveles de servicio establecidos y los mecanismos de atención definidos para cada proveedor tecnológico.

4.3.4.2 Modelo de Gestión de Incidentes

La atención de incidentes seguirá un ciclo estructurado orientado a facilitar la detección temprana, la recuperación oportuna y la mejora continua de los procesos operativos:

1. Detección y registro: Identificación del incidente mediante herramientas de monitoreo y registro de eventos, permitiendo una respuesta temprana ante desviaciones operativas.

2. **Análisis de impacto:** Evaluación de los efectos potenciales del incidente sobre la disponibilidad de los servicios, el cumplimiento de los objetivos del proyecto y la continuidad operativa institucional.
3. **Contención y resolución:** Aplicación de los procedimientos de recuperación, mitigación y escalamiento previamente definidos para reducir el impacto sobre la operación.
4. **Cierre y lecciones aprendidas:** Documentación de las acciones realizadas, causas identificadas, resultados obtenidos y oportunidades de mejora para fortalecer futuras respuestas.

4.3.4.3 Matriz de Contingencias Críticas

La Tabla 41 presenta las principales contingencias identificadas para la implementación de la infraestructura hiperconvergente y las estrategias de respuesta asociadas.

Tabla 41

Matriz de contingencias críticas para la implementación de infraestructura hiperconvergente

Tipo de incidente	Estrategia de respuesta	Dimensión P5™ asociada
Falla de nodo HCI	Activación de mecanismos de alta disponibilidad (vSphere HA)	Producto (resiliencia)
Interrupción del suministro eléctrico	Activación de UPS y sistemas de respaldo energético	Planeta (eficiencia de recursos)
Incidente de ciberseguridad	Contención, aislamiento y recuperación mediante respaldos	Personas (protección de datos)
Incumplimiento de proveedor	Aplicación de mecanismos contractuales y garantías	Prosperidad (gobernanza)

Nota. Elaboración propia (2026). La matriz resume las estrategias de respuesta ante eventos críticos que podrían afectar la implementación y operación de la infraestructura hiperconvergente.

4.3.4.4 Análisis de Lecciones Aprendidas

La gestión de incidentes no concluye con la solución técnica del problema identificado. Una vez cerrado cada incidente, se realizará una revisión de las causas, acciones ejecutadas y resultados obtenidos con el propósito de identificar oportunidades de mejora.

La información recopilada permitirá actualizar los registros de riesgos, fortalecer los procedimientos de respuesta, optimizar los niveles de servicio y enriquecer la base de conocimientos del proyecto, contribuyendo al aprendizaje organizacional y a la mejora continua de la operación tecnológica del MVCS.

4.3.5 Procedimientos para la Adquisición de Infraestructura

Este procedimiento define los lineamientos para la adquisición de hardware, software y servicios asociados al proyecto, garantizando la transparencia, el cumplimiento de la normativa de contrataciones aplicable al sector público y la incorporación de criterios de sostenibilidad de acuerdo con el estándar P5™ de Green Project Management (GPM, 2023).

4.3.5.1 Fases del Proceso de Adquisición

Alineando el dominio de desempeño de la entrega del PMBOK® Séptima Edición con las disposiciones aplicables a la contratación pública, el proceso de adquisición se estructura en las siguientes fases:

1. Actos Preparatorios: Comprenden la elaboración de las Especificaciones Técnicas (EETT) para los bienes tecnológicos, así como los Términos de Referencia (TDR) para los servicios especializados requeridos. Asimismo, incluyen la indagación de mercado, la determinación del valor estimado y la disponibilidad presupuestal necesaria para la contratación.

2. Procedimiento de Selección: Comprende la aplicación del procedimiento de contratación que corresponda de acuerdo con la normativa vigente, garantizando la libre concurrencia de postores, la transparencia del proceso y la obtención de la propuesta más ventajosa para la entidad.
3. Ejecución Contractual: Abarca las actividades posteriores a la suscripción del contrato, incluyendo la recepción de bienes y servicios, la gestión de garantías, el seguimiento de los acuerdos de nivel de servicio (SLA), la supervisión de entregables y la emisión de las conformidades correspondientes.

4.3.5.2 Criterios Técnicos para las Especificaciones Técnicas y Términos de Referencia

Con el propósito de mitigar riesgos técnicos durante la implementación de la infraestructura hiperconvergente, se recomienda incluir los siguientes criterios en la documentación de contratación:

- Compatibilidad y Certificación: Es requisito indispensable que el hardware propuesto (servidores, interfaces de red, controladoras y componentes de almacenamiento) se encuentre soportado por las matrices de compatibilidad de los fabricantes de las plataformas de virtualización, almacenamiento definido por software y protección de datos contempladas en la solución.
- Licenciamiento y Acuerdos de Soporte: Las especificaciones deberán definir claramente el modelo de licenciamiento requerido para las plataformas tecnológicas, así como las condiciones de soporte técnico del fabricante, incluyendo cobertura, tiempos de respuesta, atención de incidentes y procedimientos de escalamiento.
- Transferencia de Conocimiento: Como parte de los entregables obligatorios, deberá contemplarse un programa formal de capacitación orientado al personal técnico

responsable de la operación, administración y soporte de la plataforma hiperconvergente.

4.3.5.3 Adquisición Sostenible bajo el Enfoque P5™

La evaluación de las propuestas deberá considerar aspectos asociados al ciclo de vida de la infraestructura tecnológica y a los principios de sostenibilidad promovidos por el estándar P5™.

- Planet (Impacto Ambiental): Se recomienda considerar equipos con mecanismos de eficiencia energética, certificaciones ambientales aplicables y procedimientos de gestión responsable de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).
- Prosperity (Rentabilidad y Gobernanza): La evaluación deberá considerar el Costo Total de Propiedad (TCO) proyectado durante el ciclo de vida de la infraestructura, incluyendo costos de operación, soporte, mantenimiento y consumo energético, así como mecanismos que promuevan la integridad y transparencia empresarial.

Tabla 42

Matriz referencial de evaluación de postores para la adquisición de infraestructura tecnológica

Factor de Evaluación	Criterio de Calificación	Puntaje Máximo
Precio	Evaluación de la propuesta económica según la metodología establecida.	50 puntos
Plazo de entrega	Mejora de los plazos de entrega establecidos en las EETT.	15 puntos
Garantía comercial	Ampliación de garantía y mejora de los niveles de servicio (SLA).	15 puntos
Sostenibilidad ambiental	Certificaciones ambientales, eficiencia energética y gestión de RAEE.	10 puntos
Integridad en la contratación	Certificación ISO 37001 u otros mecanismos de gobernanza.	10 puntos
Total		100 puntos

Nota. Elaboración propia (2026). Matriz de evaluación referencial elaborada tomando como referencia criterios utilizados en procedimientos de contratación pública para infraestructura tecnológica y alineada con los principios de eficiencia, transparencia y sostenibilidad promovidos por el PMBOK® y el estándar P5™.

4.3.6 Procedimientos Técnicos de Migración y Respaldo

Este apartado establece los lineamientos técnicos para el traslado seguro de las cargas de trabajo hacia la nueva Infraestructura Hiperconvergente (HCI) y las políticas de protección de datos, asegurando la continuidad operativa y el cumplimiento de los lineamientos de gobierno digital, seguridad de la información y protección de datos aplicables a las entidades del Estado.

4.3.6.1 Estrategia y Procedimiento de Migración

El traslado de servicios se ejecutará priorizando la alta disponibilidad y la mitigación de riesgos asociados a la interrupción de los servicios institucionales. El procedimiento se divide en las siguientes fases:

1. **Evaluación y Dimensionamiento:** Se realizará un análisis detallado de las cargas de trabajo actuales para validar la compatibilidad de las máquinas virtuales y proyectar el consumo de recursos computacionales (CPU, memoria, almacenamiento e IOPS) requeridos en el nuevo clúster HCI propuesto para el proyecto.
2. **Migración en Caliente:** Para los servicios críticos se aprovecharán las capacidades nativas del hipervisor, tales como VMware vMotion y Storage vMotion, permitiendo trasladar cargas de trabajo entre plataformas físicas y virtuales con mínima o nula afectación perceptible para los usuarios finales.
3. **Migración por Replicación y Ventanas de Mantenimiento:** Para sistemas legados o aplicaciones que requieran adecuaciones de compatibilidad, se utilizarán mecanismos

de replicación que permitan sincronizar la información de manera anticipada. El proceso de conmutación final (failover) será ejecutado durante ventanas de mantenimiento previamente coordinadas y comunicadas a las áreas usuarias involucradas.

4.3.6.2 Arquitectura y Procedimiento de Respaldo

Con el propósito de garantizar la disponibilidad, integridad y recuperabilidad de la información institucional, se implementará una estrategia de respaldo basada en buenas prácticas internacionales para la protección de datos empresariales.

1. Regla de Respaldo Inmutable (3-2-1-1-0)

La estrategia de respaldo deberá considerar:

- Mantener al menos tres copias de los datos.
- Utilizar al menos dos medios de almacenamiento diferentes.
- Conservar una copia fuera del sitio principal.
- Mantener una copia inmutable o aislada (air-gapped) para protección frente a ransomware y alteraciones maliciosas.
- Verificar la ausencia de errores mediante pruebas periódicas de recuperación y validación automatizada de respaldos.

2. Ejecución Tecnológica

Se implementarán procesos automatizados de respaldo utilizando plataformas como Veeam Backup & Replication para la protección de máquinas virtuales. En caso de requerirse protección de aplicaciones contenerizadas, podrán incorporarse herramientas especializadas compatibles con entornos Kubernetes. El monitoreo operativo y la generación de reportes serán gestionados mediante plataformas de supervisión como Veeam ONE

4.3.6.3 Políticas de Retención de Datos

La Tabla 43 presenta una propuesta de políticas de respaldo y retención alineadas con los niveles de criticidad de los servicios tecnológicos del MVCS.

Tabla 43

Políticas de respaldo y retención para infraestructura crítica

Nivel de criticidad	RPO	RTO	Política de retención
Tier 1 (Crítico)	15 min (Réplica continua)	< 1 hora	30 días local, 12 meses inmutable.
Tier 2 (Importante)	12 horas (Respaldo diario)	< 4 horas	14 días local, 6 meses secundario.
Tier 3 (Estándar)	24 horas (Respaldo diario)	< 24 horas	7 días local, 3 meses secundario.

Nota. Elaboración propia (2026). Propuesta de políticas de protección de datos para la infraestructura hiperconvergente del MVCS, considerando niveles de criticidad, continuidad operativa y buenas prácticas de recuperación ante desastres.

4.3.6.4 Validación y Pruebas de Restauración

Como parte del aseguramiento de la calidad y la mejora continua, se realizarán simulacros periódicos de recuperación de información. Estas pruebas incluirán restauraciones aisladas (*Sandboxing / SureBackup*) de máquinas virtuales, bases de datos y aplicaciones críticas con el fin de verificar la integridad de los respaldos y medir los tiempos reales de recuperación.

Los resultados obtenidos serán documentados y comparados con los objetivos de recuperación establecidos (RTO y RPO), permitiendo identificar oportunidades de mejora en las políticas de protección de datos y en los procedimientos de continuidad operativa.

4.3.7 Gestión del Cambio Organizacional

La implementación de una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) no constituye únicamente una actualización tecnológica, sino una transformación en el modelo operativo de la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI). La transición desde una infraestructura tradicional hacia una plataforma definida por software requiere una estrategia estructurada que facilite la adopción tecnológica, minimice la resistencia al cambio y fortalezca las capacidades del personal involucrado.

En concordancia con los dominios de desempeño relacionados con los interesados y el equipo establecidos por el Project Management Institute, (2021), la gestión del cambio se desarrollará mediante tres ejes principales.

4.3.7.1 Plan de Comunicación Estratégica

El objetivo principal consiste en alinear la visión técnica del proyecto con los beneficios institucionales esperados para el MVCS. El mensaje central será que la implementación de tecnologías como VMware vSphere y Veeam Backup & Replication busca optimizar las actividades operativas mediante la automatización de procesos repetitivos, permitiendo que los especialistas de la OGEI concentren sus esfuerzos en actividades de mayor valor agregado, innovación y mejora de los servicios digitales institucionales. La estrategia de comunicación contemplará reuniones de inicio (kick-off), sesiones periódicas de seguimiento y espacios de socialización de avances, donde se difundirán resultados tempranos, beneficios obtenidos y lecciones aprendidas.

4.3.7.2 Transferencia de Conocimiento y Empoderamiento

En alineación con la dimensión People del estándar P5™ (GPM Global, 2023), se promoverá el fortalecimiento de capacidades técnicas mediante actividades orientadas al desarrollo profesional del personal de la OGEI:

- Entrenamiento Formal: Como parte de los entregables, se requerirá que el proveedor desarrolle actividades formales de transferencia de conocimiento relacionadas con la administración de entornos virtualizados, almacenamiento definido por software, protección de datos y continuidad operativa.
- Acompañamiento Técnico (Shadowing): Durante las actividades críticas de instalación, configuración y migración, los especialistas de la OGEI participarán activamente junto al equipo implementador, fortaleciendo el aprendizaje práctico y reduciendo la dependencia de soporte externo.

4.3.7.3 Integración en la Estructura Organizacional

Para garantizar la sostenibilidad de la solución, se elaborarán y transferirán procedimientos operativos estandarizados, manuales técnicos, diagramas actualizados y documentación de operación. Estos documentos permitirán institucionalizar las nuevas prácticas relacionadas con la administración de la infraestructura, políticas de respaldo, procedimientos de recuperación y la gestión de capacidad tecnológica.

Tabla 44
Matriz de estrategias para la gestión del cambio organizacional en la OGEI

Nivel de resistencia	Causa raíz identificada	Estrategia de mitigación
Alta	Percepción de pérdida de competencias.	Capacitación formal y fortalecimiento técnico.
Media	Incertidumbre sobre nuevos modelos operativos.	Participación activa durante el diseño e implementación.

Nivel de resistencia	Causa raíz identificada	Estrategia de mitigación
Baja	Falta de información sobre actividades.	Comunicación permanente y difusión de cronogramas.

Nota. Elaboración propia (2026). Estrategias orientadas a facilitar la adopción tecnológica y reducir los efectos de resistencia organizacional.

4.3.8 Plan de Gestión del Conocimiento Técnico

La gestión del conocimiento busca aprovechar la experiencia existente y generar nuevas capacidades que permitan sostener la operación de la plataforma hiperconvergente. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), este proceso integra tanto conocimiento explícito como tácito para fortalecer el aprendizaje organizacional y la autonomía técnica.

4.3.8.1 Identificación y Clasificación de Activos de Conocimiento

Se identifican dos categorías principales de conocimiento:

- **Conocimiento Explícito:** Incluye procedimientos de instalación, matrices de compatibilidad, diagramas de arquitectura física y lógica, configuraciones operativas, políticas de respaldo y documentación de continuidad operativa. Estos activos serán almacenados y organizados mediante el Sistema de Información para la Dirección de Proyectos (PMIS) utilizado por el proyecto. Como herramienta de apoyo podrá emplearse Zoho Projects u otra plataforma equivalente para garantizar la trazabilidad y disponibilidad de la documentación.
- **Conocimiento Tácito:** Comprende la experiencia adquirida durante la administración operativa de la infraestructura, la resolución de incidentes, la interpretación de eventos de monitoreo y la toma de decisiones en escenarios complejos. Dada su naturaleza,

este conocimiento requerirá mecanismos de transferencia basados en interacción directa y aprendizaje práctico.

4.3.8.2 Mecanismos de Transferencia de Conocimiento (Estrategia de Ejecución)

Para asegurar la apropiación del conocimiento por parte del personal técnico de la OGEI, se implementarán los siguientes mecanismos:

1. Capacitación Formal: El proveedor deberá desarrollar actividades de capacitación orientadas a la administración de infraestructura virtualizada, almacenamiento definido por software, respaldo y recuperación de información.
2. Acompañamiento Técnico (Shadowing): Los especialistas de la OGEI participarán activamente en las actividades críticas de implementación y migración, ejecutando procedimientos bajo supervisión especializada.
3. Simulacros de Contingencia Controlados: Se realizarán ejercicios prácticos de recuperación y resolución de incidentes que permitan validar procedimientos y fortalecer las capacidades técnicas del equipo responsable de la operación.

Tabla 45

Matriz de gestión del conocimiento técnico para la plataforma hiperconvergente

Activo de conocimiento	Tipo de conocimiento	Mecanismo de transferencia	Indicador de eficacia
Arquitectura lógica y topología HCI	Explícito	Documentación técnica y diagramas actualizados	Aprobación de la documentación técnica
Administración de almacenamiento definido por software	Tácito y explícito	Capacitación formal y acompañamiento técnico	Participación y evaluación satisfactoria
Administración de respaldos y recuperación	Tácito	Simulacros y pruebas controladas	Cumplimiento de objetivos RTO y RPO
Gestión de incidentes operativos	Tácito	Lecciones aprendidas y transferencia de experiencias	Registro de mejoras implementadas

Nota. Elaboración propia (2026). Basado en los principios de gestión del conocimiento del PMI y en los lineamientos de sostenibilidad organizacional del estándar P5™.

4.3.8.3 Sostenimiento y Mejora Continua

La gestión del conocimiento no concluye con la entrega de la solución. Al finalizar cada fase relevante del proyecto se desarrollarán sesiones de lecciones aprendidas orientadas a identificar oportunidades de mejora, dificultades encontradas y buenas prácticas aplicables a futuras iniciativas tecnológicas.

La información recopilada será incorporada a la base de conocimiento institucional de la OGEI, fortaleciendo la autonomía técnica de la organización, mejorando la capacidad de respuesta ante incidentes y contribuyendo a la sostenibilidad operativa de la infraestructura implementada.

4.3.9 Desarrollar y Dirigir al Equipo

La transformación tecnológica hacia una Infraestructura Hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) requiere más que la integración de componentes físicos y lógicos; exige la conformación de un equipo humano altamente capacitado, colaborativo y orientado al cumplimiento de los objetivos del proyecto. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), los procesos de desarrollar y dirigir al equipo tienen como finalidad fortalecer las competencias, mejorar el desempeño individual y colectivo, proporcionar retroalimentación continua y gestionar adecuadamente los conflictos para alcanzar los resultados esperados.

En el contexto de la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI), donde interactúan servidores públicos y especialistas externos, se proponen las siguientes estrategias.

4.3.9.1 Estrategias para Desarrollar el Equipo

El desarrollo del equipo se enfocará en fortalecer las capacidades técnicas, fomentar la colaboración y generar un entorno favorable para el aprendizaje continuo.

- Equipos Híbridos y Virtuales: Considerando que la implementación puede involucrar personal presencial y especialistas remotos, se establecerán mecanismos de coordinación apoyados por el Sistema de Información para la Dirección de Proyectos (PMIS) utilizado por el proyecto. Como herramienta de apoyo podrá emplearse Zoho Projects u otra plataforma equivalente para facilitar el seguimiento de actividades, la asignación de responsabilidades y la visibilidad de los avances.
- Tecnologías de Comunicación: Se promoverá el uso de plataformas colaborativas institucionales, como Microsoft Teams o herramientas equivalentes, para la realización de reuniones de sincronización, sesiones técnicas y actividades de coordinación. Asimismo, se habilitarán canales de mensajería instantánea encriptada exclusivos para las ventanas de mantenimiento e intervenciones programadas, permitiendo una respuesta oportuna ante eventos operativos e incidencias.
- Capacitación y Desarrollo de Competencias: En concordancia con la dimensión People del estándar P5™ (GPM Global, 2023), se implementarán actividades de capacitación orientadas al fortalecimiento de capacidades en virtualización, almacenamiento definido por software, respaldo y continuidad operativa. Estas actividades promoverán la transferencia de conocimientos entre especialistas internos y externos, fortaleciendo la autonomía operativa de la OGEI.

4.3.9.2 Estrategias para Dirigir al Equipo

Durante la ejecución del proyecto será necesario aplicar mecanismos de liderazgo, coordinación y control que permitan asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

- **Gestión de Conflictos:** Las diferencias de criterio técnico que puedan surgir durante la implementación serán tratadas mediante mecanismos colaborativos de resolución. Cuando corresponda, los temas serán escalados a los órganos de gobernanza definidos para el proyecto, priorizando siempre la estabilidad del servicio y el cumplimiento de los objetivos institucionales.
- **Toma de Decisiones Basada en Información:** Las decisiones relacionadas con cambios, riesgos o desviaciones del proyecto deberán sustentarse en información verificable y criterios técnicos objetivos. Para ello se emplearán análisis comparativos considerando variables de costo, plazo, alcance y riesgo.
- **Liderazgo e Inteligencia Emocional:** Las actividades de migración e implementación pueden desarrollarse en horarios extendidos o durante ventanas programadas de mantenimiento, generando escenarios de presión operativa. En este contexto, el Director del Proyecto deberá fomentar un ambiente de respeto, colaboración y confianza, utilizando habilidades de liderazgo e inteligencia emocional para mantener la cohesión y motivación del equipo).

