

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y LOS
SERVICIOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA
EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

HUGO LEONIDAS ACOSTA GRÁNDEZ

Lima- Perú

2014

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

A mis padres, en sus
Bodas de Plata Matrimoniales.

ÍNDICE

ÍNDICE	Página
RESUMEN	IV
LISTA DE CUADROS	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS	X
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN EJECUTIVO	2
CAPÍTULO I : ASPECTOS GENERALES	
1.1 CONCEPTOS BÁSICOS PARA UN ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL	11
1.1.1 El Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)	11
1.1.2 El Marco Lógico (ML)	11
1.1.3 El Método ZOPP	14
1.2 PROCESO HISTÓRICO DEL LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA	16
1.3 ORGANIZACIÓN ACTUAL DEL LABORATORIO	18
1.4 NOMBRE Y UBICACIÓN DEL PROYECTO	20
1.4.1 Linderos del Proyecto.....	22
1.5 PARTICIPACIÓN DE LAS ENTIDADES INVOLUCRADAS Y DE LOS BENEFICIARIOS	22
1.6 MARCO DE REFERENCIA.....	25
1.6.1 El Medio Natural Peruano	25
1.6.2 Capacidad de los Recursos Hídricos del Perú	31
1.6.3 Realidad de la Infraestructura Hidráulica Nacional.....	32
1.7 MARCO INSTITUCIONAL PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	36
CAPÍTULO II: IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	
2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	37
2.1.1 Diagnóstico de la División Didáctica	38
2.1.2 Diagnóstico de Área del Canal de Calibración	43
2.1.3 Diagnóstico de Área de Modelos Hidráulicos.....	46
2.1.4 Diagnóstico de la Edificación Principal	49
2.1.5 Diagnóstico de Edificaciones Secundarias.....	51
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS	51
2.2.1. Definición del Problema Central	51
2.2.2. Causas que Generan el Problema Central.....	51
2.2.3. Efectos que Derivan del Problema Central	52

ÍNDICE	Página
2.2.4. Árbol de Causas y Efectos	53
2.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO	54
2.3.1. Objetivo Central	54
2.3.2. Medios para alcanzar el Objetivo Central	54
2.3.3. Fines que se Generarán cuando se alcance el Objetivo Central	55
2.3.4. Árbol de Medios y Fines	56
2.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	57
2.4.1 Árbol de Medios Fundamentales	57
2.4.2. Planteamiento de Alternativas	57
2.5. PANEL FOTOGRÁFICO.....	68
CAPÍTULO III: FORMULACIÓN	
3.1 HORIZONTE DEL PROYECTO	72
3.1.1 Fase de Pre inversión	72
3.1.2 Fase de Inversión.....	72
3.1.3 Fase de Post inversión.....	73
3.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	73
3.2.1 Aspectos Generales.....	73
3.2.2 Demanda que genera el Crecimiento Económico Nacional.....	75
3.2.3 Demanda generada por Sectores Económicos.....	75
3.2.4 Estimación de la Demanda por Servicio	93
3.3 ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	96
3.3.1 Oferta del Área de Modelos Hidráulicos.....	96
3.3.2 Oferta del Área de Canal de Calibración.....	103
3.4 BALANCE OFERTA - DEMANDA.....	104
3.5 COSTOS FINALES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	105
3.5.1 Costos de la División Didáctica.....	105
3.5.2 Costos del Canal de Calibración.....	106
3.5.3 Costos del Área de Modelos Hidráulicos.....	107
3.5.4 Costos para la Edificación Principal.....	108
3.5.5 Costos para las Edificaciones Secundarias.....	109
3.5.6 Costos para el Equipamiento de Talleres	110
3.5.7 Costos de Capacitación.....	110
3.5.8 Costos Finales para el Mejoramiento del Laboratorio Nacional de Hidráulica.....	111
CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN	
4.1 EVALUACIÓN DEL PROYECTO	112
4.1.1 Evaluación Privada	112

ÍNDICE	Página
4.1.2 Evaluación Social.....	112
4.2 RENTABILIDAD DEL PROYECTO	113
4.2.1 Evaluación Privada y Social	113
4.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	117
4.4 ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD.....	118
4.4.1 Mantenimiento del Programa.....	118
4.5 IMPACTO AMBIENTAL	119
4.5.1 Identificación de los Factores Ambientales Impactables	119
4.6 ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN.....	123
4.7 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	124
4.8 MARCO LÓGICO	125
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 CONCLUSIONES.....	126
5.2 RECOMENDACIONES.....	128
BIBLIOGRAFÍA.....	129

ANEXOS

RESUMEN

El desarrollo de la Tesis Profesional que se presenta, tiene por objetivo mostrar los principios conceptuales y metodológicos aplicables para determinar la viabilidad de mejorar y rehabilitar las instalaciones del Laboratorio Nacional de Hidráulica, de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú; las cuales tienen una antigüedad de más de 50 años, habiéndose deteriorado por ésta condición los instrumentos y equipos de enseñanza, el mobiliario, las instalaciones de agua y desagüe, y estando en mal estado las áreas de estudio de modelos hidráulicos.

Se aprecian problemas de corrosión en tuberías, inutilidad de instrumentos y bombas para la enseñanza, ineficiencia de áreas esenciales para la didáctica y la investigación y una escasa difusión de las nuevas tecnologías tanto físicas como digitales.

Se plantea una formulación y evaluación a nivel de perfil con la finalidad de que este proyecto cumpla con tres condiciones básicas. La primera, es que sea un ambiente óptimo para la enseñanza e investigación en el campo de la Ingeniería Hidráulica del país. La segunda, es la evaluación estructural de todos los ambientes, con la finalidad de rehabilitar, si fuera necesario, las edificaciones y demás elementos estructurales. Y la tercera, es plantear un análisis económico que permita justificar este proyecto a fin de hacerlo viable y sostenible, capaz de adaptarse a las nuevas tecnologías, ser vanguardista en su ámbito, y no quedar nuevamente relegado.

Para determinar dichas condiciones básicas, se desarrolla la metodología establecida por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través del Sistema Nacional de Inversión Pública, conocida como Método ZOPP (Planificación de Proyecto por Objetivos), mediante el cual se realiza la Identificación de las principales falencias y se plantea los objetivos a desarrollar.

Los principales trabajos que se deben realizar son los siguientes:

En el área de la División Didáctica, se evalúa la implementación de moderna tecnología que permita brindar una mejor enseñanza en la Ingeniería Hidráulica, así como la rehabilitación de los suministros de agua, tanto de sus estructuras como de sus redes de alimentación.

En el sector de Modelos Hidráulicos, se plantea el acondicionamiento con áreas dotadas de adecuado suministro y purga al momento de evaluar los modelos, con presión y caudal adecuado para las investigaciones. Las cuales permitirán un trabajo seguro y una toma de información óptima.

En el área de Canal de Calibración, se evalúa la implementación de un carro móvil, controlado por los investigadores desde el exterior. De igual manera la adquisición de un generador de olas, capaz de modelar el efecto dinámico del agua.

Finalmente se analiza la implementación del mobiliario destinado a oficinas, biblioteca, talleres y demás ambientes de apoyo a la investigación.

Para lograr dichos objetivos se han realizado cotizaciones internacionales para adquirir moderna tecnología de enseñanza.

En lo concerniente al Análisis de las Estructuras, se ha verificado a través del Reglamento Nacional de Edificaciones, constatando los cálculos con los parámetros establecidos en la RNE E 060, para el caso del Diseño en Concreto Armado, y el RNE E 030, para el caso de los Diseños Sismo resistentes, por encontrarse las edificaciones de zona de alta sismicidad ($Z=3$).

Los Cálculos Hidráulicos para el diseño de cámaras de carga, sistemas de alimentación y bombeo, zonas de evaluación de modelos hidráulicos, tanques elevados, entre otros, se han realizado usando la normativa vigente, así como de bibliografía actualizada en el diseño de estos elementos.

Finalmente la evaluación económica y el planteamiento del perfil para evaluar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto, se realiza siguiendo la normativa del MEF, a través de la guía metodológica "Pautas para identificación, formulación y evaluación de Proyecto de Inversión Pública", publicada en el año 2011 [12].

LISTA DE CUADROS

ÍNDICE	Página
Cuadro Nº A. Balance Oferta Demanda de los Modelos Hidráulicos	3
Cuadro Nº B. Balance Oferta Demanda del Canal de Calibración	4
Cuadro Nº C. Costos Totales de Inversión del Proyecto – Precios de Mercado y Social	6
Cuadro Nº D. Presupuesto Final	7
Cuadro Nº E. Resultados de la Evaluación Social	8
Cuadro Nº F. Matriz de Marco Lógico del Proyecto	10
Cuadro Nº 1.1 Planteamiento del Laboratorio Nacional de Hidráulica	14
Cuadro Nº 1.2 Planteamiento del nombre de un PIP	20
Cuadro Nº 1.3 Linderos del Laboratorio Nacional de Hidráulica	22
Cuadro Nº 1.4 Datos Generales del Terreno	22
Cuadro Nº 1.5 Principales entidades involucradas y beneficiarios en el proyecto	24
Cuadro Nº 1.6 Temperaturas Medias del Mar Peruano	30
Cuadro Nº 1.7 Caudal de Escurrimiento Medio Anual en las Vertientes del Perú	32
Cuadro Nº 1.8 Tipos de estructuras hidráulicas en Perú según Fines de Consumo	34
Cuadro Nº 1.9 Disponibilidad del agua en el territorio nacional	34
Cuadro Nº 1.10 Usos de agua sectorial	35
Cuadro Nº 2.1 Descripción de los ambientes del L.N.H.	38
Cuadro Nº 2.2 Característica del Sistema de Alimentación Hidráulica	40
Cuadro Nº 2.3 Problemas Arquitectónicos de la División Didáctica	41
Cuadro Nº 2.4 Condición Actual de la División Didáctica	43
Cuadro Nº 2.5 Condición Actual del Canal de Calibración	46
Cuadro Nº 2.6 Condición Actual del Área de Modelos Hidráulicos (M.H.)	48
Cuadro Nº 2.7 Principales Problemas y Soluciones planteadas para en área de M.H.	48
Cuadro Nº 2.8 Equipos para Talleres a ser adquiridos	50
Cuadro Nº 2.9 Equipos necesarios para el área de Modelos Hidráulicos	65
Cuadro Nº 2.10 Equipos requeridos para los Talleres	67
Cuadro Nº 3.1 Horizonte del Proyecto	73
Cuadro Nº 3.2 Sectores Productivos como porcentaje del PBI Nacional	74
Cuadro Nº 3.3 Principales Proyectos Mineros a Desarrollarse en el Perú	76
Cuadro Nº 3.4 Grandes Centrales Hidroeléctricas del Perú	80
Cuadro Nº 3.5 Principales Centrales Hidroeléctricas del País	81
Cuadro Nº 3.6 Suministro de energía actual de las CC.HH. del Perú	81
Cuadro Nº 3.7 Ubicación de los Puertos Mayores del Perú	84
Cuadro Nº 3.8 Inversión en los Principales Proyectos Portuarios	85
Cuadro Nº 3.9 Inversión en los Principales Proyectos de Irrigación	86
Cuadro Nº 3.10 Inversión en Proyectos de Saneamiento y Electrificación - 2009	90
Cuadro Nº 3.11 Pérdidas Económicas durante el Fenómeno El Niño: 1982-1983	92
Cuadro Nº 3.12 Inversión General a Mediano Plazo en el Perú, 2012.	93
Cuadro Nº 3.13 Demanda de Modelos Hidráulicos	94
Cuadro Nº 3.14 Demanda del Canal de Calibración	95
Cuadro Nº 3.15 Oferta de Modelos Hidráulicos	96

ÍNDICE	Página
Cuadro Nº 3.16 Estudios de Modelos Hidráulicos desarrollados en el L.N.H.....	96
Cuadro Nº 3.17 Oferta del Canal de Calibración.....	103
Cuadro Nº 3.18 Balance Oferta - Demanda de Modelos Hidráulicos.....	103
Cuadro Nº 3.19 Balance Oferta Demanda del Canal de Calibración.	104
Cuadro Nº 3.20 Aspectos a Mejorar – División Didáctica.....	104
Cuadro Nº 3.21 Aspectos a Mejorar – Canal de Calibración.....	107
Cuadro Nº 3.22 Aspectos a Mejorar – Área de Modelos Hidráulicos.....	107
Cuadro Nº 3.23 Costos para Rehabilitar la Edificación Principal.	108
Cuadro Nº 3.24 Aspectos a mejorar – Edificaciones Secundarias	109
Cuadro Nº 3.25 Equipos requeridos para los Talleres.	110
Cuadro Nº 3.26 Costos Finales para rehabilitar el L.N.H.	110
Cuadro Nº 3.27 Presupuesto Final.....	111
Cuadro Nº 4.1 Análisis Económico – Precios Privados	114
Cuadro Nº 4.2 Análisis Económico – Precios Sociales	115
Cuadro Nº 4.3 Análisis Económico – Servicio de Deuda.....	116
Cuadro Nº 4.4 Análisis de Sensibilidad- Variable el Costo de Inversión.....	117
Cuadro Nº 4.5 Análisis de Sensibilidad - Variable los Precios de los Modelos	117
Cuadro Nº 4.6 Medidas de control ambiental en la etapa de planificación	121
Cuadro Nº 4.7 Medidas de control ambiental en infraestructura provisional	121
Cuadro Nº 4.8 Medidas de control ambiental en nuevas infraestructuras	123
Cuadro Nº 4.9 Financiamiento de las Inversiones	124
Cuadro Nº 4.10 Plan de Implementación Proyectado	124
Cuadro Nº 4.11 Marco Lógico.....	125
Cuadro Nº 5.1 Montos destinados a cada actividad a realizar en el L.N.H.	126

LISTA DE FIGURAS

ÍNDICE	Página
Figura Nº 1.1. Fases de Planificación de un Proyecto	12
Figura Nº 1.2. Logros de un Proyecto Planificado	13
Figura Nº 1.3. Metodología del ZOPP y ML	13
Figura Nº 1.4. Resultado Final del Marco Lógico según la Lógica Vertical	14
Figura Nº 1.5. Procedimiento para realizar la Técnica ZOPP	15
Figura Nº 1.6. Edificación Principal del Laboratorio Nacional de Hidráulica	18
Figura Nº 1.7. Organigrama del Laboratorio Nacional de Hidráulica	19
Figura Nº 1.8. Localización de la Universidad Nacional de Ingeniería	20
Figura Nº 1.9. Ubicación del L.N.H. en el Campus de la UNI	21
Figura Nº 1.10. Tipos de Entidades Involucradas y Beneficiarios	23
Figura Nº 1.11. Pisos Ecológicos del Perú, según Pulgar Vidal	26
Figura Nº 1.12. Superficie del Territorio Peruano en Sectores Natuales	26
Figura Nº 1.13. Plano Regional de Precipitaciones en el Perú	27
Figura Nº 1.14. Vista del Proyecto de Irrigación Chavimochic	28
Figura Nº 1.15. Vista de la Cordillera Blanca, Ancash, Perú	29
Figura Nº 1.16. Vista del río Tahuamanu, Madre de Dios, Perú	30
Figura Nº 1.17. Corrientes Marinas en el Perú	31
Figura Nº 1.18. Central Hidroeléctrica Machupicchu - Cusco	35
Figura Nº 2.1. Plano del Laboratorio Nacional de Hidráulica	37
Figura Nº 2.2. Fotografía de la División Didáctica	39
Figura Nº 2.3. Esquema del Tanque Elevado	40
Figura Nº 2.4. Vista del estado de arte de la Arquitectura	41
Figura Nº 2.5. Vista del Segundo Nivel de la División Didáctica	42
Figura Nº 2.6. Vista Externa de la División Didáctica	42
Figura Nº 2.7. Vista del Canal de Calibración, con el sistema trabajando	44
Figura Nº 2.8. Desplazamiento del carro a lo largo del canal.	45
Figura Nº 2.9. Vista externa de la edificación de la Canal de Calibración	46
Figura Nº 2.10. Condiciones actuales del trabajo del área de Modelos Hidráulicos	47
Figura Nº 2.11. Vista de la Edificación Principal	49
Figura Nº 2.12. Vista del Taller de Mecánica	50
Figura Nº 2.13. Poca iluminación y equipos deficientes en los talleres	50
Figura Nº 2.14. Malestar en la población por Proyectos Mal Elaborados	52
Figura Nº 2.15. Árbol de Causas y Efectos	53
Figura Nº 2.16. Árbol de Medios y Fines	56
Figura Nº 2.17. Árbol de Medios Fundamentales	57
Figura Nº 2.18. Equipos propuestos para la División Didáctica	60
Figura Nº 2.19. Moderno sistema de control para el estudio de equipos dentro del agua	62
Figura Nº 2.20. Vista de la Plataforma de Estudio para el Canal de Calibración	62
Figura Nº 2.21. Generador de Olas	62
Figura Nº 2.22. Algunos de los equipos sugeridos para su adquisición	65
Figura Nº 2.23. Cámara de Carga y Cabina de Control para los Modelos Hidráulicos	66
Figura Nº 2.24. Desplazamiento a lo largo de la poza de modelos hidráulicos.	66

ÍNDICE	Página
Figura N° 2.25. Futura Vista Externa del Área de Modelos Hidráulicos	68
Figura N° 2.26. Vista Panorámica del Laboratorio Nacional de Hidráulica	69
Figura N° 2.27. Vistas de la División Didáctica.....	70
Figura N° 2.28. Áreas Complementarias.....	71
Figura N° 3.1. Minera Yanacocha - Poza de Lixiviación	74
Figura N° 3.2. Mapa de ubicación de los principales proyectos mineros del Perú.....	77
Figura N° 3.3. Grandes Centrales Hidroeléctricas en el Perú.....	79
Figura N° 3.4. Tipo de energía producida en el país	82
Figura N° 3.5. Proyectos Portuarios de Inversión Pública y Privada	83
Figura N° 3.6. Efectos de la erosión en las playas de Trujillo	85
Figura N° 3.7. Grandes Proyectos Agrícolas en el Perú	87
Figura N° 3.8. Cobertura de agua potable y alcantarillado en Sud América.....	88
Figura N° 3.9. Cobertura del Sistema de Agua Potable por departamentos, 2007	89
Figura N° 3.10. Mapa de Zonificación de Peligros Geológicos en el Perú	91
Figura N° 3.11. Departamento con Mayores efectos del friaje.....	93
Figura N° 3.12. Modelo del Aliviadero - Represa Aguada Blanca.....	98
Figura N° 3.13. Vista del proyecto Pampa La Joya y el Aliviadero de demasías.....	98
Figura N° 3.14. Modelo de la Bocatoma y Vista de la captación del proyecto Tinajones.....	100
Figura N° 3.15. Modelo y vista del desarenador de la CC.HH. Mantaro	101
Figura N° 3.16. Modelo y vista del Aliviadero – Presa Gallito Ciego	102
Figura N° 3.17. Modelo y vista del Puente del Ejército en el río Rímac	102
Figura N° 3.18. Modelo y vista de la Presa Poechos.....	103
Figura N° 3.19. Remodelación de la División Didáctica.....	106
Figura N° 3.20. Rehabilitación del Canal de Calibración	107
Figura N° 3.21. Rehabilitación del Área de Modelos Hidráulicos.	108
Figura N° 3.22. Gastos en la Edificación Principal	108
Figura N° 3.23. Gastos en las Edificaciones Secundarias	109

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS**SÍMBOLOS**

Ag	Área bruta de concreto.
Ast	Área de acero total.
b 1	Ancho de la columna.
d 1	Ancho efectivo de la columna.
f 'c	Resistencia de diseño del concreto.
h1	Largo de la columna.
es	Elasticidad del acero.
ecu	Deformación máxima del concreto.
ey	Deformación máxima del acero.
ø	Factor de reducción de resistencia.
ρ	Cuantía real.
m	Metros.
mm ³	Millones de metros cubicos.
ton	Toneladas.

SIGLAS

CC	Canal de Calibración
CC.HH.	Central Hidroeléctrica
CM	Carga Muerta
C.P.V.	Canal de Pendiente Variable
CV	Carga Viva
DEJEZA	Dirección Ejecutiva del Proyecto Jequetepeque Zaña
DD	División Didáctica
E.M.S.	Estudio del Modelo Hidráulico
EPS	Empresa Prestadora de Servicios
FAUA	Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Arte
FIC	Facultad de Ingeniería Civil
IGV	Impuesto General a las Ventas
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
L.N.H.	Laboratorio Nacional de Hidráulica.
M.C.	Memoria de Cálculo
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
M.H.	Modelos Hidráulicos
PBI	Producto Bruto Interno
PIP	Proyecto de Inversión Pública
ML	Marco Lógico.
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública.
TSD	Tasa Social de Descuento.

TIR	Tasa Interna de Retorno.
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería
USAID	Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos
VAN	Valor Actual Neto

INTRODUCCIÓN

La presente Tesis desarrolla la formulación y evaluación para el Mejoramiento de la Infraestructura y los Servicios del Laboratorio Nacional de Hidráulica, para lograrlo se han desarrollado cuatro Capítulos regidos bajo la Metodología establecida por el Ministerio de Economía y Finanzas, que se indican a continuación:

Primer Capítulo: Brinda los conceptos generales del proyecto y su ámbito de influencia. Así como la evaluación de los principales involucrados dentro del proyecto, sus demandas y las necesidades que presenta el L.N.H.

Segundo Capítulo: Identifica el Problema Central del cual se plantea el Objetivo Central a lograr con el presente trabajo y las alternativas de solución para cumplir con el Objetivo analizado.

Tercer Capítulo: Analizaremos la demanda a nivel nacional que existe en los diferentes sectores económicos, referido a la Ingeniería Hidráulica, y se realiza un análisis de la Actual Oferta del L.N.H. y los logros esperados con el Proyecto.

Cuarto Capítulo: Desarrolla el Análisis Económico a fin de determinar la Rentabilidad y Sostenibilidad del mismo.

En los tres anexos presentamos los cálculos aplicados, los planos, las cotizaciones efectuadas y el presupuesto realizado.

RESUMEN EJECUTIVO

La tesis que es fundamentalmente un estudio de pre inversión, presenta información que sustenta la viabilidad del proyecto de "Mejoramiento del Laboratorio Nacional de Hidráulica en la Universidad Nacional de Ingeniería".

Los beneficiarios directos del proyecto, que en este caso son la Institución (L.N.H.) y los Estudiantes e Investigadores vinculados directamente a la Ingeniería Hidráulica, los cuales tienen por acuerdos suscritos una participación activa en la fase de Operación y Mantenimiento poniendo así de manifiesto la sostenibilidad del proyecto, según se podrá exponer en lo que sigue:

A. NOMBRE DE LA TESIS:

"MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y LOS SERVICIOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA"

B. OBJETIVO DE LA TESIS:

"INCREMENTO Y MEJORA DE LA CAPACIDAD DE LOS SERVICIOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA".

C. BALANCE OFERTA Y DEMANDA:

En la comparación de la oferta actual y la demanda actual en el campo de Modelos Hidráulicos, se observa la existencia de una demanda de **información e investigación** insatisfecha, esto debido a la carencia de infraestructura que permita desarrollar esta tarea en las óptimas condiciones. Para este análisis se presenta la hipótesis de un costo fijo para cada Modelo Hidráulico (M.H.) estudiado, y se analiza la demanda promedio anual a nivel nacional de estudios en M.H. (asumiendo un caso poco favorable de cuatro (04) modelos por año) estimando la Utilidad que se obtendría en cada uno (Costo Fijo menos Gastos Generales) y dando como resultado el beneficio anual que obtendría el laboratorio en este sector.

Este análisis se puede apreciar en el *Cuadro N°A.*"Balance de Oferta y Demanda de Modelos Hidráulicos", dado a continuación:

Desarrollo de Modelos Hidráulicos:**Cuadro N°A Balance Oferta Demanda de los Modelos Hidráulicos**

AÑO	DEMANDA		OFERTA				BALANCE OFERTA-DEMANDA			
	Modelos Totales (UNID/año)	Demanda Proyectada (s/.)	Modelos Totales (UNID/año)	Oferta sin Proyecto (s/.)	Modelos Totales (UNID/año)	Oferta con Proyecto (s/.)	Balance de Modelos	Balance sin Proyecto (s/.)	Balance de Modelos	Balance con Proyecto (s/.)
2014	3.00	964480	2.50	800000	5.00	1600000	-0.50	-164480	2.00	635520
2015	3.01	964480	2.50	800000	5.00	1600000	-0.51	-164480	1.99	635520
2016	3.03	969302	2.51	804000	5.03	1608000	-0.52	-165302	2.00	638698
2017	3.04	974149	2.53	808020	5.05	1616040	-0.52	-166129	2.01	641891
2018	3.06	979020	2.54	812060	5.08	1624120	-0.52	-166960	2.02	645101
2019	3.07	983915	2.55	816120	5.10	1632241	-0.52	-167794	2.03	648326
2020	3.09	988834	2.56	820201	5.13	1640402	-0.53	-168633	2.04	651568
2021	3.11	993779	2.58	824302	5.15	1648604	-0.53	-169476	2.05	654826
2022	3.12	998747	2.59	828424	5.18	1656847	-0.53	-170324	2.06	658100
2023	3.14	1003741	2.60	832566	5.20	1665131	-0.53	-171175	2.07	661390
2024	3.15	1008760	2.61	836728	5.23	1673457	-0.54	-172031	2.08	664697

Elaboración Propia

Con respecto al Canal de Calibración (C.C.), se ha analizado hasta cuántos estudios el sistema proyectado puede evaluar, dadas sus condiciones de construcción nueva, es decir, que si soportarían la demanda de estudios proyectados. No solo se considera el aumento en la capacidad de evaluación, sino también una mejora en las condiciones de seguridad de los operarios y de aquellos estudiantes o investigadores que hagan uso del canal, incrementando su capacidad de atención y mejorando las condiciones de trabajo.

Los resultados son evidenciados en el *Cuadro N°B. Balance Oferta Demanda del Canal de Calibración.*

Cuadro N°B Balance Oferta Demanda del Canal de Calibración

AÑO	DEMANDA		OFERTA				BALANCE OFERTA-DEMANDA			
	Estudios por Año	Demanda Proyectada (s/.)	Estudios por Año	Oferta sin Proyecto	Estudios por Año	Oferta con Proyecto	Estudios por Año	Balance sin Proyecto	Estudios por Año	Balance con Proyecto
2015	825.0	66000	1200.0	96000	3000.0	240000	375.0	30000	2175.0	174000
2016	829.1	66330	1206.0	96480	3015.0	241200	376.9	30150	2185.9	174870
2017	833.3	66662	1212.0	96962	3030.1	242406	378.8	30301	2196.8	175744
2018	837.4	66995	1218.1	97447	3045.2	243618	380.7	30452	2207.8	176623
2019	841.6	67330	1224.2	97934	3060.5	244836	382.6	30605	2218.8	177506
2020	845.8	67667	1230.3	98424	3075.8	246060	384.5	30758	2229.9	178394
2021	850.1	68005	1236.5	98916	3091.1	247291	386.4	30911	2241.1	179286
2022	854.3	68345	1242.6	99411	3106.6	248527	388.3	31066	2252.3	180182
2023	858.6	68687	1248.8	99908	3122.1	249770	390.3	31221	2263.5	181083
2024	862.9	69030	1255.1	100407	3137.7	251019	392.2	31377	2274.9	181988

Elaboración Propia

D. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA (PIP):

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y LOS SERVICIOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA"

Para lograr los medios que nos permitirían alcanzar el objetivo del proyecto, y así solucionar la problemática de los servicios de investigación y educación del laboratorio beneficiario del proyecto y en base a la situación actual de sus componentes se plantea las siguientes intervenciones:

- La rehabilitación y el mejoramiento de la Infraestructura y
- La renovación de los equipos del Laboratorio Nacional de Hidráulica (L.N.H.), en los siguientes sectores:

Área de División Didáctica:

Metas:

- Mejora arquitectónica del ambiente, principalmente en pisos, ventanas, puertas y elementos de protección.
- Reparación y reforzamiento estructural de elementos de almacenamiento del agua.
- Rehabilitación de las Instalaciones Sanitarias, así como el suministro de alimentación de los equipos.
- Mejora del suministro eléctrico, de los puntos de toma de corriente e iluminación.
- Reparación y adquisición de equipos para la enseñanza de la Ingeniería Hidráulica.

Área de Canal de Calibración:

Metas:

- Mejora arquitectónica del ambiente, principalmente en pisos, ventanas, puertas y elementos de protección.
- Implementación tecnológica, concerniente a una moderna plataforma de calibración y a un generador de olas.

Área de Modelos Hidráulicos:

Metas:

- Construcción de áreas aptas para el estudio de M.H.
- Construcción de Cabinas de Control.
- Construcción de Cámaras de Carga.

- Sistemas de tuberías y canales de alimentación.
- Reparación y mantenimiento de la cisterna central.
- Reparación y mantenimiento del sistema de bombeo.
- Adquisición de instrumentos de medición.

Área de Edificación Principal:

Metas:

- Mejoras arquitectónicas, tanto interiormente como en la fachada de la edificación.
- Mejora de las instalaciones sanitarias.
- Implementación de las oficinas y el auditorio, dotándolos de mobiliaria y sistema multimedia respectivamente.

Área de Edificaciones Secundarias:

Metas:

- Mejoras arquitectónicas de las diferentes oficinas que involucra este sector.
- Mejora de las instalaciones sanitarias.
- Implementación de las oficinas, cocina – comedor y biblioteca.

Área de Talleres:

Metas:

- Reequipamiento de los talleres.

E. COSTOS DEL PIP:

El Costo Directo de la obra, para la mejor alternativa analizada a precios privados y a precios sociales son los siguientes:

Cuadro N°C Costos Totales de Inversión del Proyecto - Precio de Mercado y Social

Nº	CONCEPTO	UNID.	CANT.	COSTOS UNITARIO (S/.)	COSTOS PRIVADO (S/.)	FACT.	COSTOS SOCIAL (S/.)
1.00	OBRAS						
1.01	Obras Civiles						
	Materiales	Glb	1.00	654 061	654 061	0.84	549 411.2
	Equipos	Glb	1.00	6 937 830	6 937 830	0.84	5 827 777.2
1.02	Capacitación						
	Capacitación	Glb	1.00	900 000	900 000	0.91	819 000.0
2.00	COSTO DIRECTO			8 491 891	8 491 891		7 196 188.4

Elaboración Propia

La Inversión Total que se dará, incluyendo en el Análisis los Costos de Supervisión, la Gestión del Proyecto, La Elaboración del Expediente Técnico, entre otros, se presenta a continuación:

Cuadro N°D Presupuesto Final

DESCRIPCION DEL COSTO		% PARCIAL	% TOTAL
COSTO DIRECTO	S/. 8,491,891.00	75.64%	75.64%
GASTOS GENERALES	S/. 174,386.62	1.55%	77.19%
UTILIDAD	S/. 849,189.10	7.56%	84.75%
SUB TOTAL PRESUPUESTO	S/. 9,515,466.72	84.75%	
IGV (18%)	S/. 1,712,784.01	15.25%	
PRESUPUESTO TOTAL	S/. 11,228,250.73	100.00%	100.00%
COSTO DE SUPERVISION DE OBRA	S/. 122,900.00	1.09%	101.09%
GESTION DE PROYECTO	S/. 15,378.00	0.14%	101.23%
COSTO DE EXPEDIENTE TECNICO	S/. 135,000.00	1.20%	102.43%
SUPERVISION DE EXPEDIENTE TECNICO	S/. 13,256.00	0.12%	102.55%
TOTAL	S/. 11,514,784.73	102.55%	102.55%

Elaboración Propia

F. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SOCIAL:

Para el cálculo del Valor Actual de los costos y beneficios, se ha considerado la Tasa Social de Descuento (TSD) igual al 9%.

Los costos privados y sociales, se usarán para evaluar los parámetros de rentabilidad económica.

Los Beneficios Netos del Proyecto corresponden a la diferencia entre los beneficios netos incrementales generados y traídos a un Valor Actual, y los Costos Incrementales a precios sociales de igual manera valorizados actualmente.

Los flujos netos calculados durante el horizonte del proyecto, se usaron para estimar los indicadores de rentabilidad social.

Los criterios usados, fueron los siguientes:

- La Tasa Interna de Retorno (TIR) deberá ser mayor a la Tasa Social de Descuento (TSD).
- El Valor Actual Neto (VAN) deberá ser positivo.

Estos valores, se pueden constatar en *Cuadro N°E*, que se muestra a continuación:

Cuadro N°E Resultados de la Evaluación Social

INDICADOR	ALTERNATIVA ÚNICA	
	A PRECIOS PRIVADOS	A PRECIOS SOCIALES
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	23.08%	29.03%
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	1 748 363	1 403 584

Elaboración Propia

Por los resultados obtenidos se evidencia que los indicadores económicos del proyecto propuesto demuestran un buen nivel de rentabilidad.

G. SOSTENIBILIDAD DEL PIP:

Viabilidad Institucional:

Cabe indicar que el financiamiento del proyecto, sería a través de la Universidad Nacional de Ingeniería, Cooperación Privada, entre otros.

Se considera que, por cualquier fuente de financiamiento, se cuenta con la capacidad técnica, logística y suficiente experiencia que permiten ejecutar el PIP indicado sin mayores problemas. Además de indicar que se tiene una adecuada capacidad y competencia de gestión por parte de la administración.

Viabilidad Técnica:

La sostenibilidad del proyecto estará dada por el adecuado diseño (elaborado por profesionales especializados), el correcto proceso constructivo durante la ejecución de la obra, deberán ser complementarias con una capacitación adecuada por parte de profesionales del L.N.H., en lo posible expertos en esta materia, es decir en nuevos métodos, teorías, etc.

Los procesos constructivos en los cuales recae la calidad de la infraestructura a construir, se detallarán en el estudio a Nivel de Expediente Técnico del Proyecto, donde deben precisarse los detalles de orden técnico, los mismos que serán verificados por los responsables de la supervisión y ejecución de la obra, además de la constante vigilancia de los beneficiarios directos de la obra (investigadores y administración del L.N.H.)

Viabilidad Social:

Con la finalidad de asegurar la sostenibilidad de los trabajos a lo largo del tiempo, se ha propuesto que el componente de operación, mantenimiento será cubierto por los trabajos en el L.N.H.

H. ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN:

Una vez concluida la ejecución del PIP se hará entrega al L.N.H. (UNI) y a la Comunidad Universitaria, quienes serán el ente responsable de las gestiones para la operación y mantenimiento, para lo cual se ha planteado organizar y capacitar al personal que labora en la Institución, en la etapa de consolidación, mediante asistencia técnica durante la vida del proyecto.

La Universidad Nacional de Ingeniería tal y como se ha descrito en el diagnóstico del presente estudio cuenta con todas las capacidades organizativas, logísticas, administrativas, técnicas, operacionales para una correcta organización y gestión del proyecto.

El Laboratorio Nacional de Hidráulica cuenta con un Consejo Directivo conformado por tres miembros en representación de los Ministerios de Agricultura, Energía y Minas, y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; asimismo, con cuatro miembros de la Universidad Nacional de Ingeniería, designados por el Rector, de los cuáles dos son representantes de la Facultad de Ingeniería Civil, un representante de la Facultad de Ingeniería Geológica, Metalúrgica y Minera, y un representante de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

I. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN:

Tomando como referencia los sistemas a construir, se ha elaborado un Plan de Implementación para la puesta en marcha del Proyecto mismo que tendrá una duración de 03 meses.

J. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la evaluación económica, así como de los análisis de Sensibilidad y Sostenibilidad anteriormente descritos, se concluye que el PIP "Mejoramiento de la Infraestructura y los Servicios del Laboratorio Nacional de Hidráulica en la Universidad Nacional de Ingeniería" es **VIABLE**, por tanto la alternativa seleccionada sigue siendo la mejor.

K. MARCO LÓGICO.

Cuadro N°F Matriz de Marco Lógico del Proyecto

	OBJETIVO	INDICADORES Y METAS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar las condiciones de Investigación de la UNI, así como proveer herramientas técnicas para la mejora de estudios en Proyectos Hidráulicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de los ingresos al Laboratorio durante la vida útil del Proyecto, lo cual asegura la sostenibilidad del mismo post proyecto. Se incrementa el Valor Neto a través de los estudios para la Investigación, desde el primer año de ejecución. 	<ul style="list-style-type: none"> Registro anual a nivel nacional de mayor número de investigación en Universidades a través de proyectos de investigación y convenios. Encuestas de evaluación de impactos sociales en los proyectos vinculados a la Ingeniería Hidráulica. 	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidad económica así como identificación de puntos de gran demanda en el mercado. Los Investigadores se encuentran organizados y manejan adecuadamente las nuevas tecnologías
PROPOSITO	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de la investigación, generando proyectos más eficientes, que resuelvan la demanda de la población de manera segura, al contar con profesionales más capacitados y con equipos de última generación. 	<ul style="list-style-type: none"> Al cabo del décimo año (mediano plazo), se tendrá mejores proyectos en varios sectores estratégicos, como son: <ul style="list-style-type: none"> ✓ En generación energética. ✓ Minería menos contaminante. ✓ Entre Otros. 	<ul style="list-style-type: none"> Se puede verificar su incidencia a través de: Costos de la energía más barata y a mayor cantidad de usuarios. Mejores estudios de impacto ambiental. Mayores certificados internacionales de los trabajos elaborados. 	<ul style="list-style-type: none"> El Plan de Gobierno es impulsar la infraestructura que aun falta en el país, su deficiencia se da incluso en sectores básicos como el agua y la iluminación.
COMPONENTES	<ul style="list-style-type: none"> Adecuadas áreas para el estudio de la Ingeniería Hidráulica. Mayor eficiencia en el desarrollo de los estudios y modelos hidráulicos 	<ul style="list-style-type: none"> Se cuenta con 4 zonas preparadas específicamente para el estudio de modelos físicos. Se ha dotado de correntómetros y equipos de punta para la medición de caudales 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación Post-proyecto. Inventario de recepción de obra por parte de la Universidad Nacional de Ingeniería (L.N.H.). Expediente de liquidación de obra. Informe de supervisión. 	<ul style="list-style-type: none"> Se cumplió con las Especificaciones Técnicas indicadas por el Consultor del Proyecto. Se brindó la correcta capacitación al personal que operará los nuevos instrumentos.
ACCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de las Obras Planteadas y Rehabilitación de las áreas indicadas Capacitación de los profesionales y personal técnico. Adquisición de modernos equipos que contribuyan a la enseñanza y elaboración de mejores trabajos de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> Obras Civiles por un monto total de S/. 7 591 891 Supervisión de la obra por un costo de S/. 122 900. Capacitación por un monto de S/. 900 000.00 Elaboración del Expediente Técnico por un monto de S/. 135 000. 	<ul style="list-style-type: none"> Expediente Técnico. Acta de inicio de obra. Informe de avance Físico-Financiamiento de la obra (Supervisión). Cuaderno de obra. Comprobantes de gasto. 	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilidad oportuna de recursos financieros para cubrir todas las actividades. Participación y supervisión de la UNI y el LNH. Interés de la población y miembros de la UNI en participar en los talleres de capacitación.

Elaboración Propia

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. CONCEPTOS BÁSICOS PARA UN ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL

Es necesario, antes de plantear el estudio, conocer conceptos previos que nos permitan calificar el desarrollo y la entrega del presente trabajo, dichos conceptos servirán de lineamientos para la ejecución del estudio.

1.1.1.El Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)

El SNIP, es un sistema administrativo del Estado que a través de un conjunto de principios, procedimientos y normas técnicas certifica la calidad de los Proyectos de Inversión Pública (PIP).

Sus objetivos son:

- La eficiencia en la utilización de los recursos de inversión.
- La sostenibilidad en la mejora de la calidad o ampliación de la provisión de los servicios públicos intervenidos por los proyectos.
- Mayor impacto socio-económico, es decir, un mayor bienestar para la población [12].

1.1.2.El Marco Lógico (ML)

Para lograr sus objetivos, el SNIP aplica la metodología del Marco Lógico, la cual fue desarrollada por la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (USAID) a fines de los años 60 y a principios de los 70, y nos ofrece herramientas para la conceptualización, el diseño, la ejecución, el seguimiento del desempeño y la evaluación de proyectos.

Por lo que el Marco Lógico (ML) es una de las herramientas principales que utilizan organismos nacionales e internacionales para el diseño y la planificación de proyectos.

Este Método plantea fases para el desarrollo de cualquier proyecto, a fin de que se logre cumplir con los objetivos que plantea el proyecto a través del SNIP, dichas fases se muestran en la *Figura N° 1.1*.

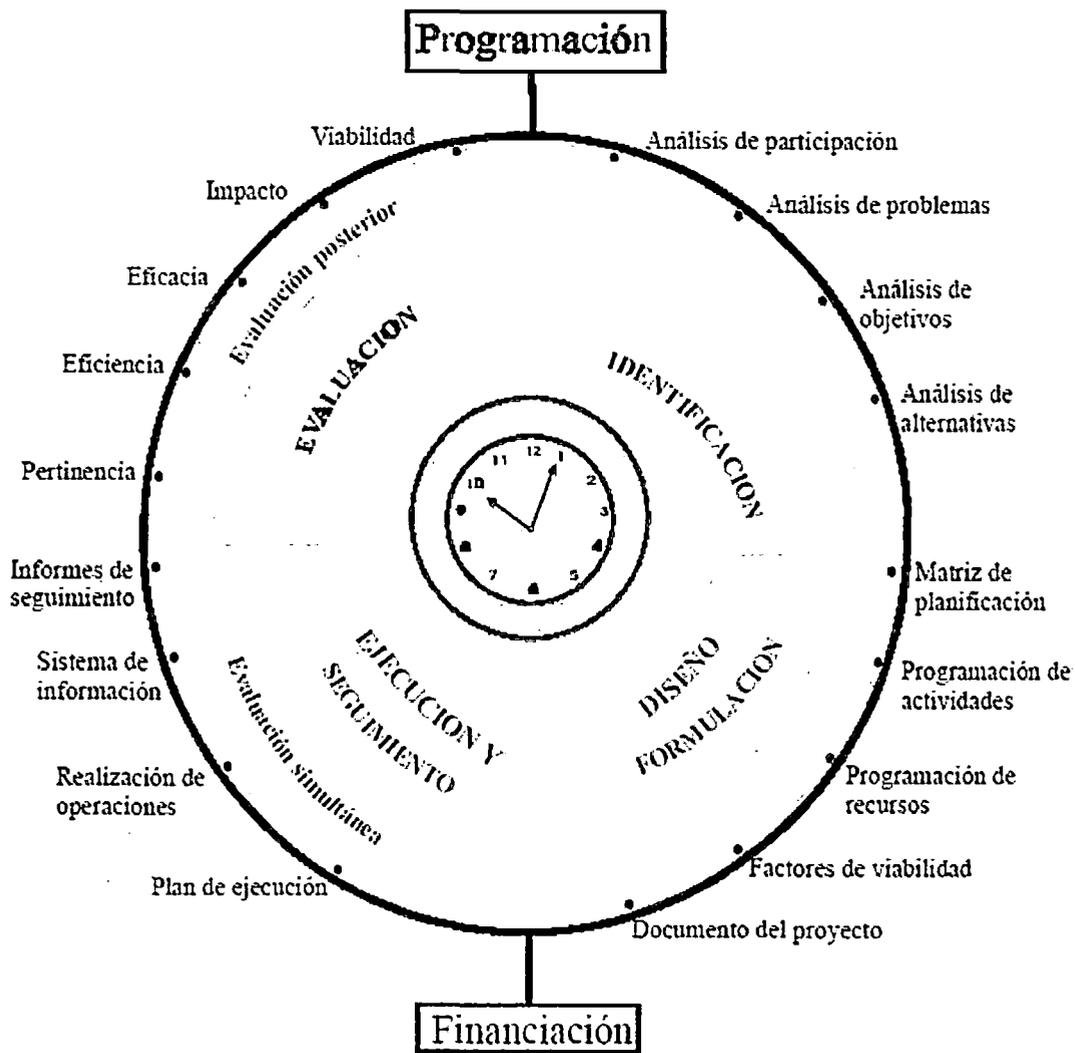


Figura N°1.1 Fases de Planificación de un Proyecto

Fuente: SNIP, Elaboración Propia

Como se aprecia en la *Figura N° 1.1*, las dos primeras fases del proyecto corresponden a una etapa de planificación y estudio, que comprende la *Identificación de Necesidades* y el *Planteamiento de Soluciones*.

Esta etapa de planificación nos permitirá analizar los problemas y los involucrados dentro del proyecto, con la finalidad de plantear los objetivos y alternativas de solución que se generarán a través del mismo.

En la *Figura N°1.2*, se puede apreciar los logros que se pretenden obtener al planificar el proyecto.

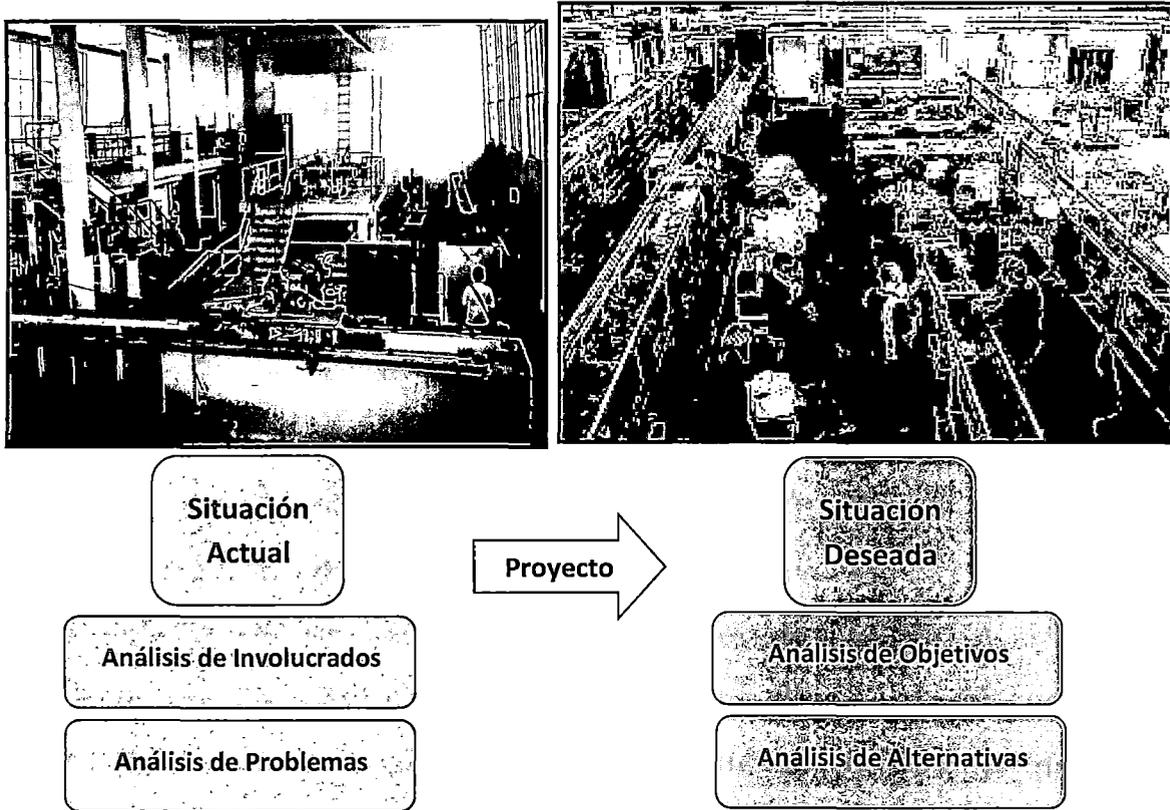


Figura N°1.2 Logros de un Proyecto Planificado
Fuente: Pro Inversión. Elaboración Propia

La fase de los estudios comienza con la "Identificación", la cual tiene por objetivo lograr plantear el *Problema Central* y definir las *Alternativas de Solución* que permitan mejorar la situación actual, como se muestra en la *Figura N°1.3*.

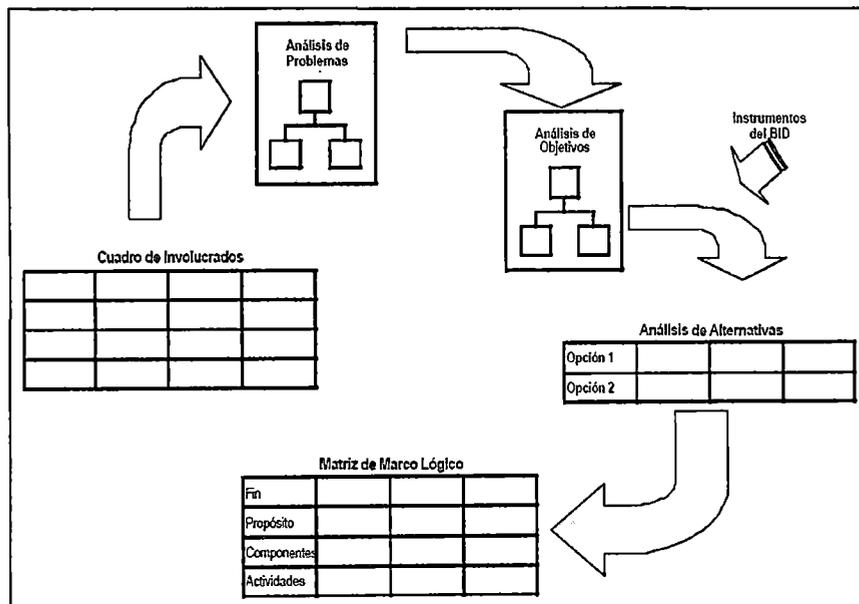


Figura N°1.3 Metodología del ZOPP y ML
Fuente: Pro Inversión

El resultado de la evaluación a través del ML se presenta en una matriz, que nos permite resumir los pasos que se seguirán para lograr el fin deseado, como se muestra en la *Figura N°1.4*.

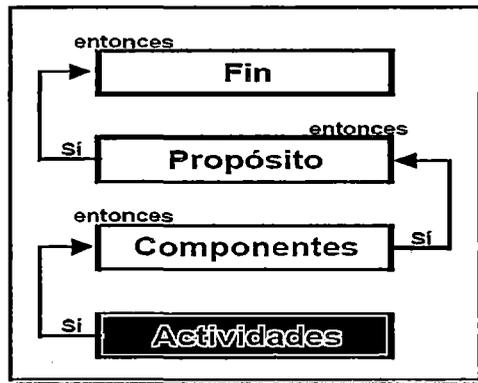


Figura N°1.4 Resultado Final del Marco Lógico según la Lógica Vertical
Fuente: SNIP

Como ejemplo del planteamiento final del Marco Lógico, se presenta el *Cuadro N°1.1*, en el que se hace un esbozo a grandes rasgos de los pasos que conllevan al “*Fin Deseado*” del proyecto que se evaluará en este trabajo.

Cuadro N°1.1 Planteamiento del Laboratorio Nacional de Hidráulica

Laboratorio Nacional de Hidráulica	
PASO 4	Satisfacción de las necesidades cubiertas a través de proyectos más eficientes y mejor elaborados.
PASO 3	Proyectos relacionados con la Ingeniería Hidráulica, más eficientes y que resuelven la demanda de la población de manera segura.
PASO 2	Profesionales mejor capacitados para resolver problemas concernientes a la Ingeniería Hidráulica.
PASO 1	Mejorar la Infraestructura y los Servicios del L.N.H.-UNI

Elaboración Propia

Por último, no debemos olvidar que la ejecución de los proyectos contribuye a mejorar la situación actual, sin embargo, el presente proyecto por sí solo no resolverá todos los problemas estudiados. Por lo que se hace importante evaluar constantemente el L.N.H. a fin de integrarse a las nuevas tecnologías y cumplir con las demandas de la sociedad.

1.1.3.El Método ZOPP (Planificación de Proyectos Orientada a Objetivos):

El Método ZOPP, desarrollado en el año 1960 por la USAID, basa su trabajo de planificación de proyecto orientada a objetivos (ZOPP), en tres etapas:

- **Primera Etapa: “Análisis de la Situación”**, el cual se encarga de evaluar los problemas que se presentan, los objetivos que se desee lograr y las alternativas de cómo se puede obtener dichos objetivos.

- **Segunda Etapa: “Integración de la Matriz”**, de manera similar a la del ML, se plantea un esquema para definir a cada objetivo una actividad específica, seguidamente se desarrolla los supuestos importantes que puedan ocurrir y que no están al alcance del proyectista. Seguidamente se eligen indicadores verificables objetivamente, documentos, encuestas, etc., y finalmente se mencionan las fuentes de verificación.
- **Tercera Etapa: “Planeación de la Implementación”**, finalmente la tercera etapa se encarga del post proyecto, lo cual involucra:

La Gerencia del Proyecto, además de realizar un análisis institucional, seguidamente se desarrolla una Evaluación del Ejercicio ZOPP y finalmente se plantea un Plan de Operaciones.

El método se integra por once pasos reunidos en tres etapas: el análisis de la situación, pasos 1 al 3; la integración de la matriz de planeación del proyecto, pasos 4 al 7; y la planeación de la implementación, pasos 8 al 11; estos se pueden apreciar en la *Figura N°1.5*.

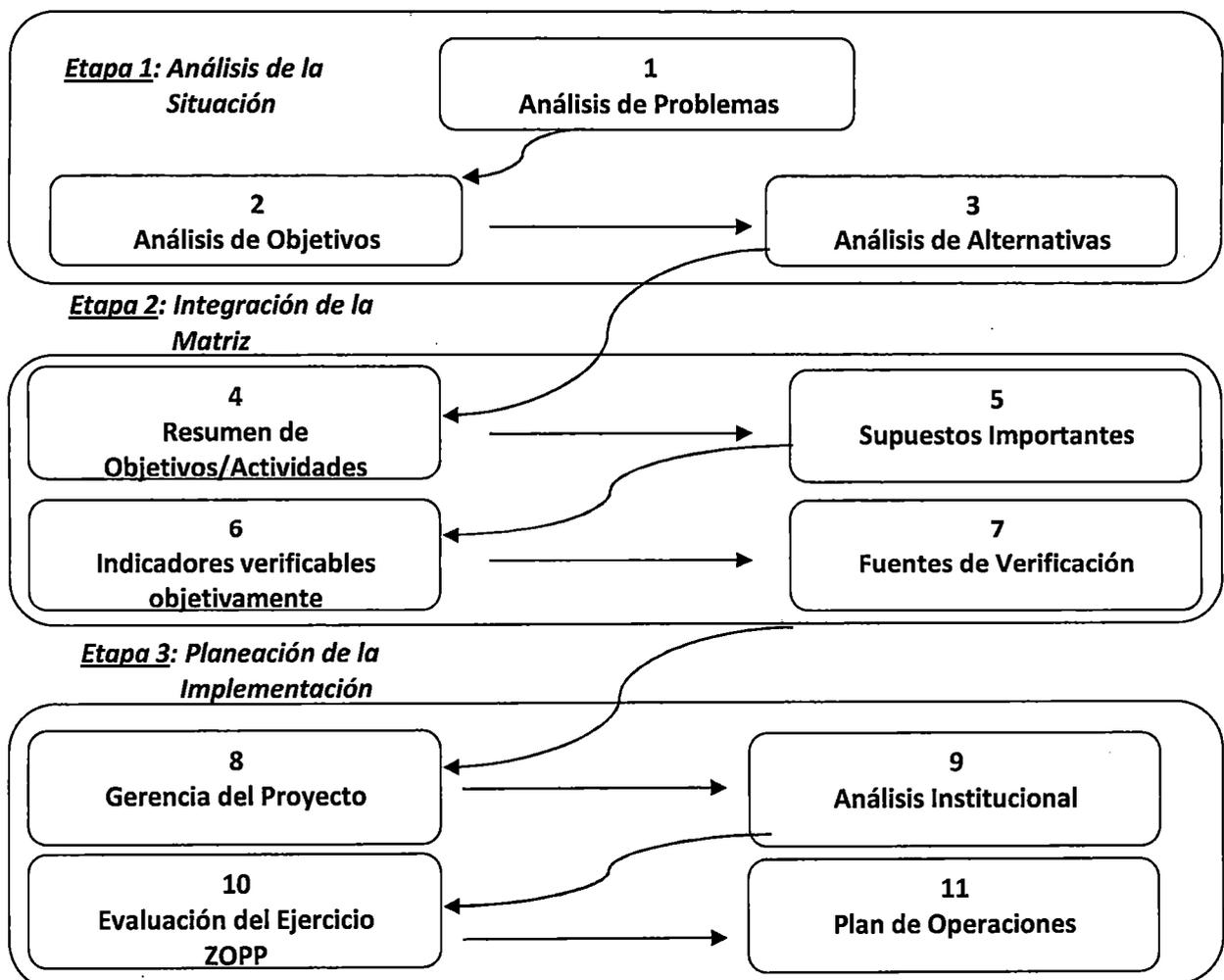


Figura N°1.5 Procedimiento para realizar la Técnica ZOPP
Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)

1.2. PROCESO HISTÓRICO DEL LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA

La idea de la planificación de los Recursos Hidráulicos, no es una teoría que se propone recientemente; desde tiempos antiquísimos la necesidad de entender la naturaleza del comportamiento de los fluidos y en particular el del agua, ya sea para sacar provecho de la misma o para poder mitigar los daños causados por ésta, ha estado latente en el ser humano.

Durante el siglo pasado, con la consolidación en la nación de grandes proyectos hidráulicos que contribuyeron en mejorar el nivel de vida nacional, se dio un gran avance en el estudio e investigación en esta área. En aquel entonces, el principal motor que incentivó la investigación fue el aprovechamiento agrícola y la explosión demográfica que se vivía. Debido a este auge, el estado peruano en 1960 invirtió en la capacidad de sus investigadores y los dotó, junto con apoyo internacional, de un laboratorio acondicionado con la última tecnología de su época y con las herramientas para poder realizar estudios que prevean y analicen con mayor minuciosidad dichos proyectos de tal modo que se genere conocimiento a través del crecimiento económico que se vivía.

Sin embargo, el gran avance que se dio, quedó profundamente relegado desde los años 90, principalmente por que el país comenzó a tener como política la priorización de economías primarias, que ameritaban menos investigación y que daban mayores ingresos al estado. Ello conllevó a que se dejara de lado el énfasis en la educación y la investigación en el país. En particular el L.N.H. fue entregada a convertirse en una empresa que tuviera la necesidad de solventarse, por lo que al decaer las fuentes de investigación y al no proveer de recursos para que pudiese mantenerse, este instrumento tan primordial para el fortalecimiento de la investigación en el país quedó relegado y olvidado.

Presentamos a continuación cual ha sido la evolución del Laboratorio, que nació con la finalidad de desarrollar investigación de los recursos hidráulicos a nivel nacional y que el día de hoy su actividad a disminuido considerablemente.

El Laboratorio Nacional de Hidráulica (L.N.H.) con sede en Lima - Perú, se crea el 12 de Febrero de 1960 a partir del Convenio celebrado entre la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y la Dirección de Aguas e Irrigaciones del entonces Ministerio de Fomento y Obras Públicas [8]. Recordemos que en aquel entonces, teníamos como nación la necesidad de desarrollar grandes proyectos agrícolas, que no solo serían el desarrollo económico del país sino que también dotaría a la costa, una zona prominentemente desértica, de cultivos capaces de abastecer la creciente demanda alimenticia.

Posteriormente en Marzo de 1967, siendo Presidente de la República Don Fernando Belaúnde Terry, se expide el Decreto Supremo 20 - F, por el cual el Laboratorio Nacional de Hidráulica pasa a ser un Organismo Conjunto de la Dirección General de Irrigaciones del entonces Ministerio de Fomento y Obras Públicas y de la Universidad Nacional de Ingeniería. Es decir, que además de ser el ente que ayude a la planificación del escaso recurso hídrico, también generaría investigación y promovería la educación integral de los futuros profesionales de la nación.

Sería en marzo de 1990, fecha en la que el Perú prácticamente dejó de invertir en la educación e investigación en el país, se decide entonces que el Laboratorio Nacional de Hidráulica pase a ser Órgano Autónomo de la Universidad Nacional de Ingeniería, dependiente del Rectorado, y funcionando como Empresa Universitaria en base a los recursos directamente recaudados que “generen sus actividades”, en otras palabras, se convirtió en un organismo que desarrolla investigación y a la vez debe ser capaz de auto financiarse, en un país en que la investigación y la planificación cayeron en desuso en los últimos años.

El estado ya no veló por este órgano de apoyo tan valioso para el crecimiento del país, sino que lo dejó a una suerte de empresa y que además su área de competencia se venía a menos por la falta de proyectos que mejorasen el nivel de vida de la población.

Esta situación se ha mantenido hasta el día de hoy, durante más de veinte años el Perú se ha cerrado en generar fuentes económicas en base a sistemas más avanzados y solamente ha dado aval a que se generen economías extractivas primarias, que solventan la economía nacional, pero que no fomentan un crecimiento de su educación ni investigación.