4.3.10 Gestión de las Comunicaciones y del Involucramiento de los Interesados

La gestión de las comunicaciones constituye un elemento fundamental para asegurar la alineación entre los objetivos del proyecto, las expectativas de los interesados y los requerimientos operativos de las áreas involucradas. De acuerdo con el dominio de desempeño de los interesados del PMI (2021), una gestión efectiva de las comunicaciones contribuye significativamente al éxito de la implementación tecnológica.

4.3.10.1 Arquitectura de las Comunicaciones del Proyecto

El flujo de comunicación se estructurará de acuerdo con los niveles de responsabilidad, autoridad y necesidad de información de cada grupo de interesados.

- **Comité de Dirección:** Se realizarán reuniones periódicas entre el patrocinador del proyecto, la dirección institucional, el Director del Proyecto y los representantes del proveedor, con la finalidad de revisar el avance general, los principales riesgos, la ejecución de hitos y el desempeño del proyecto mediante indicadores de valor ganado y curva S.
- **Comité Técnico de Arquitectura y Migración:** Se desarrollarán sesiones técnicas semanales orientadas a coordinar actividades de implementación, validar configuraciones, gestionar riesgos técnicos y analizar información proveniente de las herramientas de monitoreo de la infraestructura.
- **Gestión Documental y Trazabilidad:** Toda comunicación formal relacionada con solicitudes de cambio, riesgos, incidencias, decisiones técnicas y entregables deberá registrarse en el Sistema de Información para la Dirección de Proyectos (PMIS), asegurando la trazabilidad documental requerida para fines de control y auditoría.

4.3.10.2 Involucramiento Activo y Resolución de Conflictos

La participación activa de los interesados resulta fundamental para facilitar la adopción de la nueva plataforma tecnológica y reducir la resistencia al cambio.

- **Gestión de Expectativas:** Se realizarán presentaciones ejecutivas y demostraciones prácticas de las capacidades de la solución implementada, permitiendo que los interesados visualicen los beneficios asociados a la disponibilidad, continuidad operativa y protección de la información.
- **Habilidades Interpersonales y Negociación:** El Director del Proyecto deberá aplicar técnicas de escucha activa, negociación colaborativa y resolución de conflictos para gestionar las expectativas de las diferentes áreas involucradas. Estas actividades permitirán resolver oportunamente discrepancias técnicas u organizacionales,

manteniendo el enfoque en los objetivos institucionales y en la continuidad de los servicios críticos del MVCS.

4.4 Desarrollo del Objetivo Específico 4

Objetivo: Establecer procedimientos, técnicas y herramientas para los grupos de procesos de monitoreo, control y cierre, con el fin de identificar desviaciones respecto a las líneas base, aplicar acciones correctivas y asegurar el cierre ordenado del proyecto.

Los grupos de procesos de monitoreo, control y cierre constituyen el mecanismo de gobernanza que permite verificar el cumplimiento de los objetivos del proyecto y asegurar que las actividades ejecutadas se mantengan alineadas con el alcance, cronograma, costo, calidad y beneficios esperados. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), monitorear y controlar el trabajo del proyecto implica realizar seguimiento, revisión y reporte permanente del desempeño para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos durante la planificación.

Para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), esta fase resulta especialmente relevante debido a la criticidad de los servicios tecnológicos gestionados por la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI). El monitoreo y control permitirán verificar que la transición desde la infraestructura tradicional hacia la plataforma hiperconvergente se ejecute dentro de los parámetros aprobados de costo, plazo y calidad, fortaleciendo simultáneamente la continuidad operativa, la resiliencia tecnológica y la capacidad de respuesta ante incidentes.

Asimismo, el proceso de cierre permitirá formalizar la transferencia de conocimiento, la aceptación de los entregables y la transición ordenada de la operación hacia el equipo responsable de la administración de la plataforma.

4.4.1 Indicadores Clave de Desempeño (KPI) para disponibilidad y continuidad

La evaluación del éxito del proyecto no debe limitarse a la instalación de la infraestructura tecnológica, sino considerar indicadores que permitan medir objetivamente el desempeño operativo de la solución implementada. Conforme a los principios de medición del Project Management Institute (2021), los Indicadores Clave de Desempeño (KPI) constituyen métricas cuantificables que permiten evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos estratégicos del proyecto.

Para el presente proyecto se propone una matriz híbrida de indicadores que integra métricas de gestión del proyecto, continuidad operativa, desempeño técnico y sostenibilidad. El monitoreo se apoyará en herramientas especializadas de supervisión y observabilidad, como VMware vCenter Server y Veeam ONE, permitiendo identificar desviaciones, cuellos de botella y riesgos potenciales antes de que impacten sobre la operación institucional.

Tabla 46

Matriz Híbrida de Indicadores Clave de Desempeño (KPI) para el Proyecto HCI

Categoría	Indicador Clave de Desempeño (KPI)	Descripción y Fórmula de Medición	Meta de Aceptación	Frecuencia de Medición	Herramienta / Responsable
Gestión del Proyecto	Índice de Desempeño del Cronograma (SPI)	Mide la eficiencia del cronograma. Fórmula: EV/PV	$SPI \geq 1.0$	Quincenal	PMIS utilizado por el proyecto / Director del Proyecto
Gestión del Proyecto	Índice de Desempeño del Costo (CPI)	Mide la eficiencia financiera. Fórmula: EV/AC	$CPI \geq 1.0$	Quincenal	Director del Proyecto / Control Financiero
Continuidad y Resiliencia	Objetivo de Tiempo de Recuperación (RTO)	Tiempo requerido para recuperar los servicios críticos	Menor a 2 horas	Pruebas programadas	Veeam Backup & Replication / Especialista TI
Continuidad y Resiliencia	Objetivo de Punto de Recuperación (RPO)	Máxima pérdida de información aceptable	≤ 15 minutos	Monitoreo continuo	Veeam ONE / Administrador de Almacenamiento

Categoría	Indicador Clave de Desempeño (KPI)	Descripción y Fórmula de Medición	Meta de Aceptación	Frecuencia de Medición	Herramienta / Responsable
Desempeño Técnico	Disponibilidad Operativa del Clúster (Uptime)	Porcentaje de disponibilidad de servicios	99.99%	Continua	vCenter Server / Equipo de Operaciones
Desempeño Técnico	Latencia de Almacenamiento vSAN	Tiempo promedio de respuesta de lectura y escritura	≤5 ms	Continua	Consola de Rendimiento vSphere
Sostenibilidad	Reducción de Consumo Energético	Comparación respecto a la infraestructura reemplazada	≥20% de reducción	Mensual	PDU's Inteligentes / Responsable P5™

Nota. Elaboración propia (2026). La matriz integra métricas de gestión del proyecto, continuidad operativa, desempeño técnico y sostenibilidad, alineando los principios del PMI con las capacidades de la infraestructura hiperconvergente propuesta para el MVCS, observando los lineamientos establecidos en la Ley No. 32069 y su Reglamento (OECE, 2024).

4.4.2 Procedimientos de Monitoreo y Control del Trabajo e Infraestructura

De acuerdo con la Guía Práctica de Grupos de Procesos (PMI, 2023), monitorear y controlar el trabajo del proyecto implica dar seguimiento, analizar y regular el progreso para identificar desviaciones y aplicar las acciones necesarias que permitan cumplir los objetivos establecidos. En el entorno altamente regulado del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), este grupo de procesos debe ejecutarse de manera integrada, considerando simultáneamente aspectos administrativos, técnicos y operativos.

Para evitar la fragmentación del seguimiento, se propone un modelo de Control Integrado Híbrido que consolida el análisis de información relacionada con costos, cronograma, adquisiciones y calidad, junto con la telemetría técnica generada por la infraestructura hiperconvergente. La gobernanza se ejecutará mediante el Sistema de Información para la

Dirección de Proyectos (PMIS) utilizado por el proyecto. Como herramienta de apoyo podrá emplearse Zoho Projects u otra plataforma equivalente para la gestión de la triple restricción, mientras que Veeam ONE y VMware vCenter Server serán utilizados para el monitoreo operativo y el control técnico de la plataforma.

4.4.2.1 Matriz Integrada de Procedimientos de Control

El monitoreo y control se apoyará en procedimientos estandarizados que permitan responder oportunamente ante desviaciones respecto de las líneas base aprobadas del proyecto.

Tabla 47

Matriz de Procedimientos de Monitoreo, Control y Acciones Correctivas en el MVCS.

Área de Control	Disparador de Desviación (Trigger)	Herramienta de Análisis y Detección	Procedimiento de Acción Correctiva o Preventiva
Control del Cronograma y Costos	SPI < 0.95 o CPI < 0.95 durante dos periodos consecutivos de control	Análisis de Valor Ganado (EVM)	Evaluación de alternativas mediante técnicas de compresión (crashing o fast-tracking), reasignación de recursos y uso de reservas.
Control del Alcance y Adquisiciones	Demoras, incumplimientos o componentes incompatibles	Seguimiento contractual e inspecciones	Gestión contractual, aplicación de penalidades y planes de contingencia.
Control de Calidad y Riesgos TI	Latencia > 5 ms, fallas de respaldo o alertas críticas	Veeam ONE, vCenter Server y análisis de causa raíz (RCA)	Corrección de configuraciones, optimización, escalamiento a soporte especializado y seguimiento.
Monitoreo de Interesados	Baja participación, resistencia al cambio o incumplimiento	Reuniones de seguimiento y análisis de desempeño	Revisión de estrategias, sesiones de acompañamiento técnico y fortalecimiento de comunicación.

Nota. Elaboración propia (2026). Adaptado de los grupos de procesos de monitoreo y control del Project Management Institute (2023) y contextualizado para la implementación de

infraestructura hiperconvergente en el MVCS, conforme a la Ley No. 32069 y su Reglamento (OECE, 2024).

4.4.2.2 Flujo de Escalamiento y Toma de Decisiones

La toma de decisiones durante la fase de monitoreo y control seguirá un procedimiento estructurado orientado a garantizar la trazabilidad de las acciones y la adecuada gestión de riesgos:

1. **Detección y Documentación:** El especialista responsable registra la desviación identificada en la bitácora del proyecto y en el PMIS, adjuntando las evidencias correspondientes, tales como reportes, registros de eventos, métricas de rendimiento u otra información relevante.
2. **Análisis Multicriterio y Priorización:** El Director del Proyecto y los especialistas técnicos evalúan el impacto potencial sobre el alcance, cronograma, costo, calidad y continuidad operativa, determinando la criticidad del evento y las alternativas de respuesta disponibles.
3. **Escalamiento Directivo:** Cuando la desviación comprometa significativamente los objetivos del proyecto, requiera el uso de reservas de gestión o afecte hitos relevantes, el caso será elevado al Comité de Dirección para la toma de decisiones correspondiente.
4. **Implementación y Verificación:** La acción correctiva o preventiva aprobada será ejecutada por los responsables designados. Posteriormente se realizará el seguimiento de los resultados durante el periodo de estabilización definido para cada incidente o desviación, verificando que el proyecto retorne a los parámetros establecidos en sus líneas base.

4.4.3 Sistema de Control Integrado de Cambios y Riesgos Tecnológicos

En un entorno institucional como el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), donde la disponibilidad de la información y la continuidad de los servicios tecnológicos son elementos críticos para la operación, las modificaciones no controladas representan una de las principales fuentes de riesgo para la estabilidad de la infraestructura. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2023), el proceso de realizar el control integrado de cambios tiene como propósito revisar, evaluar y aprobar o rechazar las solicitudes de modificación que puedan afectar las líneas base, los entregables o los objetivos del proyecto.

Considerando la naturaleza de la plataforma hiperconvergente propuesta, los cambios físicos, como la adquisición de equipamiento adicional o la ampliación de capacidad instalada, presentan implicancias presupuestales y contractuales; mientras que los cambios lógicos, relacionados con configuraciones de virtualización, almacenamiento definido por software o políticas de respaldo, requieren capacidad de respuesta ágil y controlada. Para gestionar ambas dimensiones se establece el Comité de Control de Cambios Tecnológicos (CAB – Change Advisory Board), responsable de evaluar los impactos técnicos, operativos y administrativos de cada solicitud de cambio.

4.4.3.1 Operatividad del Comité de Control de Cambios (CAB)

El Comité de Control de Cambios (CAB) constituirá la instancia responsable de evaluar y aprobar las modificaciones que puedan afectar el alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos o continuidad operativa del proyecto.

Toda Solicitud de Cambio (RFC – Request for Change) deberá registrarse formalmente mediante el Sistema de Información para la Dirección de Proyectos (PMIS) utilizado por el proyecto. Como herramienta de apoyo podrá emplearse Zoho Projects u otra plataforma equivalente para el registro, evaluación y seguimiento de las solicitudes.

La Tabla 48 presenta los niveles de criticidad, autoridades de aprobación y tiempos de respuesta propuestos para la gestión de cambios tecnológicos.

Tabla 48

Matriz de Evaluación y Aprobación de Cambios Tecnológicos (CAB) en el MVCS.

Criticidad del Cambio	Tipo de Modificación	Nivel de Riesgo Operativo	Autoridad de Aprobación	Tiempo Máximo de Resolución
Baja (Cambio Estándar)	Ajustes de recursos lógicos, configuración de máquinas virtuales o parches preaprobados	Bajo	Líder Técnico de la OGEI	Menor a 12 horas
Media (Cambio Normal)	Migraciones, configuraciones de respaldo o ajustes de políticas	Moderado	CAB Técnico (Director del Proyecto, Arquitecto y jefe OGEI)	Menor a 48 horas
Alta (Cambio de Emergencia)	Incidentes de seguridad, fallas graves o riesgo a la continuidad	Crítico	CAB de Emergencia (Director del Proyecto y Alta Dirección)	Menor a 2 horas
Contractual	Cambios de alcance, plazo, adquisiciones o presupuesto	Legal y Financiero	Comité Director	Conforme a la normativa vigente

Nota. Elaboración propia (2026). Adaptado de los principios de control integrado de cambios del Project Management Institute (PMI, 2023) y contextualizado para la gestión de infraestructura hiperconvergente en el MVCS, conforme a la Ley No. 32069 y su Reglamento (OECE, 2024).

4.4.3.2 Procedimiento de Control de Riesgos Residuales

Toda aprobación de cambio deberá acompañarse de una evaluación posterior de riesgos con el propósito de identificar posibles efectos secundarios o nuevos riesgos derivados de la modificación implementada.

Una vez ejecutado el cambio, el equipo técnico realizará actividades de verificación y monitoreo utilizando las herramientas de gestión y observabilidad de la plataforma tecnológica. Estas actividades permitirán validar que la modificación no haya generado degradación de rendimiento, vulnerabilidades adicionales o afectación de los objetivos de recuperación y continuidad operativa establecidos.

En caso de identificarse riesgos residuales significativos, el Director del Proyecto actualizará el Registro de Riesgos, revisará las estrategias de respuesta aplicables y evaluará la necesidad de ajustar las reservas para contingencias de acuerdo con los mecanismos de análisis de riesgos definidos para el proyecto.

Asimismo, los resultados obtenidos serán documentados dentro del PMIS y formarán parte de la base de conocimiento del proyecto, contribuyendo al fortalecimiento de futuras decisiones relacionadas con cambios tecnológicos y continuidad operativa.

4.4.4 Herramientas de Reporte y Dashboards Ejecutivos

La comunicación efectiva del desempeño del proyecto hacia los interesados constituye un elemento fundamental para la toma de decisiones y la gobernanza organizacional. De acuerdo con el Dominio de Desempeño de la Medición descrito en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK® Guide), la información sobre el proyecto debe presentarse de manera oportuna, comprensible y adaptada a las necesidades de cada grupo de interesados, utilizando mecanismos visuales que faciliten el análisis de los resultados y tendencias del proyecto (Project Management Institute, 2021).

En el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), el proyecto de implementación de la Infraestructura Hiperconvergente (HCI) involucra actores con requerimientos de información significativamente distintos. Por un lado, la Alta Dirección requiere visibilidad sobre el cumplimiento presupuestal, normativo y los beneficios

institucionales obtenidos; por otro lado, la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) necesita monitorear indicadores operativos relacionados con el desempeño, la disponibilidad y la continuidad de los servicios digitales. Con la finalidad de atender ambos niveles de gestión sin generar duplicidad de esfuerzos administrativos, se implementará un esquema de información basado en dashboards de doble capa.

4.4.4.1 Especificaciones de los Paneles de Control (Dashboards)

Se implementarán dos tableros de control principales. El primero estará orientado a la gestión ejecutiva y será desarrollado sobre el Sistema de Información para la Dirección de Proyectos (PMIS), utilizando herramientas como Zoho Projects e integraciones con Power BI para la consolidación de indicadores de gestión. El segundo estará orientado a la operación tecnológica y aprovechará las capacidades de monitoreo de Veeam ONE y VMware vCenter Server 9.0, permitiendo el seguimiento en tiempo real de la infraestructura implementada.

Tabla 49

Matriz de Especificaciones para Dashboards y Reportes de Control en el MVCS

Nivel de Reporte	Audiencia Objetivo	Herramienta	Indicadores Visualizados (KPIs)	Frecuencia
Dashboard Ejecutivo	Patrocinador, Director del Proyecto, Comité Director	PMIS del proyecto (por ejemplo, Zoho Projects) / Power BI	Curva S (EV, PV, AC), Índices (SPI, CPI), Cumplimiento de hitos contractuales y regulatorios, Impacto P5™.	Quincenal / Cierre iteración
Dashboard Técnico	Jefe de OGEI, Administrador de Redes, Integrador HCI	Veeam ONE / vCenter 9.0	Salud de nodos, Políticas de inmutabilidad (WORM), Cumplimiento de RTO/RPO y niveles de servicio definidos por la entidad.	Monitoreo continuo (24x7)
Informe de Migración	CAB, Inspectores técnicos	PDF / Dashboards	% VMs migradas, Incidentes vMotion, Errores de replicación.	Post-ventana de mantenimiento

Nota. Elaboración propia (2026). La segmentación de la información permite que la Alta Dirección evalúe el cumplimiento de los objetivos estratégicos, presupuestales y regulatorios del proyecto, mientras que el personal de la OGEI dispone de información operativa especializada para la prevención de incidentes, la optimización del rendimiento y la preservación de la continuidad de los servicios institucionales (Project Management Institute, PMI, 2023).

4.4.4.2 Generación y Distribución de Informes de Excepciones

Complementariamente a los dashboards de seguimiento, se implementará un mecanismo de Reportes de Excepción, orientado a la comunicación inmediata de desviaciones críticas que requieran intervención o decisión de los órganos de gobierno del proyecto (PMI, 2021).

Cuando se detecte un evento clasificado como crítico, por ejemplo, un intento de vulneración de un repositorio de respaldos inmutables, una falla de hardware con impacto en la disponibilidad de los servicios o un retraso superior a quince (15) días respecto a la línea base del cronograma el sistema generará automáticamente un Reporte de Alerta Roja. Dicho documento será distribuido mediante canales seguros y mecanismos de cifrado a los integrantes del Comité de Control de Cambios (CAB), al Director del Proyecto y a la dirección de la OGEI.

El reporte contendrá como mínimo la siguiente información:

- Descripción técnica detallada de la desviación identificada.
- Análisis del impacto inmediato sobre el alcance, costo, cronograma o continuidad de los servicios institucionales.
- Identificación de la causa raíz preliminar y de los riesgos asociados.
- Propuesta de acción correctiva o preventiva para su evaluación y aprobación.

- Responsable designado y plazo estimado para la implementación de la solución.
- Estado de seguimiento y criterios para el cierre de la excepción.

La incorporación de este mecanismo permitirá reducir los tiempos de respuesta frente a incidentes relevantes, fortaleciendo la gobernanza del proyecto y garantizando una adecuada trazabilidad de las decisiones adoptadas durante la ejecución de la implementación HCI.