En la fecha de su fundación, se equipó el Laboratorio con la mayoría de equipos que actualmente cuenta, gran cantidad de ellos por organismos internacionales que comprenden la necesidad de planificar el recurso hídrico. El tiempo ha jugado en contra y dada la antigüedad de los equipos existentes, y la situación de algunos componentes de su infraestructura, esta institución ha decaído de tal modo que se hace necesario hacer trabajos de mejoramiento en el Laboratorio Nacional de Hidráulica.

Esta necesidad hace que se plantee la siguiente tesis. El “Mejoramiento de la Infraestructura y los Servicios del Laboratorio Nacional de Hidráulica en la Universidad Nacional de Ingeniería” pretende ser un aporte para la realización de un expediente técnico, que permita obtener recursos para el re potenciamiento de tan importante elemento en la formación técnica profesional a nivel nacional.

Para desarrollar el presente trabajo, se ha tomado en cuenta la creciente inversión que se ha dado a trabajos de esta índole recientemente, es decir, de apoyo a la enseñanza e investigación que se han venido desarrollando con gran difusión en el país en los últimos años.

En la Universidad Nacional de Ingeniería, a través de la Oficina Central de Planificación, se han desarrollado estudios a nivel de perfil para mejorar la infraestructura y el equipamiento en diferentes áreas de la universidad, entre los que tenemos:

- ✓ Mejoramiento del equipamiento especializado de los laboratorios académicos del Centro de Investigación y Desarrollo de la Facultad de Ingeniería Mecánica – UNI.
- ✓ Mejoramiento del laboratorio de ensayo de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil – UNI.
- ✓ Mejoramiento de la capacidad y calidad de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Ingeniería, entre otros.

En la *Figura N°1.6*, se aprecia la edificación principal del laboratorio, vista desde el ingreso, su arquitectura es clásica de la década del sesenta, cuando prevalecían los grandes vitrales para el aprovechamiento óptimo de la luz solar.

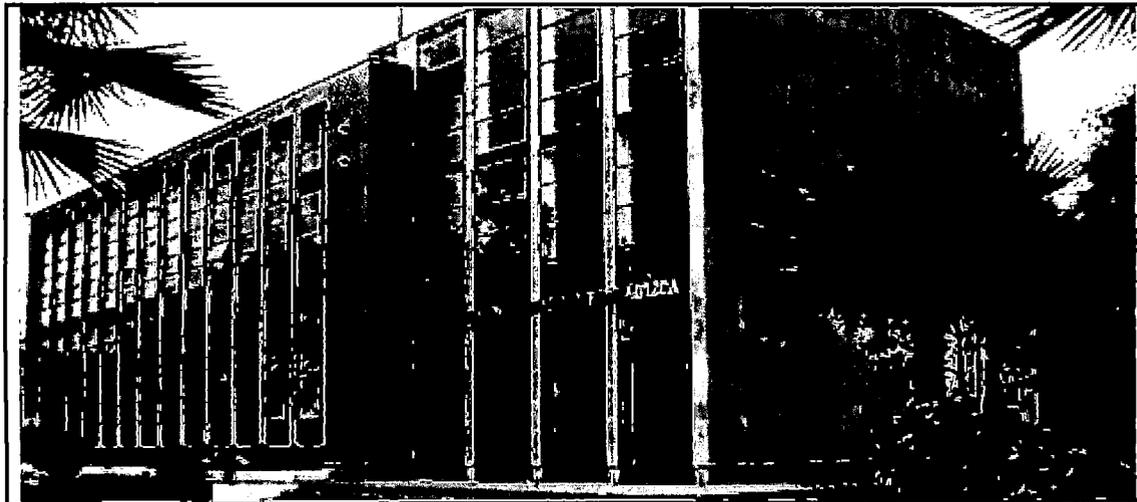


Figura N°1.6 Edificación Principal del Laboratorio Nacional de Hidráulica

Fuente: Laboratorio Nacional de Hidráulica

1.3. ORGANIZACIÓN ACTUAL DEL LABORATORIO.-

El L.N.H. actualmente cuenta con un Consejo Directivo conformado por tres miembros en representación de los Ministerios de Agricultura, Energía y Minas, y un representante de los Ministerios de Transportes y Comunicaciones y de Vivienda, Construcción y Saneamiento; asimismo, con cuatro miembros de la Universidad Nacional de Ingeniería, designados por el Rector, de los cuáles dos son representantes de la Facultad de

Ingeniería Civil, un representante de la Facultad de Ingeniería Geológica, Metalúrgica y Minas, y un representante de la Facultad de Ingeniería Mecánica, como se aprecia en el Organigrama del Laboratorio Nacional de Hidráulica *Figura N° 1.7*.

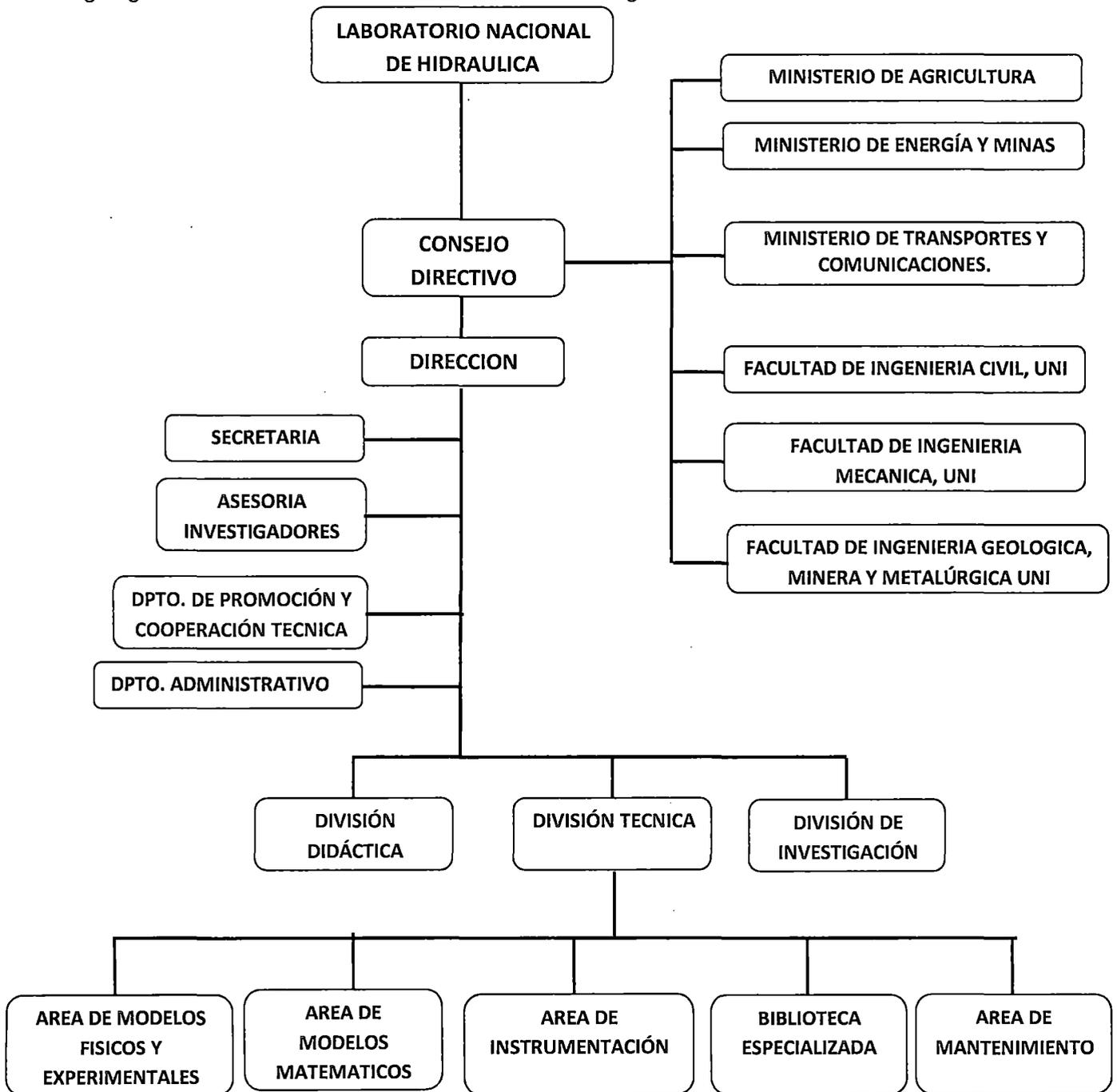


Figura N°1.7 Organigrama del Laboratorio Nacional de Hidráulica

Fuente.- Laboratorio Nacional de Hidráulica

1.4. NOMBRE Y UBICACIÓN DEL PROYECTO.-

El Proyecto se denomina: "Mejoramiento de la Infraestructura y los Servicios del Laboratorio Nacional de Hidráulica en la Universidad Nacional de Ingeniería".

El nombre de los Proyectos de Inversión Pública (PIP), son asignados de la siguiente manera:

Cuadro N°1.2 Planteamiento del Nombre de un PIP

¿Qué se va a hacer?	¿Cuál es el bien o servicio a proveer?	¿Dónde se va a localizar?	Nombre del Proyecto
Se va a mejorar.	La Infraestructura y los Servicios	En el Laboratorio Nacional de Hidráulica de la Universidad Nacional de Ingeniería.	Mejoramiento de la Infraestructura y los servicios del Laboratorio Nacional de Hidráulica en la Universidad Nacional de Ingeniería.

Elaboración: Propia

El Laboratorio se halla ubicado en el Interior del Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería, en el distrito del Rímac, en la Provincia de Lima en el departamento de Lima. Se localiza en la cuadra 10 de la Av. Túpac Amaru. La *Figura N°1.8*, muestra la Ubicación del proyecto en el Perú.

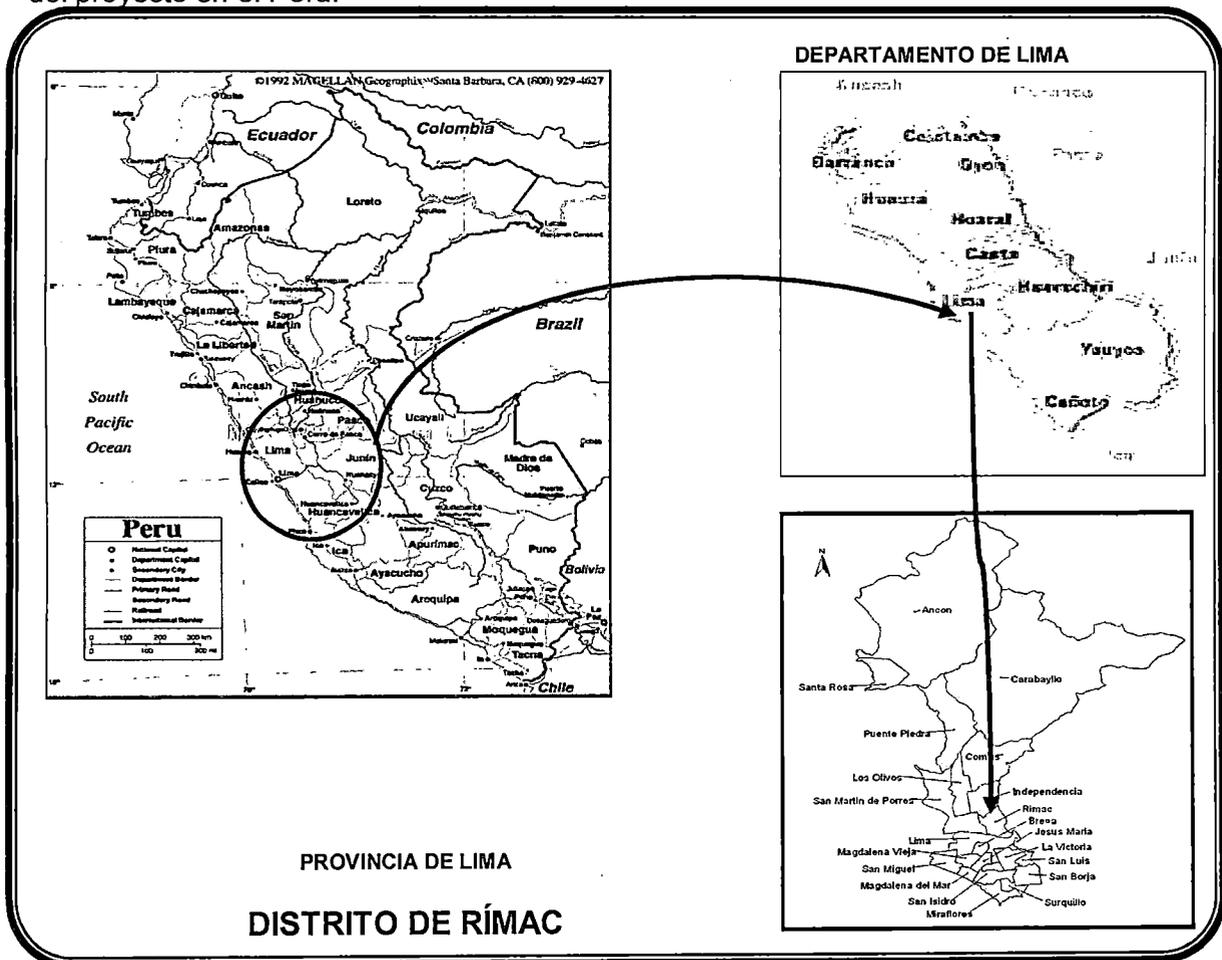


Figura N°1.8 Localización de la Universidad Nacional de Ingeniería
Elaboración.- Propia

La influencia de la Universidad como "Polo de desarrollo", motivó que la población de los distritos aledaños orbite alrededor de la Casa de Estudios, por lo que el día de hoy, la Universidad se halla rodeada de urbanizaciones y pequeñas ciudadelas que albergan principalmente a estudiantes. La *Figura N°1.9* muestra la Localización del L.N.H. dentro de la Universidad Nacional de Ingeniería.

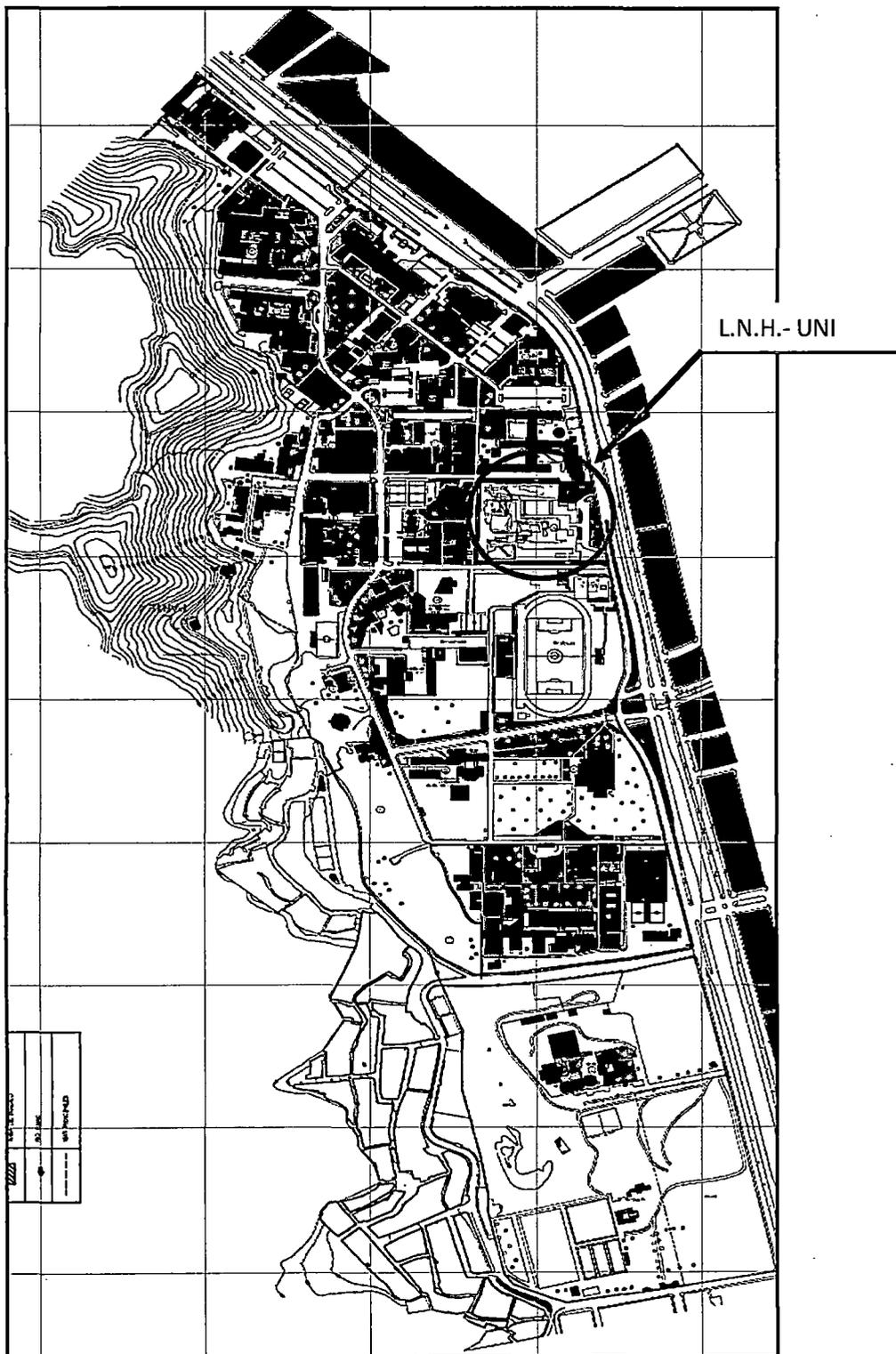


Figura N°1.9 Ubicación del L.N.H. en el Campus de la UNI
Fuente.- Universidad Nacional de Ingeniería
Elaboración.- Propia

1.4.1. Linderos del Proyecto.-

El Laboratorio Nacional de Hidráulica, se halla rodeado por accesos o avenidas principales dentro y fuera de la Universidad, en el *Cuadro N°1.3* se indica los linderos del L.N.H., y sus vértices usando Coordenadas UTM – elipsoide WGS 84, Zona 18L. Los límites del Proyecto se pueden apreciar en el *Plano Anexo G-01*.

Cuadro N°1.3 Linderos del Laboratorio Nacional de Hidráulica

Dirección	Limita con:	Lado (m)	Vértice	Este	Norte
Norte	Centro de Computo, Estadio UNI	155.00	Pto1	276720.87	8670405.79
			Pto2	276875.66	8670399.17
Oeste	Av. Túpac Amaru	109.40	Pto2	276875.66	8670399.17
			Pto3	276867.01	8670290.08
Sur	Facultad de Arquitectura (FAUA)	134.20	Pto3	276867.01	8670290.08
			Pto4	276732.83	8670297.03
Este	Facultad de Ingeniería Civil, Pabellón "J"	109.45	Pto4	276732.83	8670297.03
			Pto1	276720.87	8670405.79

Elaboración Propia

El Laboratorio Nacional de Hidráulica ocupa un área de 15 631.93 m², de los cuales más de 7,000 m² se destinan para la reproducción de modelos físicos, modelos hidráulicos a escala donde se han evaluado, y se siguen evaluando, el comportamiento de importantes obras a nivel nacional.

En las áreas techadas se encuentran diferentes ambientes entre las que se tiene: El Laboratorio Didáctico, el Canal de Calibración de Correntómetros y Estudios de Ingeniería Naval, la Biblioteca Técnica, Salón Auditorio, Oficinas y Talleres, entre otros.

El *Cuadro N° 1.4*, muestra las características generales del terreno:

Cuadro N° 1.4 Datos Generales del Terreno

Características del Terreno	
Perímetro (m)	508.05
Área (m ²)	15,631.93

Elaboración Propia

1.5. PARTICIPACIÓN DE LOS TIPOS DE ENTIDADES INVOLUCRADAS Y DE LOS BENEFICIARIOS

Los tipos de organismos involucrados en la solución del problema, que mayor interés muestran son:

- La Comunidad Universitaria.
- El Estado Peruano.
- Las Empresas Privadas.

- Organismos Públicos y Privados interesados en la preservación y planificación de los recursos hidráulicos.

La *Figura N°1.10*, muestra los diferentes tipos de entidades involucradas y los beneficiarios del proyecto.

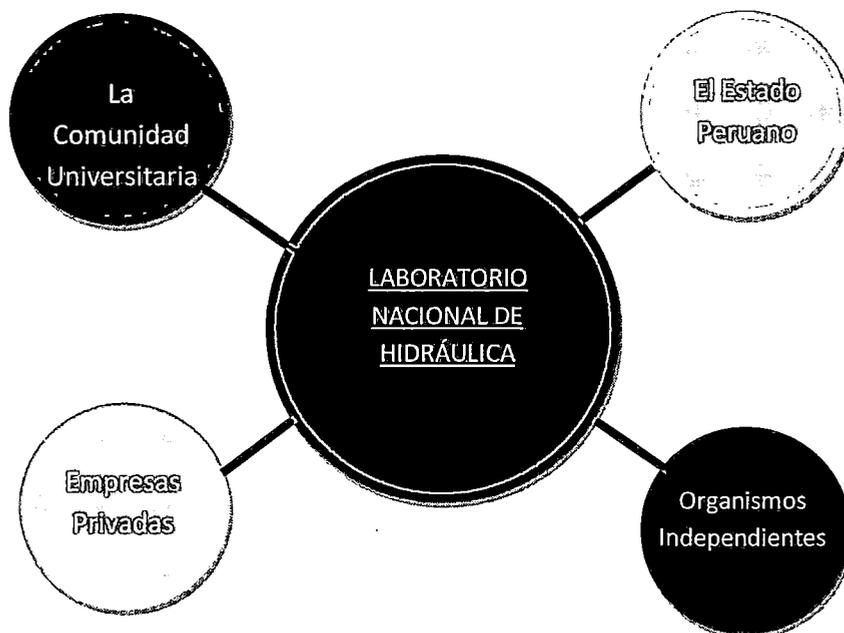


Figura N°1.10 Tipos de Entidades Involucradas y Beneficiarios
Elaboración.- Propia

Como se puede apreciar en el *Cuadro N°1.5*, podemos concluir en que no se observa conflictos entre los involucrados, que puedan interferir negativamente en el desarrollo del proyecto. Muy por el contrario se observa un alto compromiso y predisposición de todas las entidades, autoridades, funcionarios y beneficiarios involucrados para la formulación y ejecución del proyecto.

Cuadro N° 1.5 Principales entidades involucradas y beneficiarios en el proyecto

Grupo de Involucrados	Problemas Percibidos	Intereses principales del Grupo	Estrategias
<p>La Comunidad Universitaria (Representante de la sociedad civil, a través de sus estudiantes e investigadores.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Malas condiciones de los equipos en la enseñanza pública. • La Infraestructura, no permite desarrollar investigación y transmitir conocimientos adecuadamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impartir una mejor educación a los futuros ingenieros y profesionales relacionados con la Hidráulica y la Planificación del Recurso Hídrico. Entre ellos: Ingenieros Civiles, Ingenieros Ambientales, Ingenieros Hidrogeólogos y otros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar políticas de trabajo entre el sector educación y las autoridades locales, instituciones del Gobierno Central y la sociedad civil
<p>El Estado Peruano (Ministerio de Ambiente, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de planificación y prevención en el uso de los recursos hídricos. • La escasez del recurso hídrico va en aumento. • Demanda futura crece vertiginosamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene la necesidad y el deber de “Promover el desarrollo científico y tecnológico del país”, estipulado en la Constitución en su artículo 14. • Debe “Promover el uso racionalizado y sostenible de los recursos naturales”, estipulado en el artículo 67 de la Constitución Política del Perú. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generar desarrollo científico y tecnológico en el país. • Promover el uso racionalizado y sostenible de los recursos naturales.
<p>Las Empresas Privadas. (Consultores y Constructores de Proyectos Hidráulicos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren profesionales con habilidades para optimizar los recursos hidráulicos. • Se requiere de tecnología que permita realizar estudios básicos de manera precisa y oportuna. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar y generar los proyectos hidráulicos de gran envergadura en el país, en los que son necesarios, debido a su magnitud o a su prioridad, realizar estudios que permitan entender el futuro comportamiento que presentarán dichos proyectos ante eventualidades naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exigir responsabilidad social a las empresas privadas y un mayor fomento de la investigación e inversión en los estudios previos. • Económicamente resultará a futuro también ventajoso para ellos.
<p>Las Empresas Prestadoras de Servicios (EPS) (Saneamiento, Cooperativas Agropecuarias, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere la evaluación previa de los proyectos para minimizar las pérdidas y optimizar los servicios que se brindará a la sociedad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Están encargadas de satisfacer las necesidades de la población, tarea que desarrollan en conjunto con el estado. • De igual manera son los encargados de desarrollar proyectos como el de abastecimiento de agua o los de irrigación, entre otros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vincular a las empresas prestadoras de servicios (EPS), que son parte del estado, con la investigación de tal modo que se genere conocimiento a través de su ganancia.

Elaboración.- Propia

1.6. MARCO DE REFERENCIA.

La Influencia para el desarrollo nacional, del reequipamiento y repotenciación del Laboratorio Nacional de Hidráulica es de gran importancia, ello con el objetivo de lograr sentar las bases para el desarrollo de la investigación en el país.

Para comprender la necesidad de contar con un Laboratorio apto en el Estudio de la Ingeniería Hidráulica será necesario:

- Primero desarrollar una descripción somera pero importante en la cual se destaque la capacidad hidráulica con la que se cuenta a nivel nacional y
- Segundo, evaluar el uso que se ha dado hasta el momento de estos recursos.

Para comprender nuestra capacidad hídrica nacional, es necesario realizar una descripción sobre el Medio Natural del Perú.

A continuación se analizará el Medio Natural sumamente complejo del país sobre el cual se asentó el ser humano, así como los factores antropo - génicos que alteraron el Medio Ambiente y lo convirtieron en un Medio Racionalizado, haciendo posible el aprovechamiento de los recursos, a través de la construcción de obras hidráulicas.

1.6.1.El Medio Natural Peruano

El Perú, es un país situado en la parte occidental e intertropical de América del Sur, su ubicación latitudinal de carácter prominentemente trópico lo brinda de un clima cálido con presencia de lluvias torrenciales en verano, durante los meses de diciembre a marzo, así como de climas húmedos con escasas precipitaciones durante el invierno, temporada que comprende los meses de mayo a agosto; este clima genera que los dos tercios de su territorio estén conformados por bosques tupidos y húmedos.

Existen en el país condicionantes geográficos que alteran no solo la morfología del territorio, sino también el clima, la vegetación, e indudablemente el acondicionamiento territorial.

El principal condicionante de la geografía del país es sin duda la Cordillera de los Andes, una de las más altas cadenas montañosas del mundo y que irrumpe en la geomorfología regional como se aprecia la *Figura N°1.11*. Su influencia es la división del país en dos regiones claramente marcadas, tanto por su topografía como por su clima, factores determinantes para el desarrollo antropo-génico, como son la conformación de las sociedades y por concerniente también sus alternativas económicas.

La *Figura N° 1.11* muestra la geografía nacional, y la designación que le diera Pulgar Vidal para la clasificación de los pisos ecológicos.

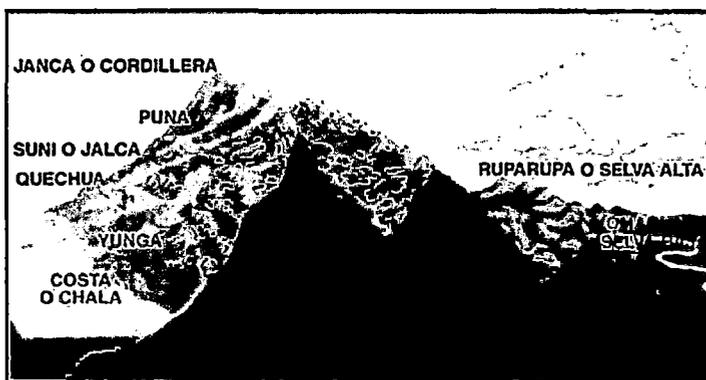


Figura N°1.11 Pisos Ecológicos del Perú, según Pulgar Vidal [15].
Fuente.- Ministerio de Ambiente

Se puede apreciar que el lado oeste de la Cordillera, se halla conformado por una angosta planicie desértica, con presencia de escasos valles productivos, estos son aprovechables solo en época de verano. Paradójicamente, es donde se desarrolla la mayor parte de la demografía nacional. En esta zona vive cerca del 60% de la población nacional [15]. A pesar de que esta región solo cubre el 11.74% del territorio nacional, el cual se puede apreciar en la *Figura N°1.12*.

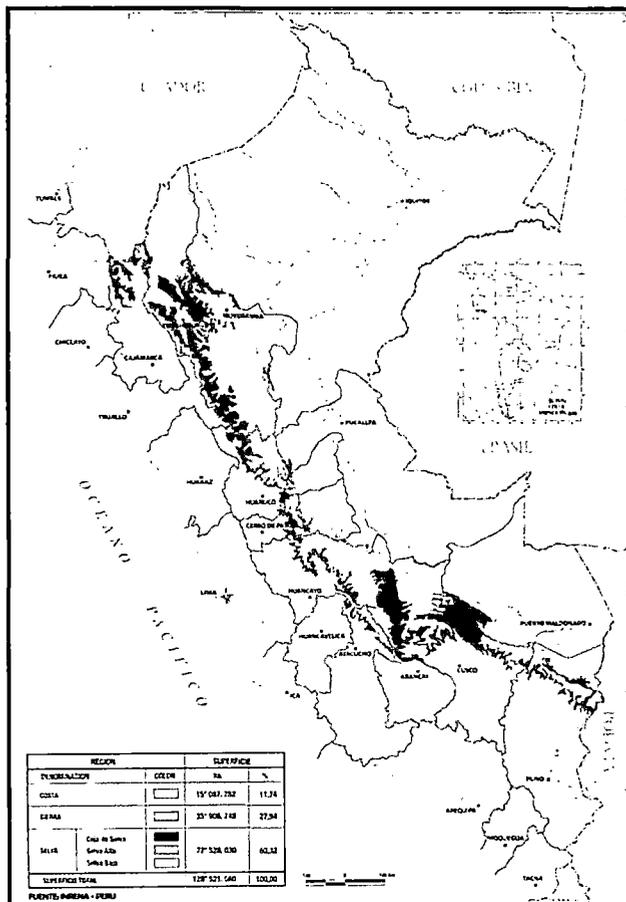


Figura N°1.12 Superficie del Territorio Peruano en Sectores Naturales
Fuente.- INRENA

Las poblaciones costeñas se desarrollaron en los valles de los ríos debido a que su capacidad productiva es buena y en algunos casos, como en la Costa Norte del país, la calidad de productos como el algodón, los espárragos y las alcachofas, no solamente abastecen a la demanda nacional, sino que también tienen un gran potencial de exportación [14].

En la región de La Costa la temperatura es constante casi todo el año, con un promedio de 20 °C. La corriente fría de Humboldt, que corre paralela a la línea de la costa peruana, y la presencia de los Andes al este, determinan el clima de esta región, convirtiéndola en una zona árida desde el desierto de Sechura hasta las pampas de Nazca; esta zona recibe en promedio unos 100 mm de precipitación anual, el cual se puede apreciar en la *Figura N°1.13* que lo convierte en uno de los lugares más secos del planeta.

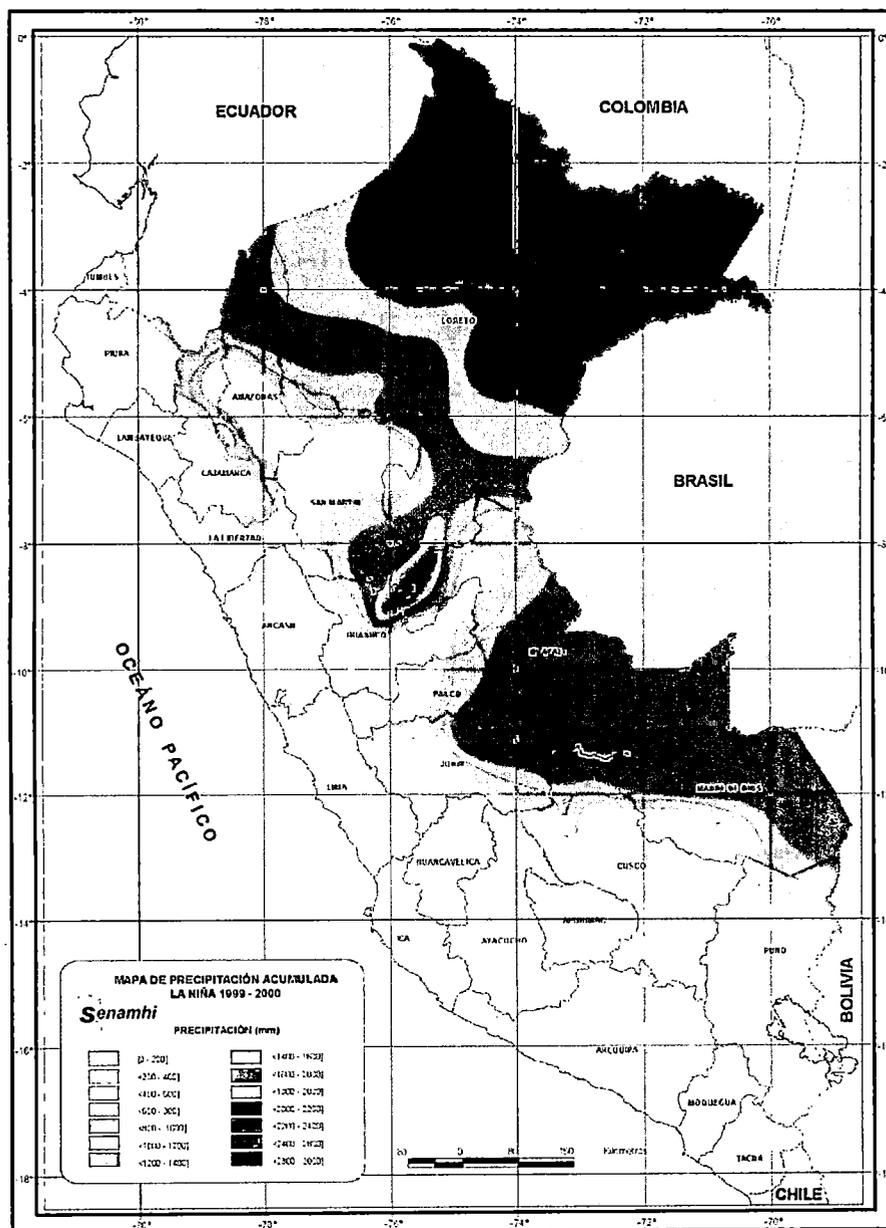


Figura N°1.13.- Plano Regional de Precipitaciones en el Perú
 Fuente.- SENHAMI

Como se mencionó anteriormente, en el Perú se vivió un crecimiento agrícola impulsado por el estado, esto permitió, como en el caso de la costa norte, dotarlo de infraestructura que permitiese hacer productivos los extensos valles eriazos. Como ejemplo tenemos el Proyecto de Irrigación Chavimochic en el departamento de La Libertad, en la *Figura N°1.14*, se aprecia el "Canal Madre", que se encarga de dotar de agua desde el río Santa hasta los valles de esta región, cabe mencionar que aún hoy el proyecto se halla inconcluso, sin embargo se viene cosechando sus frutos desde el inicio del proyecto.



Figura N°1.14 Vista del Proyecto de Irrigación Chavimochic
Fuente.- Propia

Por otra parte, en la Sierra el rasgo geográfico más importante es sin duda la Cordillera de los Andes, no solo por su influencia en la variedad de climas, sino también porque alberga los recursos naturales que actualmente mantienen en alza la economía nacional (la minería), sin embargo, es este tipo de economía la que está generando un paulatino y grave deterioro social.

Es en las cumbres de la cordillera donde se almacenan las grandes despensas hídricas y donde nacen las cuencas para la alimentación de los ríos que forma las macro cuencas hídricas del Pacífico, el Atlántico y el Típicaca.

Los recursos hídricos importantes a resaltar en esta región son: los Nevados, que albergan en sus cumbres a los glaciares, una de ellas se puede apreciar en la *Figura N° 1.15*, los cuales a través de sus deshielos alimentan ciudades importantes como Huaraz, Chimbote, Trujillo o Lima, y de igual manera genera gran parte de la electricidad nacional.

Destacan también en su geografía, la presencia de profundos cañones como el Cotahuasi o el Colca en Arequipa, varios de ellos se usan para el represamiento y construcción de centrales hidroeléctricas, como el caso del Mantaro o Cañón del Pato.

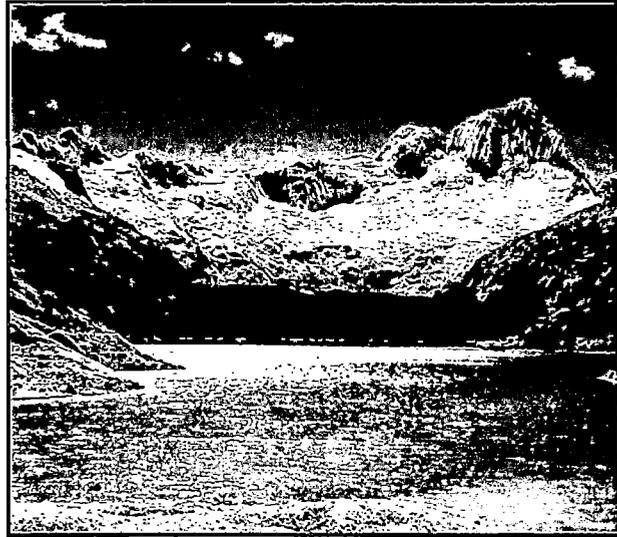


Figura N°1.15 Vista de la Cordillera Blanca, Ancash, Perú
Fuente: Prom Perú

En la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes se halla la selva amazónica, la cual cubre el 60.32% del territorio nacional, se encuentra cubierta por una exuberante vegetación. Esta zona comprende altitudes desde los 80 hasta los 2000 msnm; la parte baja, alberga la mayor disponibilidad hídrica del país, sin embargo su uso y aprovechamiento aun hoy es muy escaso. Grandes ríos fluyen a través de estas llanuras, enriqueciendo tierras que se retro alimentan. Potencialmente se dispone de gran cantidad hídrica, sin embargo poseen grandes llanuras de inundación en las cuales se han asentado importantes ciudades al oriente del país, como son Iquitos o Puerto Maldonado, y que constantemente, en temporadas de crecidas son inundadas y afectan la economía de estas ciudades.

La zona de selva alta es muy rica agrícolamente, las intensas lluvias así como la buena capacidad de los suelos, permiten obtener productos que alimentan no solo a la selva sino también a la sierra y la costa nacional.

La selva baja, muy por el contrario, posee un suelo con una riqueza agrícola muy baja, esto debido a que su formación edafológica es reciente y los nutrientes se dan debido a la descomposición de materia orgánica.

Los principales problemas que se presentan en la selva son:

- La poca accesibilidad para la intercomunicación entre los pueblos lo cual dificulta bastante su desarrollo.
- Grandes zonas inundables, afectando ciudades, vías de comunicación, extensiones agrícolas, etc.

En la *Figura N°1.16*, se aprecia la gran riqueza hídrica con que se cuenta en la selva peruana.



Figura N°1.16 Vista del río Tahuamanu, Madre de Dios, Perú
Fuente: Prom Perú

Es importante resaltar el dominio marítimo que ostenta el Perú, puesto que ocupa una posición privilegiada en el centro-occidente de América del Sur, disponiendo de 3,079.5 Km [1] de litoral que dan hacia el Océano Pacífico.

Por su posición latitudinal de carácter tropical, nuestro mar debería brindar temperaturas cálidas (25°-26°C), sin embargo debido a la Corriente Peruana, corriente gélida también conocida como Corriente de Humboldt y al fenómeno de afloramiento (planteada en 1844 por Tesson), presenta temperaturas muy por debajo de una zona tropical, como se aprecia en el *Cuadro N°1.6*.

Cuadro N°1.6 Temperaturas Medias del Mar Peruano

Sector	Temperaturas
Norte	20° - 22°C
Centro	17° - 19°C
Sur	13° - 14°C

Fuente: SENAMHI
Elaboración: Propia

Estas bajas temperaturas, impuestas por una corriente que va de sentido sur a norte proveniente de la Antártida hasta la latitud 5°S, han brindado a nuestras costas de una riqueza ictiológica muy grande así como condiciones favorables para el desarrollo de actividades económicas como la pesca, actividades recreativas, entre otras; que han sido aprovechadas en la construcción de puertos como el de Chimbote.

En el aspecto climático, esta corriente fría provoca en las aguas marinas un proceso de enfriamiento, conocido como "fenómeno de afloramiento", lo cual retrasa el proceso de evaporación, ocasionando la escasa y en ocasiones nula precipitación sobre la costa y sierra sur del país, afectando a regiones como Tacna, Moquegua, Arequipa, Ica y Lima.

Por otra parte, una corriente cálida proveniente del Ecuador, aumenta la temperatura del mar en la parte norte del país, produciendo en algunas ocasiones el fenómeno conocido como “El Niño”; esta corriente cálida incrementa la evaporación, lo cual genera grandes precipitaciones en épocas de verano, afectando departamentos como Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca. El cual se puede apreciar en la *Figura N°1.17*.

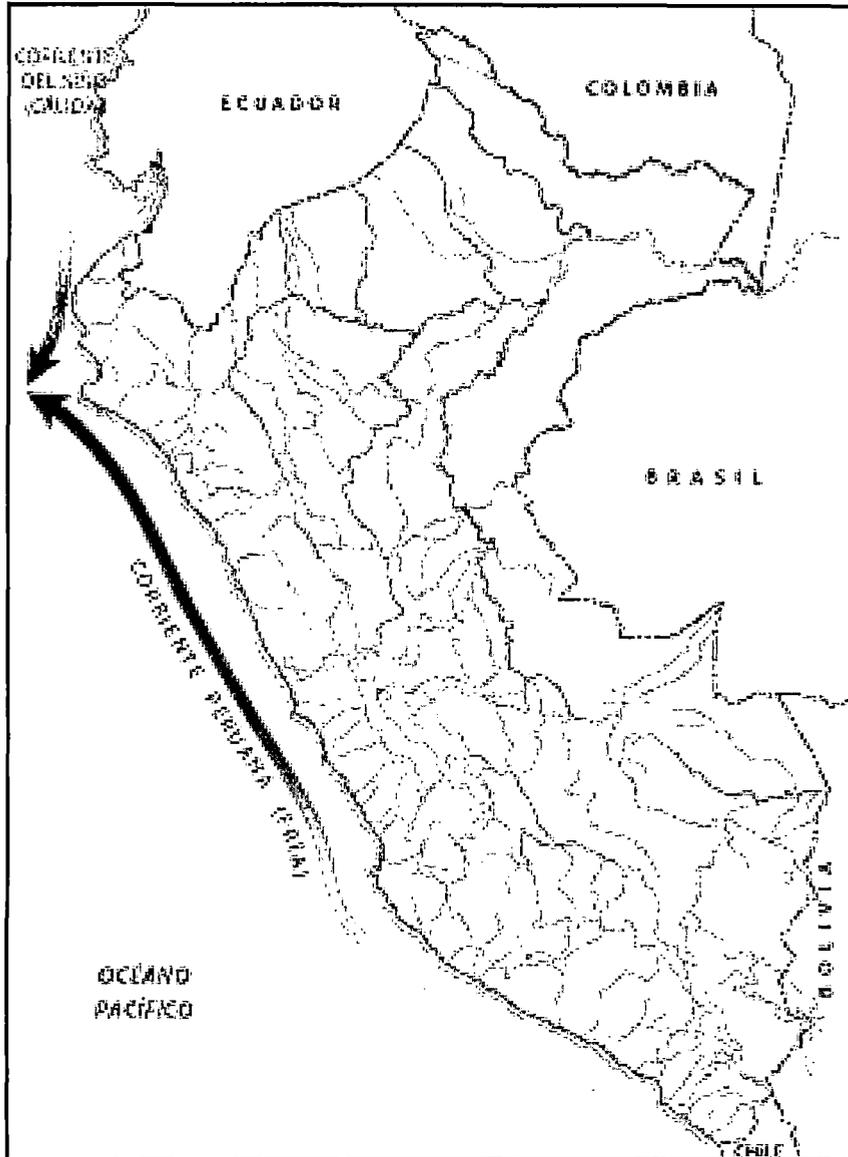


Figura N°1.17.- Corrientes Marinas en el Perú

Fuente.- SENHAMI

1.6.2. Capacidad de los Recursos Hídricos en el Perú.

Usualmente se considera que el agua es un recurso renovable. En realidad, y para fines prácticos, es un recurso parcialmente renovable. El agua es un recurso escaso, y su escasez va en aumento. La población mundial ha crecido vertiginosamente, pero la cantidad de agua disponible ha disminuido. En los últimos cuarenta años el consumo mundial del agua se ha triplicado, pero las fuentes de agua no han aumentado. La escasez tiene que llevarnos al uso racional de los recursos existentes [15].

En el Perú, las cantidades de agua potencialmente disponibles son muy grandes, pero, nos enfrentamos al problema de calidad. En el Perú casi todos los ríos están fuertemente contaminados, lo que limita, encarece o impide su utilización. A esta circunstancia debe añadirse la desigual distribución espacial y temporal del agua. Hay partes del planeta y del Perú en las que hay enormes cantidades de agua, y, otras, muy extensas, en la que ésta es prácticamente inexistente.

Sólo para recordar algunos números cabe mencionar que en el Perú, la disponibilidad global de agua es del orden de 72 500 m³ por habitante y por año. En cambio, en China o en España, la disponibilidad llega sólo a 2 500 m³ por habitante y por año. Se ha afirmado que las guerras del siglo XXI no serán por el petróleo, sino por el agua.

Recordemos simplemente que la necesidad de planificar surge de la escasez, y un país pobre no puede darse el lujo de no planificar el uso de sus recursos. A mayor abundamiento conviene recordar que la Carta Europea del Agua, aprobada en Estrasburgo en 1968, sostiene que "para una adecuada administración del agua es preciso que las autoridades competentes establezcan el correspondiente plan".

No podemos dejar de recordar que de los recursos hidráulicos superficiales del Perú, más del 98% tiene algún grado de compromiso internacional.

Según el Inventario y evaluación de los recursos hidráulicos superficiales del Perú, que fuese realizado por la antigua Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), se indica que el escurrimiento anual medio es de 64 800 m³/s, como se muestra en el siguiente Cuadro N°1.7:

Cuadro N°1.7 Caudal de Escurrimiento Medio Anual en las Vertientes del Perú

Vertiente	Caudal (m ³ /s)	Porcentaje (%)
Pacífico	1 098	1.7
Atlántico	63 379	97.8
Titicaca	323	0.5
Total	64 800	100

Fuente: ONERN

Elaboración: Propia

1.6.3. Realidad de la Infraestructura Hidráulica Nacional.-

El hombre, desde que deja de ser nómada y asume una posición sedentaria, altera y modifica el ambiente en el que vive con la finalidad de satisfacer sus necesidades, se puede decir también que: a menor grado de desarrollo, los recursos utilizados son mayores mientras que sus beneficios son menores, por lo que una gran cantidad de

trabajo o gran cantidad de insumos y herramientas, se ven reflejada en pocos beneficios, muy costosos y poco eficientes.

El agua, elemento fundamental para la vida, es a su vez, el elemento que se ha visto más alterado por la acción del hombre, sea para cubrir sus necesidades o para protegerse de la naturaleza. Sus acciones han conllevado a hacer uso del recurso, en algunos casos de manera dilapidante.

En ese sentido, la infraestructura nacional vinculada estrechamente al recurso hídrico, se ha visto reflejado en el país en la construcción de estructuras para dos tipos de fines.

El primero de ellos, es la utilización y optimización del recurso hídrico con la finalidad de satisfacer sus necesidades, estas obras pueden ser puntuales es decir abarcan un área determinada o lugar específico, o pueden ser lineales y que tiene que ver con el transporte y la interrelación entre el recurso y las personas.

Lo que se debe cubrir primero son las necesidades básicas como son la alimentación, el saneamiento, la preservación de la salud y la generación de energía, a través de obras que en su mayoría tienen naturaleza puntual, dado que se desarrollan en un área geográfica delimitada por el área de influencia poblacional y está estrechamente vinculado al desarrollo de las sociedades. Para ello fue necesario la preservación, almacenamiento, captación y conducción del recurso hídrico de manera optima debido a la carencia que se tiene para satisfacer las necesidades de abastecimiento humano, de uso agrícola, para el soporte y la generación de la economía, etc.

De igual manera está la necesidad de transportarse, con el objetivo de intercomunicarse entre los diferentes pueblos y sociedades; por lo que se debieron realizar obras con la finalidad de interconectar a los pueblos para su integración, desarrollo económico, así como para el flujo de personas y mercancías; éstas son estructuras lineales, como en el caso de puentes, puertos, sifones, canales, tuberías, entre otros.

El segundo tipo de estructuras, no desarrollan una actividad económica, sin embargo son necesarias para mitigar los efectos externos que ocasionan daños, como son el desborde de los ríos, las sequías, los huaycos, las inundaciones, las temporadas de friaje, entre otros; incluso hoy en día el movimiento meándrico de los ríos de la selva, debido a su propio comportamiento, dañan a poblaciones aledañas, puertos y vías de comunicación como Iquitos o Pucallpa, zonas que el hombre está tratando de proteger a través de estructuras que ameritan sin duda alguna mayor investigación en el tema.

Debido a su importancia económica podemos expresar las estructuras Hidráulicas en el siguiente *Cuadro N° 1.8*:

Cuadro N° 1.8 Tipos de estructuras hidráulicas en el Perú según Fines de Consumo

Necesidad	Origen	Casos	Solución
Consumo Urbano	El crecimiento demográfico acelerado de ciudades con gran polo de desarrollo y con carencia de recurso hídrico.	Ciudades: Lima, Trujillo, Chiclayo, Piura, de Chimbote. Entre otras.	Almacenamiento de agua a través de reservorios naturales o artificiales, con la finalidad de cubrir la demanda. De igual manera proyectarse hacia la futura demanda.
Consumo Agrícola	Gran riqueza agrícola con valles alimentados gracias a Proyectos de Irrigación, sostenibles con una regulación del suministro.	Proyectos: Olmos, Chincas, Chavimochic, Majes- Sihuas, Entre otros.	La construcción de grandes reservorios, así como un sistema de conducción y tratamiento para la irrigación de los campos.
Consumo Minero	La necesidad minera de consumir agua durante el proceso de extracción y procesamiento del metal.	Proyecto Tía María, Sider-Perú. Proyecto Conga, Yanacocha.	Almacenamiento de agua, uso de pozos de agua subterránea, incluso debido a la fuerte inversión, se ve la solución de la desalinización de agua marina.

Elaboración: Propia

En el Cuadro N° 1.9, se puede apreciar la distribución geográfica del recurso hídrico, así como la distribución poblacional, se puede entonces afirmar que el recurso hídrico se ha alejado del ser humano, o que es éste el que se ha alejado de su fuente de vida.

Cuadro N° 1.9 Disponibilidad del agua en el territorio nacional

VERTIENTE	SUPERFICIE (1000 Km ²)	POBLACIÓN		Disponibilidad del agua		ÍNDICE m ³ /Hab- año
		(miles)	(%)	(mm ³ anuales)	(%)	
Pacífico	279.7	18 315 276	65	37 363	1.8	2 040
Atlántico	958.5	8 579 112	30	1 998 752	97.7	232 979
Lago Titicaca	47.0	1 326 376	05	10 172	0.5	7 669
TOTAL	1285.2	28 220 764	100	2 046 287	100	72 510

Fuente: Política y Recursos Hídricos 2009 [10]

Elaboración: Propia

En el Perú, el uso que se le da al Recurso Hídrico en función de las diferentes demandas, se pueden apreciar en el Cuadro N° 1.10 "Usos de Agua Sectorial"; este cuadro nos permite comprender el volumen empleado en función de los diferentes sectores económicos, del cual se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El mayor uso consuntivo que se da del recurso hídrico, es en la agricultura, y casi en su totalidad en la región de la costa.

- El uso no consuntivo, generación de energía, representa casi la tercera parte del uso total, recordemos que este sector económico no afecta la calidad ni la disponibilidad del recurso, solo transforma la energía para el beneficio público.
- Se concluye que es en la costa donde se trata y modifica en recurso hídrico de mayor manera, esto debido también a que la mayor cantidad de la población habita este sector.

Cuadro N° 1.10 Usos de agua sectorial
(Años 2000/ 2001 en mm³)

Vertiente	Uso Consuntivo										Uso No Consuntivo Energía
	Población		Agrícola		Industrial		Minero		Total		
Pacífico	2086	12%	14051	80%	1103	6%	302	2%	17542	100%	4 245
Atlántico	345	14%	1 946	80%	49	2%	97	4%	2437	100%	6881
Titicaca	27	30%	61	66%	3	3%	2	3%	93	100%	13
Total	2458	12%	16058	80%	1155	6%	401	2%	20072	100%	11 139

Fuente: Política y Recursos Hídricos 2009 [10]
Elaboración: Propia

La información presentada en los Cuadros N°1.9 y 1.10, se consiguió del documento respaldado por el ANA y sirvió de base para la formulación de la Ley de Recursos Hídricos.

Finalmente apreciamos en la Figura N°1.18 la Tubería Forzada de la CC.HH. Machu Picchu, en la región del Cusco. Tengamos en cuenta que el Perú cuenta con un gran potencial de generación hidro energética como se verá más adelante.



Figura N°1.18 Central Hidroeléctrica Machupicchu – Cusco

Fuente: Política y Recursos Hídricos 2009 [10]

1.7. MARCO INSTITUCIONAL PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.-

El presente proyecto se enmarca dentro de la Política Sectorial del Sector Educación, que dentro de sus lineamientos especificados, establecidos en la “Ley Universitaria, Capítulo VIII”, tiene como objetivo generar investigación bajo los siguientes conceptos:

- Dar preferencia a los asuntos y proyectos de interés nacional y regional; participan en los organismos encargados de formular la política nacional de ciencia y tecnología.
- Las Universidades cooperan con el Estado, realizando por iniciativa propia o por encargo de éste, de acuerdo con sus posibilidades, estudios, proyectos e investigaciones que contribuyan a atender los problemas de la región o del país.

A nivel nacional el proyecto concuerda con el principal instrumento de gestión con que cuenta el país, que es el “Plan Bicentenario / El Perú hacia el 2021”, el cual dentro de uno de sus objetivos establece: Promover el desarrollo científico y tecnológico del país.

Por su parte los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil tienen la siguiente Misión:

- Participar activamente en la formación de los futuros ingenieros, apoyo en investigaciones a nivel de pregrado y postgrado relacionadas con la Ingeniería Hidráulica.
- Contribuir al desarrollo nacional mediante servicios altamente confiables brindados a la industria de la construcción, respaldados por personal técnico capacitado, aplicación de métodos de ensayos normalizados y desempeño regido por la ética. Lograr el equilibrio en el desarrollo de actividades académicas, de investigación y de servicios.

CAPÍTULO II

IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Las condiciones de infraestructura y del equipamiento actual con que cuenta el Laboratorio Nacional de Hidráulica, como se describió en los antecedentes, se hallan en un mal estado de conservación, esto debido al paso del tiempo y el escaso mantenimiento que se le ha dado a sus componentes. Se cuenta con una gran infraestructura, pero que alberga muchos equipos inservibles, que ya cumplieron con su vida útil, y los pocos equipos que aun trabajan no están en las mejores condiciones.

Se puede apreciar lo dicho anteriormente, en el Panel Fotográfico General del Laboratorio, en el Anexo N°2.1.

Las diferentes Instalaciones del Laboratorio Nacional de Hidráulica, se pueden apreciar en la *Figura N°2.1*. El Laboratorio, se ha subdividido en ocho sectores de estudio, en función de las características que poseen y del servicio que brindan. Los detalles de la *Figura N°2.1*, se aprecian en el *Cuadro N°2.1.* "Descripción de los Ambientes del L.N.H."

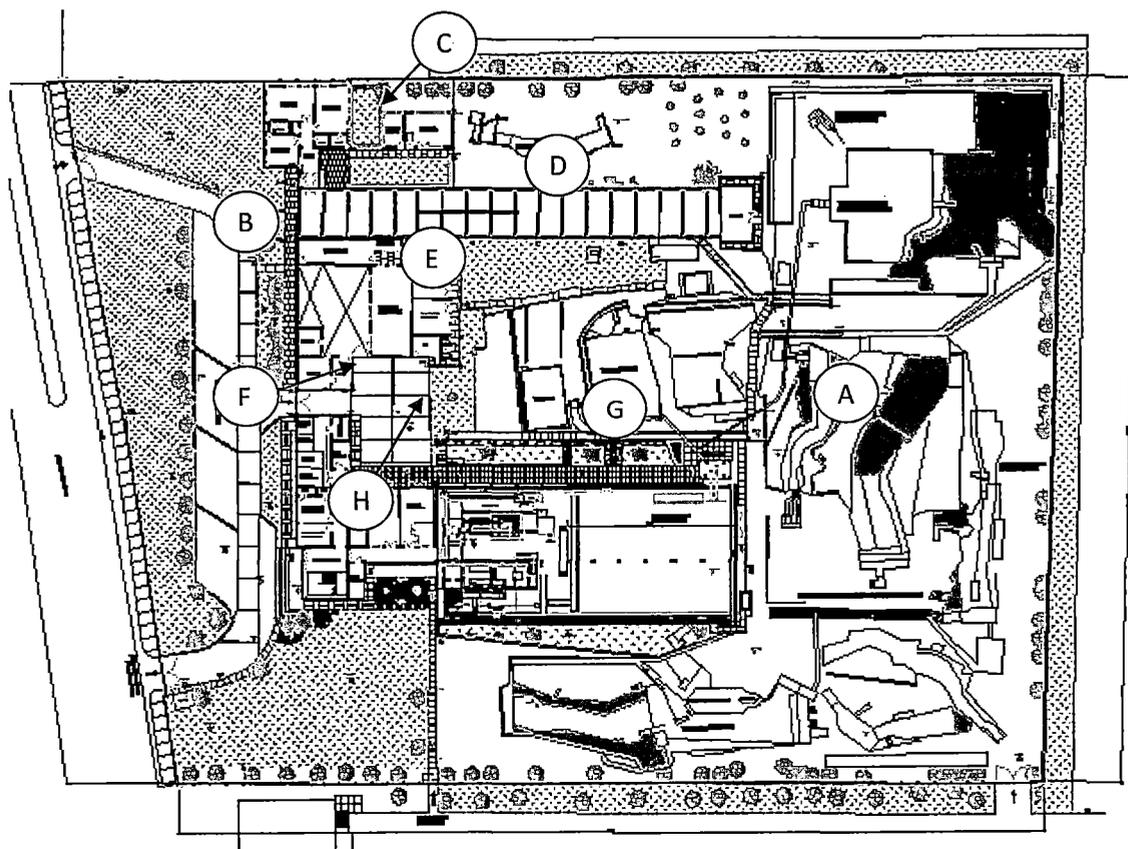


Figura N°2.1 Plano del Laboratorio Nacional de Hidráulica

Fuente.- L.N.H.-UNI

Cuadro N°2.1 Descripción de los Ambientes del L.N.H.

COMPONENTE		DESCRIPCIÓN
AREA LIBRE		
A	Área de Modelos Hidráulicos	Destinada para el estudio de Modelos Físicos a escala, estos sirven para analizar el diseño de Obras Hidráulicas de Gran envergadura en el país.
B	Áreas Verdes y de Estacionamiento	Áreas Verdes y Estacionamiento a los cuales se ingresa por la Av. Túpac Amaru.
AREA CONSTRUIDA		
C	Área de Oficinas: Sector de Investigación	Son instalaciones de un solo piso ubicados en el sector norte de la propiedad. En ella se encuentran el centro de computo y la oficina de electrónica, con sus respectivos SS.HH.
D	Área de Calibración de Correntómetro	Una gran área donde se halla el Canal de calibración de correntómetros.
E	Área de Almacenes	Se hallan los almacenes, la cocina, el taller de carpintería y las oficinas de los encargados de los Modelos de las Áreas Hidráulicas.
F	Área de Oficinas Directorio Principal	Es un edificio de dos niveles, en la primera planta se encuentran oficinas administrativas mientras que en la segunda planta se halla la oficina de la directiva y el auditorio.
G	Área de División Didáctica	Dentro del Área de División Didáctica se encuentran los implementos de enseñanza, para comprender los fundamentos de la Mecánica de Fluidos, tuberías y canales.
H	Área de Talleres	El área de Talleres comprende el Taller de Mecánica y el Taller de Electricidad.

Elaboración Propia

En base al *Cuadro N° 2.1*, se realiza a continuación el diagnóstico de cada sector del laboratorio, para identificar sus falencias y necesidades, en especial de las siguientes áreas:

- El área de División Didáctica.
- El área del Canal de Calibración.
- El área de Modelos Hidráulicos.
- La Edificación Principal.
- Las Edificaciones Secundarias.