4.4.5 Gestión de Lecciones Aprendidas y Transferencia de Conocimiento

En los proyectos de modernización tecnológica del sector público, el conocimiento adquirido durante la ejecución constituye un activo organizacional tan valioso como la infraestructura implementada. De acuerdo con la Guía Práctica de Grupos de Procesos (Project Management Institute (PMI, 2023), la gestión del conocimiento del proyecto implica utilizar el conocimiento existente y generar nuevo conocimiento para alcanzar los objetivos establecidos y fortalecer el aprendizaje organizacional.

Para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), la captura de lecciones aprendidas no se limitará al cierre administrativo del proyecto. Debido al enfoque híbrido de implementación, donde la migración de servicios se realizará mediante etapas progresivas, el conocimiento será documentado al finalizar cada ventana de mantenimiento y cada hito relevante. Esto permitirá evitar la repetición de errores identificados durante las primeras fases de la migración y fortalecer continuamente las prácticas de implementación y operación de la nueva infraestructura hiperconvergente.

4.4.5.1 Ciclo de Captura y Registro Documental

El proceso de lecciones aprendidas en la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) se desarrollará mediante la metodología After Action Reviews (AAR). Después de cada hito de migración, prueba de contingencia o actividad crítica de implementación, el Director del Proyecto liderará sesiones de retrospectiva con una duración estimada entre 30 minutos y 1

hora, contando con la participación de los especialistas de virtualización, almacenamiento, redes y respaldo.

El conocimiento tácito generado durante la ejecución será transformado en conocimiento explícito mediante su registro formal en el Sistema de Información para la Dirección de Proyectos (PMIS), asegurando su disponibilidad para futuras iniciativas tecnológicas del MVCS.

Tabla 50

Matriz de Registro Analítico de Lecciones Aprendidas.

ID	Fase / Hito	Descripción del Incidente o Desviación	Análisis de Causa Raíz (RCA)	Lección Aprendida / Acción Correctiva	Valor Organizacional
LL-01	vSAN y Nodos HCI	Alertas de latencia y colisión de paquetes	Switches ToR sin Jumbo Frames (MTU 9000) configurados	Habilitar MTU 9000 de extremo a extremo	Evita degradación y futuros cuellos de botella
LL-02	Respaldo (Veeam)	Fallo en validación automatizada	Scripts sin permisos en red aislada	Personalizar scripts con credenciales autorizadas	Mejora confiabilidad en pruebas de continuidad
LL-03	Migración vMotion	Interrupción temporal de aplicativo legado	Configuración EVC incorrecta en origen	Validar EVC antes de migrar; migrar en frío	Protege continuidad de servicios

Nota. Elaboración propia (2026). La matriz permite transformar experiencias operativas y desviaciones detectadas durante la implementación en prácticas estandarizadas para futuros proyectos, promoviendo la mejora continua y el aprendizaje organizacional.

4.4.5.2 Plan de Transferencia de Conocimiento y Empoderamiento Técnico

Con el propósito de asegurar la sostenibilidad de la inversión tecnológica y fortalecer las capacidades institucionales, el proyecto contempla un proceso formal de transferencia de

conocimiento orientado a reducir la dependencia operativa de terceros y facilitar la administración autónoma de la solución por parte de la OGEI.

La transferencia de conocimiento será formalizada mediante un programa de capacitación técnica basado en laboratorios prácticos (Hands-on Labs) ejecutados sobre la propia infraestructura implementada en el MVCS. Las actividades contemplarán, como mínimo, las siguientes áreas:

- **Gestión de Alta Disponibilidad:** Capacitación orientada a la interpretación de alarmas, monitoreo de eventos y respuesta ante incidentes relacionados con la disponibilidad de los servicios y de los nodos del clúster hiperconvergente.
- **Operación de Contingencias (BCDR):** Capacitación especializada para la ejecución de recuperación de máquinas virtuales, restauraciones Bare Metal, validación de respaldos y ejecución de planes ante incidentes de seguridad o pérdida de información.
- **Administración y Mantenimiento Autónomo:** Transferencia integral de procedimientos operativos, configuraciones, diagramas de red, inventarios, documentación técnica y manuales As-Built necesarios para garantizar la operación, mantenimiento y evolución futura de la plataforma.
- **Gestión de la Documentación Técnica:** Capacitación en el uso, mantenimiento y actualización de la documentación técnica del proyecto, garantizando que los procedimientos implementados permanezcan vigentes durante todo el ciclo de vida de la infraestructura.

Los resultados de las actividades de capacitación serán documentados mediante registros de asistencia, evaluaciones de conocimiento y actas de conformidad, permitiendo evidenciar la transferencia efectiva de capacidades al personal de la OGEI y fortaleciendo la sostenibilidad operativa de la infraestructura hiperconvergente implementada.

4.4.6 Cierre Administrativo y Aceptación Formal de la Plataforma HCI

El proceso de cierre del proyecto comprende la finalización formal de todas las actividades de gestión necesarias para completar el esfuerzo temporal y transferir sus resultados a la organización. En el contexto del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), el cierre administrativo trasciende la culminación documental, constituyendo la transferencia formal de la responsabilidad operativa, la infraestructura tecnológica y el conocimiento técnico desde el contratista integrador hacia la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI).

Este proceso garantiza que la inversión tecnológica culmine en cumplimiento de la Ley No. 32069, Ley General de Contrataciones Públicas (OECE, 2024), asegurando que la nueva plataforma hiperconvergente opere bajo condiciones estables, seguras y con capacidades de continuidad operativa plenamente habilitadas.

4.4.6.1 Condiciones Previas y Transición a Operaciones

Antes de proceder con la liquidación contractual y el cierre definitivo del proyecto, la solución implementada deberá superar una evaluación integral de conformidad técnica y operativa. Para ello se ejecutará el siguiente procedimiento:

1. **Notificación e Inspección:** Una vez concluida la implementación, configuración y migración de la infraestructura, el contratista notificará formalmente la culminación de los trabajos. Posteriormente se convocará al Comité de Recepción integrado por representantes de la OGEI, el Director del Proyecto y los especialistas designados por la entidad. Durante esta etapa se realizará una inspección técnica integral y se elaborará el Acta de Observaciones.
2. **Levantamiento de Observaciones:** El contratista dispondrá del plazo acordado contractualmente para subsanar los elementos incluidos en el Acta de Observaciones.

Durante este periodo la plataforma podrá operar en condición de marcha blanca bajo supervisión conjunta del proveedor y personal de la OGEI.

3. Recepción Definitiva y Transferencia: Una vez subsanadas todas las observaciones, se efectuará la verificación final de conformidad. Completada satisfactoriamente esta revisión, se suscribirá el Acta de Conformidad por parte del área usuaria. Asimismo, el contratista deberá efectuar la transferencia formal de documentación técnica (As-Built), manuales de operación, procedimientos de respaldo, guías de acceso y la capacitación definida en los TDR.
4. Liquidación Contractual y Liberación de Garantías: Con la emisión del Acta de Conformidad, la entidad procederá a la liquidación contractual de acuerdo con la normativa vigente. Se verificarán penalidades, obligaciones pendientes y cumplimiento de garantías. Finalizado este proceso, se efectuará el pago correspondiente y la liberación de las garantías contractuales aplicables.

4.4.6.2 Matriz de Entregables de Cierre Contractual y Administrativo

Para aportar objetividad al proceso de aceptación y asegurar que la transición a operaciones cumpla con los estándares de control interno, se han definido los entregables formales que consolidan el cierre técnico, operativo y administrativo del proyecto. La Tabla 51 detalla los instrumentos documentales necesarios, los criterios de validación asociados y las responsabilidades asignadas, garantizando así la trazabilidad requerida ante auditorías de la Contraloría General de la República o el Órgano de Control Institucional (OCI).

Tabla 51

Matriz de Entregables de Cierre y Aceptación Formal en el MVCS

Entregable de Cierre	Descripción Técnica / Legal	Criterio de Aceptación	Responsable	Aprobador
Acta de Conformidad	Certificación de migración exitosa	Cero pérdidas de datos y cumplimiento RTO	Director del Proyecto	Jefatura OGEI
Expediente As-Built	Planos y manuales de la solución	Información editable y real	Especialista HCI	OGEI
Garantías y Soporte	Pólizas y contratos del fabricante	Cobertura vigente según contrato	Contratista	Abastecimiento
Acta de Capacitación y Transferencia de Conocimiento	Evidencia de transferencia técnica	Cumplimiento del programa TDR	Instructor	OGEI
Acta de Cierre Final	Resultados, indicadores y lecciones	Conformidad administrativa	Director del Proyecto	Patrocinador

Nota. Elaboración propia (2026). La matriz integra los entregables requeridos para el cierre técnico, administrativo y contractual del proyecto, alineados con los principios de gobernanza establecidos para la infraestructura tecnológica en el MVCS.

4.4.6.3 Liberación de Recursos y Sostenibilidad

Una vez aprobada el Acta de Cierre del Proyecto, se procederá a la liberación formal de los recursos humanos, tecnológicos y contractuales empleados durante la ejecución. Asimismo, se realizará la actualización del inventario institucional de activos tecnológicos, incorporando la nueva infraestructura y registrando el estado de los equipos sustituidos.

En concordancia con los principios de sostenibilidad promovidos por el estándar P5™ (GPM Global, 2023), se ejecutará el procedimiento de disposición responsable de los equipos retirados de operación, garantizando que los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) sean gestionados mediante entidades autorizadas y conforme a la normativa ambiental aplicable. Con ello se formaliza la transición definitiva hacia la nueva plataforma y se asegura la sostenibilidad operativa, económica y ambiental de la inversión realizada por el MVCS.

5 Conclusiones

El desarrollo del presente Plan de Gestión para el Proyecto de Implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI) orientada a la continuidad de servicios críticos en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) permitió formular un marco metodológico y técnico alineado con los estándares del Project Management Institute (2021; 2023) y los principios de sostenibilidad promovidos por GPM Global (2023). A partir de los resultados obtenidos, se establecen las siguientes conclusiones:

1. En relación con el Grupo de Inicio: El diagnóstico situacional de la infraestructura tecnológica permitió identificar que la arquitectura tradicional basada en componentes aislados constituía uno de los principales factores asociados a las limitaciones de continuidad operativa y recuperación de servicios frente a incidentes tecnológicos. Se concluye que la aplicación de los procesos de inicio, mediante el Acta de Constitución y la identificación temprana de interesados, restricciones y riesgos, proporciona un marco de gobernanza adecuado para definir el alcance del proyecto y alinearlo con los objetivos institucionales y los lineamientos de transformación digital del Estado, favoreciendo una adecuada gestión de expectativas y reduciendo la probabilidad de conflictos durante la ejecución.
2. En relación con el Grupo de Planificación: La estructuración de los planes subsidiarios bajo un enfoque híbrido permitió desarrollar una hoja de ruta integral para la gestión del alcance, cronograma, costos, riesgos, calidad, comunicaciones y adquisiciones. Se concluye que el establecimiento de líneas base constituye el principal mecanismo de referencia para medir el desempeño del proyecto y controlar desviaciones durante su ejecución. Asimismo, la planificación integrada favorece la transparencia, la trazabilidad de las decisiones y el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la Ley No.

32069, Ley General de Contrataciones Públicas (OECE, 2024)), fortaleciendo la confianza institucional en la gestión del proyecto.

3. En relación con el Grupo de Ejecución: Se concluye que la implementación exitosa de una infraestructura hiperconvergente requiere mucho más que la adquisición de equipamiento tecnológico. Los procedimientos, técnicas y herramientas definidos para la ejecución permiten materializar los objetivos del proyecto mediante una adecuada coordinación de recursos, la gestión eficiente de adquisiciones, el aseguramiento de la calidad y la transferencia efectiva de conocimiento. Asimismo, la integración de capacidades de alta disponibilidad, protección de datos e inmutabilidad fortalece significativamente la resiliencia tecnológica y la continuidad de los servicios institucionales. Complementariamente, los mecanismos de capacitación y acompañamiento técnico contribuyen al fortalecimiento de las competencias del personal de la OGEI, reduciendo la dependencia operativa de terceros.
4. En relación con los Grupos de Monitoreo, Control y Cierre: Se concluye que la aplicación sistemática de procedimientos de monitoreo y control permite identificar oportunamente las desviaciones respecto a las líneas base, facilitando la adopción de acciones correctivas y preventivas que contribuyen al cumplimiento de los objetivos del proyecto. Del mismo modo, la implementación de mecanismos formales de control integrado de cambios, seguimiento de indicadores clave de desempeño y gestión de riesgos fortalece la gobernanza del proyecto y mejora la toma de decisiones. Finalmente, los procedimientos de cierre administrativo, aceptación formal, transferencia de conocimiento y liberación de recursos garantizan una transición ordenada hacia la operación institucional de la nueva plataforma tecnológica.
5. En relación con la Sostenibilidad: La adopción de una infraestructura hiperconvergente gestionada bajo los lineamientos del estándar P5™ demuestra que los proyectos

tecnológicos pueden generar beneficios más allá de los aspectos estrictamente técnicos. Se concluye que la consolidación de recursos computacionales contribuye a la reducción del consumo energético, la optimización del uso de recursos tecnológicos y la disminución del impacto ambiental asociado al centro de datos. Asimismo, el fortalecimiento de la disponibilidad, integridad y protección de la información institucional favorece la continuidad de los servicios públicos, aportando valor sostenible a la gestión del MVCS y a los ciudadanos que dependen de sus servicios.

6 Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos durante el desarrollo del Plan de Gestión del Proyecto y considerando las mejores prácticas propuestas por el Project Management Institute (PMI) y el estándar P5™ de Green Project Management, se formulan las siguientes recomendaciones dirigidas a los actores estratégicos y operativos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). Estas recomendaciones se encuentran alineadas con los objetivos específicos del presente Plan de Gestión y plantean oportunidades de mejora para futuras iniciativas de transformación tecnológica.

1. A la Alta Dirección y al Patrocinador del MVCS

Se recomienda que en futuros proyectos tecnológicos la elaboración del Acta de Constitución y la identificación inicial de los interesados se desarrollen mediante talleres colaborativos con la participación activa de las áreas usuarias y de soporte. Asimismo, se recomienda mantener una revisión periódica de la matriz de interesados para identificar oportunamente cambios en su nivel de influencia, interés o poder de decisión, especialmente ante posibles modificaciones organizacionales o cambios de gestión institucional.

2. A la Jefatura de la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI)

Se recomienda centralizar la gestión de los planes subsidiarios, líneas base, riesgos, incidencias y lecciones aprendidas mediante el Sistema de Información para la Dirección de Proyectos (PMIS) utilizado por el proyecto, como Zoho Projects o una plataforma equivalente. Adicionalmente, se recomienda institucionalizar revisiones periódicas de los riesgos tecnológicos y operativos con el propósito de mantener actualizadas las estrategias de respuesta y fortalecer el control sobre el alcance, cronograma, costos y calidad del proyecto, conforme a la Ley No. 32069, Ley General de Contrataciones Públicas ((Organismo Especializado para las Contrataciones Públicas (OECE), 2024).

3. Al Director del Proyecto y al Equipo Técnico de TI

Se recomienda fortalecer las prácticas de comunicación, documentación y gestión del conocimiento durante toda la ejecución del proyecto. Las incidencias técnicas, configuraciones relevantes, decisiones arquitectónicas y lecciones aprendidas deberán registrarse formalmente en el PMIS para preservar el conocimiento institucional. Asimismo, se recomienda reforzar los procedimientos de aseguramiento de la calidad mediante listas de verificación técnicas previas a cada migración o cambio relevante en la infraestructura. Estas actividades deberán complementarse con programas de capacitación continua en tecnologías de virtualización, protección de datos y continuidad operativa, fortaleciendo la autonomía técnica del personal de la OGEI.

4. Al Comité de Control de Cambios (CAB) y a los responsables de Supervisión del Proyecto

Se recomienda mantener un proceso continuo de monitoreo y control basado en indicadores de desempeño del proyecto y métricas técnicas de la infraestructura implementada. La utilización conjunta del Análisis de Valor Ganado (EVM) y de herramientas de observabilidad tecnológica permitirá identificar oportunamente desviaciones respecto de las líneas base. Asimismo, para la fase de cierre se recomienda aplicar rigurosamente los procedimientos de inspección, levantamiento de observaciones (punch list), validación de entregables, recepción de documentación As-Built y formalización de las actas de conformidad antes de la liquidación contractual y liberación de garantías.

5. A la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital (SeGDi) y al MVCS

Considerando que el presente Plan de Gestión se enfocó en la modernización del centro de datos principal, se recomienda evaluar futuras iniciativas orientadas a implementar un centro de datos alternativo o sitio de recuperación ante desastres en una ubicación geográfica distinta. Asimismo, se recomienda analizar la factibilidad técnica y económica

de incorporar arquitecturas de clúster extendido (Stretched Cluster) o mecanismos equivalentes de recuperación geográfica, con la finalidad de fortalecer los niveles de continuidad y resiliencia operativa de los servicios institucionales.

6. A la Oficina de Administración y Finanzas del MVCS

Se recomienda incorporar criterios de sostenibilidad, eficiencia energética y economía circular en los futuros procesos de adquisición de infraestructura tecnológica. En particular, se sugiere establecer requisitos relacionados con la gestión responsable de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), certificaciones ambientales, eficiencia energética y reducción del impacto ambiental durante el ciclo de vida de los activos tecnológicos. Estas acciones contribuirán al cumplimiento de los principios de sostenibilidad promovidos por el estándar P5™ y fortalecerán las políticas de ecoeficiencia de la entidad.

7. Para futuras iniciativas institucionales

Se recomienda ampliar el alcance de futuros estudios y proyectos mediante la evaluación de arquitecturas multisitio, esquemas de recuperación ante desastres basados en nube híbrida, automatización de operaciones mediante Inteligencia Artificial para Operaciones de TI (AIOps) aplicada a la infraestructura y análisis de costo-beneficio de modelos de infraestructura hiperconvergente para entidades públicas. Estas líneas de desarrollo permitirán complementar y ampliar los resultados obtenidos en el presente Plan de Gestión.

7 Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo y/o sostenible

La implementación de la infraestructura hiperconvergente no solo mejora la capacidad tecnológica institucional, sino que contribuye directamente a la continuidad de los servicios públicos digitales proporcionados por el MVCS.

La validación del presente proyecto bajo los enfoques de sostenibilidad y regeneración constituyó un pilar fundamental para garantizar que la modernización tecnológica del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) trascienda la eficiencia técnica inicial. El desarrollo sostenible se define como aquel modelo capaz de satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Naciones Unidas, 2015). Este concepto establece un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la inclusión social y la protección ambiental, conocido como el triple resultado (GPM Global, 2023).

Por otro lado, el desarrollo regenerativo propone un cambio de paradigma que va más allá de la sostenibilidad convencional, centrándose en restaurar, renovar y revitalizar los sistemas vivos y sociales con los que el proyecto interactúa. Según los principios del diseño regenerativo, las intervenciones humanas deben actuar como catalizadores que permitan a los sistemas recuperar su capacidad de autoorganización y resiliencia (Reed, 2007). A continuación, se presenta la Figura 11, que ilustra la evolución del enfoque en la dirección de proyectos, desde los modelos convencionales hasta los paradigmas regenerativos.

Figura 11

Evolución del enfoque en la dirección de proyectos hacia la sostenibilidad y regeneración



Nota. Obtenido de El Estándar P5™ de GPM® para La Sostenibilidad en la Dirección de Proyectos GPM Global Versión 3.0 (p.2), por GPM Global, 2023.

En este capítulo, se explica de manera detallada la relación e impacto de la ejecución del proyecto y la operación de la plataforma de infraestructura hiperconvergente (HCI) con el desarrollo sostenible y regenerativo. El propósito de este análisis fue identificar los efectos favorables y desfavorables de los entregables tecnológicos sobre el ecosistema del MVCS. Para ello, se estructuró un análisis que incluyó la correlación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y una evaluación profunda basada en el Estándar P5™ de GPM® (GPM Global, 2023), dicha evaluación integró de forma sistémica los cinco elementos del Estándar P5™, analizando el impacto de los procesos de gestión y del producto tecnológico en las dimensiones de personas, planeta y prosperidad (GPM Global, 2023).

Finalmente se abordó la justificación de cómo la resiliencia tecnológica frente a incidentes de ciberseguridad protegió los servicios básicos de la ciudadanía, alineándose con las dimensiones cultural, política y económica del desarrollo regenerativo, a través de este

examen exhaustivo, se propusieron estrategias de mitigación para cualquier efecto adverso identificado, asegurando que el plan de gestión para el MVCS no solo sea una solución de ingeniería de servidores, sino una contribución estratégica a la visión del Perú al 2050 (GPM Global, 2023; (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050 (2019).

7.1 Relación del proyecto con los objetivos de Desarrollo Sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) surgieron en septiembre de 2015, cuando los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Este marco sucedió a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (2000-2015) con una visión más ambiciosa e integral. Los 17 objetivos y sus 169 metas representan un llamado universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para el año 2030 (GPM Global, 2023; (Naciones Unidas, 2015).

La finalidad de los ODS es proporcionar una hoja de ruta común para enfrentar los desafíos globales más urgentes, integrando de manera equilibrada las dimensiones social, económica y ambiental. En la gestión de proyectos, los ODS actúan como un marco de referencia para que el proceso de dirección y el producto final generen un impacto positivo neto. A continuación, se muestra la Figura 12 con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas y luego se detalla la relación del proyecto de infraestructura hiperconvergente (HCI) orientado a la continuidad de servicios críticos y su operación con cada uno de los ODS.

Figura 12

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.



Nota. Los 17 objetivos globales establecidos para la transformación del mundo hacia la sostenibilidad. Tomado de *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, por Naciones Unidas, 2015.

7.2 Análisis de la relación con los ODS

Fin de la pobreza: Este objetivo busca poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo. El proyecto se relacionó de forma indirecta a través de la operación del producto. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) gestiona programas de vivienda social para poblaciones vulnerables, entonces al garantizar la continuidad de los servicios informáticos mediante la HCI, se aseguró que los procesos de asignación de bonos y títulos de propiedad no se interrumpan, facilitando el acceso de las personas en situación de

pobreza a activos básicos que mejoran su calidad de vida (GPM Global, 2023); (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050 (2019)).

Hambre cero: Su finalidad es poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición. Este objetivo no se relacionó de manera directa con el presente proyecto. La naturaleza de la infraestructura tecnológica para vivienda y saneamiento no incidió en la seguridad alimentaria ni en la productividad agrícola de forma inmediata.

Salud y bienestar: Su finalidad es garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. La relación se manifestó a través de la gestión de la continuidad de los servicios de saneamiento, la operatividad del centro de datos es crítica para monitorear la calidad del agua y el tratamiento de aguas residuales a nivel nacional. Un fallo en el sistema provocado por ransomware podría retrasar alertas sanitarias o procesos de potabilización; por tanto, el producto (clúster HCI) protege indirectamente la salud pública al garantizar que los sistemas de control del MVCS permanezcan en línea (ISO22301, 2019; PMI, 2023).

Educación de calidad: Este objetivo persigue garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, así como promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos. El proceso de gestión del proyecto contempló la transferencia de conocimientos y la capacitación especializada para el personal técnico de la OGEI. Al fortalecer las competencias en tecnologías de virtualización avanzada, continuidad operativa y buenas prácticas de dirección de proyectos, se contribuye al desarrollo de capacidades técnicas de alto nivel dentro de la institución, favoreciendo el aprendizaje continuo y la mejora de la gestión tecnológica institucional (Project Management Institute, 2021).

Igualdad de género: Igualdad de género: Su propósito es lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas. El proyecto se relaciona con este objetivo mediante la promoción de la igualdad de oportunidades en la participación del personal

involucrado en la implementación y operación de la solución tecnológica. Asimismo, se reconoce la importancia de fomentar entornos laborales inclusivos y libres de discriminación, en concordancia con las políticas institucionales y la normativa vigente aplicable al sector público (GPM Global, 2023).

Agua limpia y saneamiento: Busca garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Este es un objetivo central del MVCS ya que es el ente rector del saneamiento en el Perú. La implementación de la HCI garantizó que los sistemas informáticos que gestionan la infraestructura de agua y desagüe a nivel nacional sean resilientes. La operación continua del producto permite que la gestión técnica del recurso hídrico no sufra parálisis operativas, asegurando que la ciudadanía reciba servicios de saneamiento eficientes y seguros (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050, (2019); (GPM Global, 2023).

Energía asequible y no contaminante: Su finalidad es garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. La arquitectura HCI es intrínsecamente más eficiente energéticamente que los centros de datos tradicionales. Al consolidar múltiples servidores físicos en unos pocos nodos hiperconvergentes mediante la virtualización, se reduce significativamente el consumo eléctrico y las necesidades de refrigeración en la sala de servidores. Este ahorro energético contribuyó directamente a la eficiencia del Estado y a la reducción de la demanda sobre la red eléctrica nacional (GPM Global, 2023).

Trabajo decente y crecimiento económico: Su finalidad es promover el crecimiento económico inclusivo y el trabajo decente para todos. El proyecto favoreció este objetivo al proporcionar un entorno tecnológico estable que permitió la continuidad del negocio, la resiliencia ante ciberataques protegió los puestos de trabajo del personal técnico y administrativo del MVCS, evitando parálisis institucionales que podrían derivar en costos

económicos elevados para el país. Asimismo, la modernización de la infraestructura impulsó la competitividad digital de la institución (PMI, 2021); (GPM Global, 2023).

Industria, innovación e infraestructura: Este objetivo busca construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. El proyecto constituye una innovación directa en la infraestructura digital del Estado Peruano, al transitar hacia un modelo de centro de datos definido por software (SDDC), el MVCS adoptó tecnologías de vanguardia que modernizaron su capacidad de respuesta. El producto final fue una infraestructura resiliente que sirve de base para la transformación digital de los servicios públicos en el Perú (Reyes Vargas, 2019); (GPM Global, 2023).

Reducción de las desigualdades: Su propósito es reducir la desigualdad en y entre los países. La relación se estableció a través de la accesibilidad de los servicios ciudadanos, al mantener operativos los portales web y sistemas de trámite del MVCS, se garantiza que los ciudadanos de regiones remotas tengan el mismo acceso a servicios y beneficios que aquellos en la capital, reduciendo la brecha de acceso a la gestión pública.

Ciudades y comunidades sostenibles: Busca lograr que las ciudades sean inclusivas, seguras y resilientes. La modernización del centro de datos fortaleció la resiliencia de los asentamientos humanos. El MVCS utiliza sistemas de información geográfica (SIG) para la planificación urbana y la prevención de riesgos en ciudades. La continuidad de estos servicios, protegida por la HCI, permite que la planificación de comunidades sostenibles y seguras no se detenga ante incidentes tecnológicos (ISO 22301,2019).

Producción y consumo responsables: Su objetivo es garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. El proyecto abordó este objetivo mediante la gestión del ciclo de vida del hardware. El plan de gestión incluyó políticas para la disposición responsable de los equipos de red y servidores antiguos que fueron reemplazados por la HCI, asegurando

que los residuos electrónicos se gestionen bajo normativas ambientales para minimizar el impacto del mercurio y otros metales pesados en el ecosistema (GPM Global, 2023).

Acción por el clima: Persigue adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Al reducir el consumo energético del centro de datos (como se explicó en el ODS Energía asequible y no contaminante), el proyecto disminuyó la huella de carbono institucional. La consolidación de servidores físicos redujo las emisiones de gases de efecto invernadero indirectas asociadas a la operación de TI del MVCS, contribuyendo a los compromisos climáticos del país (GPM Global, 2023).

Para la **Vida submarina y vida de ecosistemas terrestres:** Estos objetivos buscan conservar los océanos y proteger los ecosistemas terrestres. No se identificó una relación directa o significativa entre estos objetivos y la implementación de un clúster de servidores en un entorno controlado de oficina, dado que el impacto ambiental se limitó principalmente al consumo energético y residuos electrónicos ya analizados.

Paz, justicia e instituciones sólidas: Su propósito es promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas. Este proyecto fortaleció la institucionalidad del MVCS, al implementar una infraestructura segura contra el ransomware, se protegió la integridad de los datos públicos y se combatió la vulnerabilidad institucional ante ataques cibernéticos externos. Una institución con tecnología resiliente es una institución más sólida, transparente y capaz de garantizar justicia social a través de sus servicios(ISO 27001, 2022) ; (GPM Global, 2023).

Alianzas para lograr los objetivos: Busca fortalecer los medios de implementación y la alianza mundial para el desarrollo. El proceso de gestión fomentó la colaboración entre la OGEI, proveedores tecnológicos y consultores externos bajo estándares internacionales como los del PMI y GPM®. Estas alianzas público-privadas permitieron el intercambio de tecnología y conocimientos, fortaleciendo la capacidad técnica nacional para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (Project Management Institute, 2021).

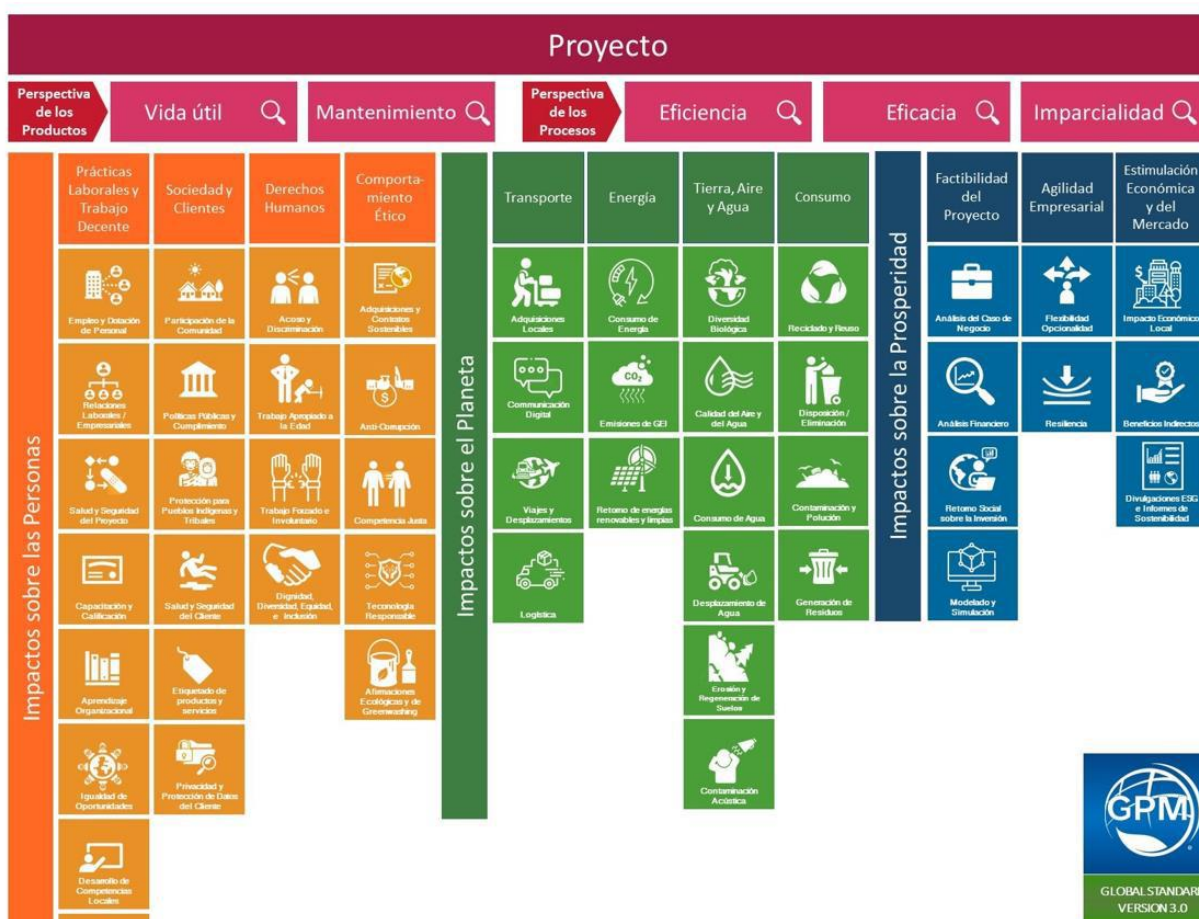
7.3 Análisis del proyecto de acuerdo con el Estándar P5

El análisis de impacto basado en el Estándar P5™ se define como una herramienta de evaluación integral que permitió a la dirección de proyectos medir y reportar el impacto de sus procesos y productos en la sostenibilidad. A diferencia de los marcos de gestión tradicionales que se enfocan exclusivamente en la tríada de tiempo, costo y alcance, el Estándar P5™ integra de manera sistémica cinco elementos críticos: el proceso de dirección de proyectos, el producto resultante, y su impacto tripartito en las personas, el planeta y la prosperidad (GPM Global, 2023). Este enfoque permitió que el proyecto de PLAN DE GESTIÓN PARA EL PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIPERCONVERGENTE (HCI) ORIENTADA A LA CONTINUIDAD DE SERVICIOS CRÍTICOS EN EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DEL PERÚ fuera evaluado no solo por su eficiencia técnica, sino por su contribución al valor neto positivo institucional y social.

La ontología del estándar P5 se fundamenta en la premisa de que la sostenibilidad no es un elemento periférico, sino un componente central de la gobernanza del proyecto. Según Carboni et al. (2024), el elemento proceso evalúa la madurez de la gestión y la eficiencia en el uso de recursos durante la ejecución. Por su parte, el elemento producto analiza el ciclo de vida completo del entregable, desde su operación técnica hasta su disposición final. Estos dos elementos operativos actúan como conductores de impacto sobre las tres dimensiones del triple resultado: la social (Personas), la ambiental (Planeta) y la económica (Prosperidad). Para ilustrar esta interconexión, se presenta la Figura 13, la cual detalla la estructura de integración del estándar P5.

Figura 13

La Ontología del Estándar P5 y la integración de la sostenibilidad



Nota. Obtenido de El Estándar P5™ de GPM ® para La Sostenibilidad en la Dirección de Proyectos GPM Global Versión 3.0 (p.5), por GPM Global, 2023

La importancia de este análisis en la gestión de proyectos radica en su capacidad para transformar riesgos invisibles en oportunidades estratégicas. Según el Estándar P5 v3.0, la aplicación de este marco permite a los directores de proyectos identificar "puntos ciegos" en la planificación, como el consumo energético excesivo de hardware antiguo o la falta de competencias en el personal técnico para operar nuevas tecnologías (GPM Global, 2023). Para el MVCS, el análisis P5 garantizó que la migración a la arquitectura HCI no fuera solo una

actualización de servidores, sino una estrategia de resiliencia que fortaleció la agilidad empresarial y el cumplimiento de los reportes de sostenibilidad del sector público (Carboni et al., (2024).

Asimismo, el análisis P5 se constituyó como un mecanismo de alineación con los estándares globales de reporte y gobernanza. Al evaluar sistemáticamente cómo los entregables del proyecto afectaron el bienestar de los colaboradores y la huella de carbono del centro de datos, se generó información valiosa para los objetivos de sostenibilidad institucionales. De acuerdo con GPM Global (2023), esta transparencia técnica es fundamental para asegurar el apoyo de los interesados clave y justificar la inversión estatal bajo criterios de responsabilidad ética y ambiental, asegurando que los beneficios del proyecto perduren a lo largo de su vida útil y mantenimiento (Carboni et al., 2024) ; GPM Global, 2023).

Finalmente, la relevancia del estándar P5 reside su enfoque práctico para la toma de decisiones. Al integrar métricas de impacto en el Plan de Gestión de la Sostenibilidad (SMP), el director de proyectos puede priorizar acciones que maximizaran la prosperidad económica sin sacrificar el bienestar social o la integridad ecológica. En el caso de la infraestructura HCI, este análisis justificó la consolidación de hardware como una medida de eficiencia operativa y climática, posicionando al MVCS como un referente de modernización tecnológica sostenible alineada con la visión del Perú al 2050 (GPM Global, 2023); (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050, (2019).

7.3.1 Categoría Impacto a las Personas

En esta categoría, se analizó el impacto del proyecto en el capital humano y la sociedad, considerando que el éxito de la infraestructura hiperconvergente (HCI) dependió directamente de las capacidades y el bienestar de quienes la gestionaron y utilizaron. Se examinaron los riesgos significativos y las oportunidades de desarrollo de competencias dentro

del contexto de la Oficina General de Estadística e Informática (OGEI) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

Prácticas Laborales y Trabajo Decente

En el marco de la implementación técnica, se identificaron cinco riesgos significativos que podrían haber impactado el bienestar de las personas involucradas. El primer riesgo se centró en el tecnoestrés y fatiga cognitiva del personal de la OGEI debido a la curva de aprendizaje y la complejidad de la migración en ventanas de tiempo críticas. Como estrategia de respuesta, se transformó este riesgo en una oportunidad mediante un programa de certificación técnica oficial, lo que elevó la moral y la empleabilidad del personal. El segundo riesgo se vinculó a la seguridad física en el centro de datos (riesgos eléctricos y manipulación de hardware pesado); la estrategia fue la implementación de protocolos de salud y seguridad ocupacional alineados con estándares internacionales, mejorando la cultura de prevención institucional (GPM Global, 2023); Carboni et al., (2024).

El tercer riesgo identificado fue la resistencia al cambio por temor a la automatización que facilita la HCI. la respuesta consistió en un plan de gestión del cambio que posicionó la tecnología como una herramienta para liberar al personal de tareas operativas manuales, permitiéndoles migrar hacia roles estratégicos de analítica de datos y ciberseguridad. El cuarto riesgo fue la brecha generacional y técnica, mitigada mediante programas de mentoría interna donde los especialistas senior y junior compartieron conocimientos. Finalmente, el quinto riesgo involucró la ergonomía en las salas de monitoreo; la estrategia fue la adecuación de los espacios de trabajo bajo criterios de salud visual y postural, transformando el entorno laboral en uno más saludable y productivo (Carboni et al., (2024); (GPM Global, 2023).

Respecto al desarrollo de competencias, el proyecto y su producto (la plataforma HCI) contribuyen al aprendizaje organizacional mediante la transferencia tecnológica asociada a las soluciones de virtualización, almacenamiento definido por software y protección de datos

implementadas. Se recomienda mantener estos beneficios mediante un modelo de formación de formadores (train the trainer), asegurando que el conocimiento permanezca en la OGEI durante toda la vida útil del sistema.

Para el mantenimiento, se propone la creación de una base de conocimiento técnico (wiki institucional) que documente incidencias y soluciones, fomentando una cultura de mejora continua y reduciendo la dependencia del soporte externo (Carboni et al., 2024; PMI, 2021).

Sociedad y Clientes

Los impactos en los grupos involucrados fueron evaluados desde una perspectiva sistémica, para los colaboradores, el impacto fue de empoderamiento técnico; para la sociedad y los usuarios finales, el impacto principal fue la garantía de disponibilidad de los servicios ciudadanos (bonos de vivienda, saneamiento). Un fallo en la infraestructura antigua habría excluido a miles de ciudadanos de beneficios críticos; la HCI aseguró que el derecho al servicio público se mantenga inalterado. Para asegurar que las necesidades de los usuarios fueran tomadas en cuenta, se recomendaron mecanismos de participación como mesas de diálogo técnico bimensuales y encuestas de satisfacción de servicios internos, permitiendo ajustar la configuración de la infraestructura a la demanda real de los procesos misionales (GPM Global, 2023); (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2025 (2019)).

En cuanto a la protección de datos del cliente, se tomaron medidas críticas para salvaguardar la información sensible de la ciudadanía. El producto final integró cifrado de datos en reposo y protocolos de microsegmentación de red, limitando el acceso solo a personal autorizado, estas medidas, alineadas con la norma ISO/IEC 27001 (2022), garantizaron que, ante intentos de intrusión o ransomware, la privacidad de los datos de vivienda y saneamiento permanezca protegida, cumpliendo con la Ley de Protección de Datos Personales del Perú (ISO 27001, 2022; GPM Global, 2023).

Derechos Humanos

El proyecto cumplió con los principios de dignidad, diversidad, equidad e inclusión (DDEI) al establecer un marco de ejecución transparente. Se respetó la dignidad del trabajador al garantizar que la carga laboral fuera equitativa durante la migración técnica.

En el Perú existen mecanismos legales, educativos e institucionales orientados a prevenir la discriminación, el acoso y la exclusión, así como a promover la igualdad de oportunidades. Asimismo, entidades como el Ministerio de Cultura y la Defensoría del Pueblo desarrollan acciones de orientación y sensibilización en materia de igualdad, no discriminación y derechos humanos.

En este contexto, se fomentó la participación activa de mujeres en el equipo de ingeniería de redes y servidores, contribuyendo a una mayor diversidad e inclusión dentro del área de TI del MVCS. Asimismo, el MVCS dispone de canales de denuncia y mecanismos institucionales para reportar prácticas laborales inadecuadas, cuya utilización fue recordada durante todo el ciclo de vida del producto (GPM Global, 2023); (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050, 2019).