2.1.1. Diagnósis de la División Didáctica.

Objetivos

El objetivo de este sector, es realizar experimentos y ensayos que permiten a los estudiantes vinculados a la ingeniería hidráulica, conocer el comportamiento físico de los fluidos y entre ellos el del agua.

Características de la Edificación.

- Es una edificación amplia de un solo piso, que comprende un área techada de novecientos setenta metros cuadrados (970 m²), tiene 46 m de largo, 21 m de ancho y una altura de 7.30 m; se halla compuesto estructuralmente por una sucesión de pórticos separados cada 3.60 m.
- A primera vista, se puede apreciar los grandes vitrales laterales, así como las estructuras de almacén y distribución del agua, tales como el tanque elevado, los canales y tuberías de alimentación, y una serie de instrumentos de estudio.

El edificio comprende dos sectores, el lado oeste en el que se encuentran los instrumentos de enseñanza y el ala este donde se hallan pequeños modelos hidráulicos a escala y equipos antiguos que ya no se utilizan, como se aprecia en la *Figura N°2.2*.

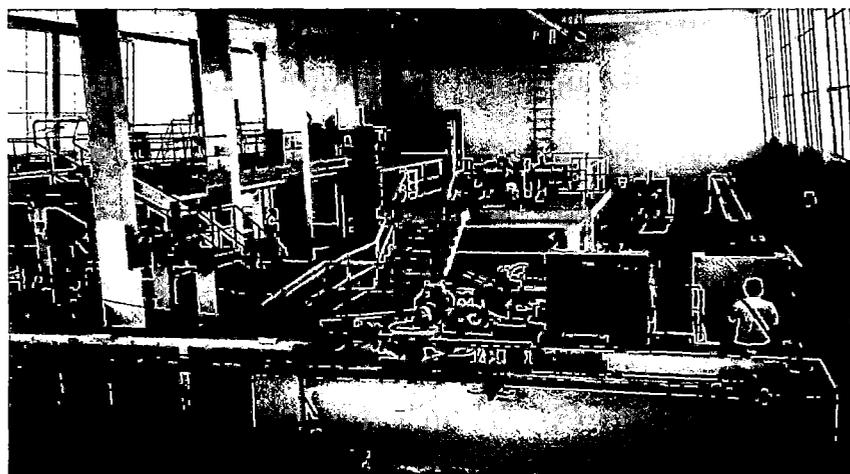


Figura N°2.2 Fotografía de la División Didáctica
Fuente: Propia

Realidad Actual del Sector.-

- Arquitectónicamente se puede apreciar el mal estado de vidrios (algunos rotos o inexistentes), zócalos, pisos, pintura, entre otros. En el aspecto de instalaciones sanitarias, se deben hacer reparaciones en varias tuberías de agua y de desagüe, que incluyen la rehabilitación de la cisterna y el tanque elevado.
- Las Instalaciones Eléctricas, deben ser refaccionadas para el suministro de energía de las bombas y de los equipos de estudio. En lo concerniente a los equipos, muchos de ellos ya cumplieron su vida útil y los pocos que funcionan, lo hacen ya con serios defectos. Los detalles de la edificación se pueden apreciar en los planos adjuntos de División Didáctica en el Anexo N°2.5.
- Lo más importante que se debe realizar en su estructura es el mantenimiento de los almacenes de agua, como la Cisterna y el Tanque Elevado, los cuales se encargan de alimentar al sistema de equipos de estudio.

a. Estructuras.-

La edificación, presenta una estructuración de columnas anchas y vigas bastantes peraltadas, éstas debido a la constante humedad comienzan a presentar problemas de corrosión en su base, igual problema se aprecia en los tanques elevados tanto el interno al área como el externo. Se debe rehabilitar principalmente aquellas estructuras que cumplen la función de mantener el área operativa, por lo que se debe evaluar las estructuras de los tanques y la cisterna así como proponer la rehabilitación adecuada.

En cuanto al sistema de Alimentación: Cisterna – Tanque Elevado, se presenta el Cuadro N°2.2, en los que se hallan las dimensiones de la estructura para su evaluación estructural.

Cuadro N°2.2 Características del Sistema de Alimentación Hidráulica

Altura del Edificio	Cota de la base del Tanque	Altura del tanque	Borde Libre	Dimensiones en la base.	Dimensiones en el techo.	Volumen Almacenado
7.30 m	2.50m	3.05 m	1.75 m	3.40m x 3.25m	4.20m x 3.25m	33.8m3

Elaboración Propia

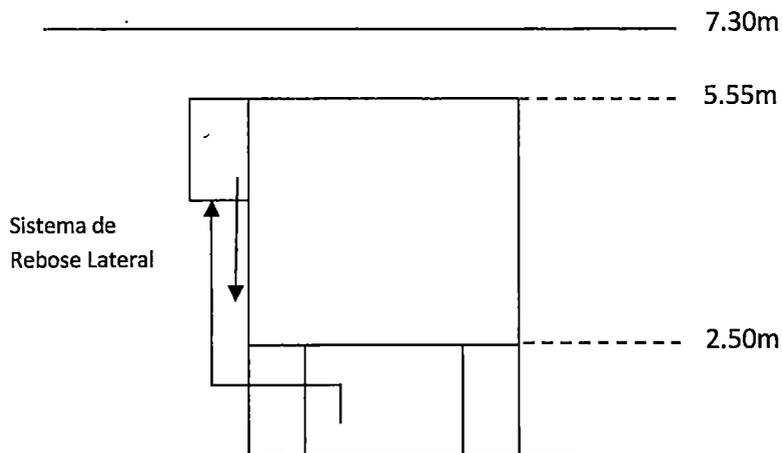


Figura N°2.3 Esquema del Tanque Elevado

Elaboración: Propia

Como se aprecia en la Figura N°2.3, el tanque interno tiene un sistema de rebose lateral por el que bajan dos tuberías metálicas de dos pulgadas, las cuales funcionan correctamente; además su sistema de alimentación es a través de una tubería metálica de seis pulgadas que lleva el agua impulsada por una bomba desde la cisterna, esta alimentación cuenta con una válvula check en su base, para evitar el reflujó.

Del Tanque elevado bajan siete tuberías metálicas de diferentes diámetros que se encargan de alimentar a todos los equipos de estudio.

b. Arquitectura.-

Arquitectónicamente la edificación presenta los siguientes problemas:

- Necesita reparación de Pisos.
- Reparación y Reposición de Ventanas.
- Diferentes mejoras como son: la pintura de todo el laboratorio, las puertas que están en mal estado, las barandas, entre otros. El Cuadro N°2.3, describe el principales problemas arquitectónicos que presenta este sector.

Cuadro N°2.3 Problemas Arquitectónicos de la División Didáctica

Tipo	Objetivo	Problema
Pisos de Losetas Corrugadas	Para una fácil limpieza debido al constante uso del agua; se halla en casi todo la división por donde se desplazan las personas.	Muchas losetas corrugadas con el tiempo se desprendieron, fisuraron o extraviaron.
Pisos de Rejillas Metálicas	Se usan por donde pasan las tuberías y los canales, con el objetivo de brindar un rápido mantenimiento.	Las rejillas metálicas se encuentran oxidadas, como se aprecia en la Figura N°2.4.
Vitrales (0.90 m x 1.40 m)	En el edificio de la División Didáctica existen alrededor de 330 vitrales.	Actualmente la tercera parte se hallan rotos o no se cuenta con las mismas.

Elaboración: Propia

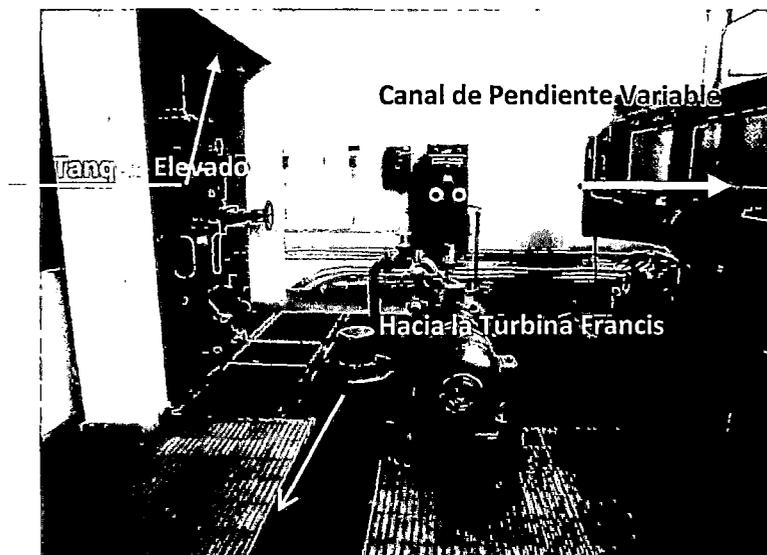


Figura N°2.4 Vista del estado de arte de la Arquitectura
Fuente: Propia

- Como se aprecia en la Figura N°2.4, la base tiene un piso cubierto de losetas corrugadas, mientras que el enrejado metálico cubre las tuberías y canales, los cuales requieren mantenimiento. En la parte central, se aprecia la bomba que alimenta la Turbina Francis; este equipo ya no funciona desde hace más de dos décadas, ésta es una bomba Drouport (como la mayoría que se cuenta) de fabricación francesa, facilitada al laboratorio en la década del sesenta, al igual que las demás no han sido

reparadas ni cambiadas, lo que actualmente impide el desarrollo de estudios con estos equipos.

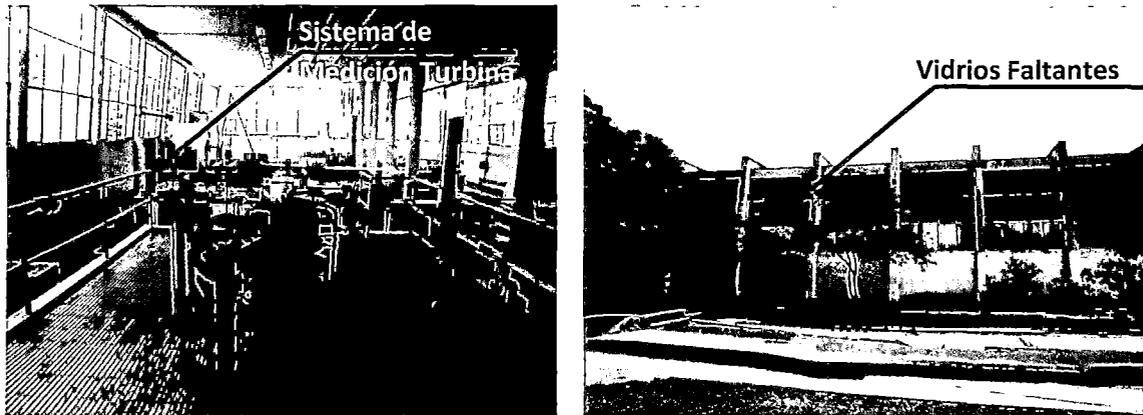


Figura N°2.5 Vista del Segundo Nivel de la División Didáctica

Figura N°2.6 Vista Externa de la División Didáctica
Fuente: Propia

- En la *Figura N°2.5*, se aprecia la configuración frontal de la División Didáctica mientras que en la *Figura N°2.6* se tiene una vista desde el exterior, donde se aprecia los cristales rotos o desaparecidos.

c. Instalaciones Sanitarias.-

El Sistema de suministro de la DD, se da a través de una cisterna y un Tanque Elevado para la alimentación de los diferentes equipos, como se mencionó anteriormente, este sistema requiere de mantenimiento.

Además se cuenta con un lavadero para la higiene del equipo investigador, el cual requiere rehabilitación urgente.

El sistema de tuberías de alimentación se halla en mal estado así como la estructura de la cisterna y el tanque elevado que requieren de una reparación estructural y de una protección anticorrosión.

d. Instalaciones Eléctricas.-

El sistema de suministro energético para el uso de equipos debe ser reparado, muchos de las tomas de luz son antiguas e inservibles, de igual manera la iluminación de la división es baja, se recomienda realizar trabajos en la iluminación y el suministro energético de la división.

e. Instrumentos de Medición y Estudio.-

En la División Didáctica se cuenta con varios equipos de medición y estudio, muchos de ellos se hallan obsoletos, mientras que los pocos equipos con que se pueden hacer mediciones están en un estado de conservación bajo; se presenta cuales son los instrumentos que se requiere en la edificación en el Anexo N°2.4. De igual manera aquellos que requieren un mantenimiento urgente son:

- El Banco de Tuberías,
- El Canal de Pendiente Variable y
- La Cámara de Vacío

En el Anexo N°2.3, se aprecia el estado en el que se encuentran estos equipos.

Finalmente se presenta el *Cuadro N°2.4*, donde se resumen los problemas determinados en esta área:

Cuadro N°2.4 Condición Actual de la División Didáctica

Factor Evaluado	Condición Encontrada
Arquitectura	Se recomienda realizar trabajos de mantenimiento y reposición de vidrios, así como puertas. De igual manera los elementos de seguridad como barandas y escaleras. Es necesario realizar el pintado de la edificación.
Estructura	Estructuralmente la edificación está bien, como se puede constatar en las Memorias de Cálculo.
Instalaciones Sanitarias	El principal problema es el suministro y la dotación de agua, la cisterna y el tanque elevado requieren reparaciones, mientras que el sistema de bombeo de muchos equipos ya es obsoleto.
Instalaciones Eléctricas	El Principal problema de las Instalaciones eléctricas son el punto de luz, varios ya no funcionan y su sistema es antiguo, por lo que equipos modernos no se pueden conectar al suministro eléctrico.
Equipamiento Existente	Los equipos con los que se cuenta actualmente se encuentran sin un mantenimiento adecuado, aquellos que son indispensables para la enseñanza presentan serias fallas, mientras que los demás se haya sin funcionar hace varios años.

Elaboración: Propia

2.1.2. Diagnóstico del área del Canal de Calibración.-

Un área importante para la investigación y generación de recursos destinados al laboratorio, es el Canal de Calibración; en éste sector se realizan las calibraciones de instrumentos de medición como correntómetros, medidores de caudal, entre otros. Es en esta área también donde se efectúa el estudio y modelamiento de equipos fluviales y marinos a escala como es el caso de barcazas y cubiertas.

Actualmente, éste sector es de mucha importancia, puesto que permite calibrar los equipos de medición de velocidades para ser usado en corrientes de agua, en ríos o corrientes marinas entre otros, lo que permite determinar la magnitud del caudal presente.

Características de la Edificación.-

El edificio en el que se encuentra el Canal de Calibración, se halla en la Zona Norte del Laboratorio, posee un solo piso y tiene 65 m de largo por 7 m de ancho, mientras que el canal tiene 60 m de largo y 3 m de ancho; el equipamiento se halla sobre el carro metálico que se muestra en la *Figura N° 2.7*.

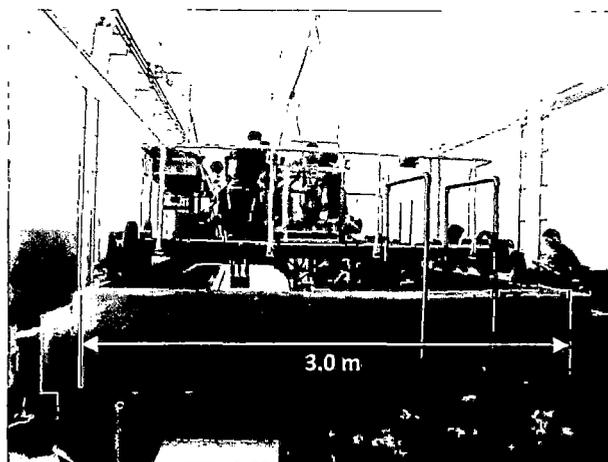


Figura N°2.7 Vista del Canal de Calibración con el sistema trabajando.
Fuente: Propia

Realidad actual de las Instalaciones del Canal de Calibración.

Actualmente el Canal de Calibración, es usado solamente para la Calibración de equipos tipo Correntómetro, cuya función se mencionó anteriormente.

Últimamente, adicional a los trabajos que realiza, tiene el propósito de modelar barcazas a escala, trabajo que realizan Ingenieros Navales; estos ensayos se hacen a través de un carro de arrastre metálico, que rueda sobre dos líneas de carriles ancladas en los perfiles laterales del canal. Algunas características de este sistema son:

- El carro puede alcanzar velocidades cercanas a 4.5 m/s.
- La plataforma es desplazada a través de un sistema eléctrico monitoreado desde el carro.
- Se cuenta además con una laptop con software que facilita la calibración de los equipos, el cual ha sido recientemente incorporado para las lecturas del correntómetro y mejorar los trabajos desarrollados en el canal.

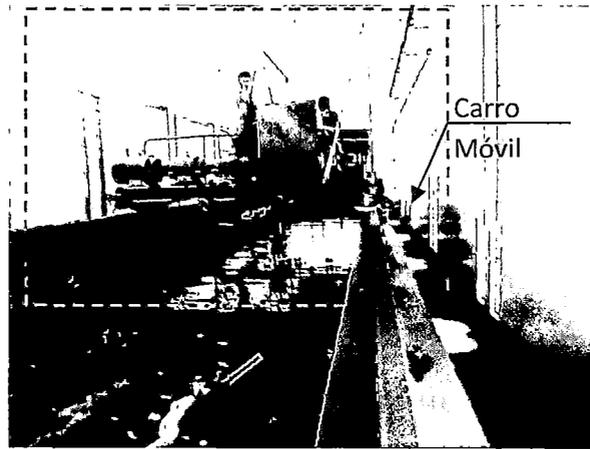


Figura N°2.8: Desplazamiento del carro a lo largo del canal
Fuente: Propia

En la *Figura N°2.8*, se aprecia a investigadores navales estudiando el comportamiento de la barcaza frente a efectos hidro-estáticos del agua, como son la resistencia a la fricción.

Problemas

- Los principales problemas que surgen en este sector, se dan principalmente en la forma de trabajo en que se desarrolla la investigación. Las bajas velocidades que se logra, así como la limitante de los instrumentos de medición no permiten estudiar los efectos dinámicos del mar.
- De igual manera el suministro de energía eléctrica es insuficiente y los puntos de toma se hallan deficientes.

Propuestas

- Es necesario, para desarrollar un mejor trabajo con los equipos de medición, llegar a mayores velocidades con las que actualmente se trabaja. Para ello se plantean dos alternativas, la primera es un canal de mayor longitud que el actual y la segunda es un carro metálico más liviano, que se encargue solamente de trasladar el equipo estudiado y no a los investigadores, los cuales deben monitorear el funcionamiento del sistema desde el exterior por razones de seguridad y mejor control en la adquisición de los datos.
- Otra de las restricciones es que en el canal de calibración solo se logra estudiar los efectos estáticos del mar. Por lo que, para un mejor estudio del oleaje que afecta no solamente a los navíos sino también al diseño de los puertos, es necesario contar con un equipo generador de olas, que permita a través de una variación de amplitudes, desarrollar un sistema que estudie los efectos dinámicos del mar, como lo desarrollan la mayoría de instituciones en diferentes países con desarrollo tecnológico en el área marítima.

Finalmente se presenta el *Cuadro N°2.5*, donde se resumen los problemas determinados en esta área:

Cuadro N°2.5 Condición Actual del Canal de Calibración

Factor Evaluado	Condición Encontrada
Arquitectura	Al igual que en la División Didáctica, se recomienda realizar trabajos de mantenimiento y reposición de vidrios, así como puertas. De igual manera los elementos de seguridad como barandas y escaleras del canal deben ser mejorados, es necesario realizar el pintado de la edificación.
Estructura	Estructuralmente la edificación está bien, sin embargo se recomienda un tratamiento anticorrosivo. Como se aprecia en las Memorias de Cálculo de esta área.
Instalaciones Eléctricas	El Principal problema de las Instalaciones eléctricas son los puntos de luz, varios ya no funcionan y su sistema es antiguo, por lo que equipos modernos no se pueden conectar al suministro eléctrico.
Equipamiento Existente	Los equipos de calibración, así como el carro metálico, presentan un manejo limitado en la obtención de datos y escaso para el estudio de fenómenos que pudiesen impulsar de mejor manera industrias como la naval y la portuaria.

Elaboración: Propia

La *Figura N°2.9*, muestra la parte exterior de la edificación del Canal de Calibración.

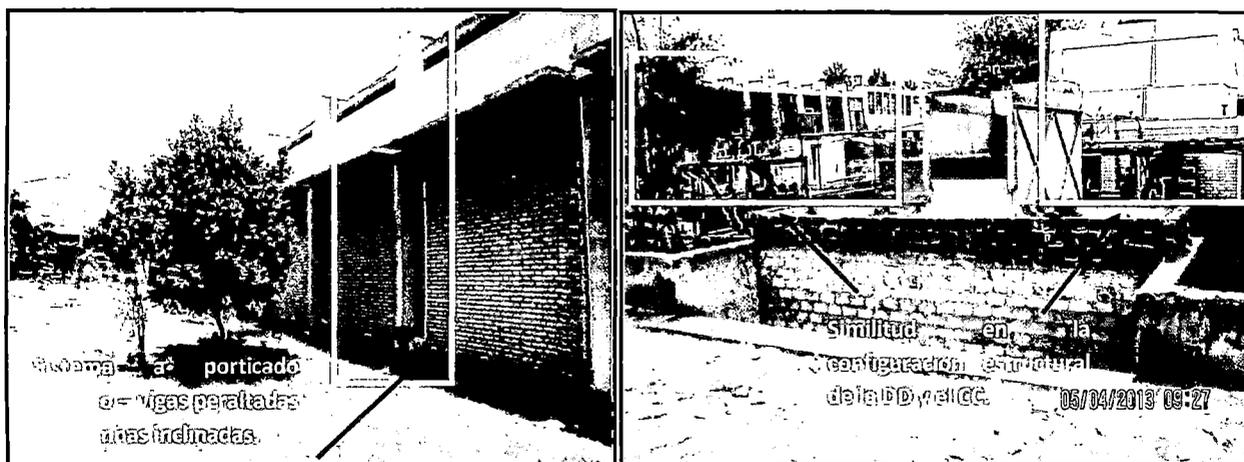


Figura N°2.9 Vista externa de la edificación del Canal de Calibración

Fuente: Propia

2.1.3. Diagnóstico del Área de Modelos Hidráulicos

El Área de Modelos Hidráulicos es el espacio destinado dentro del Laboratorio, para la ejecución y estudio de proyectos a escala a través de Modelos Físicos. Estos Modelos Físicos, nos permiten conocer las características hidráulicas de un determinado proyecto y predisponer futuros problemas que se puedan generar, como son los efectos de vorticidad, erosión, entre otros. Esta área del Laboratorio, debido a los grandes proyectos que se han desarrollado y se vienen desarrollando en el país, como los proyectos de irrigación, abastecimiento de agua, entre otros, es la que más ha contribuido a la Ingeniería nacional.

Algunos de los Modelos Hidráulicos que se desarrollaron y se vienen desarrollando en el Laboratorio en las diferentes áreas son las siguientes:

- Estudio de Puertos como el de Salaverry.
- Estudio de Proyectos de Irrigación como el proyecto Chira-Piura o el Puyango-Tumbes.
- Estudio en Centrales Hidroeléctricas como el Mantaro o el Cañón del Pato.
- Estudio de Represas como la de Poechos.
- Estudios de abastecimiento de agua, como el reciente estudio de la Atarjea II.
- Y últimamente el estudio del comportamiento fluvial, como son el caso del Estudio sobre la influencia que tendrán las estructuras de apoyo del Tren Eléctrico y la Vía Parque Rímac, sobre el río Rímac.
- Entre otros.

Actualmente el Área de Modelos Hidráulicos (evaluación 2012), se halla en pésimo estado de conservación. Se puede apreciar en la *Figura N°2.10*, un área en el que han quedado los estragos de estudios realizados anteriormente y que el día de hoy se caen a pedazos.

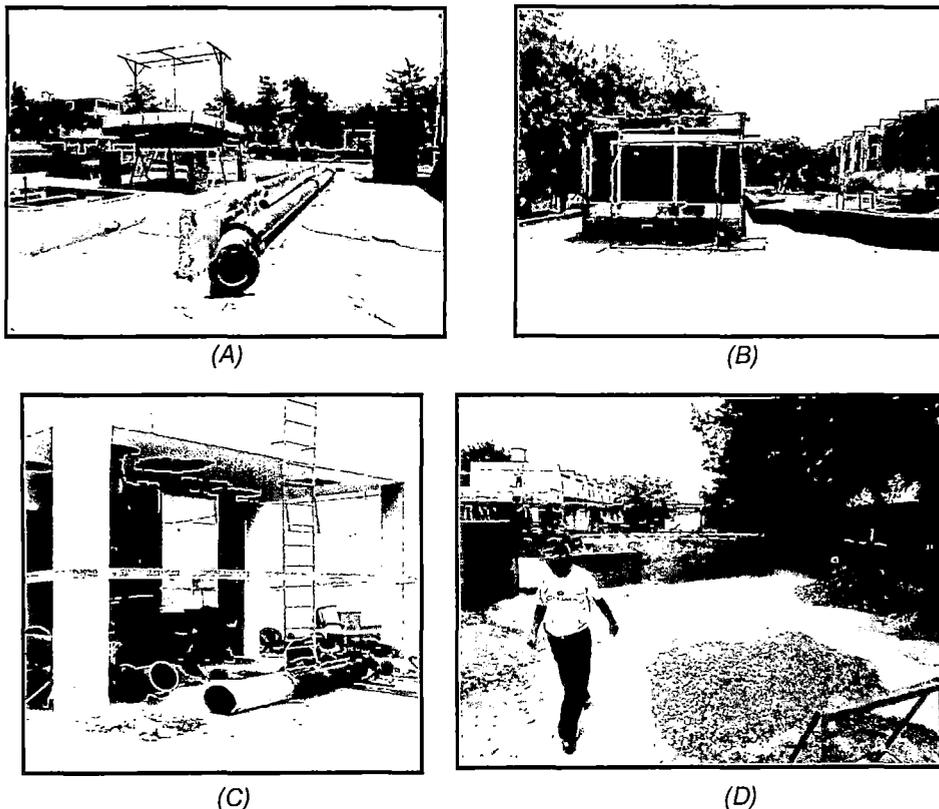


Figura N°2.10 Condiciones actuales del trabajo del área de Modelos Hidráulicos
Fuente: Propia

Nota 1: Se puede apreciar los detalles del área de Modelos Hidráulicos, en los *Planos del Anexo 4.2*.

Cuadro N°2.6 Condición Actual del área de Modelos Hidráulicos (M.H.)

Factor Evaluado	Condición Encontrada
Área de Trabajo	Visualmente se aprecia un área en el que caen a pedazos antiguos modelos hidráulicos a los cuales no se les dio su debido mantenimiento, se aprecian grandes cantidades de desmonte, lo cual perjudica la labor de los investigadores.
Abastecimiento de Agua	El abastecimiento es inadecuado, el sistema de bombeo y alimentación esta deteriorado y presenta fallas. El tanque elevado esta corroído y las tuberías de alimentación presentan fugas, por lo que no se pueden efectuar los estudios adecuadamente.
Equipamiento Existente	Los instrumentos de medición son escasos y antiguos, lo cual dificulta el desempeño de los profesionales.

Elaboración: Propia

Los principales problemas que se pueden apreciar son:

Cuadro N°2.7 Principales Problemas y Soluciones planteadas para el área de M.H.

ID	Problemas	Soluciones
I	Gran cantidad de material proveniente de antiguos estudios, se hallan como material de desmonte generando un mal aspecto visual.	Se recomienda dotar el área de espacios adecuados que permitan un trabajo de calidad de los Modelos Hidráulicos.
II	Las instalaciones de alimentación de agua para el funcionamiento de los modelos, es decir el suministro a través de la cisterna y el tanque elevado se hallan dañados.	Se recomienda mejorar el sistema de dotación de agua para los estudios, tanto las tuberías como los elementos estructurales de almacenaje (cisterna y tanque elevado)
III	Estructuralmente las columnas del tanque se hallan corroídas, de igual manera el sistema de bombeo ya esta malogrado. Las tuberías de alimentación presentan fugas.	
IV	Las cámaras de carga que dan las condiciones adecuadas para los estudios, presentan un sistema de alimentación deficiente lo cual genera errores en el momento de desarrollar los estudios.	Se recomienda habilitar el área con un sistema computarizado que permita a los investigadores y personal de apoyo realizar los estudios de manera óptima, acorde con la tecnología, como se viene realizando a nivel mundial. Adquisición de implementos de seguridad.
V	Mal estado para las condiciones de labor del personal que apoya el trabajo de los investigadores, no se hallan dotados de los instrumentos adecuados ni de implementos de seguridad.	
VI	Insuficiencia de equipos de medición, una carencia de instrumentos que no permite obtener buenos resultados.	Se recomienda la adquisición de equipos e instrumentos de medición que permitan optimizar el trabajo de los investigadores.

Elaboración Propia

2.1.4. Diagnóstico de la Edificación Principal.-

La Edificación Principal es una estructura de dos niveles, que alberga en su primera planta áreas dedicadas a los investigadores así como al personal administrativo que provee la logística a la institución.

- También se halla el área de modelos matemáticos, la cual no se encuentra implementada.
- En el segundo nivel se halla el auditorio, así como el salón del directorio y las oficinas de los principales colaboradores y jefes de cada área de investigación.
- La edificación tiene algunos deterioros arquitectónicos y en el mobiliario, el área debe ser dotada de la logística que permita a los investigadores y trabajadores desarrollar de mejor manera la labor que desempeñan.
- Los trabajos que se deben realizar en la Edificación Principal son básicamente arquitectónicos y brindarles de una mejor logística a los investigadores.

Área de Investigadores:

- Requieren de mobiliario, muebles, computadoras modernas, una mejora en la domótica de la infraestructura para mejorar las condiciones del auditorio.
- Requieren de una inversión en el área de biblioteca, que cuenta con recurso bibliográfico muy antiguo, de igual manera dotar al área de sistema de internet inalámbrico para la intercomunicación entre las áreas internas y las áreas de estudio.
- Se debe de mejorar el sistema sanitario, los servicios higiénicos no están en buenas condiciones.

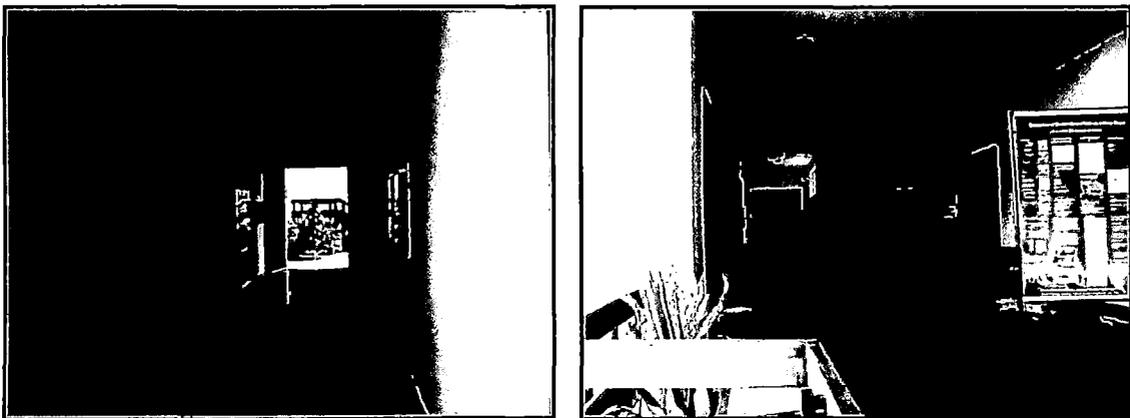


Figura N°2.11 Vista del Primer y Segundo Nivel de la Edificación Principal
Fuente: Laboratorio Nacional de Hidráulica

Área de Talleres

En el L.N.H., se cuentan con tres talleres muy importantes para la construcción de modelos así como para la reparación de equipos, éstos son los talleres de Mecánica, de Carpintería y de Electricidad. El primero de ellos se halla aledaño a la División Didáctica y se encarga de reparar los equipos y de armar los Modelos Hidráulicos, el segundo se halla aledaño al Canal de Calibración y se encarga de la Subestación que alimenta al laboratorio de energía eléctrica.

En los talleres se deben adquirir equipos que permitan mejorar los trabajos que desempeñan los técnicos. Como se aprecia en las fotografías siguientes, los talleres cuentan con equipos obsoletos, que se siguen usando pero que no permiten un trabajo eficiente.



Figura N°2.12 Vista del Taller de Mecánica

Figura N°2.13 Poca iluminación y equipos deficientes en los talleres.

Fuente: Propia

La principal labor que se debe realizar, es la de repotenciar los equipos y máquinas, para que los técnicos puedan realizar su trabajo de forma eficiente. En los talleres se han ubicado los principales equipos que requieren su mantenimiento o reposición, los cuales son enumerados en el Cuadro N°2.8.

Cuadro N°2.8 Equipos para talleres a ser adquiridos

Equipo		
Compresor de aire	Torno de motor	Galorpa Cepilladora
Tarmis	Manómetro	Taladro con Motor
Sierra Circular	Sierra Radial	

Fuente Laboratorio Nacional de Hidráulica

2.1.5. Diagnóstico de las Edificaciones Secundarias.-

Catalogamos de edificaciones secundarias a aquel sector aledaño al Canal de Calibración, en donde se hallan oficinas de un solo piso y entre las que destacan:

- La Biblioteca.
- La cocina y comedor.
- Los almacenes
- Las oficinas para investigadores referentes al área de modelos y del canal de calibración.

Los principales problemas detectados son los siguientes:

- Biblioteca: se halla en mal estado de conservación el material bibliográfico de igual manera el ambiente presenta humedad deteriorando la información y la estructura del local.
- Cocina – Comedor: se aprecia un mal estado de su mobiliario, las mesas, sillas y cocinas no se usan desde hace bastante tiempo debido al poco dinamismo que hay dentro del laboratorio.
- Los almacenes: cuentan con escasas herramientas, debido a la poca demanda de trabajos, la infraestructura requiere de trabajos de mantenimiento interno y externo.
- Las oficinas para los investigadores presentan debido a la humedad y el bajo estado de conservación, problemas principalmente de carácter arquitectónico, como mal estado de puertas, ventanas y cortinas.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS

2.2.1. Definición del Problema Central

A partir del diagnóstico de la situación actual de la Infraestructura y los Servicios del Laboratorio Nacional de Hidráulica, se observa la “Deficiente capacidad de servicios del Laboratorio”, lo cual genera malas condiciones de enseñanza en esta materia y profesionales con limitaciones en este sector.

2.2.2. Causas que Generan el Problema Central

Causas Indirectas:

Actualmente se desarrolla poca investigación para el mejoramiento de los proyectos en Ingeniería Hidráulica debido a:

- Insuficiente tecnología para el desarrollo de trabajos.
- Equipos malogrados y/o obsoletos para la enseñanza en Ingeniería Hidráulica.
- Infraestructura inadecuada para el desarrollo de investigación.
- Falta de entrenamiento complementario para hacer uso de nuevas tecnologías.

Causas Directas:

- Malas condiciones del Laboratorio en su equipamiento y tecnología.
- En las condiciones actuales el L.H.N. no puede optar por una renovación tecnológica con sus propios medios.

2.2.3.Efectos que derivan del Problema Central

Los principales efectos que comienzan a apreciarse son:

Efectos Directos:

- Malestar en la población, debido a estudios ineficientes del Recurso Hídrico.



Figura N°2.14 Malestar en la población por Proyectos Mal Elaborados.

Fuente: Varios

- No se cuenta con técnicas para investigar actividades más sostenibles.
- Proyectos con deficiencias de estudios (en proyectos serios no es permitido, lo cual exige tener que hacer estudios propios con mucho esfuerzo y quizás con alto grado de incertidumbre dado que no se puede tener apoyo de especialistas o el costo de los mismos puede ser tan alto que más conviene asumir el riesgo).

Efectos Indirectos:

- Encarecimiento de proyectos por no tener estudios adecuados.
- Baja calidad de vida y malestar de los pobladores.

Lo indicado anteriormente se interrelaciona y ordena en forma de Árbol de Causas y Efectos, que se presenta en la *Figura N° 2.15*. Se debe señalar que los criterios considerados para la formulación, tanto de las causas como de los efectos, no se prestan a valores subjetivos sino que son el resultado del análisis de la situación actual nacional en materia carencia en investigación y el efecto que se vive en el país es el descontento de la población por proyectos insatisfactorios a la demanda nacional.

2.2.4. Árbol de Causas y Efectos

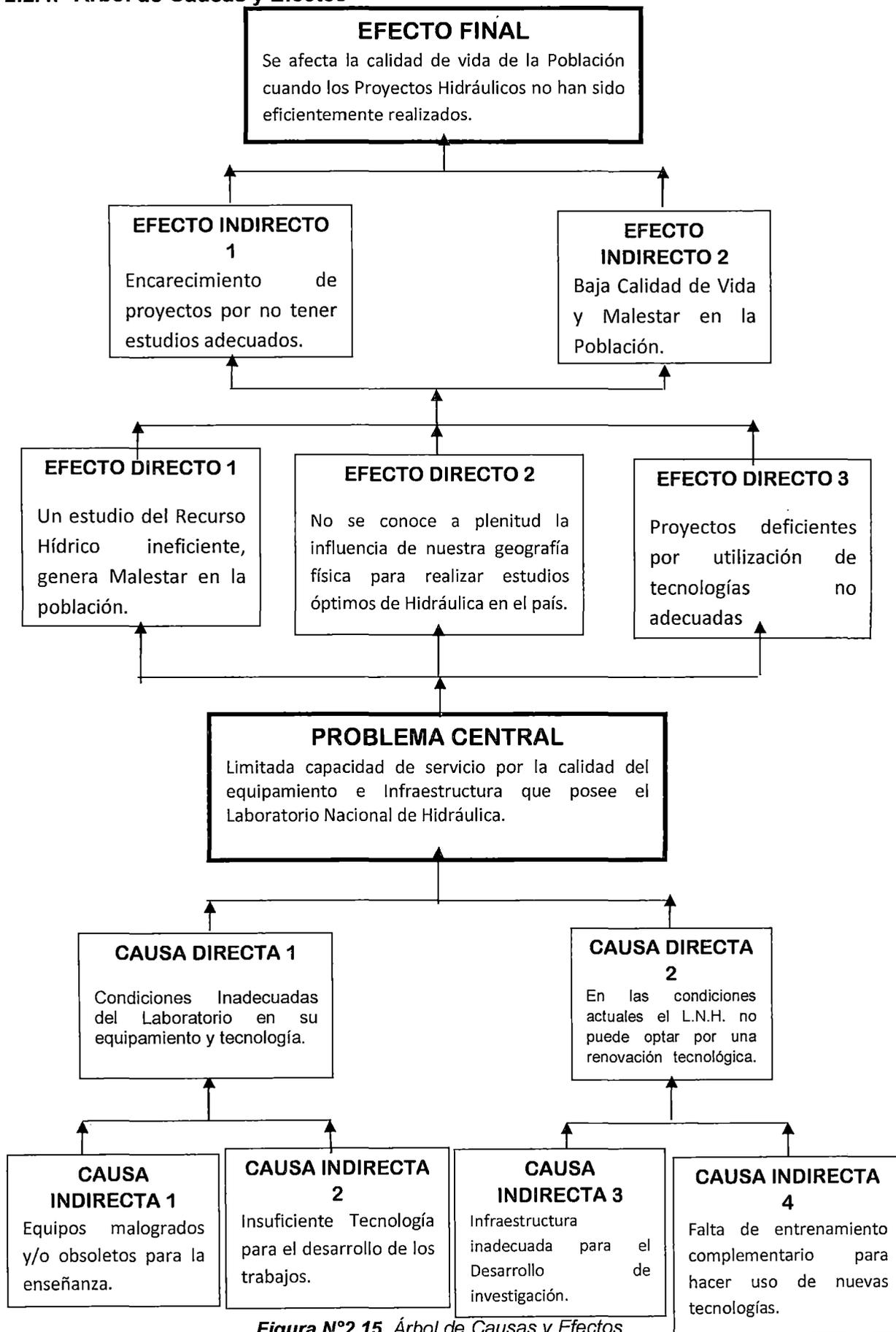


Figura N°2.15 Árbol de Causas y Efectos
Elaboración Propia

2.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.3.1. Objetivo Central

El Objetivo Central del Proyecto es el de dotar al Laboratorio Nacional de Hidráulica del equipamiento y la tecnología necesarias para realizar las actividades de investigación y enseñanza, que respalden al diseño de proyectos de calidad de acuerdo a las necesidades de la población.

2.3.2. Medios para alcanzar el Objetivo Central

Los medios para lograr este objetivo son la implementación y el mejoramiento de los diferentes ambientes del Laboratorio, para lo cual se realizarán las siguientes acciones:

Medios Directos:

- **Disponibilidad de equipos para la enseñanza.-** Implementación de la División Didáctica con buenos y modernos instrumentos y equipos de enseñanza, que permitan el estudio y la comprensión de los fenómenos hidráulicos, así como que den las facilidades para desarrollar la investigación a través de la comunidad universitaria nacional.
- **Instrumentos modernos para la mejora de los trabajos de investigación.-** Estos trabajos incluyen, el mejoramiento del Canal de Calibración, para que permita el estudio de barcos, botes, lanchas, entre otros equipos a escala. Así como también implementarla de un sistema que nos permita mejorar e industrializar nuestro sistema portuario haciendo nuestros barcos más efectivos y con estudios más ajustados a la realidad. De igual manera el acondicionamiento del Área de Modelos Hidráulicos con infraestructura e instrumentos de medición adecuada y acorde con los avances tecnológicos que nos permitan dar soluciones más precisas así como abaratar los proyectos con buenos estudios, sin perder el rumbo de la eficiencia y la competitividad de los proyectos.
- **Infraestructura adecuada para desarrollar investigaciones.-** lo cual permitirá mejorar la infraestructura del Laboratorio para que los estudiantes e investigadores puedan desenvolverse para beneficio de la educación, la investigación, la industria y la construcción en el país y cuyo objetivo sea la mejor planificación de los elementos hidráulicos. Así como también mejorar los ambientes de apoyo como son la Biblioteca, los Talleres, las Oficinas, el Auditorio y todos aquellos ambientes que contribuyan a la investigación.

- **Personal capacitado para hacer uso de las nuevas tecnologías.** Esto se logrará a través de talleres para que se logre manipular adecuadamente la nueva instrumentación, posteriormente este conocimiento será impartido a estudiantes e investigadores para generar una adecuada operación y mantenimiento.

Medios Fundamentales:

- Adecuados equipos y logística que permitan mejorar la investigación hidráulica.
- Adecuadas condiciones para la renovación tecnológica a través de involucrados bien capacitados.

2.3.3. Fines que se Generarán cuando se alcance el Objetivo Central.-

A partir de los medios señalados se pretende lograr los siguientes fines:

Fines Directos:

- Disminución del malestar en la población, al realizar adecuados estudios y trabajos de planificación del recurso hídrico.
- Se cuenta con técnicas para investigar nuevas alternativas económicas, sostenibles y sustentables.
- Se planean proyectos bien estudiados.

Fines Indirectos:

- Abaratamiento del costo de los proyectos debido a estudios bien efectuados.
- Disminución del malestar y mejora de la calidad de vida.

El logro de estos medios favorece la investigación en el país, lo cual permitirá planificar economías alternativas, que permitan continuar con el crecimiento económico pero que generen un crecimiento social.

2.3.4. Árbol de Medios y Fines:

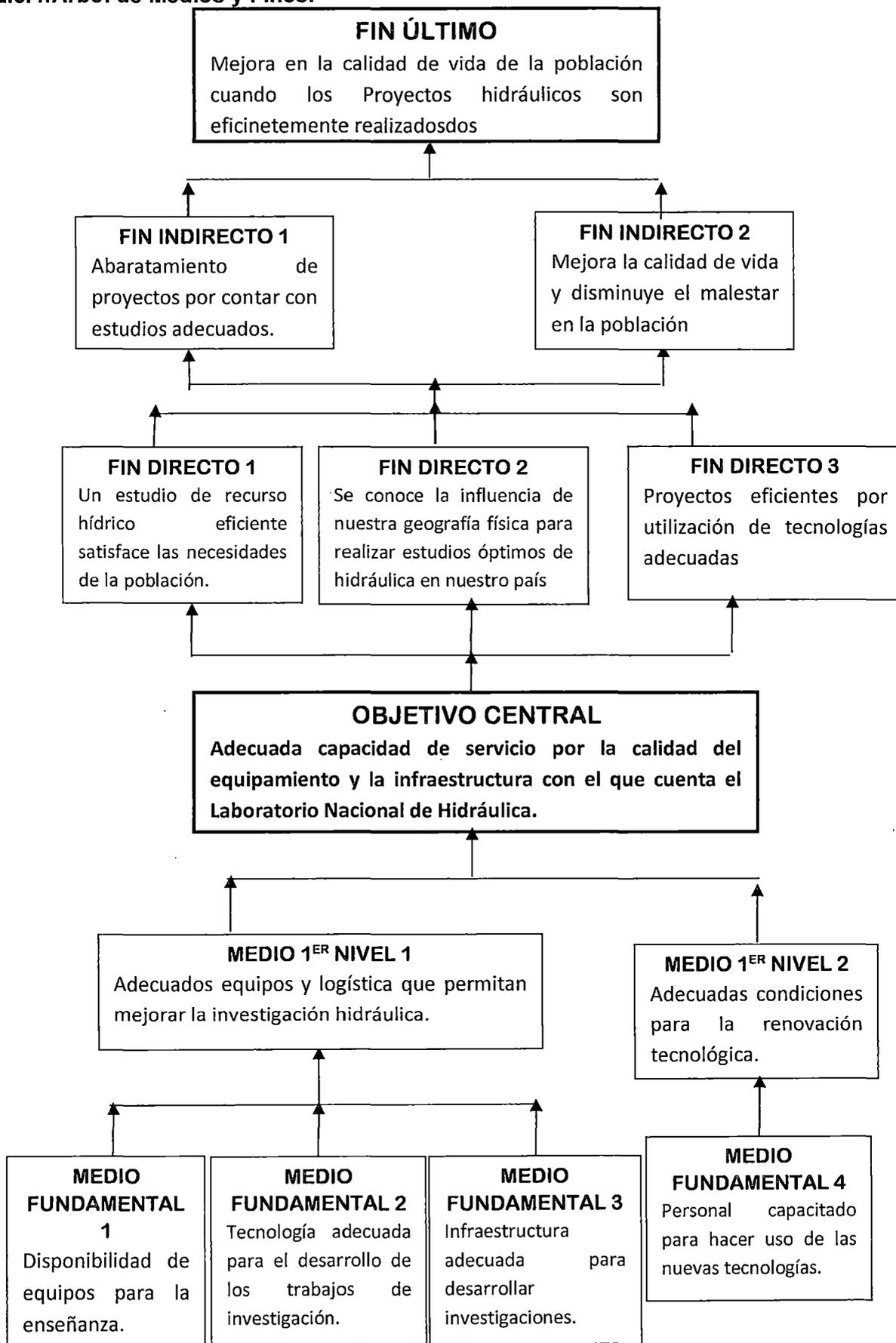


Figura N°2.16 Árbol de Medios y Fines
Elaboración: Propia

2.4. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN:

2.4.1. ÁRBOL DE MEDIOS FUNDAMENTALES:

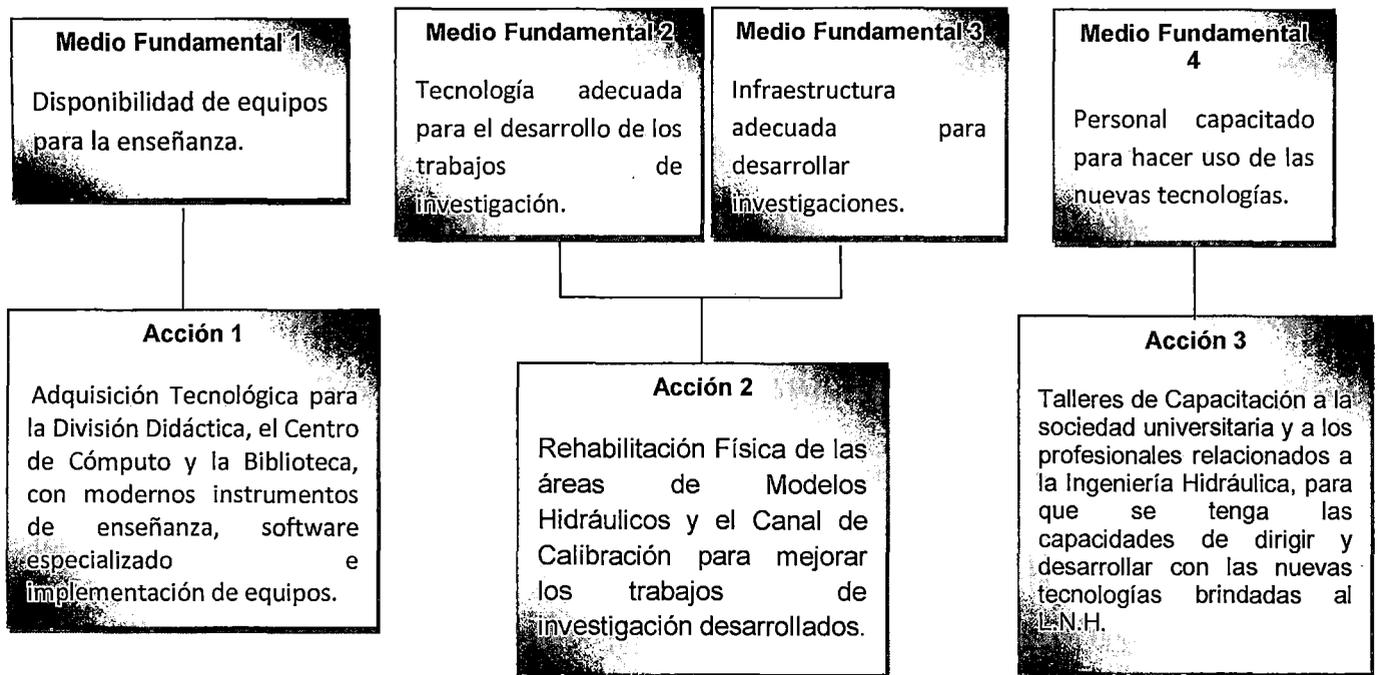


Figura N°2.17 Árbol de Medios Fundamentales
Elaboración: Propia

2.4.2. Planteamiento de Alternativas:

Para lograr cumplir con el Objetivo Central, se plantean realizar trabajos en los siguientes sectores:

Área de División Didáctica:

Metas:

- Mejora arquitectónica del ambiente, principalmente en pisos, ventanas, puertas y elementos de protección.
- Reparación y reforzamiento estructural de elementos de almacenamiento del agua.
- Rehabilitación de las Instalaciones Sanitarias, así como el suministro de alimentación de los equipos.
- Mejora del suministro eléctrico, de los puntos de toma de corriente e iluminación.
- Reparación y adquisición de equipos para la enseñanza de la Ingeniería Hidráulica.

Área de Canal de Calibración:

Metas:

- Mejora arquitectónica del ambiente, principalmente en pisos, ventanas, puertas y elementos de protección.

- Implementación tecnológica, concerniente a una moderna plataforma de calibración y a un generador de olas.

Área de Modelos Hidráulicos:

Metas:

- Construcción de áreas aptas para el estudio de M.H.
- Construcción de Cabinas de Control.
- Construcción de Cámaras de Carga.
- Sistemas de tuberías y canales de alimentación.
- Reparación y mantenimiento de la cisterna central.
- Reparación y mantenimiento del sistema de bombeo.
- Adquisición de instrumentos de medición.

Área de Edificación Principal:

Metas:

- Mejoras arquitectónicas, tanto interiormente como en la fachada de la edificación.
- Mejora de las instalaciones sanitarias.
- Implementación de las oficinas y el auditorio, dotándolos de mobiliaria y sistema multimedia respectivamente.

Área de Edificaciones Secundarias:

Metas:

- Mejoras arquitectónicas de las diferentes oficinas que involucra este sector.
- Mejora de las instalaciones sanitarias.
- Implementación de las oficinas, cocina – comedor y biblioteca.

Área de Talleres:

Metas:

- Reequipamiento de los talleres.

A continuación detallaremos cada uno de los presentes trabajos:

a. Remodelación de la División Didáctica

El principal problema de esta División es el poco mantenimiento de los equipos de estudio, varios equipos inservibles y los principales equipos de estudio en estado defectuoso debido a la obsolescencia de los mismos.

Las soluciones que se plantean es una remodelación arquitectónica, así como un reforzamiento estructural adecuado a las nuevas normas de edificación, se deben de igual manera reparar los servicio de agua y luz, finalmente arreglar y adquirir equipos modernos que mejoren la enseñanza del educando.

Arquitectura:

Se deben realizar trabajos de mejora en diferentes aspectos, como son:

- *Mejoramiento de Pisos, Paredes, Ventanas y Puertas:*

Se debe rehabilitar y reponer los pisos, ventanas y puertas, de igual manera se plantea el pintado de toda el área.

- *Barandas, escaleras y elementos de protección:*

Se debe reparar los elementos de protección como son barandas y escaleras.

Estructuras:

- *Reparación de la Cisterna*

Se hará el reforzamiento de las estructuras de alimentación del área, para ello se rehabilitara las paredes del contenedor con tarrajeo usando aditivos a fin de evitar la corrosión y prolongar la vida útil de estas estructuras.

- *Reforzamiento Estructural del Tanque elevado Principal:*

Se deben realizar trabajos de reforzamiento y rehabilitación en las columnas del Tanque elevado principal.

- *Reparación de la Cámara de Carga:*

En la división se cuenta con una cámara de carga secundaria al tanque elevado, es necesario en ella hacerla trabajos de reparación para que vuelva a ser útil.

Instalaciones Sanitarias:

- *Sistema de alimentación*

Se deberá hacer el mejoramiento de las tuberías y canales que sirven de alimentación al sistema de almacenamiento (cisterna – tanque elevado). Se rehabilitara las tuberías de alimentación de los equipos, si las tuberías están dañadas se repararan y si están muy corroídas se procederá a la adquisición de nuevas tuberías.

- *Sistema de Bombeo:*

Se reparara y de ser necesario se adquirirá nuevos equipos de bombeo para la alimentación del sistema de almacenamiento o para el uso de los equipos de estudio.

- **Suministro para Limpieza**

Se rehabilitará los lavaderos para la limpieza y el aseo de los investigadores y se implementara un área especial destinada para dicho fin.

Instalaciones Eléctricas:

- **Alimentación de los equipos de bombeo y de los equipos de estudio:**

Se requiere del mejoramiento del suministro de energía para el uso de las bombas y de los equipos de estudio, así como una rehabilitación de los puntos de luz.

- **Iluminación:**

Se propone la rehabilitación del suministro de iluminación, según considere necesario los investigadores.

Equipos de Estudio:

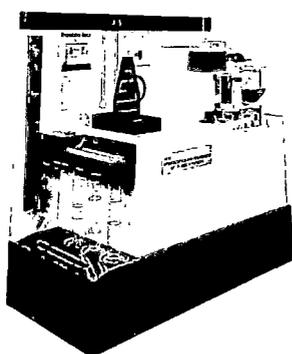
- **Reparación de Equipos:**

Los equipos dentro del área, los cuales serán rehabilitados son:

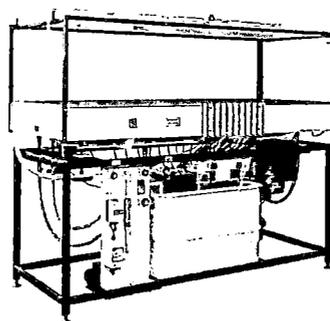
✓ Banco de Tuberías. Canal de Pendiente Variable. Cámara de Vacío.

- **Adquisición de Nuevos Equipos:**

Se planea la adquisición de equipos de enseñanza más didácticos y modernos. Estos equipos deberán ser mucho más manejables para los estudiantes. Los avances tecnológicos nos permiten obtener información, al hacer uso de estos equipos, de forma digital, lo cual será un gran avance en la enseñanza, las especificaciones de estos equipos se hallan en el Anexo N°2.4.



Hidrostática y propiedades de los fluidos



Equipo de Hidrología

Figura N°2.18 Equipos propuestos para la División Didáctica
Fuente: Empresas de Inglaterra, Tecquipment.

b. Remodelación del Canal de Calibración

Para el Canal de Calibración se plantean varios trabajos a desarrollar, con el objetivo de lograr un área donde:

- ✓ Los investigadores logren desarrollar estudios sobre el movimiento de equipos dentro del agua en condiciones estáticas y dinámicas de manera más eficiente y segura, por lo que el control de la plataforma de medición debe ser desde el exterior del canal y mediante un sistema eléctrico puedan controlar las velocidades de la plataforma.
- ✓ Además se debe proveer de una plataforma más ligera que permita obtener velocidades mayores a las que se desempeñan actualmente.
- ✓ Para los efectos dinámicos, se plantea la adquisición de un generador de olas que permitan realizar modelamiento de estructuras marinas.

En la edificación se deben realizar reparaciones tanto arquitectónicas como estructurales, pero la principal inversión se debe dar en la adquisición de este sistema más eficiente de estudio, como se muestra en la *Figura N°2.19*

Los principales trabajos que se plantean desarrollar son los siguientes:

Arquitectura:

Como se vio en las fotografías, se deben realizar trabajos de mejora en diferentes aspectos, como son:

- *Mejoramiento de Pisos, Paredes, Ventanas y Puertas:*

Se debe rehabilitar y reponer las ventanas y puertas, de igual manera se plantea el pintado interior y exterior de toda el área.

Implementación Tecnológica.-

- *Moderno Sistema para el Control de la Plataforma.*

Se plantea la adquisición de una plataforma más moderna y eficiente, con un sistema completo para su control desde fuera del canal de calibración, esto permitirá desarrollar mayores velocidades de estudio, se logrará un trabajo más seguro para los investigadores y permitirá la adquisición de la información de manera más rápida y precisa.

Se recomienda un carro con características similares al tipo Cussons inglés por su tecnología y ventajas en el trabajo.

- **Generador de Olas.-**

Se plantea adquirir un generador de olas que permita modelar el comportamiento marino, se recomienda que posea un motor Vollenhove o similar.

Instalaciones Eléctricas:

- **Dotación de Suministro Energético.**

Se deberá realizar trabajos para dotar de energía eléctrica que permita poner en funcionamiento las estructuras planteadas.

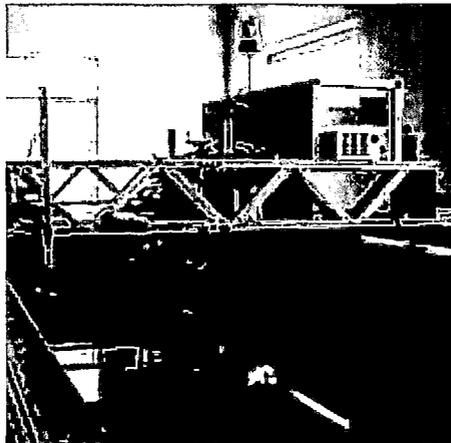
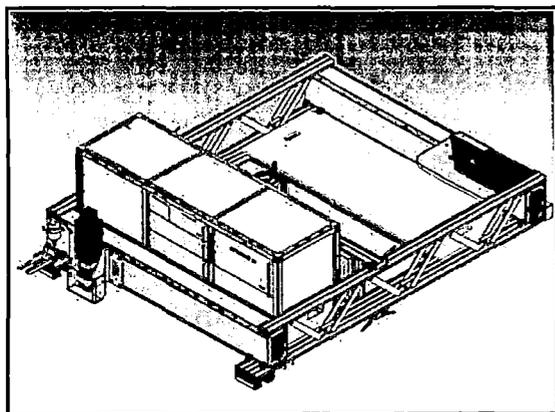


Figura N°2.19 Moderno sistema de control para el estudio de equipos dentro del agua.
Fuente: Cussons, Inglaterra

Se puede apreciar en la *Figura N°2.20*, el Sistema de Control computarizado desde el exterior para la plataforma de medición, este sistema fue cotizado a través de diferentes empresas inglesas que trabajan con este funcionamiento, en la *Figura N°2.21* se aprecia un equipo de características similares empleado en la marina española.



Fuente CUSSONS, INGLATERRA



Fuente ETSI, ESPAÑA

Figura N°2.20 Vista de la Plataforma de estudio para el Canal de Calibración (Izquierda)

Figura N°2.21 Generador de Olas (Derecha)

c. Remodelamiento del Área de Modelos Hidráulicos

El Área destinada para el estudio de los Modelos Hidráulicos (M.H.), se encuentra en mal estado de conservación, los residuos de antiguos estudios, junto con el poco mantenimiento que se le dio al área, muestran condiciones no aptas para la investigación.

Por lo tanto, los trabajos a desarrollar para recuperar esta área son los siguientes:

Obras Provisionales y Trabajos Preliminares:

En el Área de M.H., se deben desarrollar varios trabajos tanto de limpieza como de demolición, se recuperará el área de trabajo para poder posteriormente construir instalaciones dotadas de todos los servicios que permitan realizar una investigación con estándares acordes a los trabajos que se desarrollan a nivel mundial. Para ellos los trabajos iniciales son:

✓ Retiro de Desmonte y Limpieza del Área:

La eliminación de todos aquellos escombros y material, hasta generar una superficie horizontal sobre la cual se acondicionará el área para las futuras investigaciones.