Comportamiento Ético

En el ámbito ético, se identificaron cinco riesgos principales y sus respectivas estrategias. El primer riesgo fue la falta de transparencia en la selección de proveedores de hardware; la estrategia fue el uso de pliegos técnicos abiertos y auditorías externas para asegurar una competencia justa. El segundo riesgo se relacionó con posibles conflictos de interés en las etapas de consultoría; se mitigó mediante declaraciones juradas obligatorias de todo el equipo de gestión. El tercer riesgo fue el incumplimiento de normativas de sostenibilidad en la disposición de residuos electrónicos; la respuesta fue la contratación de gestores certificados por el Ministerio del Ambiente (MINAM) (Carboni et al., (2024).

El cuarto riesgo ético fue el uso indebido de información privilegiada durante el acceso a los centros de datos; se controló mediante sistemas de auditoría de registros (logs) de acceso

inalterables. El quinto riesgo involucró el sesgo en los reportes de sostenibilidad (maquillaje verde o greenwashing); la estrategia fue la validación de las métricas de eficiencia energética bajo el Estándar P5, garantizando que el ahorro de carbono sea real y medible. Estas acciones aseguraron que el plan de gestión del MVCS se ejecute bajo los más altos estándares de integridad y responsabilidad pública (GPM Global, 2023); Carboni et al., (2024).

Se presenta la Tabla 52, la cual integra los riesgos críticos y las estrategias de respuesta para asegurar la sostenibilidad del capital humano.

Tabla 52
Matriz de impacto y respuesta a la sostenibilidad: Categoría Personas

Elemento P5	Riesgo Significativo	Estrategia de Respuesta	Impacto / Oportunidad Generada
Prácticas Laborales	Tecnoestrés por complejidad de la migración HCI.	Mitigar: Programa de capacitación y certificación oficial.	Incremento de la empleabilidad y moral del personal técnico.
Salud y Seguridad	Riesgos eléctricos durante la instalación física.	Prevenir: Protocolos de seguridad industrial y EPP.	Reducción de incidentes y cumplimiento de normas de salud.
DDEI	Resistencia al cambio y temor al desplazamiento.	Transformar: Plan de gestión del cambio y nuevos roles estratégicos.	Evolución de tareas operativas hacia análisis de ciberseguridad.
Derechos Humanos	Sesgo de género en la selección del equipo técnico.	Promover: Política de diversidad e inclusión en la OGEI.	Fortalecimiento de la equidad de género en el área de TI.
Comportamiento Ético	Falta de transparencia en la gestión de proveedores.	Controlar: Auditoría externa y pliegos técnicos abiertos.	Garantía de integridad pública y competencia justa.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en el Estándar P5 v3.0 (GPM Global, 2023) y Carboni et al. (2024).

7.4 Categoría Impacto al Planeta

En esta categoría, se evaluó cómo el ciclo de vida del proyecto y del producto interactuaron con el medio ambiente, centrando el análisis crítico en la reducción de la huella ecológica mediante la eficiencia tecnológica. Según GPM Global (2023), la dimensión *Planeta* del Estándar P5™ exige que la dirección de proyectos no solo minimizara los daños, sino que buscara oportunidades para la regeneración y el uso responsable de los recursos naturales.

Evaluación de Huella de Carbono y Estrategias de Mitigación

Se identificaron tres fuentes principales de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) vinculadas al proyecto y al producto. La primera fuente fue el consumo de energía eléctrica de la red nacional para la operación continua del centro de datos. La segunda fuente correspondió al transporte y logística internacional y local para el traslado de los nodos físicos desde el fabricante hasta la sede del MVCS. La tercera fuente se relacionó con la operación del producto final, específicamente las emisiones indirectas asociadas a los sistemas de enfriamiento necesarios para mantener la temperatura operativa del hardware (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

Para medir estas emisiones, se propuso el uso de herramientas de cálculo de huella de carbono específicas para centros de datos, comparando el consumo de la infraestructura tradicional frente a la HCI. Las estrategias de reducción se centraron en la consolidación de servidores; al reducir la cantidad de equipos físicos mediante la virtualización avanzada, se disminuyó la demanda de energía y, por ende, las emisiones asociadas. Para compensar las emisiones remanentes, se recomienda la participación del MVCS en programas nacionales de reforestación o la adquisición de bonos de carbono, integrando así una visión de ciclo de vida completo que buscó la neutralidad climática del activo tecnológico (Acuerdo Nacional: visión del Perú al 2050 (2019).

Gestión Integral de Recursos Naturales

El uso de recursos naturales fue evaluado considerando principalmente el consumo de agua y el impacto en la calidad del aire. Aunque un clúster de servidores no consume agua de forma directa durante el procesamiento de información, los sistemas de climatización de precisión (chillers) suelen requerir circuitos de agua para el intercambio térmico. Se propuso una medida de diseño circular mediante la implementación de sistemas de enfriamiento de circuito cerrado o tecnologías de enfriamiento por aire exterior (free cooling), que aprovechen la temperatura ambiental externa, minimizando el agotamiento de recursos hídricos locales.

Respecto a la calidad del aire y biodiversidad, el riesgo principal se identificó en el uso de grupos electrógenos de respaldo. Se recomendó la transición hacia sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) de alta eficiencia y el mantenimiento preventivo riguroso para minimizar las emisiones de partículas. El diseño del proyecto consideró que la ubicación urbana del centro de datos limita el impacto directo en la biodiversidad silvestre; sin embargo, se planteó que la restauración ecológica se abordara a través de la gestión responsable de los residuos químicos de las baterías, evitando la contaminación del suelo y los acuíferos en el área de influencia del MVCS (GPM Global, 2023; Carboni et al., 2024).

Economía Circular y Gestión de Residuos

El proyecto incorpora los principios de economía circular mediante la reducción en la generación de residuos. La elección de la arquitectura HCI permite que, con menos hardware físico, se obtuviera mayor capacidad de cómputo, reduciendo la masa total de activos a gestionar. Para los equipos de red y servidores antiguos que fueron reemplazados, se evaluó una estrategia de reutilización interna para entornos de pruebas no críticos o donación a instituciones educativas, extendiendo así la vida útil de los componentes electrónicos.

La disposición de activos al final de su vida útil se planificó de manera ambientalmente responsable mediante la alianza con empresas operadoras de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) certificadas por el Ministerio del Ambiente (MINAM). Este procedimiento

garantizó que la eliminación de materiales como el plomo, mercurio y plásticos retardantes de llama se realizara sin generar contaminación territorial. De acuerdo con el Estándar P5, esta gestión del ciclo de vida del producto asegura que el MVCS cumpla con una responsabilidad extendida del productor y consumidor, evitando que los activos tecnológicos terminen en vertederos informales (GPM Global, 2023; Carboni et al., 2024).

Eficiencia Energética y Transición hacia Energías Renovables

El análisis del consumo energético reveló que la infraestructura HCI es un catalizador para la eficiencia. Se utilizó la métrica de Efectividad en el Uso de la Energía (PUE) para monitorear el rendimiento del centro de datos. La optimización se planificó mediante el uso de fuentes de alimentación con certificación 80 PLUS Titanium en los nodos y la configuración de políticas de gestión de energía por software (como el apagado automático de recursos ociosos). Estas medidas permitieron reducir el PUE institucional hacia valores cercanos a 1,2, considerados de referencia internacional para centros de datos de alta eficiencia.

Para avanzar hacia una transición energética, se recomendó la evaluación de paneles solares fotovoltaicos en la azotea del edificio del MVCS para alimentar las cargas de iluminación y servicios auxiliares del centro de datos. Aunque la generación de excedentes de energía hacia la red pública es limitada por el espacio físico, el proyecto sentó las bases técnicas para integrar microrredes renovables. Esta estrategia contribuyó positivamente al sistema energético local al reducir la carga pico sobre la red comercial, alineando la tecnología de ciberseguridad con la sostenibilidad energética nacional (VMware, 2022; GPM Global, 2023).

Cadena de Suministro Sostenible e Impacto Territorial

La cadena de suministro se diseñó para minimizar el impacto ambiental del transporte. Se priorizó la adquisición a través de socios de negocio locales que mantuvieran inventario en el país, reduciendo la necesidad de múltiples fletes aéreos internacionales. Asimismo, se

fomentó el uso de canales de comunicación digital para todas las etapas de consultoría y gestión del proyecto, eliminando desplazamientos innecesarios y reduciendo la huella de carbono asociada a la logística del personal (Carboni et al., 2024).

En cuanto al impacto territorial, el proyecto garantiza que la operación del clúster HCI no generara degradación del suelo ni erosión, al ser una instalación en piso técnico elevado dentro de una infraestructura existente. Para mitigar la contaminación acústica, se especificaron racks con aislamiento sonoro y ventiladores de baja emisión de ruido, asegurando que la operación continua no afectara el entorno de las oficinas ni a las comunidades circundantes. Este análisis crítico demostró que la modernización tecnológica puede convivir armónicamente con su territorio, promoviendo una economía local basada en servicios tecnológicos de bajo impacto ambiental (GPM Global, 2023; (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050, (2019).

Para sintetizar la evaluación, se presenta la Tabla 53, que resume los riesgos y las respuestas estratégicas en la categoría Planeta.

Tabla 53

Análisis de Riesgos y Respuestas de Sostenibilidad Ambiental: Categoría Planeta

Elemento P5	Riesgo Identificado	Estrategia de Respuesta	Impacto Esperado
Emisiones GEI	Alta huella de carbono por hardware antiguo.	Consolidación mediante HCI y virtualización.	Reducción medible de emisiones de CO2.
Energía	Consumo eléctrico ineficiente del centro de datos.	Optimización del PUE y fuentes de alta eficiencia.	Ahorro económico y energético institucional.
Residuos (RAEE)	Contaminación por mala disposición de chatarra electrónica.	Convenios con empresas certificadas de reciclaje.	Eliminación de pasivos ambientales peligrosos.
Recursos Naturales	Agotamiento de agua en sistemas de enfriamiento.	Implementación de circuitos cerrados de aire/agua.	Preservación del recurso hídrico local.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en el Estándar P5 v3.0 (GPM Global, 2023)

7.4.1 Categoría Impacto a la Prosperidad

En esta categoría, se evalúa cómo el proyecto y su producto final generará valor económico, social y ambiental, trascendiendo la visión tradicional de rentabilidad financiera. Según Carboni et al. (2024), la dimensión de "Prosperidad" en el Estándar P5™ se centra en la creación de valor a largo plazo y la agilidad empresarial, asegurando que los beneficios del proyecto se distribuyeran de manera equitativa y sostenible entre los interesados clave.

Análisis del Caso de Negocio y Retorno Social de la Inversión (SROI)

El proyecto genera valor económico directo al inversionista (el Estado peruano) mediante la optimización de costos operativos (OpEx). Al consolidar la infraestructura en un modelo HCI, se redujeron los gastos en mantenimiento de múltiples contratos de hardware y licenciamientos fragmentados. Sin embargo, el análisis del Retorno Social de la Inversión (SROI) reveló impactos mucho más profundos. En el ámbito social, la modernización aseguró la cohesión mediante la garantía de disponibilidad de los sistemas de vivienda social y saneamiento básico. Un servicio ininterrumpido permite que las familias peruanas accedieran a bonos y servicios de agua sin retrasos burocráticos provocados por fallas tecnológicas, fortaleciendo la confianza en la gestión pública (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

En el ámbito ambiental, el caso de negocio se sustentó en la conservación de recursos. El producto (la arquitectura HCI) requirió menos espacio físico y menos energía para su enfriamiento, lo que se tradujo en una reducción de la contaminación indirecta por emisiones de carbono. Este enfoque de triple línea base demostró que la inversión en ciberseguridad y alta disponibilidad no fue solo un gasto técnico, sino una contribución al bienestar nacional, alineando los objetivos financieros con la resiliencia social y la protección del entorno (Carboni et al., 2024; (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050 (2019)).

Resiliencia y Flexibilidad ante Incertidumbres

La capacidad de resiliencia fue un factor determinante en el diseño del producto. La arquitectura hiperconvergente se seleccionó específicamente por su capacidad para recuperarse ante condiciones adversas, como fallos críticos de hardware o incidentes de ciberseguridad. Ante fluctuaciones del mercado o inestabilidad económica que pudieran limitar la adquisición de repuestos, el software de gestión de la HCI permite la redistribución automática de cargas de trabajo entre los nodos sanos, manteniendo la continuidad operativa sin necesidad de intervenciones físicas inmediatas.

Las opciones estratégicas incorporadas incluyeron la capacidad de scale-out (crecimiento horizontal), lo que permitió al MVCS modificar sus planes de expansión de manera modular ante desafíos inesperados, como aumentos súbitos en la demanda de servicios digitales ciudadanos (similares a los experimentados durante emergencias sanitarias). De acuerdo con la norma ISO 22301 (2019), esta flexibilidad operativa aseguró que el MVCS pudiera adaptarse a desastres naturales o crisis externas sin perder la integridad de sus datos críticos, garantizando que el "producto" del proyecto sea un activo resiliente que evoluciona con el entorno (Carboni et al., 2024; ISO 22301, 2019).

Impacto Económico Local y Agilidad Empresarial

El proyecto estimuló la economía local de manera indirecta al fortalecer la competitividad digital del sector público. Una institución más ágil y con servicios digitales robustos facilita los procesos administrativos que dinamizan la construcción y el saneamiento en las regiones, lo que a su vez genera empleo local en dichos sectores. Directamente, la implementación fomenta el desarrollo local de competencias técnicas; al contratar servicios de implementación y soporte local, se fortalecieron las cadenas de valor de las empresas tecnológicas peruanas que actúan como socios de negocio de los fabricantes globales (Carboni et al., 2024).

La agilidad empresarial se manifestó en la reducción del tiempo de respuesta del centro de datos ante nuevas necesidades institucionales. Antes de la HCI, el despliegue de un nuevo servicio crítico podía tomar semanas; con la nueva plataforma, el tiempo se redujo a minutos. Esta capacidad de respuesta permitió que el MVCS se adaptara rápidamente a los cambios regulatorios o a las nuevas metas del Plan Operativo Institucional (POI), mejorando la eficiencia del Estado y promoviendo un mercado de servicios públicos más moderno y confiable (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050 (2019); GPM Global, 2023).

Beneficios Indirectos y Estimulación del Mercado

A largo plazo, el producto generara impactos positivos que trasciendan los objetivos inmediatos de disponibilidad de servidores. El principal beneficio indirecto fue la mejora en la calidad de vida de las comunidades al asegurar que la gestión del agua y la vivienda no sufrieran parálisis operativas. Asimismo, la implementación de este estándar tecnológico en el MVCS actúa como una innovación que estimula el mercado de infraestructura gubernamental en el Perú, estableciendo un referente de modernización para otras carteras del Estado.

Esta transformación del mercado fomentó que los proveedores locales elevaran sus estándares de sostenibilidad y ciberseguridad para ser competitivos. Las innovaciones en eficiencia energética introducidas por el proyecto abrieron la puerta a nuevos mercados de servicios gestionados "verdes" en el sector público, donde la sostenibilidad ya no se consideró opcional, sino un requisito de diseño. Según Carboni et al. (2024), este tipo de impacto sistémico es lo que permitió que un proyecto tecnológico se convirtiera en un motor de prosperidad y bienestar ambiental para la nación (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

Modelado de Sostenibilidad y Reporte ESG

El proyecto contribuyó directamente a los objetivos de sostenibilidad del MVCS, proporcionando datos cuantificables para sus reportes de transparencia y buen gobierno. La información generada sobre la reducción del consumo energético y la efectividad del uso de la

energía (PUE) sirvió como insumo para las divulgaciones de responsabilidad ambiental. Asimismo, la protección de los datos ciudadanos se reportó como un avance crítico en la dimensión de Gobernanza (G) de los criterios ESG (Ambiental, Social y Gobernanza).

Para el modelado de sostenibilidad, se recomendó la integración de estas métricas en el Plan Estratégico Institucional (PEI). El proyecto no solo entregó hardware, sino que proporcionó un marco de información para que los patrocinadores pudieran demostrar, con evidencias basadas en el Estándar P5, cómo el MVCS cumplió con los compromisos de la Visión del Perú al 2050. Este nivel de reporte aseguró que la inversión pública fuera auditada bajo criterios de impacto real, garantizando la sostenibilidad en el tiempo y la rendición de cuentas ante la ciudadanía (Carboni et al., 2024; (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050 (2019).

Para sintetizar la evaluación de la categoría Prosperidad, se presenta la Tabla 54, la cual resume los factores de valor creados por el proyecto.

Tabla 54

Análisis de Impacto a la Prosperidad y Creación de Valor: Categoría Prosperidad

Elemento P5	Impacto Identificado	Estrategia de Valor	Beneficio Esperado
ROI / SROI	Optimización de OpEx y continuidad social.	Consolidación de infraestructura crítica.	Eficiencia fiscal y confianza ciudadana.
Agilidad	Reducción de tiempos de despliegue de TI.	Automatización mediante software (HCI).	Respuesta rápida a demandas del Estado.
Resiliencia	Alta disponibilidad ante desastres o ataques.	Diseño de clúster con tolerancia a fallos.	Protección de activos y servicios públicos.
Gobernanza (ESG)	Reporte transparente de métricas de impacto.	Uso del Estándar P5 para auditorías.	Cumplimiento de metas país al 2050.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en Carboni et al. (2024) y el Estándar P5 v3.0 (GPM Global, 2023)

7.5 Relación del proyecto con las dimensiones del Desarrollo Regenerativo

El desarrollo regenerativo se define como un enfoque que trasciende el concepto de sostenibilidad tradicional, el cual busca mantener un estado de equilibrio o mitigar daños. Según Carboni et al. (2024), la regeneración se centra en restaurar y renovar los sistemas vivos y sociales, permitiendo que estos evolucionen y recuperen su capacidad de autoorganización. En la gestión de proyectos, este paradigma implicó que el diseño del producto no solo fuera eficiente, sino que actuara como un catalizador para generar un valor neto positivo en su ecosistema. La validación del producto en este campo resultó fundamental para asegurar que la modernización tecnológica del MVCS contribuyera a la salud sistémica de la institución y de la sociedad peruana (Reed, 2007; Carboni et al., 2024).

La importancia de esta validación radicó en la capacidad de integrar el componente tecnológico con las dimensiones humana, cultural y política, al analizar la infraestructura HCI bajo una lente regenerativa, se identificaron impactos que fueron más allá del ahorro energético, abordando el empoderamiento de los colaboradores y la protección de los servicios ciudadanos. Este análisis crítico permitió alinear la estrategia de ciberseguridad con la visión de un Estado resiliente y capaz de regenerar la confianza pública tras incidentes disruptivos (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

7.5.1 Dimensiones del Desarrollo Regenerativo

A continuación, detallada cómo se relaciona la ejecución del proyecto y la operación del producto con las dimensiones de la regeneración.

Dimensión Ambiental

La dimensión ambiental en el desarrollo regenerativo propone un cambio de enfoque desde la mitigación de impactos hacia la restauración activa de los sistemas naturales. Para el

proyecto de modernización del centro de datos del MVCS, esta dimensión se evaluó analizando cómo la transición tecnológica pudo revertir daños previos y cómo se alineó con la capacidad de carga del planeta (Carboni et al., 2024).

¿Cómo mi proyecto está diseñado para restaurar lo que ya ha sido dañado a nivel ambiental?

El proyecto se diseñó para abordar el daño sistémico causado por la obsolescencia tecnológica y la ineficiencia energética de la infraestructura previa. La infraestructura tradicional del MVCS operaba con un alto índice de desperdicio de recursos (servidores infrautilizados que consumen energía constante), lo que contribuía de manera desproporcionada a la huella de carbono institucional. El producto final (HCI) restauró este equilibrio mediante la consolidación masiva de recursos; al eliminar hardware físico innecesario, se redujo la demanda de energía primaria y se minimizó la generación futura de residuos electrónicos.

Asimismo, el plan de mantenimiento incorporó una estrategia de gestión de pasivos ambientales. La disposición responsable de los equipos antiguos a través de programas de reciclaje RAEE certificados permitió que materiales tóxicos (plomo, cadmio) que anteriormente podrían haber terminado en vertederos informales, fueran recuperados y reinsertados en la cadena de valor. Esta acción restauró la integridad del suelo y los acuíferos en las zonas de influencia del MVCS, mitigando el daño histórico provocado por la falta de políticas de disposición tecnológica en años anteriores (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

¿Cómo se afectan los límites planetarios con mi proyecto?