✓ Construcción y reparación del cerco perimétrico con enmallado metálico y cerco de albañilería, como lo existente actualmente en la edificación.

Estructuras:

- ***Construcción de Áreas aptas para el estudio de M.H. (Pozas para modelos):***

✓ Habilitación de áreas con un adecuado suministro y desagüe de caudales.

✓ Cuenta con un sistema de rieles que permita el traslado de los equipos de medición.

✓ Estos espacios contarán con barandas laterales así como un adecuado sistema de protección del investigador y conservación del modelo en estudio.

✓ El sistema de control de los rieles, compuertas, instrumentos para la toma de data, entre otros; serán controlados de manera electromecánica desde la cabina de control, donde se hará el almacenamiento de data e información del trabajo.

Los detalles del sistema planteado se pueden apreciar en el Plano M.H. (Anexo N°4.2)

- *Construcción de Cabinas de Control:*

- ✓ Ambientes donde se hallan los sistemas electrónicos para el control del suministro de caudal que se dará a los M.H., en este ambiente también los investigadores podrán obtener información instantánea de los resultados de los ensayos, estará dotada de sistemas computarizados.
- ✓ El equipo de control podrá disponer del cierre y la apertura de las compuertas de la cámara de carga y de M.H., además de controlar el movimiento de carro de medición y de la obtención de la data de los instrumentos de medición.

Los detalles de la Cámara de Carga y de la Cabina de Control se pueden apreciar en los Planos M.H.-02,03.

- *Cámaras de Carga:*

Son espacios donde se almacenará el agua para los M.H., su sistema de ingreso y de transferencia estará controlado por compuertas, lo que permitirá al investigador fijar el caudal de estudio, mediante los sistemas electrónicos desde las Cabinas de control. La Cámara de Carga servirá para dotar de caudal y presión constante al sistema de estudio.

- *Sistemas de Tuberías y Canales de alimentación:*

Tuberías metálicas encargados de interconectar las áreas de los Modelos Hidráulicos con las Cámaras de Carga y/o con la Cisterna Central.

- *Reparación y Mantenimiento de la Cisterna Central:*

La Cisterna Central debe ser reparada, a fin de evitar fugas y pérdida de caudal, se le debe dar una reparación de su estructura y un tarrajeo con mortero anticorrosivo, puesto que estará en contacto con agua.

- *Reparación y Mantenimiento del Sistema de Bombeo:*

El sistema de Bombeo debe ser reparado y algunos de sus elementos cambiados, además se le deberá dar mantenimiento constante a fin de evitar fugas y pérdida de eficiencia de los instrumentos.

Equipamiento:

- *Adquisición de Instrumentos de Medición:*

Se adquirirá nuevos y modernos equipos de medición para el estudio de los M.H.

Los equipos recomendados para su adquisición son los siguientes:

Cuadro N°2.9 Equipos necesarios para el área de M.H.

Equipo Requerido	Unid	Cant.	Equipo Requerido	Unid	Cant.
Medidor Digital de Presión de 0 a 3500 Kpa	Unid	3	Auto Nivel marca TOPCON AT G1 o similar	Unid	1
Medidor Digital de Presión de 0 a 300 PSI	Unid	3	Contador electrónico universal para correntómetro 0012 B o similar	Unid	4
Mueble para equipos de Medición	Unid	1	Dinamómetro	Unid	1
Caudalímetro de ultrasonidos doppler para líquidos	Unid	2	Accesorios para Dinamómetro	Unid	1
Ecosonda Portatil APELCO, modelo 250 o similar.	Unid	2	Calibrador de dinamómetro	Unid	1
Correntómetro electromagnético VALEPORT, modelo 801	Unid	1	Motor para calibrador de dinamómetro	Unid	1
Calibrador Hidráulico de Presión	Unid	1	Equipo de control para dinamómetro	Unid	1
Transmisor de presión de acero inoxidable	Unid	6	Equipos de medición, taladro puntual y medición digital	Unid	1
Display Leds	Unid	6	Correntómetro de efecto Doopler ADCP de 600 Khz	Unid	1

Elaboración: Propia

En la *Figura N°2.22* se aprecia algunos de los equipos recomendados:

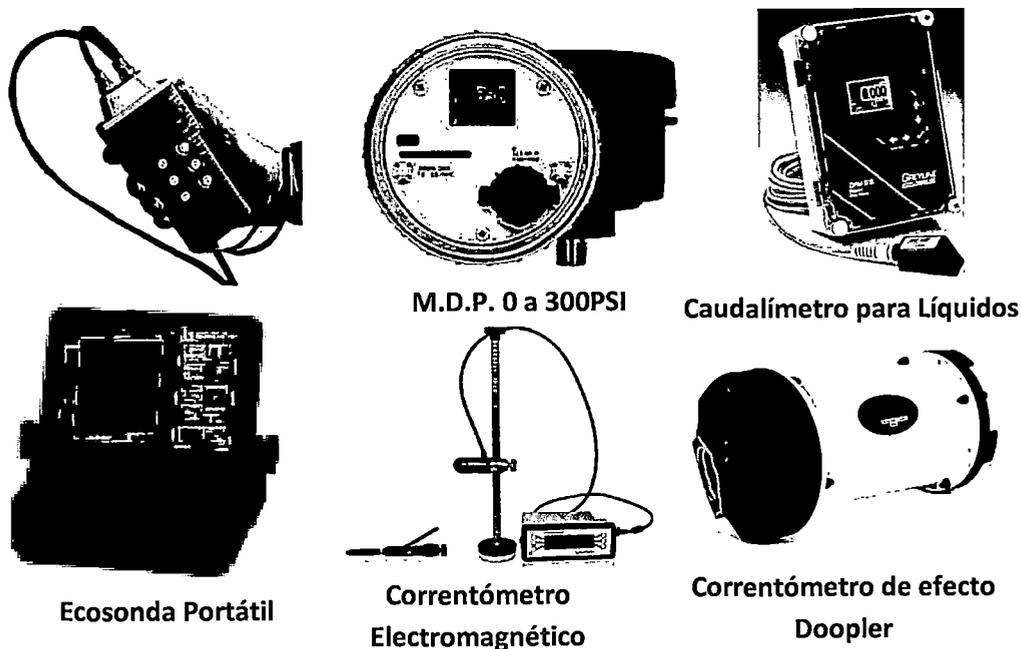


Figura N°2.22 Algunos de los equipos sugeridos para su adquisición

Elaboración: Propia

En la *Figura N°2.23*, se aprecia la cámara de carga y la cabina de control de la Universidad de Berteler, mientras que en la *Figura N°2.24*, se aprecia el desplazamiento de los instrumentos de medición a lo largo de la poza de estudio.

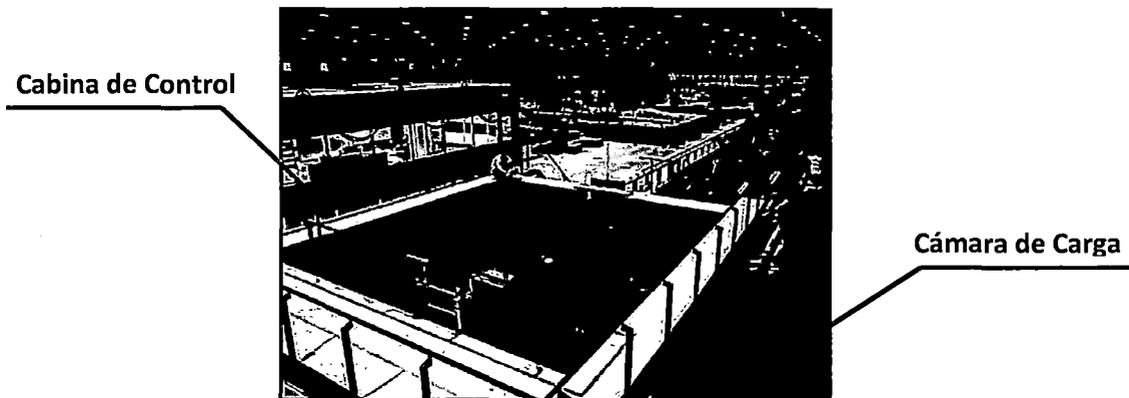


Figura N°2.23 Cámara de Carga y Cabina de Control para los M.H.
Fuente: Berteler

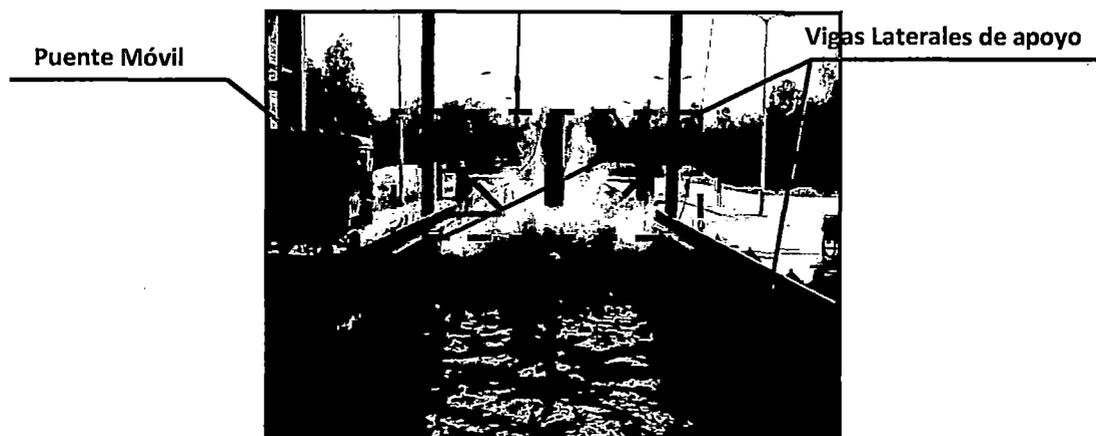


Figura N°2.24 Desplazamiento a lo largo de la poza de modelos hidráulicos
Fuente: Berteler

d. Remodelamiento de la Edificación Principal

La edificación principal requiere principalmente algunas mejoras en su equipamiento mobiliario, así como el sistema de computadoras con software con la capacidad de llevar a cabo investigaciones acordes con el desarrollo tecnológico mundial. Es así que las principales mejoras que se plantea son:

- ✓ La mejora del mobiliario, del acondicionamiento de los servicios higiénicos y de un impulso a la domótica de la edificación.

Arquitectura:

- ✓ Se mejorará la carpintería de puertas y ventanas, rehabilitándolas o implementando las que fuesen necesarias. También involucra el pintado de la edificación.

Instalaciones Sanitarias:

- ✓ Mejoramiento de los SS.HH. tanto del primer como del segundo nivel.

Mobiliario:

- ✓ Se implementaran oficinas y el auditorio, incluyendo computadoras con software necesario para los trabajos, así como el sistema multimedia.

e. Remodelamiento de las Edificaciones Secundarias

Las Edificaciones Secundarias requieren mejoras en su equipamiento mobiliario, en el sistema de computo, el cual requiere software capaz de llevar a cabo investigaciones acordes al desarrollo tecnológico mundial, mejoras en el sistema sanitario y rehabilitación de elementos arquitectónicos.

Las principales mejoras que se plantea son:

Arquitectura:

- ✓ Se mejorará la carpintería de puertas y ventanas, rehabilitándolas o implementando las que fuesen necesarias.

Instalaciones Sanitarias:

- ✓ Mejoramiento integral de los SS.HH.

Mobiliario:

- ✓ Se implementaran las oficinas, la cocina – comedor y la biblioteca, incluyendo computadoras con software necesario para los trabajos, así como el sistema multimedia.

f. Reequipamiento de Talleres

Para el caso de los talleres, la necesidad principal es la adquisición de modernos equipos de trabajo, en el Cuadro N°2.10 se presenta los requerimientos:

Cuadro N°2.10 Equipos requeridos para los Talleres

Equipo	Requerimiento
Compresor de aire	Potencia: 2HP, Capacidad: 100 Lts
Sierra Circular	Modelo: GST 10 , Potencia: 1800 W, , Usos: Industrial , Velocidad: 3600 R.P.M.
Sierra Radial	De uso Industrial, Potencia: 1450 W, Velocidad: 6000 R.P.M. - GKS 7 1/4"
Torno de motor	Torno Optimum D320x920
Manómetro	Equipo de Manómetros industriales
Garlopa Cepilladora	Equipo Completo de Aserrado
Taladro con Motor	Taladro Bosch y Motor Honda de 2500

Elaboración Propia

2.5. PANEL FOTOGRÁFICO

“MODELOS HIDRÁULICOS”

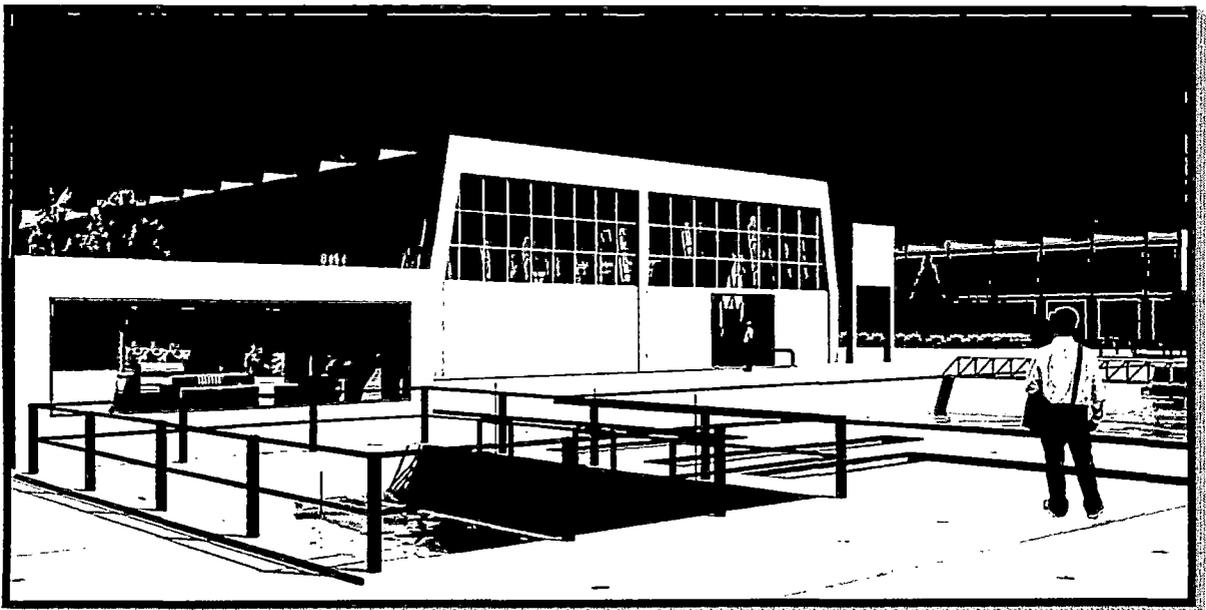
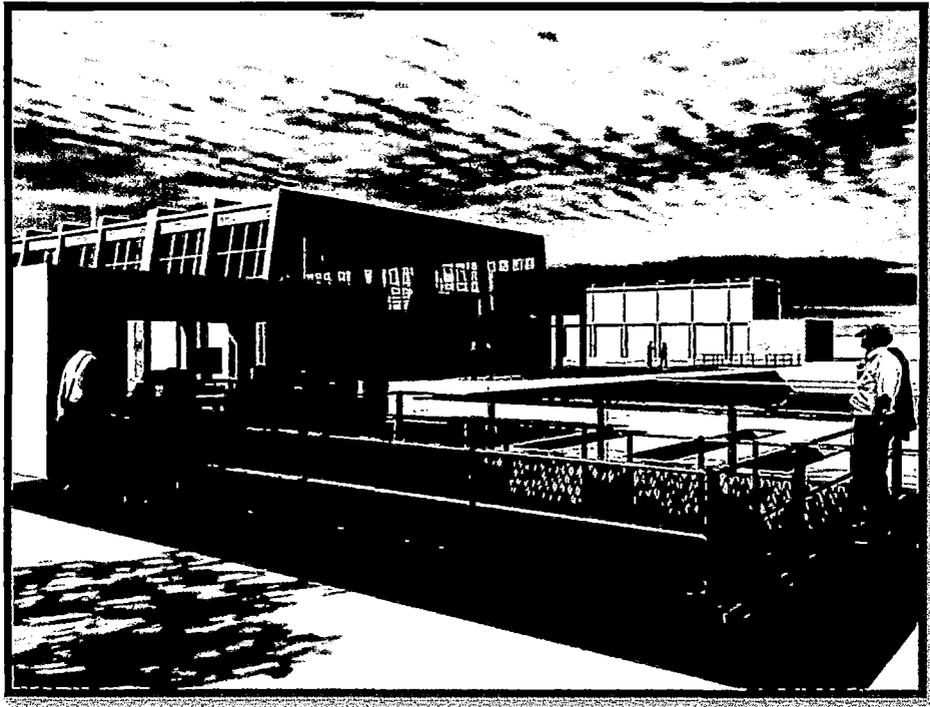


Figura N°2.25: Futura Vista Externa del Área de Modelos Hidráulicos

“LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA”

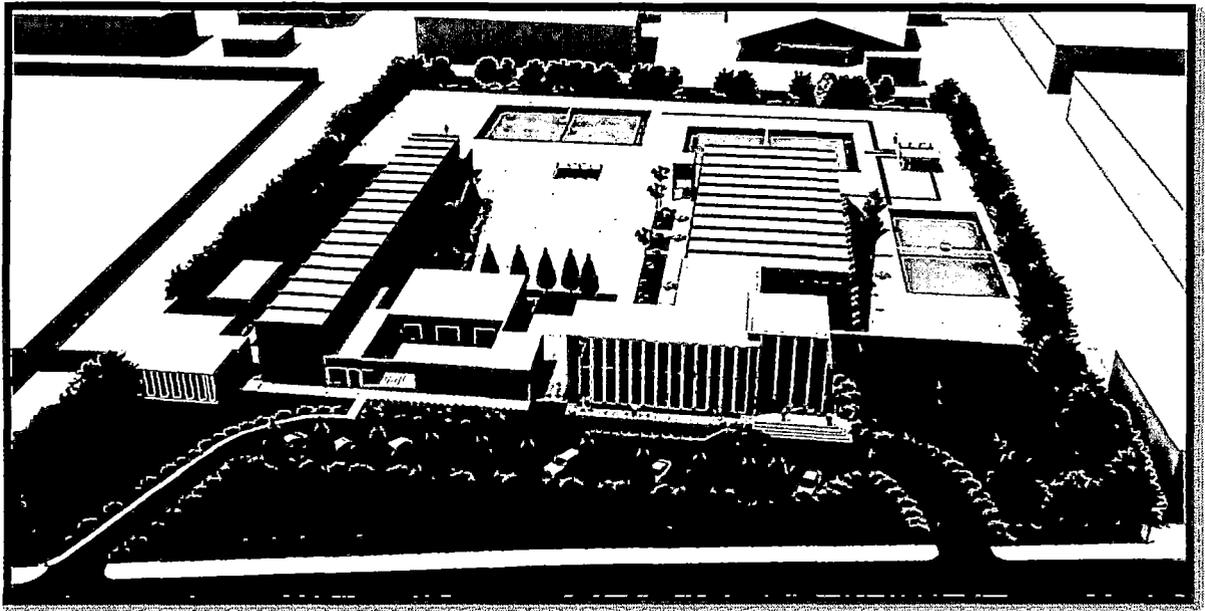
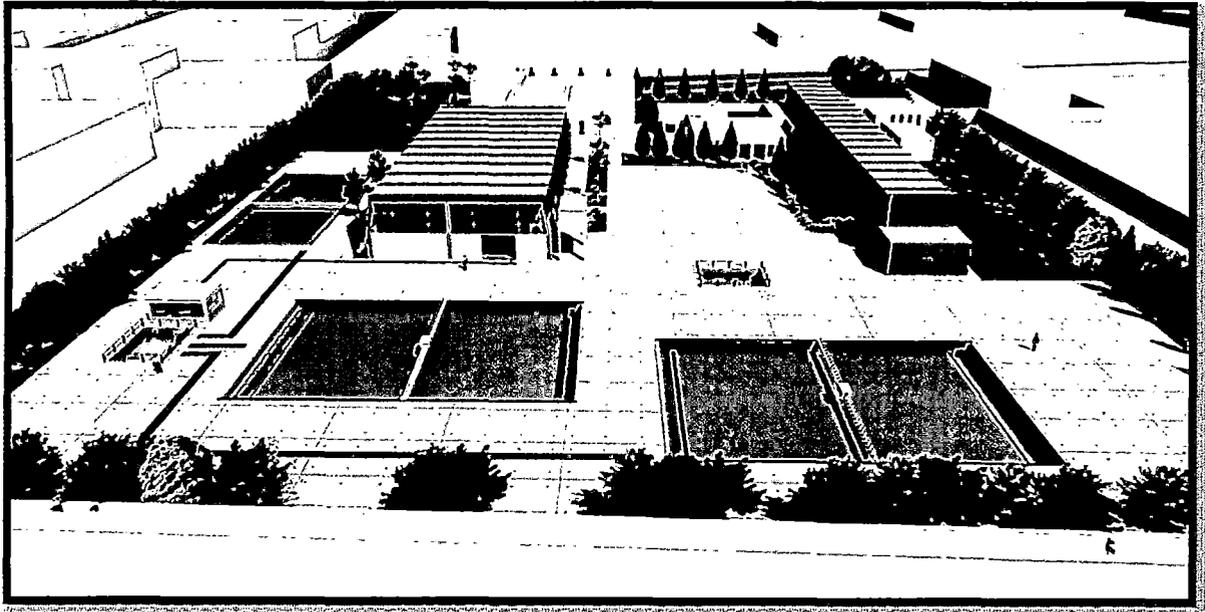


Figura N°2.26: Vista Panorámica del Laboratorio Nacional de Hidráulica

“DIVISIÓN DIDÁCTICA”

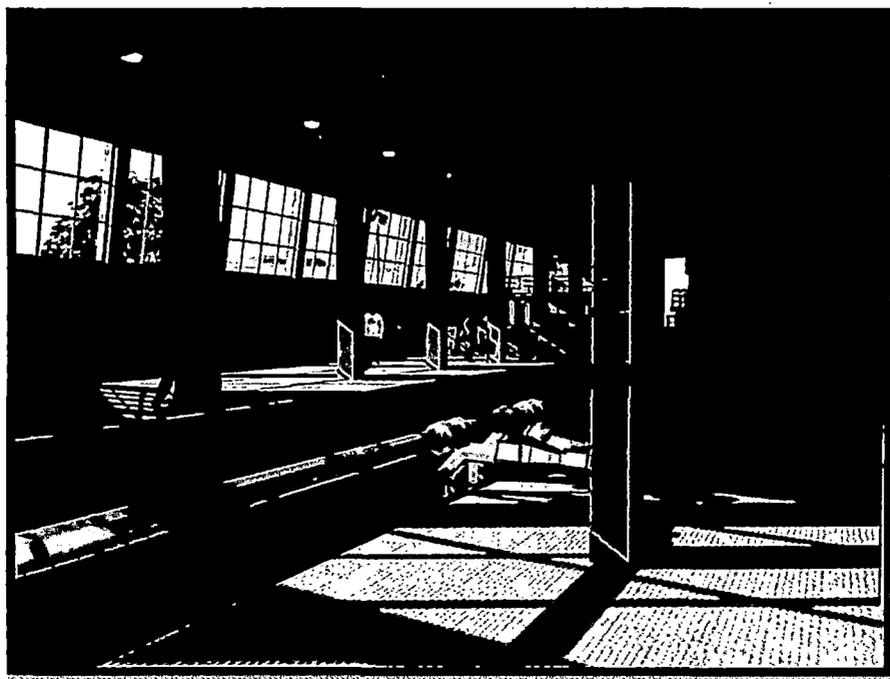


Figura N°2.27: Vistas de la División Didáctica

“SECTORES ADICIONALES”

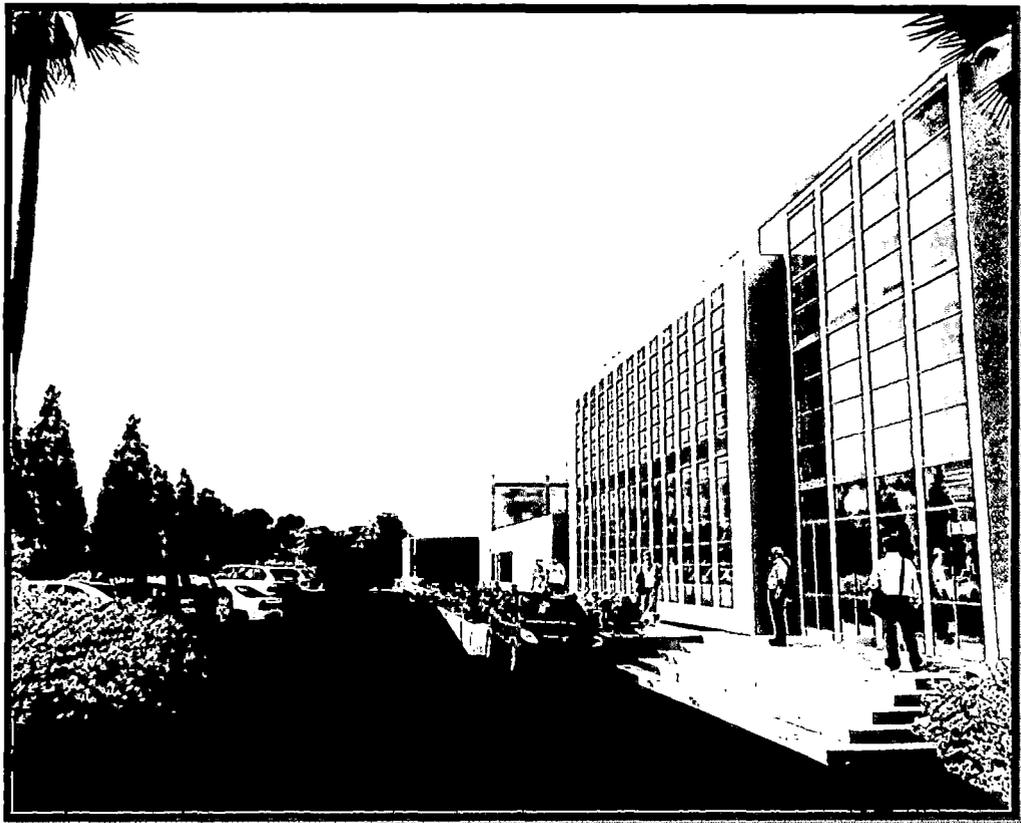


Figura N°2.28: Áreas Complementarias

CAPÍTULO III FORMULACIÓN

3.1. HORIZONTE DEL PROYECTO.-

Dada las particularidades del proyecto, en cuanto a la adquisición de nuevas tecnologías, la implementación de áreas adecuadas para los estudios, la mejora y ampliación de algunos servicios y los tiempos de ejecución, se plantea un horizonte de 20 años para el proyecto.

A continuación se describen las fases del proyecto:

3.1.1. Fase de Pre inversión:

La Fase de Pre inversión tiene como componentes:

- El Estudio de Perfil para el Mejoramiento de la Infraestructura y los Servicios del Laboratorio Nacional de Hidráulica. El cual será realizado en el año 1 tendrá una duración de cinco (5) meses.

3.1.2. Fase de Inversión:

La fase de Inversión tiene como componentes:

- Elaboración del Expediente Técnico Definitivo del Proyecto de “Mejoramiento de la Infraestructura y los Servicios del Laboratorio Nacional de Hidráulica” el cual se recomienda su elaboración en el año 1 y tendrá una duración de tres (3) meses.
- Adquisición y reparación de equipos de la División Didáctica así como el mejoramiento de su infraestructura, los cuales serán realizados en los primeros meses del año 2.
- Construcción e Implementación de la moderna área de Estudios de M.H. para Proyectos Hidráulicos a mediados del año 2.
- Adquisición de equipos para el Canal de Calibración, estos son: generador de olas, carro metálico moderno y cabina de control, desde donde se manipula el funcionamiento del equipo, para inicios del 3.
- Mejorar en las oficinas, talleres, auditorio, biblioteca, cocina – comedor, almacenes y servicios higiénicos, así como una implementación del área de modelos matemáticos dotándolo de computadoras y del software adecuado para el estudio hidráulico, se recomienda para el año 3.

3.1.3. Fase de Post inversión

La Fase de Post inversión tiene como componentes la ejecución de los trabajos de operación y mantenimiento. Estos se iniciaran a partir del año 4, cuando comiencen a realizarse trabajos en las áreas de labor: Modelos Hidráulicos y Canal de Calibración, y/o cuando se recomiende en el caso de equipos o herramientas. Se recomienda un mantenimiento periódico constante.

Para mejores detalles se presenta el siguiente cuadro:

Cuadro N°3.1 "Horizonte del Proyecto"

HORIZONTE DEL PROYECTO		
AÑO 1	AÑOS 2-3	VIDA ÚTIL
Pre Inversión	Inversión	Post Inversión
Estudio de Perfil	Estudio Definitivo con Expediente Técnico del Proyecto: "Mejoramiento de la Infraestructura y los Servicios del Laboratorio Nacional de Hidráulica". Trabajos a desarrollarse para rehabilitar y repotenciar el laboratorio en sus diferentes sectores.	Inicio de Operaciones del Laboratorio Nacional de Hidráulica. Optimización y planificación del recurso hídrico, impulso al sector portuario así como mejoras en proyectos agrícolas, energéticos y prevención de riesgos.

Elaboración Propia

3.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA.-

3.2.1. Aspectos Generales.-

La necesidad para el Perú de contar con un Laboratorio apto para el estudio y el conocimiento de los fenómenos hidrológicos, hidráulicos y medio ambientales; factores que constantemente modifican el clima y la geografía nacional, es de vital importancia.

Indudablemente el recurso hídrico, rico en nuestro país, debe ser canalizado y utilizado de la mejor manera y para ello, conocer su disponibilidad, conducción, almacenamiento y utilización debe ser de interés nacional.

El Laboratorio tiene la función de modelar, analizar y estudiar la Ingeniería Hidráulica Nacional, con el objetivo de optimizar los recursos involucrados.