El análisis del proyecto frente a los límites planetarios permitió identificar su contribución a la estabilidad del sistema Tierra. En cuanto al cambio climático, el impacto fue positivo y restaurador, ya que la arquitectura HCI optimizó el uso de electricidad, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero vinculadas a la operación del Estado. Respecto al cambio en el uso de la tierra, la HCI permitió una densificación tecnológica que redujo la

necesidad de expansión física de los centros de datos, preservando el suelo urbano y disminuyendo la huella física institucional (Carboni et al., 2024);(Rockström, 2009).

En relación con el agua dulce, el diseño del producto consideró la reducción del uso de sistemas de enfriamiento basados en agua de red, favoreciendo tecnologías de enfriamiento por aire o circuitos cerrados, lo que evitó la presión sobre el recurso hídrico local. Sobre la biodiversidad, el proyecto evitó impactos negativos al garantizar una cadena de suministro que prioriza proveedores con certificaciones ambientales, asegurando que la extracción de minerales para el hardware no provenga de zonas protegidas o ecosistemas sensibles. Límites como la acidificación de los océanos y el flujo de fósforo y nitrógeno no fueron afectados de manera directa por el proyecto, dado que la operación de servidores en una oficina administrativa no genera vertidos químicos ni emisiones directas que alteren estos ciclos biogeoquímicos (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

Dimensión Social

La dimensión social en el desarrollo regenerativo se enfoca en el fortalecimiento del tejido humano y la búsqueda de la equidad sistémica. A diferencia de la sostenibilidad social convencional, que buscó principalmente el cumplimiento de derechos básicos o la mitigación de riesgos laborales, la regeneración social propuso la creación de condiciones para que las comunidades alcancen su máximo potencial de resiliencia y salud institucional. Según Carboni et al. (2024), este enfoque requirió que los proyectos actuaran como agentes de transformación capaces de restaurar la confianza y la cohesión dentro de los sistemas sociales donde se insertaron.

¿Cómo mi proyecto promueve una vida digna a todos los habitantes del planeta?

El proyecto de infraestructura hiperconvergente (HCI) para el MVCS se relacionó de manera crítica con la promoción de una vida digna mediante el aseguramiento tecnológico de los servicios básicos esenciales. Una vida digna se fundamentó, en gran medida, en el acceso

equitativo y continuo a la vivienda y al saneamiento, los cuales son pilares misionales del MVCS. Al garantizar la continuidad operativa de estos servicios a través de una infraestructura resiliente y protegida contra amenazas disruptivas como el ransomware, el proyecto evitó la vulneración de la calidad de vida de los ciudadanos que dependieron de la gestión estatal para el acceso al agua potable y programas habitacionales (Carboni et al., 2024; Naciones Unidas, 2015).

Desde la perspectiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), esta promoción de la dignidad humana se vinculó directamente con el ODS Agua Limpia y Saneamiento además del ODS Ciudades y Comunidades Sostenibles, la dignidad ciudadana se vio fortalecida al reducir la fragilidad institucional; un centro de datos colapsado por fallas técnicas o ataques externos habría significado la parálisis de trámites críticos y la interrupción de servicios de saneamiento para poblaciones vulnerables, profundizando las brechas de desigualdad. Por tanto, la operación del producto (clúster HCI) y su mantenimiento preventivo actúan como habilitadores de derechos fundamentales, asegurando que la tecnología fuera un motor de estabilidad social y bienestar colectivo (GPM Global, 2023; Carboni et al., 2024).

Este impacto se alinea estrechamente con la categoría de Personas del Estándar P5, específicamente en el elemento de *sociedad y clientes*. El análisis crítico reveló que la vida digna de los habitantes se protegió al integrar la ciberseguridad y la alta disponibilidad en el diseño del producto, transformando un requerimiento técnico en un beneficio social tangible. La regeneración se manifestó cuando el sistema tecnológico no solo resistió incidentes, sino que permitió al MVCS evolucionar hacia un modelo de gestión más robusto, manteniendo intacta la dignidad de los beneficiarios finales a pesar de las incertidumbres del entorno digital (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

Dimensión Económica

La dimensión económica dentro del desarrollo regenerativo propone una redefinición del capital, moviéndose desde la acumulación financiera lineal hacia la creación de una prosperidad compartida y circular. Según Carboni et al. (2024), la economía regenerativa no busca únicamente el retorno de inversión (ROI) tradicional, sino la generación de riqueza sistémica que fortaleciera la capacidad de las comunidades y organizaciones para prosperar a largo plazo. En el proyecto de implementación de la HCI para el MVCS, esta dimensión se validó al analizar cómo la eficiencia tecnológica se transformó en un motor de equidad y resiliencia económica para el Estado y la ciudadanía.

¿Cómo mi proyecto incorporó desde su diseño la generación de beneficios a las personas menos favorecidas?

Desde su concepción, el diseño del proyecto no se limitó a una actualización de servidores, sino que se centró en la continuidad de servicios críticos que impactaron directamente a la población vulnerable del Perú. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento gestionó programas vitales como *Techo Propio* y proyectos de infraestructura de agua en zonas rurales. La arquitectura HCI se diseñó con redundancia y alta disponibilidad para asegurar que los sistemas de calificación y desembolso de bonos habitacionales no sufrieran interrupciones. De esta manera, el beneficio llegó a las personas menos favorecidas al garantizar que el soporte tecnológico del Estado fuera infalible, permitiendo que el acceso a una vivienda digna y agua potable no se viera retrasado por fallos técnicos o ataques de ransomware (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

¿Cómo mi proyecto disminuyó la brecha económica?

El proyecto contribuyó a la disminución de la brecha económica a través de la eficiencia operativa y la descentralización digital. La adopción de la HCI permitió reducir los costos de mantenimiento y energía del centro de datos institucional, liberando presupuesto público que pudo ser reasignado a la ejecución de obras físicas de saneamiento. Asimismo, al fortalecer la

robustez de la plataforma digital, se facilitó que ciudadanos en regiones remotas accedieran a servicios administrativos sin incurrir en costos de traslado a la capital. Este análisis crítico reveló que la inversión en tecnología resiliente actuó como un nivelador económico, permitiendo que la gestión del MVCS fuera más ágil y menos costosa para el ciudadano de a pie, promoviendo una distribución más equitativa de los recursos del Estado (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050 (2019); Carboni et al., 2024).

¿Cómo mi proyecto utilizó medios de intercambio distintos a las monedas tradicionales?

En el contexto del desarrollo regenerativo, el intercambio de valor trascendió la moneda de curso legal para enfocarse en el capital intelectual y social. El proyecto utilizó la transferencia de conocimiento técnico como un medio de intercambio fundamental. Durante la ejecución, se generó un flujo de aprendizaje entre consultores externos y el personal técnico de la OGEI, donde el valor se midió en competencias adquiridas y no solo en transacciones financieras. Además, la implementación de la HCI fomentó el intercambio de datos abiertos y seguridad compartida; la capacidad de la plataforma para alojar servicios de forma segura permitió que el valor de la información institucional se compartiera de manera más eficiente entre diferentes áreas del gobierno, fortaleciendo la confianza y la colaboración interinstitucional como activos intangibles de alto valor para la prosperidad del país (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

Este análisis económico se relacionó estrechamente con la categoría de Prosperidad del Estándar P5, específicamente con el elemento de "Retorno Social de la Inversión (SROI)". Al integrar la visión regenerativa, se validó que el éxito económico del proyecto no residió en la compra del hardware, sino en la capacidad de ese "producto" para generar estabilidad social y ahorro sistémico para el MVCS. La mitigación de riesgos de parálisis operativa por ataques informáticos se tradujo en una protección directa de la economía de las familias beneficiarias

de los programas del MVCS, cumpliendo así con los criterios de una gestión de proyectos verdaderamente sostenible y regenerativa (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

Dimensión Espiritual

La dimensión espiritual en el desarrollo regenerativo se centra en la conexión del ser humano consigo mismo, con los demás y con el entorno natural, buscando un estado de plenitud que trascienda la mera productividad laboral. Según Carboni et al. (2024), la validación de un proyecto en esta dimensión es crítica, pues asegura que el producto final no solo sea técnicamente funcional, sino que contribuya a la paz mental, el crecimiento personal y la cohesión humana de quienes interactúan con él. Para el proyecto de infraestructura hiperconvergente (HCI) en el MVCS, este análisis permitió identificar cómo una solución de tecnología de la información (TI) puede actuar como un facilitador del bienestar individual.

¿Cómo mi proyecto propició el contacto de los seres humanos con la naturaleza?

Si bien el núcleo del proyecto fue de naturaleza digital y se ejecutó en entornos de oficina, su diseño regenerativo propició un contacto indirecto pero significativo con el entorno natural. La implementación de la arquitectura HCI permitió la desmaterialización y reducción del espacio físico del centro de datos institucional, al consolidar múltiples gabinetes de servidores antiguos en un clúster compacto, se liberó espacio que anteriormente estaba saturado de ruido y calor. El análisis crítico sugirió que esta liberación de espacio permitió al MVCS planificar áreas de trabajo con principios de diseño biofílico, integrando elementos naturales en las oficinas de TI que anteriormente eran ambientes puramente industriales. Asimismo, la alta disponibilidad del sistema facilitó esquemas de trabajo remoto para el personal técnico, permitiéndoles desarrollar sus labores desde entornos domésticos o rurales con mayor contacto con la naturaleza, reduciendo así el estrés del desplazamiento urbano (Carboni et al., 2024; (Reed, 2007).

¿Cómo mi proyecto propició el contacto de los seres humanos con otros seres humanos para compartir en condición de iguales, sin juicios y escucha activa el uno del otro?

El proceso de transición hacia la infraestructura hiperconvergente actúa como un catalizador para la colaboración horizontal. Tradicionalmente, la gestión de TI en el MVCS operó en "silos" (especialistas de redes separados de especialistas de servidores). La naturaleza integrada de la HCI obligó a que estos profesionales compartieran en condición de iguales para rediseñar la arquitectura lógica del MVCS. Se establecieron sesiones de trabajo técnico donde la escucha activa fue el medio de intercambio fundamental; la complejidad del cambio técnico requirió que cada miembro del equipo aportara su perspectiva sin juicios, priorizando la resiliencia del sistema sobre las jerarquías tradicionales. Este enfoque se relacionó directamente con la categoría de Personas del análisis P5, específicamente con el desarrollo de un capital social interno basado en la confianza y el apoyo mutuo (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

¿Cómo mi proyecto fomentó espacios de descanso y meditación?

Uno de los impactos más regenerativos del producto final fue la reducción del estado de alerta constante del personal técnico. Los sistemas antiguos presentaban fallas recurrentes que interrumpían el descanso y el tiempo personal de los colaboradores. La plataforma HCI, al contar con capacidades de autorrecuperación (self-healing) y alta resiliencia ante ataques de ransomware, garantizó que el sistema permaneciera estable sin intervención manual inmediata ante incidentes menores. Esta estabilidad tecnológica fomentó, por primera vez, que el equipo de la OGEI contara con periodos de descanso real y desconexión digital efectiva. Se recomendó como medida de mejora la creación de una "sala de resiliencia" dentro de las instalaciones del centro de datos, un espacio físico diseñado para la meditación y el descanso breve, reconociendo que un técnico descansado es más capaz de gestionar una infraestructura crítica de manera ética y eficiente (Carboni et al., 2024; ISO 22301, 2019).

¿Cómo mi proyecto propició espacios de reflexión para mirar hacia adentro y mejorar mis habilidades esenciales?

El proyecto propició la reflexión individual al obligar a los colaboradores a evaluar su rol frente a la evolución tecnológica. El paso de una gestión manual de servidores a una infraestructura definida por software requirió que cada técnico "mirara hacia adentro" para identificar brechas en sus propias capacidades y fortalecer sus habilidades esenciales (power skills). La reflexión se centró en la transición del "hacer técnico" al "gestionar estratégicamente". El personal debió desarrollar empatía hacia los usuarios finales y un sentido de responsabilidad mayor por la seguridad de los datos de la ciudadanía. De acuerdo con Carboni et al. (2024), esta mejora de habilidades esenciales (como el pensamiento sistémico y la adaptabilidad) es el pilar de un profesional regenerativo, capaz de proyectar su propio crecimiento en el éxito del proyecto y el bienestar de la organización (PMI, 2021; Carboni et al., 2024).

Para sintetizar los hallazgos de esta dimensión, se presenta la Tabla 55, que vincula los efectos del proyecto con los objetivos de la regeneración individual.

Tabla 55

Validación de impactos en la Dimensión Espiritual

Aspecto	Efecto del Proyecto / Producto	Acción de Mitigación o Mejora
Bienestar Mental	Reducción del estrés por fallas críticas (HCI resiliente).	Establecer protocolos de desconexión digital garantizados.
Crecimiento Personal	Desarrollo de habilidades de pensamiento sistémico.	Implementar planes de carrera basados en competencias <i>Power Skills</i> .
Cohesión Humana	Trabajo interdisciplinario y escucha activa.	Fomentar comunidades de práctica técnica horizontales.
Conexión Entorno	Desmaterialización de equipos (más espacio y silencio).	Reconvertir áreas liberadas en espacios de bienestar y vegetación.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en Carboni et al. (2024).

Dimensión Cultural

La dimensión cultural en el desarrollo regenerativo se define como el conjunto de valores, símbolos y conocimientos que otorgan identidad y cohesión a un sistema humano. Según Carboni et al. (2024), un proyecto regenerativo no solo debió respetar la cultura existente, sino fortalecerla, asegurando que el progreso tecnológico no borrara el legado ni las costumbres de la comunidad. En el contexto del MVCS, la validación de la plataforma HCI en esta dimensión permitió comprender cómo la modernización digital protegió la memoria institucional y el patrimonio de datos del país.

¿Cómo mi proyecto fortaleció o afectó las expresiones artísticas y/o culturales del país o la Región en la que se desarrolla?

El proyecto fortaleció las expresiones culturales de manera indirecta mediante la preservación del patrimonio digital. El MVCS custodia información técnica, fotográfica y cartográfica sobre la evolución urbana y habitacional del Perú, la cual constituye un registro histórico de la cultura constructiva nacional. Al implementar una infraestructura resiliente contra ataques de ransomware, se garantizó que esta memoria cultural no fuera destruida o secuestrada. El análisis crítico sugirió que la disponibilidad de estos datos permitió que arquitectos, historiadores y ciudadanos continuaran accediendo a la evolución estética y funcional de la vivienda peruana, promoviendo el orgullo por la identidad territorial (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

¿Cómo se involucró o excluyó el conocimiento de las personas adultas mayores?

En la ejecución del proyecto, se evitó la exclusión del personal técnico de mayor antigüedad, reconociendo su valor como custodios del conocimiento *legado*. Se diseñó una estrategia de mentoría inversa, donde los especialistas senior aportaron su conocimiento profundo sobre la estructura histórica de las bases de datos y los procesos institucionales,

mientras que el personal más joven lideró la configuración de la nueva tecnología HCI. Este enfoque regenerativo permitió que la sabiduría acumulada por décadas en el MVCS no se perdiera ante la transición digital, validando que la experiencia es un activo cultural indispensable para la resiliencia organizacional (Carboni et al., 2024).

¿Cómo mi proyecto protegió o afectó el entorno visual y auditivo del lugar donde se desarrolla?

El proyecto protegió el entorno sensorial del centro de datos mediante la consolidación física de equipos. Tradicionalmente, las salas de servidores operaban con altos niveles de ruido (decibelios) generados por múltiples sistemas de ventilación antiguos y un entorno visual desordenado debido al exceso de cableado. El paso a la tecnología HCI, que requiere menor cantidad de nodos físicos y una gestión simplificada, redujo significativamente la contaminación sonora y mejoró la estética del lugar de trabajo. Esta mejora se relacionó directamente con la categoría de Personas del Estándar P5, pues un ambiente más silencioso y ordenado contribuyó a la salud ocupacional y al bienestar psicológico del personal de la OGEI (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

¿Cómo mi proyecto respetó o invadió costumbres propias de las poblaciones en las que se desarrolla?

El proyecto respetó las costumbres de la población al actuar como un habilitador de servicios inclusivos, dado que el MVCS atiende a ciudadanos de regiones con diversas costumbres y lenguas (Andinas y Amazónicas), la disponibilidad permanente de la infraestructura permitió que las plataformas digitales de atención ciudadana funcionaran sin interrupciones. El análisis crítico reveló que la resiliencia tecnológica es, en sí misma, una forma de respeto cultural, pues asegura que el ciudadano (independientemente de su origen o costumbre) reciba un servicio digno y predecible del Estado. Se recomendó como medida futura que la capacidad de procesamiento de la HCI se utilizara para alojar interfaces en

lenguas nativas, profundizando así el respeto por la diversidad cultural del Perú en el entorno digital (Carboni et al., 2024; (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050, (2019).

Se presenta la Tabla 56, que vincula los efectos culturales con las estrategias de sostenibilidad.

Tabla 56

Validación de impactos en la Dimensión Cultural

Factor Cultural	Efecto del Proyecto / Producto	Estrategia de Mejora / Mitigación
Memoria Histórica	Protección de datos sobre evolución urbana.	Implementar sistemas de respaldo inmutables.
Sabiduría Senior	Integración del personal con mayor antigüedad.	Formalizar programas de transferencia de conocimiento.
Entorno Sensorial	Reducción de ruido y calor en el centro de datos.	Uso de racks insonorizados y diseño limpio.
Diversidad	Disponibilidad de servicios para todo el país.	Planificar interfaces con pertinencia cultural.

Nota. Elaboración propia (2026) con base en Carboni et al. (2024)

Dimensión Política

La dimensión política en el desarrollo regenerativo se ocupa de las estructuras de poder, la toma de decisiones y la capacidad de agencia de los individuos dentro de un sistema. Según Carboni et al. (2024), un proyecto fue regenerativo en lo político cuando fomentó la transparencia, la equidad y el empoderamiento, permitiendo que los actores involucrados participaran activamente en la construcción de su entorno. Para el MVCS, la validación de la plataforma HCI en esta dimensión resultó fundamental, pues la tecnología actuó como el soporte infraestructural que garantizó el ejercicio de derechos ciudadanos y la estabilidad democrática de los servicios públicos.

¿Cómo mi proyecto benefició que los ciudadanos tengan una participación activa en el diseño de su propio futuro?

El proyecto benefició la participación ciudadana al garantizar la disponibilidad y transparencia de las plataformas digitales del Ministerio. El diseño de la arquitectura HCI aseguró que los sistemas de consulta pública, planeamiento urbano y programas de vivienda social permanecieran operativos y protegidos contra incidentes disruptivos. Un ciudadano empoderado requirió acceso ininterrumpido a la información y a los trámites del Estado para tomar decisiones sobre su propio hábitat; al asegurar que el *producto* tecnológico fuera resiliente, se protegió el canal de comunicación a través del cual la ciudadanía interactuó con el diseño de las políticas de vivienda y saneamiento. De este modo, la tecnología no fue un fin en sí mismo, sino el medio que permitió a la población ejercer su agencia política y visualizar un futuro con mejores servicios básicos (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

¿Cómo mi proyecto empoderó a mujeres y jóvenes para tomar posiciones de liderazgo?

El proceso de implementación de la infraestructura hiperconvergente rompió con las jerarquías técnicas tradicionales al introducir una tecnología de vanguardia que requirió nuevas capacidades de gestión. La ejecución del proyecto fomentó el liderazgo de mujeres ingenieras y profesionales jóvenes dentro de la OGEI, quienes asumieron roles estratégicos en el diseño lógico de la red y la configuración de la seguridad perimetral. Este empoderamiento se alineó con la categoría de Personas del Estándar P5, específicamente en el elemento de *Igualdad de Oportunidades*. Al valorar el talento y la adaptabilidad sobre la antigüedad jerárquica, el proyecto regeneró la cultura política interna del Ministerio, posicionando a grupos históricamente subrepresentados en el área de TI en la vanguardia de la toma de decisiones tecnológicas (Carboni et al., 2024; (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050, 2019).

¿Cómo mi proyecto involucró o excluyó la voz de las personas autóctonas de la zona en la que se desarrolla sin importar su nivel o clase social?

Aunque la ejecución física del centro de datos se localizó en la capital, el alcance político del proyecto fue nacional. El producto final (HCI) protegió la integridad de los datos de proyectos de saneamiento rural y títulos de propiedad en zonas con poblaciones autóctonas e indígenas. La exclusión en la era digital suele ocurrir por la pérdida o el secuestro de información; al implementar una defensa robusta contra el ransomware, se protegió la "voz digital" de estas comunidades, asegurando que sus registros y necesidades territoriales no fueran borrados del sistema estatal. Como acción de mitigación ante el riesgo de exclusión por brecha digital, se recomendó que la alta capacidad de procesamiento de la HCI se utilizara para el despliegue de aplicaciones institucionales con pertinencia lingüística, garantizando que el acceso a los beneficios del Ministerio fuera equitativo para todos los sectores sociales y étnicos del país (Carboni et al., 2024; GPM Global, 2023).

La validación del producto tecnológico bajo estas dimensiones fue de suma importancia, ya que permitió demostrar que una inversión en servidores y redes tiene el potencial de generar impactos profundos en la salud sistémica de la sociedad. Sin esta validación, el proyecto podría percibirse únicamente como una adquisición de infraestructura tecnológica; sin embargo, al analizarlo desde la perspectiva del desarrollo regenerativo, se evidenció que la infraestructura hiperconvergente constituye una herramienta capaz de fortalecer la capacidad del Estado para restaurar la confianza pública, proteger el capital intelectual y contribuir a un desarrollo habitacional más resiliente y equitativo.

Esta validación confirmó que el valor del presente Plan de Gestión radica en su capacidad para generar impactos positivos en las dimensiones ambiental, social, económica, cultural, política e individual del desarrollo regenerativo. Más allá de la modernización tecnológica, la propuesta fortalece la continuidad de los servicios públicos, la resiliencia institucional y la sostenibilidad de largo plazo del MVCS, contribuyendo al bienestar de la ciudadanía y alineándose con los principios de desarrollo sostenible promovidos por el Estado

peruano, así como con los objetivos establecidos en la Visión del Perú al 2050 (Carboni et al., 2024; (Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050, (2019).

Lista de Referencias

- Agencia Peruana de Cooperación Internacional. (2020). *Licitación Pública No. 001-2020-APCI: Adquisición de una solución de servidores de virtualización y almacenamiento.*
- Congreso de la República del Perú. (2014). *Ley No. 30156 Organización y Funciones de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.* 1–4.
<https://ww3.vivienda.gob.pe/ministerio/Ley-30156-2014.pdf>
- Correa Salazar, R. G. (2019). *Diseño de un plan de continuidad para los servicios críticos del área de Tecnología de la Información de la empresa JJC Contratistas Generales S.A. basado principalmente en la norma ISO/IEC 27031:2011* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://doi.org/10.19083/tesis/625692>
- David, F. R. (2013). *Conceptos de Administración Estratégica.*
<https://www.bqm.com.pe/libros/Conceptos%20de%20Administracion%20Estrategica%201edi%20David.pdf>
- Díaz Carrillo, J. T. (2019). *Propuesta de un Modelo de Continuidad de Negocio y Buenas Prácticas para Optimizar Los Procesos Formativos de Las Unidades Académicas de Pregrado de Las Escuelas Técnicas de la Policía Nacional Del Perú.*
<https://repositorio.unfv.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5f8a26ca-1fcc-43b8-a105-3e1efd29643b/content>
- García Sánchez, K. V. (2024). *Implementación de una Infraestructura Hiperconvergente y el respaldo Integral de la Información.*
https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/22233/T018_10476383_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- GPM Global. (2023). *El Estándar P5™ de GPM® para La Sostenibilidad en la Dirección de Proyectos GPM Global Versión 3.0* (Mónica González, Lucía Barreda de Hurtado, & Blas Ramos, Trans.).

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collao, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación*. VI, 1–634. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- International Organization for Standardization. (2019). *ISO 22301:2019 Security and resilience — Business continuity management systems — Requirement*. <https://www.iso.org/standard/75106.html>
- International Organization for Standardization. (2020). *ISO 21502:2020 Project, programme and portfolio management — Guidance on project management*. <https://www.iso.org/standard/74742.html>
- International Organization for Standardization. (2022). *ISO/IEC 27001:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements*. <https://www.iso.org/standard/27001>
- Japan Technology Solutions. (2018). *Solución de Datacenter e implementación de Hiperconvergencia (Proyecto Colegio Newton)*.
- Kerzner, H. (2022). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (13th ed.). John Wiley & Sons.
- Lledó, P. (2017). Lledó, P. (2017). *Administración de proyectos: El ABC para un director de proyectos exitoso* (6.ª ed.). Pablo Lledó. (6th ed.). Pablo Lledó. www.pablolledo.com
- Miñamo León, W. R., & Pilco Apaza, E. M. (2019). *Esquema para la Elaboración de un Plan de Continuidad de Negocios de una Organización*. <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/267/259>
- Ministerio de Vivienda, C. y S. (2014). *Decreto Supremo No.010-2014-VIVIENDA, Reglamento de Organizaciones y Funciones*. 1–65.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/360773/DS-010-2014-VIVIENDA.pdf?v=1568387387>

Ministerio de Vivienda, C. y S. (2026). *Plan Estratégico Institucional (PEI) 2024-2030* (366, Tran.). 1. <https://www.gob.pe/vivienda>

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*.

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>

National Institute of Standards and Technology. (2018). *Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity, Version 1.1*. <https://doi.org/10.6028/NIST.CSWP.04162018>

Organismo Especializado para las Contrataciones Públicas (OECE). (2024). *Ley No. 32069: Ley General de Contrataciones Públicas y su Reglamento*. Gobierno Del Perú.

<https://www.gob.pe/institucion/oece/colecciones/45029-ley-n-32069-ley-general-de-contrataciones-publicas-y-su-reglamento>

PMI. (2023). *Grupos de procesos: guía práctica*. Project Management Institute.

Presidencia de la República del Perú. (2019). *Acuerdo Nacional: Visión del Perú al 2050*.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3171122/VISION%20PERU%20AL%202050.pdf.pdf?v=1654114393>

Programa Nacional Warmi Ñan. (2025). *Licitación Pública N° 002-2025-WARMI ÑAN: Adquisición de infraestructura de servidores basada en tecnología HCI*.

Project Management Institute. (2021). *Guía del PMBOK* (Séptima). Project Management Institute, Inc. <https://www.pmi.org/standards/pmbok>

Reed, B. (2007). Shifting our mental model: “Sustainability” to “Regenerative.” *Rethinking Sustainable Construction 2007: Next Generation Green Buildings*, 1–11.

<https://www.regenerationgroup.com/wp-content/uploads/2014/11/Shifting-Mental-Models.pdf>

Reyes Vargas, A. W. (2019). *Implementación de Sistemas Hiperconvergentes Aplicando La Metodología HSA para el Proceso de Renovación Tecnológica en Centros de Datos*.

<https://repositorio.unfv.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4d3e95d7-9b40-4a5e-bc54-5e93033838e7/content>

Rockström, J. S. W. N. K. P. Å. C. F. S. L. E. L. T. M. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472–475. <https://www.nature.com/articles/461472a>

Sustainable Project Management PMI-GPM (2024) (2024).

VMware, Inc. (2022). *VMware vSphere 8: La plataforma de cargas de trabajo para la empresa lista para la nube*.

Anexos

Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG**ACTA DE LA PROPUESTA DE
PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)**

1. Nombre del (de la) estudiante

Raúl Alberto Falcón Vilchez

2. Nombre del PFG

Plan de gestión para el proyecto de implementación de infraestructura hiperconvergente (HCI) orientada a la continuidad de servicios críticos en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.

3. Área temática del sector o actividad

Tecnologías de la Información / Gestión de Proyectos Públicos.

4. Firma de la persona estudiante



5. Nombre de la persona docente SG

Álvaro Mata

6. Firma de la persona docente



7. Fecha de la aprobación del Acta:

13 de abril de 2026

8. Fecha de inicio y fin del proyecto

Lo llena en la tutoría

Lo llena en la tutoría

9. Pregunta de investigación

¿Qué componentes de dirección de proyectos, basados en las buenas prácticas de gestión de proyectos recopiladas por el PMI, debe contener un plan de gestión que asegure la implementación de la infraestructura hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú?

10. Hipótesis de investigación

Es posible diseñar un plan de gestión, basado en las buenas prácticas de gestión de proyectos recopiladas por el PMI, que establezca los componentes necesarios para la implementación exitosa de una infraestructura hiperconvergente (HCI) en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.

11. Objetivo general

Diseñar el plan de gestión para el proyecto de implementación de infraestructura hiperconvergente (HCI) mediante las buenas prácticas de gestión de proyectos según el PMI, fortaleciendo así la disponibilidad tecnológica de los servicios críticos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.

12. Objetivos específicos

1. Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y la identificación de los involucrados.
2. Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.
3. Recomendar procedimientos, técnicas y herramientas aplicables al grupo de procesos de ejecución, que aseguren la implementación efectiva de la plataforma hiperconvergente y contribuyan al fortalecimiento de la disponibilidad tecnológica del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.
4. Establecer procedimientos, técnicas y herramientas para los grupos de procesos de monitoreo, control y cierre, con el fin de identificar desviaciones respecto a las líneas base, aplicar acciones correctivas y asegurar el cierre ordenado del proyecto.

13. Justificación del PFG

Actualmente, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú, enfrenta una vulnerabilidad crítica en su infraestructura tecnológica al haber sido víctima de ataques de ransomware que pusieron en riesgo la continuidad de los servicios y la integridad de la información ciudadana. A pesar de contar con personal técnico calificado, la institución carece de una metodología estandarizada basada en las buenas prácticas del PMI para gestionar la transición hacia soluciones de

hiperconvergencia (HCI). Esta falta de gestión formal limita la capacidad de respuesta ante incidentes, que genera ineficiencia en el control de recursos y provoca una sobreasignación de tareas por la falta de una planificación estructurada, lo que hace imperativo diseñar un plan de gestión que garantice la resiliencia operativa.

El plan permitirá alinear la operación tecnológica con los estándares de gestión de proyectos, asegurando que la migración a la plataforma hiperconvergente sea un proceso controlado que mitigue riesgos de ciberseguridad futuros. Como beneficio directo, se proyecta una reducción del 25% en los tiempos de recuperación de servicios críticos (RTO), optimizando la respuesta institucional ante contingencias. Esto brindará la confianza necesaria sobre la plataforma tecnológica que soporta los servicios públicos,

14. Estructura de desglose de trabajo (EDT). En forma tabular, que describa el entregable principal y los secundarios -productos o servicios que generará el PFG-.

1. Proyecto para el diseño del plan de gestión para el proyecto de Implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI).

1.1. Perfil del PFG

- 1.1.1. Acta de Proyecto
- 1.1.2. Acta de Proyecto-EDT-Cronograma
- 1.1.3. Marco Teórico parte I
- 1.1.4. Marco Teórico parte II
- 1.1.5. Marco Metodológico
- 1.1.6. Introducción
- 1.1.7. Documento Integrado
- 1.1.8. Revisión Documento Integrado
- 1.1.9. Seminario de Graduación Aprobado

1.2. Desarrollo del proyecto para un diseño del plan de gestión para el proyecto de Implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI).

- 1.2.1. Gestión de inicio del proyecto
 - 1.2.1.1. Diagnóstico de Infraestructura actual (de los riesgos)
 - 1.2.1.2. Acta de Constitución
 - 1.2.1.3. Análisis de Interesados
 - 1.2.1.4. Definición de Entregables
- 1.2.2. Gestión de la Planificación
 - 1.2.2.1. Procesos para la gestión del alcance
 - 1.2.2.2. Procesos para la gestión del cronograma
 - 1.2.2.3. Procesos para la gestión de costos

- 1.2.2.4. Procesos para la gestión de recursos
- 1.2.2.5. Procesos para la gestión de las comunicaciones
- 1.2.2.6. Procesos para la gestión de riesgos
- 1.2.2.7. Procesos para la gestión de interesados
- 1.2.2.8. Plan de gestión del Proyecto consolidado
- 1.2.3. Grupo de Procesos de Ejecución
 - 1.2.3.1. Guía de Procedimientos para la Instalación y Configuración HCI
 - 1.2.3.2. Protocolo de Gestión de Calidad en la Implementación
 - 1.2.3.3. Recomendaciones de Herramientas para la Continuidad de Servicios
 - 1.2.3.4. Plan de Gestión del Conocimiento Técnico
 - 1.2.3.5. Procedimientos para la Adquisición de Infraestructura
- 1.2.4. Grupo de Procesos de Monitoreo, Control y Cierre
 - 1.2.4.1. Procedimientos para el Monitoreo y Control de Líneas Base
 - 1.2.4.2. Tableros de Control (KPIs) de Disponibilidad
 - 1.2.4.3. Sistema de Control de Cambios
 - 1.2.4.4. Informe de desempeño y cumplimiento
 - 1.2.4.5. Procedimiento de cierre Administrativo y Técnico
 - 1.2.4.6. Informe de Lecciones Aprendidas
- 1.2.5. Conclusiones
- 1.2.6. Recomendaciones
- 1.2.7. Lista de referencias
- 1.2.8. Anexos
- 1.2.9. Aprobación del Tutor para lectura

1.3. Lectura

- 1.3.1. Asignación de lectores
- 1.3.2. Revisión PFG por parte de los lectores
- 1.3.3. Informe de Lectores y mejoras al PFG
- 1.3.4. Segunda revisión de lectores
- 1.3.5. Aprobación Lectores

1.4. Evaluación

- 1.4.1. Calificación del Tribunal
- 1.4.2. Aprobación Final del PFG

15. Presupuesto del PFG

La elaboración del presente Proyecto Final de Graduación se basa fundamentalmente en el esfuerzo personal, por lo cual no se requiere de una inversión de capital o presupuesto financiero.

16. Supuestos para la elaboración del PFG

1. Se asume acceso oportuno a los datos históricos, reportes de incidentes de ransomware y documentación técnica de la infraestructura actual necesarios para el diagnóstico.
2. Se considera la colaboración y disponibilidad de los especialistas del área de TI para sesiones de levantamiento de requisitos.
3. Se cuenta con el presupuesto requerido para completar el PFG.
4. Las 7 semanas del seminario y los 4 meses de tutoría son suficientes para completar el alcance del PFG.
5. Se dispone del equipo de cómputo y recursos necesarios para el desarrollo de la investigación.

17. Restricciones para la elaboración del PFG

1. El desarrollo del PFG debe estar dentro del presupuesto asignado.
2. El acceso y manejo de la información técnica debe respetar la política de confidencialidad del Ministerio.
3. El cronograma de planificación y entrega final tiene una duración máxima y no debe superar los cuatro meses.
4. La Información y la disponibilidad del personal técnico del Ministerio puede ser limitada, lo cual puede afectar la obtención oportuna de información relevante.

18. Descripción de riesgos de la elaboración del PFG

1. Si el documento llega a ser muy complejo y extenso, podría propiciar dificultades en su implementación y cumplimiento de sus objetivos.
2. Podría existir restricciones de información por confidencialidad y nuevas políticas de seguridad post-ransomware del Ministerio que podrían afectar el desarrollo del PFG en el tiempo establecido.
3. Depender de la disponibilidad y la necesidad de obtener validaciones técnicas y aprobaciones de los especialistas de TI del Ministerio para avanzar en los entregables, puede causar con el incumplimiento en los hitos del cronograma del PFG.
4. Debido a un daño inesperado del hardware o corrupción del documento, podría impactar o perderse los avances y entregables del PFG, provocando o comprometiendo el incumplimiento de las fechas y rubricas de entregas.
5. Debido a los últimos cambios políticos del país, una reestructuración interna administrativa y rotación de personal en el Ministerio, causaría una modificación de los puntos de contactos claves que podrían impactar en retrasos en el levantamiento de información, necesidad de rehacer validaciones y posible afectación de la calidad y entrega oportuna de los entregables del PFG.

19. Principales hitos del PFG

Entregable	Fecha estimada de finalización
1.1 Perfil del PFG	12/04/2026
1.1.1 Acta de Proyecto	22/02/2026
1.1.2 Acta de Proyecto-EDT-Cronograma	1/03/2026
1.1.3 Marco Teórico parte I	8/03/2026
1.1.4 Marco Teórico parte II	15/03/2026
1.1.5 Marco Metodológico	22/03/2026
1.1.6 Introducción	29/03/2026
1.1.7 Documento Integrado	5/04/2026
1.1.8 Revisión Documento Integrado	12/04/2026
1.1.9 Seminario de Graduación Aprobado	12/04/2026
1.2 Desarrollo del proyecto para un diseño del plan de gestión para el proyecto de Implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI).	26/07/2026
1.2.1 Gestión de inicio del proyecto	18/05/2026
1.2.1.1 Diagnóstico de Infraestructura actual	2/05/2026

Entregable	Fecha estimada de finalización
1.2.1.2 Acta de Constitución	8/05/2026
1.2.1.3 Análisis de Interesados	12/05/2026
1.2.1.4 Definición de Entregables	18/05/2026
1.2.2 Gestión de la Planificación	3/06/2026
1.2.2.1 Procesos para la gestión del alcance	20/05/2026
1.2.2.2 Procesos para la gestión del cronograma	22/05/2026
1.2.2.3 Procesos para la gestión de costos	24/05/2026
1.2.2.4 Procesos para la gestión de recursos	26/05/2026
1.2.2.5 Procesos para la gestión de las comunicaciones	28/05/2026
1.2.2.6 Procesos para la gestión de riesgos	30/05/2026
1.2.2.7 Procesos para la gestión de interesados	1/06/2026
1.2.2.8 Plan de gestión del Proyecto consolidado	3/06/2026
1.2.3 Grupo de Procesos de Ejecución	3/07/2026
1.2.3.1 Guía de Procedimientos para la Instalación y Configuración HCI	9/06/2026
1.2.3.2 Protocolo de Gestión de Calidad en la Implementación	15/06/2026
1.2.3.3 Recomendaciones de Herramientas para la Continuidad de Servicios	21/06/2026
1.2.3.4 Plan de Gestión del Conocimiento Técnico	27/06/2026
1.2.3.5 Procedimientos para la Adquisición de Infraestructura	3/07/2026
1.2.4 Grupo de Procesos de Monitoreo, Control y Cierre	19/07/2026
1.2.4.1 Procedimientos para el Monitoreo y Control de Líneas Base	6/07/2026
1.2.4.2 Tableros de Control (KPIs) de Disponibilidad	9/07/2026
1.2.4.3 Sistema de Control de Cambios	12/07/2026
1.2.4.4 Informe de desempeño y cumplimiento	14/07/2026
1.2.4.5 Procedimiento de cierre Administrativo y Técnico	17/07/2026
1.2.4.6 Informe de Lecciones Aprendidas	19/07/2026
1.2.5 Conclusiones	21/07/2026
1.2.6 Recomendaciones	22/07/2026
1.2.7 Lista de referencias	24/07/2026
1.2.8 Anexos	25/07/2026
1.2.9 Aprobación del Tutor para lectura	26/07/2026

Entregable		Fecha estimada de finalización
1.3	Lectura	24/08/2026
1.3.1	Asignación de lectores	31/07/2026
1.3.2	Revisión proyecto por parte de los lectores	7/08/2026
1.3.3	Informe de Lectores y mejoras al proyecto	14/08/2026
1.3.4	Segunda revisión de lectores	19/08/2026
1.3.5	Aprobación Lectores	24/08/2026
1.4	Evaluación	27/08/2026
1.4.1	Calificación del Tribunal	26/08/2026
1.4.2	Aprobación Final del proyecto	27/08/2026

20. Principales involucrados en el desarrollo del PFG

Involucrados directos

Involucrado	Interés	Poder	Influencia	Justificación
Equipo de Seguridad de la Información	Alto	Medio	Alto	Provee lineamientos de Confidencialidad y controles post-incidente con ransomware
Equipo de Infraestructura y Redes	Medio	Bajo	Media	Entrega de parámetros y limitaciones de la infraestructura y red de datos, que afecta el alcance y riesgo del proyecto.
Alta Dirección	Alto	Alto	Alto	Define prioridades y otorga disponibilidad de la información.

Involucrado	Interés	Poder	Influencia	Justificación
Investigador (Raúl Falcón)	Alto	Alto	Alto	Es el responsable directo por su nivel de compromiso en la investigación, elaboración y calidad del PFG.

Involucrados indirectos

Involucrado	Interés	Poder	Influencia	Justificación
Órgano de Control Institucional (OCI)	Medio	Medio	Medio	Su marco de control interno aporta criterios sobre trazabilidad y buenas prácticas
Proveedor/Integrador HCI	Medio	Bajo	Medio	Aporta estándares, plantillas referenciales y buenas practicas sin tomar decisiones institucionales.
Usuario externos / Público General	Bajo	Bajo	Bajo	Proveen necesidades y expectativas de continuidad del servicio
Usuario internos	Bajo	Bajo	Medio	Representan áreas que dependen de la continuidad de servicios críticos y cuyos requerimientos aportan contexto al análisis.

Anexo 2: EDT del PFG

1. Proyecto para el diseño del plan de gestión para el proyecto de Implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI).

1.1. Perfil del PFG

- 1.1.1. Acta de Proyecto
- 1.1.2. Acta de Proyecto-EDT-Cronograma
- 1.1.3. Marco Teórico parte I
- 1.1.4. Marco Teórico parte II
- 1.1.5. Marco Metodológico
- 1.1.6. Introducción
- 1.1.7. Documento Integrado
- 1.1.8. Revisión Documento Integrado
- 1.1.9. Seminario de Graduación Aprobado

1.2. Desarrollo del proyecto para un diseño del plan de gestión para el proyecto de Implementación de Infraestructura Hiperconvergente (HCI).

- 1.2.1. Gestión de inicio del proyecto
 - 1.2.1.1. Diagnóstico de Infraestructura actual
 - 1.2.1.2. Acta de Constitución
 - 1.2.1.3. Análisis de Interesados
 - 1.2.1.4. Definición de Entregables
- 1.2.2. Gestión de la Planificación
 - 1.2.2.1. Procesos para la gestión del alcance
 - 1.2.2.2. Procesos para la gestión del cronograma
 - 1.2.2.3. Procesos para la gestión de costos
 - 1.2.2.4. Procesos para la gestión de recursos
 - 1.2.2.5. Procesos para la gestión de las comunicaciones
 - 1.2.2.6. Procesos para la gestión de riesgos
 - 1.2.2.7. Procesos para la gestión de interesados
 - 1.2.2.8. Plan de gestión del Proyecto consolidado
- 1.2.3. Grupo de Procesos de Ejecución
 - 1.2.3.1. Guía de Procedimientos para la Instalación y Configuración HCI
 - 1.2.3.2. Protocolo de Gestión de Calidad en la Implementación
 - 1.2.3.3. Recomendaciones de Herramientas para la Continuidad de Servicios
 - 1.2.3.4. Plan de Gestión del Conocimiento Técnico
 - 1.2.3.5. Procedimientos para la Adquisición de Infraestructura
- 1.2.4. Grupo de Procesos de Monitoreo, Control y Cierre
 - 1.2.4.1. Procedimientos para el Monitoreo y Control de Líneas Base
 - 1.2.4.2. Tableros de Control (KPIs) de Disponibilidad
 - 1.2.4.3. Sistema de Control de Cambios
 - 1.2.4.4. Informe de desempeño y cumplimiento
 - 1.2.4.5. Procedimiento de cierre Administrativo y Técnico

- 1.2.4.6. Informe de Lecciones Aprendidas
- 1.2.5. Conclusiones
- 1.2.6. Recomendaciones
- 1.2.7. Lista de referencias
- 1.2.8. Anexos
- 1.2.9. Aprobación del Tutor para lectura

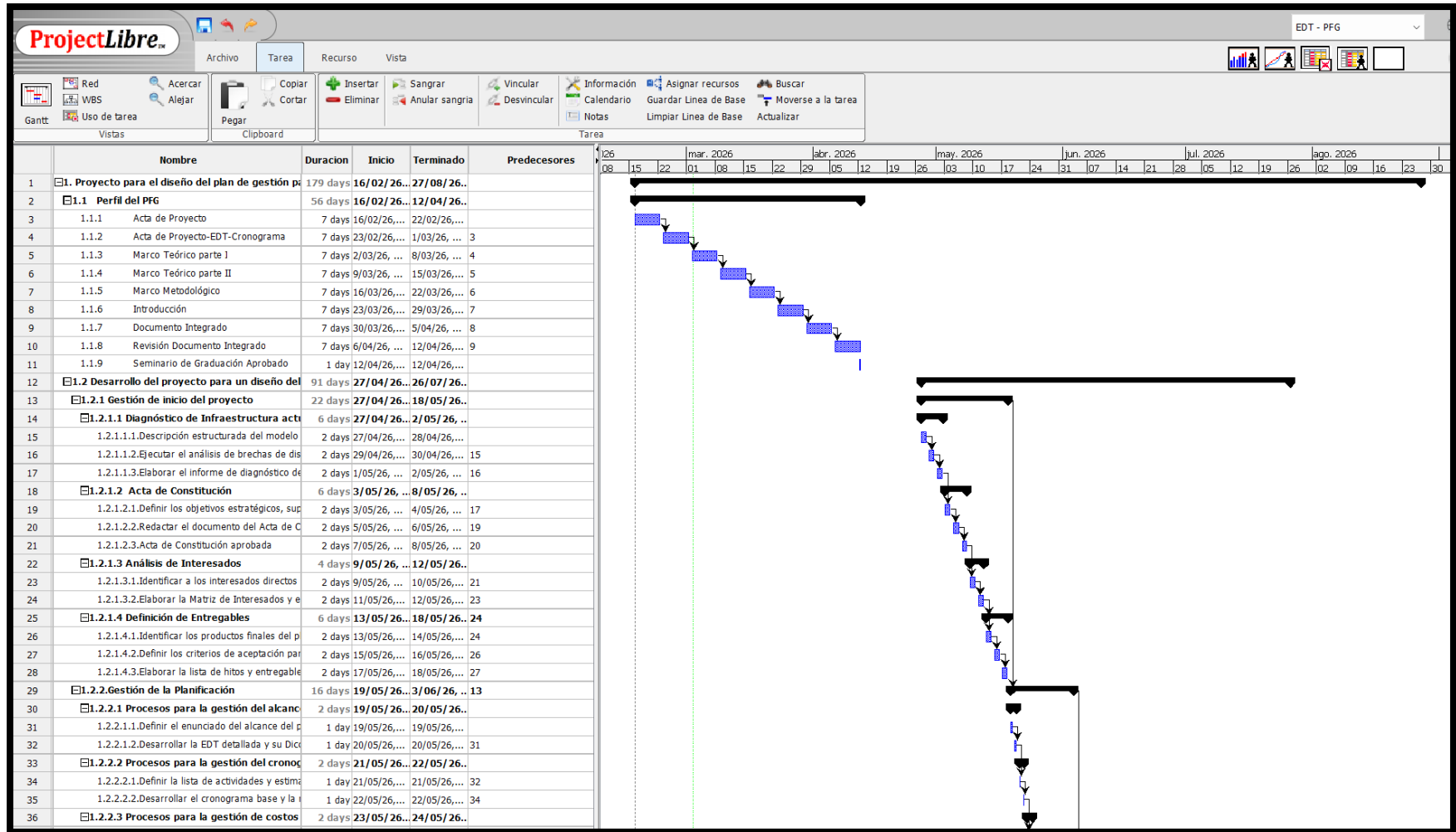
1.3. Lectura

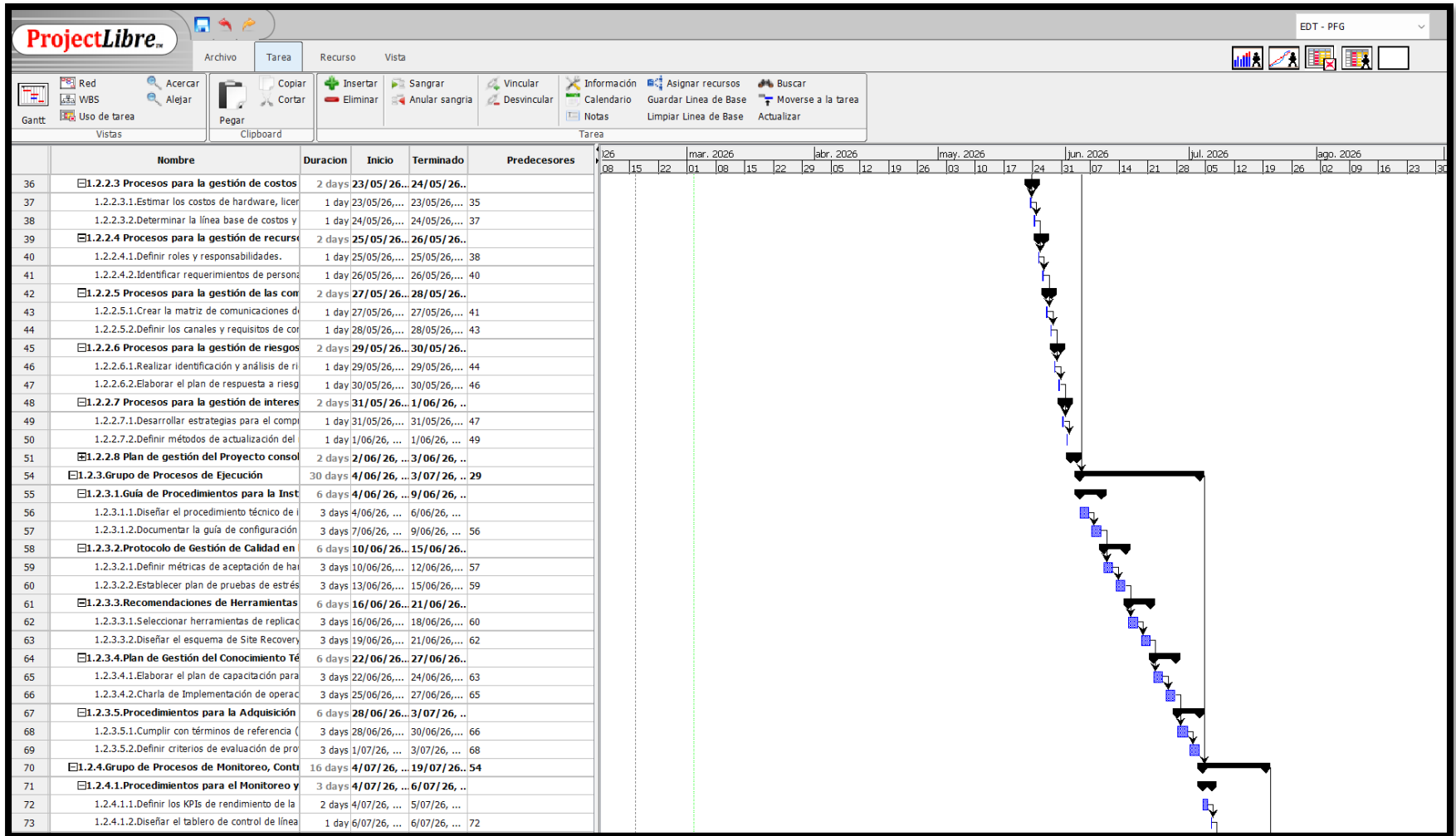
- 1.3.1. Asignación de lectores
- 1.3.2. Revisión PFG por parte de los lectores
- 1.3.3. Informe de Lectores y mejoras al PFG
- 1.3.4. Segunda revisión de lectores
- 1.3.5. Aprobación Lectores

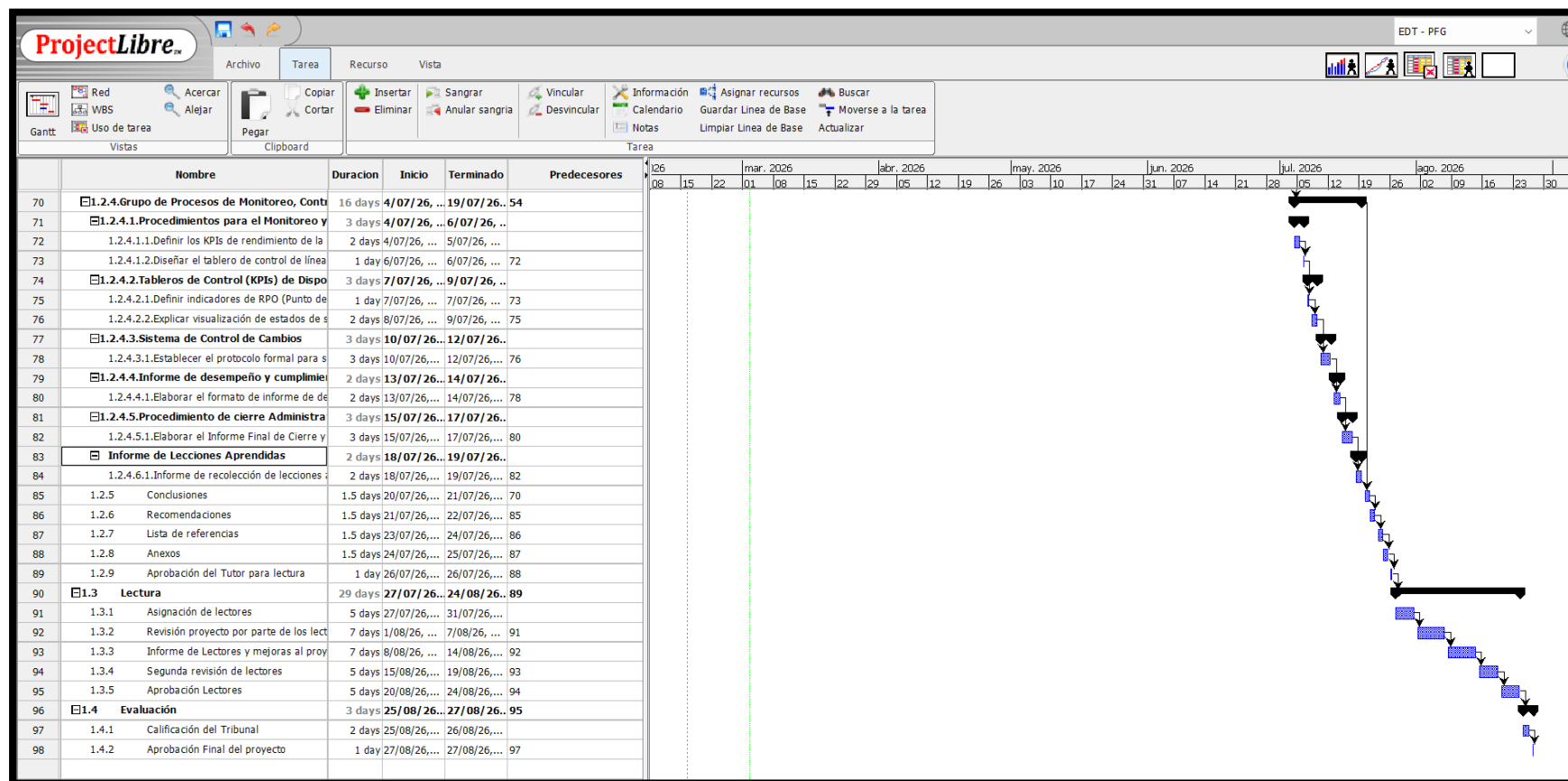
1.4. Evaluación

- 1.4.1. Calificación del Tribunal
- 1.4.2. Aprobación Final del PFG

Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG







Anexo 4: Investigación bibliográfica preliminar

Cardenas Abarca, L. A. (2019). *Implementación de una infraestructura hiperconvergente en un Hospital público*. <https://repositorio.utp.edu.pe/item/6933ce6a-6220-4430-ba06-3b94672c3999>

Razón de inclusión: permite justificar ante los stakeholders que la plataforma propuesta no solo es rápida, sino confiable ante la competencia y aporta insumos directos para el Plan de Gestión de la Calidad y la Planificación de la Gestión de los Riesgos.

Correa Salazar, R. G. (2019). *Diseño de un plan de continuidad para los servicios críticos del área de Tecnología de la Información de la empresa JJC Contratistas Generales S.A. basado principalmente en la norma ISO/IEC 27031:2011* (Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas). <https://doi.org/10.19083/tesis/625692>

Razón de inclusión: Su enfoque en la recuperación ante desastres permite justificar ante los interesados (stakeholders) que la solución propuesta no solo es funcional, sino que garantiza la supervivencia de los servicios críticos de TI bajo estándares internacionales como la norma ISO 27031 aporta una matriz de riesgos técnica que servirá de insumo para el Registro de Riesgos.

Da Silva Leite Morais, R. (2019). *Utilização de Armazenamento Definido por Software em uma Arquitetura Hiperconvergente de Containers*. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/36759>

Razón de inclusión: El trabajo propone una arquitectura hiperconvergente que integra contenedores, hipervisores y GlusterFS para consolidar almacenamiento disperso en un volumen único, escalable y tolerante a fallas. Aporta evidencia experimental sólida para justificar decisiones de diseño en proyectos de modernización de datacenters.

Díaz Carrillo, J. T. (2019). *PROPUESTA DE UN MODELO DE CONTINUIDAD DE NEGOCIO Y BUENAS PRÁCTICAS PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS FORMATIVOS DE LAS UNIDADES ACADÉMICAS DE PREGRADO DE LAS ESCUELAS TÉCNICAS DE LA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ.*

<https://repositorio.unfv.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5f8a26ca-1fcc-43b8-a105-3e1efd29643b/content>

Razón de inclusión: Permite elevar la discusión desde la simple redundancia de servidores hacia la resiliencia operativa y aporta una estructura detallada para la Planificación de la Respuesta a los Riesgos y la Gestión de la Calidad.

Garcia Sanchez, K. V. (2024). *Implementación de una Infraestructura Hiperconvergente y el respaldo Integral de la Información.*

https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/22233/T018_10476383_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Razón de inclusión: Detalla la implementación de infraestructura hiperconvergente con énfasis en respaldo integral, continuidad operativa y recuperación ante desastres, presentando prácticas alineadas con gestión de riesgos y calidad del PMBOK.

Laura Matos, A. E. (2021). *Propuesta de un plan de continuidad de negocio en el área de producción de una empresa cosmética peruana.* 1–129.

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/94562eea-ad4a-4b14-a89e-42209112351c>

Razón de inclusión: Provee una metodología práctica para el Análisis de Impacto al Negocio (BIA), este enfoque nos sirve para definir con precisión el alcance en términos de servicios críticos y para estructurar los entregables de cierre.

Miñamo León, W. R., & Pilco Apaza, E. M. (2019). *Esquema para la Elaboración de un Plan de Continuidad de Negocios de una Organización*.

<https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/267/259>

Razón de inclusión: Provee un esquema estructurado para la elaboración del Plan de Continuidad de Negocios (BCP), permitiendo justificar la inversión en infraestructura hiperconvergente mediante un análisis de costo/beneficio y aporta al plan de gestión del proyecto los elementos necesarios desde la importancia de involucrar a los usuarios en la validación de los activos críticos como la planificación de la gestión de los riesgos alineada con la sostenibilidad y resiliencia del Ministerio.

Mirando Campos, L. A. (2020). *Diseño de un data center con características para albergar un servidor hiperconvergente Nutanix*. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/9c4e57cb-4f94-4b36-b608-13c830f2e54d>

Razón de inclusión: Este documento se centran en el software, este diseño asegura que el entorno físico (climatización, energía y espacio en gabinete) sea el adecuado para soportar la densidad de un clúster hiperconvergente. Aporta especificaciones técnicas detalladas para la línea base del alcance, específicamente en lo que respecta a la adecuación del sitio y el diseño de áreas funcionales y contemplar variables ambientales y de conectividad física que permite refinar el plan de gestión de los riesgos.

Ramos Cuipal, M. A., & Villanueva Cuentas, J. M. (2023). *Diseño de un Centro de Datos basado en Infraestructura Hiperconvergente de servidores para Organizaciones no Gubernamentales del Perú*.

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/670613/Ramos_CM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Razón de inclusión: Sustenta la selección del enfoque y ciclo de vida para HCI y la transición desde infraestructura tradicional hacia hiperconvergencia, expone claramente las etapas del proyecto.

Reyes Vargas, A. W. (2019). *Implementación de Sistemas Hiperconvergentes Aplicando La Metodología HSA para el Proceso de Renovación Tecnológica en Centros de Datos*.
<https://repositorio.unfv.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4d3e95d7-9b40-4a5e-bc54-5e93033838e7/content>

Razón de inclusión: Similitud directa con el escenario del Ministerio, al abordar la transición de arquitecturas tradicionales a HCI en el sector público peruano y ofrece lecciones aprendidas sobre la migración de servicios críticos, las cuales podría ser utilizar en el Plan de Gestión de Riesgos.

Naciones Unidas. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común.

GPM Global. (2023). El Estándar P5™ para la Sostenibilidad en la Dirección de Proyectos (Versión 3.0).

Reed, B. (2007). Shifting from 'sustainability' to regeneration. Building Research & Information.