Los proyectos hidráulicos pueden ser catalogados en función a su envergadura e importancia para el desarrollo nacional. Estos proyectos de gran beneficio para el país, requieren de estudios e investigación previos a su ejecución que deberán ser muy minuciosos y exhaustivos. El *Cuadro N°3.2* presenta cuales fueron los principales

sectores económicos como porcentaje del PBI nacional durante el año 2010, para poder determinar los sectores que tendrán mayor influencia en los estudios futuros.

Cuadro N°3.2 Sectores Productivos como porcentaje del PBI Nacional

Sector Económico	2010/1	2010/2	Diferencia
Agropecuario	7.6	5.5	-2.1
Pesca	0.72	0.65	-0.07
Minería e Hidrocarburos	4.67	13.85	9.18
Manufactura	15.98	14.1	-1.88
Electricidad y agua	1.9	1.7	-0.2
Construcción	5.58	6	0.42
Comercio	14.57	10.5	-4.07
Otros Servicios	39.24	39	-0.24
Impuestos y Derechos de Importación	9.74	8.7	-1.04
Total	100	100	

Fuente: INEI
Elaboración Propia

El cuadro anterior nos muestra que los sectores productivos que permanecieron en crecimiento, incluso frente a factores que alteraron de gran manera la economía mundial, son la minería y la construcción en el país.

Referente a la minería, últimamente se generaron varios conflictos de naturaleza social a nivel nacional, debido a la influencia que generaba la minería en la conformación de sus sociedades, así como también en el aprovechamiento de los recursos hídricos y su posterior reincorporación del recurso al medio ambiente.

Indudablemente las acciones o los trabajos que se desarrollan con el objetivo de mitigar los efectos contraproducentes que puede traer consigo la minería hacia la naturaleza o hacia la sociedad, aún no se hallan en gran manera investigados o estudiados en el país, es por ello que surge la necesidad de generar conocimientos e investigación en el ámbito de la hidrología, la hidrogeología y también el uso y tratamiento de los desechos o relaves que genera la actividad minera.

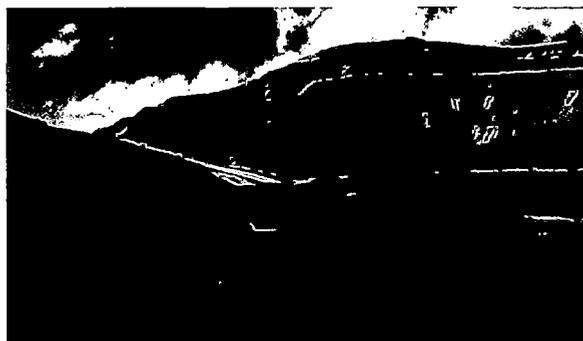


Figura N°3.1. Minera Yanacocha – Poza de Lixiviación.

Fuente: Minera Yanacocha

3.2.2. Demanda que genera el Crecimiento Económico Nacional.-

La Demanda de realizar estudios en los Proyectos Hidráulicos, se da básicamente por que las obras que se construirán, no solamente alterarán de manera radical el medio en el que se desarrollan, sino que también, debido a su envergadura, modifica enormemente la forma de vida de sus alrededores, sea por la generación de fuentes de trabajo o por los beneficios que del proyecto se planeen obtener.

Los Estudios para Proyectos Hidráulicos se dan en dos ámbitos, la primera es en obras que se requiere realizar para cubrir las necesidades de las personas y la segunda en proyectos que son necesarios para la protección y mitigación de desastres.

Es decir, la necesidad de contar con un laboratorio en óptimas condiciones de operación y con los elementos necesarios para desarrollar un trabajo eficaz, es inevitable para el planteamiento, estudio, ejecución y funcionamiento de las obras hidráulicas.

Para ello se realizará un Análisis Económico de los principales proyectos a desarrollarse en el país, así como también la necesidad de realizar estudios en la prevención de desastres naturales. Este análisis, aunque a grandes rasgos, se realiza en base a lineamientos de proyectos que impulsaron en gran manera el desarrollo económico y social nacional.

3.2.3. Demanda generada por Sectores Económicos

Los Sectores Productivos, como se vio en el *Cuadro N°3.2.*, que se han desarrollado con Índices de crecimiento bastante altos en el país son la Minería y la Construcción. La primera, una actividad netamente extractiva y que en el país no genera un proceso de transformación de la materia, es la fuente que más invierte en el desarrollo nacional. Fuentes del Ministerio de Energía y Minas dan que la inversión en la década del 2000-2010 fue de US \$ 53,000 millones [10].

A continuación se analizan los proyectos mineros que tendrán mayor inversión en su ejecución; éstos realizarán trabajos alterando el medio en el que se desarrollarán y para los cuales será necesario realizar estudios y trabajos de investigación que permitan planificar el uso del recurso hídrico.

Proyectos Mineros

Los principales proyectos mineros a desarrollar en el país, se aprecia en el siguiente Cuadro N° 3.3.

Cuadro N°3.3. Principales Proyectos Mineros a Desarrollarse en el Perú

Unidad Minera	Proyecto Minero	Ubicación	Explotación	Inversión US \$(millones)
PROYECTOS AURÍFEROS	Doce Grandes Proyectos	PERÚ	ORO	53 391
TINTAYA	ANTAPACCAY	CUSCO	COBRE	1 470
TINTAYA	LAS BAMBAS	APURÍMAC	COBRE	4 230
CHINALCO	TOROMOCHO	JUNÍN	COBRE	--
Total Inversión en Proyectos Mineros a Corto y Mediano Plazo				USD \$ 59 091

Fuente Ministerio de Energía y Minas
Elaboración Propia

Según el Ministerio de Energía y Minas, la reserva aurífera del Perú para el año 2012 asciende a 1 970 ton, y la producción anual actual es de 164 ton, lo cual garantiza una extracción de este metal por doce años, según la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía la reserva asciende a 2 700 ton [11].

Para conseguir este propósito, se estima una inversión de U.S. \$ 8,250 millones en doce proyectos auríferos alrededor del país, estos son: Conga, Chaquicocha, Chucapaca, Breapampa, Galeno, Inmaculada, Invicta, La Arena (proyecto en expansión), Ollachea, Pucamarca, San Luis y Shahuindo. Sin duda alguna los proyectos auríferos, aunque no son la mayoría en el país, resultan importantes de analizar, no solo por su modificación ambiental, sino también por el factor social que éstos cumplirán, debido al gran movimiento económico que generan.

Actualmente en el Perú también se viene desarrollando proyectos de similar envergadura como los anteriores mencionados, estos se logran apreciar en la *Figura N°3.2*.

Los Proyectos mineros, sin duda alguna impulsarán enormemente el desarrollo económico nacional, sin embargo el país debe comenzar a buscar de forma inmediata alternativas económicas que permitan generar el mismo dinamismo, sin afectar el medio ambiente y la sociedad de forma tan radical como lo hace la minería.

Igual de importante es que la minería, así como los diferentes sectores económicos, que consumen durante su etapa de producción grandes insumos de energía eléctrica, sean también capaces de generar y autoabastecerse de la misma, así como contribuir a las comunidades aledañas al proyecto, esto con la finalidad de no mermar con el suministro nacional limitado pero potencialmente rico que se tiene. Por ejemplo la minera Souther

Perú en el departamento de Moquegua, cuyo consumo de energía es de 200 MW, lo cual equivale como estudiamos en el Capítulo Primero a la decima parte de la energía nacional y la cual es satisfecha mediante combustión de carburos [3].

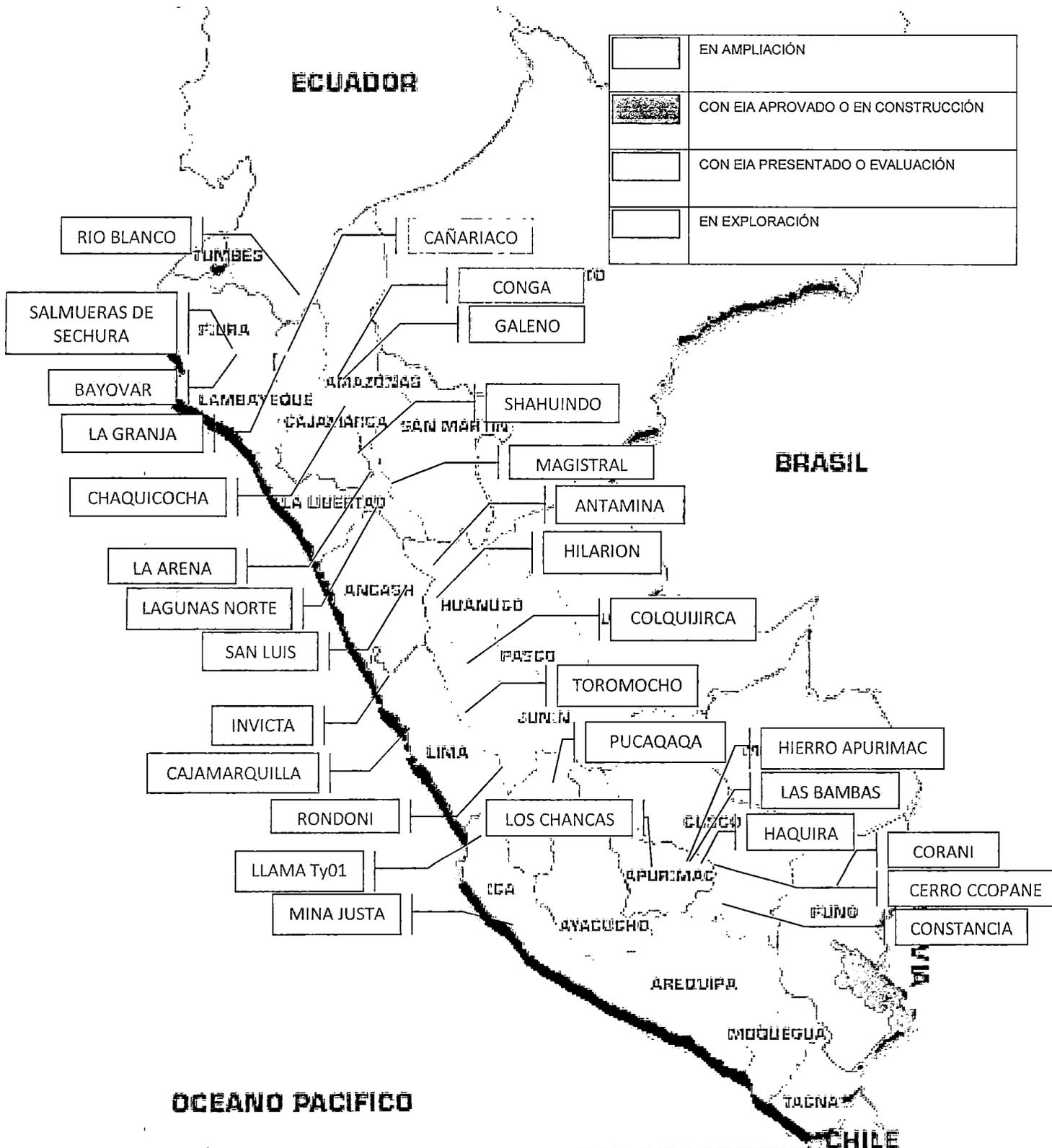


Figura N°3.2: Mapa de ubicación de los principales proyectos mineros del Perú.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

Proyectos Hidro energéticos:

Sin duda alguna, una gran alternativa para la generación de alternativas económicas, es el impulso y desarrollo de Centrales Hidro energéticas, los cuales resultan ser un factor importante en el crecimiento industrial nacional.

Actualmente la generación de energía en el Perú es del orden de los 2800 MW, los cuales se hallan interconectados a la red de suministro nacional, estos son, en su mayoría, proyectos que se han desarrollado en la vertiente occidental de la cordillera, zona de topografía y geología favorables, sin embargo por el mediano caudal que traen, solo han generado energía capaz de auto solventar la demanda nacional siendo ésta incluso hoy insatisfecha [12].

Mirando al futuro, el desarrollo y la construcción de mayores centrales hidroeléctricas en la vertiente oriental de la cordillera, zona en la que debido a la escasa data que se dispone no se ha aprovechado al máximo, prometen un gran potencial de capacidad instalada de generación energética. Esto no solamente cumplirá con la demanda nacional, trayendo consigo el abaratamiento de costo energético sino que también permitirá al país desarrollar e impulsar la industria nacional. Además, la energía que se generará en éste sector deberá ser bien aprovechada para consolidar al país, no solamente como un país con capacidad de exportación de materia prima, sino también, nos dará la capacidad de poder instalar una industria de gran capacidad. El país tendrá los suministros energéticos necesarios para impulsar la industria nacional.

Otra visión que se presenta es el de la potencial exportación de esta energía, teniendo en cuenta que los costos que requiere la construcción de estas mega centrales inicialmente resultan ser elevados para que el sistema nacional de ese paso, países vecinos se han mostrado interesados en la inversión en dichos proyectos, sin embargo, contrario a los proyectos de extracción minera o gasífera, la generación de energía eléctrica es una fuente inagotable, por lo que dependerá de las políticas que opte el país para ver si es necesario la unión con países que inviertan en este tipo de infraestructura y la forma de negociación de tal manera que el gran beneficiado resulte siendo el Perú.

La energía que hablamos ha sido estudiada en la década de los setenta, en el *Figura N°3.3*, se logra apreciar la ubicación de estas grandes centrales. Se muestra en el *Cuadro N°3.4* los costos de inversión que se requiere y la potencia que se obtendría para el beneficio nacional, de las Grandes Centrales Hidroeléctricas Proyectadas en el Perú.

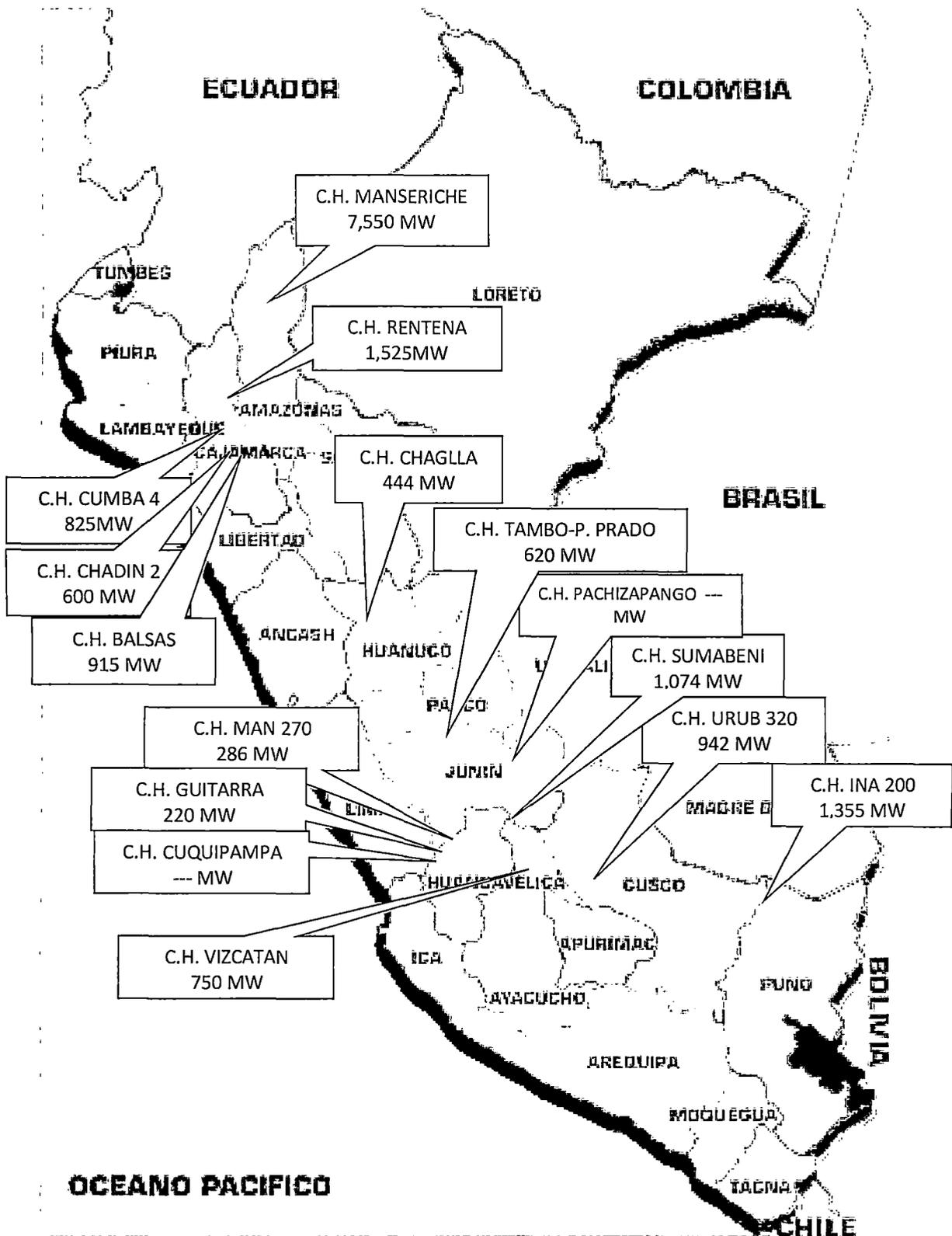


Figura N°3.3.- Grandes Centrales Hidroeléctricas en el Perú

Fuente: Ministerio de Energía y Minas
Elaboración: Propia

Cuadro N°3.4 Grandes Centrales Hidroeléctricas Proyectadas en el Perú

Central Hidroeléctrica		Caudal estimado (m ³ /s)	Altura (m)	Potencia Generada (MW)	Costo de Inversión	Tiempo de Ejecución
CC.HH. Pongo de Manseriche		3 500	161	7 550	No precisa	10 años
Proyecto Hidro energético Tramo Medio del río Marañón	CC.HH. Cumba 4	522	175	825	U\$ 970 millones	9 años
	CC.HH. Chadin 2	464	150	600	U\$ 819 millones	
	CC.HH. La Balsa	425	150	915	U\$ 1 213 millones	
CC.HH. Chaglla		67	827	444	U\$ 538.4 millones	9 años
CC.HH. Pongo de Rentena		117.6	1562	1572	U\$ 863.27 millones	11 años
CC.HH. La Guitarra		132	208	220	U\$ 245.84 millones	4 años
CC.HH. Man 270		307	113	286	U\$ 203.70 millones	5 años
CC.HH. Tambo – Puerto Prado		En evaluación		620	U\$ 1500 millones	8.5 años
CC.HH. Ene – Paquitzapango		En evaluación		1379	U\$ 2062 millones	8.5 años
CC.HH. Ene-Sumabeni		En evaluación		1074	U\$ 2700 millones	9.5 años
TOTAL EN PROYECTOS HIDROENERGETICOS EN MEDIANO Y LARGO PLAZO				15 485 MW	USD \$ 11 115.2	

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

Elaboración: Propia

Del proyecto Hidro-energético Tramo Medio Río Marañón, el cual está conformado por las CC.HH: La Balsa, Chadin 2 y Cumba 4, se estima que la generación de energía, será equivalente al 75% del actual abastecimiento del país.

La Potencia Hidroeléctrica Instalado a Nivel Nacional para el año 2005 fue de 4048 MW, el cual cubría el 78.7% de la demanda nacional [13].

Se estima a grandes rasgos que la inversión en el Perú para desarrollar grandes proyectos hidro-energéticos en el corto y mediano plazo para el país, requerirá una inversión de USD \$ 11 115 millones.

Actualmente las 7 principales Centrales Hidroeléctricas del país, según su potencia generada, se aprecian en el *Cuadro N°3.5*, éstas alimentan el 60% del abastecimiento nacional. También es notorio que estas centrales se hallan en el sector centro- norte del país, pese a que la red de suministro se halla integrada, se aprecia un déficit en el sector sur de la nación.

Cuadro N°3.5 “Principales Centrales Hidroeléctricas del País”

Proyecto Hidro - energético	Potencia (MW)	Ubicación	Alimentación Nacional (%)
CC.HH. Mantaro	798	Huancavelica	19.71
CC.HH. Castrovireyna	700	Huancavelica	17.29
CC.HH. Huinco	262	Lima	6.47
CC.HH. Restitución	258	Huancavelica	6.37
CC.HH. Cañón del Pato	154	Ancash	3.80
CC.HH. Charcani V	136.8	Arequipa	3.38
CC.HH. Matucana	120	Lima	2.96
Potencia de Las Principales Centrales del País (MW)		2428.8	60%
Potencia de Total Nacional (MW)		4048.0	100%

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Compendio de CC.HH. SEIN.
Elaboración Propia

Adicionalmente a las CC.HH. mencionadas, se cuenta con 4 CC.HH. entre los 100MW y los 120MW, entre las que destacan Machu Picchu (110MW- Cusco) y San Gabán (110MW- Puno). En el Cuadro N°3.6, se realiza la mención de las CC.HH. proporcionada por Osinerg 2005, el texto citado realiza una evaluación detallada en función de los alcances que tienen cada una de las CC.HH.

Cuadro N°3.6: Suministro de energía actual de las CC.HH. del Perú

Potencia Hidro eléctrica Instalada	
Mayores a 500 MW	2
Entre 100 a 500 MW	9
Entre 50 a 100 MW	4
Entre 10 a 50 MW	10
Menores a 10 MW	9
TOTAL	34

Fuente: Ministerio de Energía y Minas– Compendio de CC.HH. SEIN.
Elaboración: Propia

En el año 1969, la Cooperación Técnica entre la República Federal de Alemania y el Gobierno de la Republica Peruana, realizaron un estudio del potencial hidro - energético a nivel nacional. Durante el estudio se evaluaron alternativas mayores a los 20 MW; sin embargo no se evaluaron proyectos en selva baja por la ausencia de topografía confiable, geología poco favorable, así como la poca disponibilidad de datos hidrológicos.

Se llegó a la conclusión de que la capacidad hidro-energética del país (Potencial Teórico) es de 206 107 MW y un potencial realmente explotable de 58 436 MW [13].

En la *Figura N°3.4*, se aprecia que en el año 2008, más del 60% de la energía nacional provenía de fuentes hidro-energéticas.

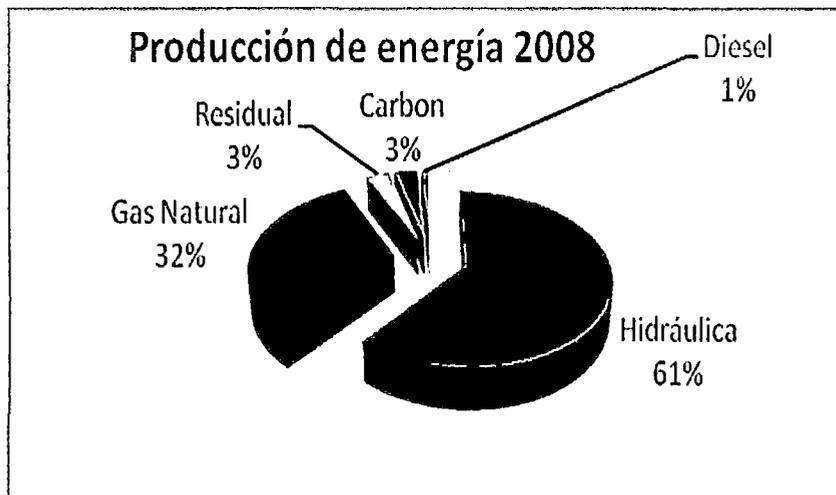


Figura N°3.4. Tipo de energía producida en el país.
Fuente: Ministerio de Energía y Minas.
Elaboración Propia

Proyectos Portuarios.-

Como se sabe; el Puerto Marítimo es el Área donde se realiza un gran intercambio comercial, económico así como socio cultural. Es ahí, donde se efectúa la carga y descarga de embarcaciones, requiriendo para esta actividad de grandes insumos, mano de obra y maquinarias. Por ello es primordial que un puerto posea características geográficas aptas para su desempeño y es importante que el ingeniero transforme la naturaleza del entorno con la finalidad de darle seguridad a los diferentes involucrados en la actividad portuaria, acondicionando el entorno geográfico a sus necesidades.

Para estudios ingenieriles, se pueden clasificar a los puertos en función de sus características geográficas: el área que ocupa, la profundidad del calado, o los factores naturales que sobre dicha zona actúan, como son el sentido y la magnitud de los vientos, lo cual provoca la intensidad y el sentido de las mareas, entre otros aspectos.

- *Puertos en el Perú*

A lo largo del litoral se construyeron distintos puertos, cada uno con un objetivo comercial, civil o militar, influenciado por la economía o las condiciones sociales en las que se construyeron, sin embargo el día de hoy se pueden catalogar en función de su envergadura y su importancia para la economía nacional, el Sistema Portuario del Perú, clasifica a los puertos por categorías, el *Cuadro N° 3.7* nos muestra los "Puertos Mayores" del Perú, esto en función del "Tráfico de Naves según terminal portuario – ENAPU 2000-2006".

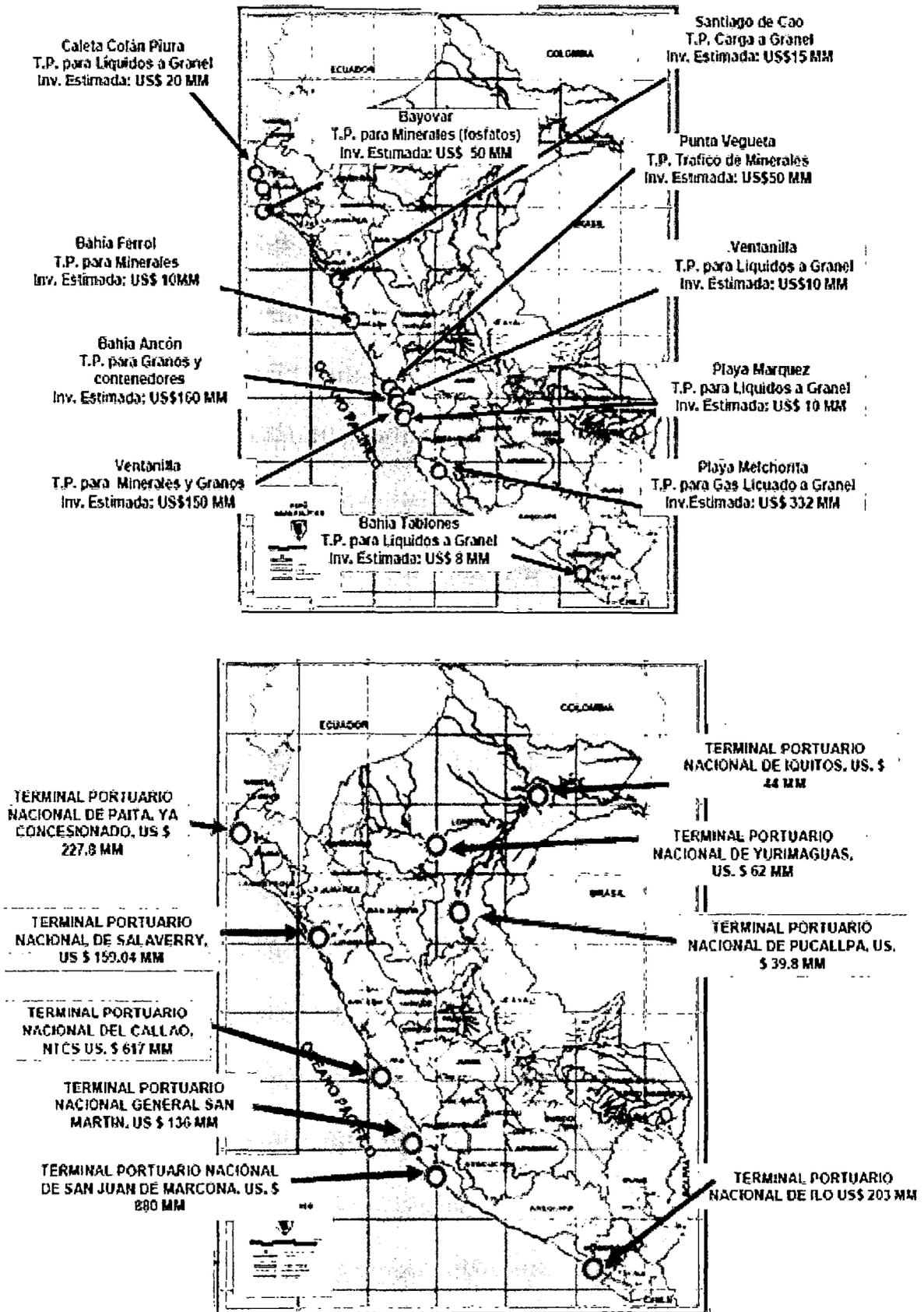


Figura N°3.5.- Proyectos Portuarios de Inversión Pública y Privada

Fuente: Sistema Portuario Nacional

Cuadro N°3.7 Ubicación de los Puertos Mayores del Perú, 2011.

Nombre del Puerto	Ubicación Geográfica		Ubicación		Intensidad (TEU - año)
	Latitud	Longitud	Provincia	Región	
Puerto de Paita	05°05'02"	81°06'50"	Paita	Piura	160,750
Puerto de Salaverry	08°13'28"	78°58'54"	Salaverry	La Libertad	27,436*
Puerto de Chimbote	09°04'36"	78°36'53"	Chimbote	Ancash	11,462
Puerto del Callao	12°02'42"	77°08'25"	Callao	Lima	1,610,804
Puerto de Gral. San Martín	13°48'00"	76°17'21"	Pisco	Ica	26,769
Puerto de Matarani	16°59'42.5"	72°06'13.2"	Matarani	Arequipa	18,575
Puerto de Ilo	17°38'40"	71°20'48"	Ilo	Moquegua	38 124
TOTAL					1,897,436

TEU: Contenedores de 20 pies de largo.

* Salaverry es mayor en TM (Tonelada métrica) que en TEU.

Fuente: Perspectivas a largo plazo de los puertos en el Perú. Cámara de Comercio de Lima.

Elaboración: Propia

- *Trabajos realizados por el L.N.H. en el área de Puertos:*

En lo concerniente al estudio de Puertos, se realizaron modelos en los principales puertos del país, con la finalidad de preparar la infraestructura ante posibles fallas, así como también prevenir los fenómenos que generarían las fuerzas naturales como los efectos de las mareas, el proceso de arenamiento, entre otros. Un estudio que se desarrolló en las instalaciones del L.N.H., tuvo como finalidad conocer los efectos en el terminal marítimo del puerto de Salaverry (1977) [9].

Durante la etapa de estudio del Puerto de Salaverry, se determinó que construir un espigón desarenador conocido como muelle sur del Puerto de Salaverry, sería económicamente ventajoso para el Puerto, puesto que evitaría la sedimentación de la rada, y así no se necesitaría dragar de manera constante el puerto, abaratando de esa manera los costos de mantenimiento, sin embargo, las arenas se depositaron a espaldas del espigón, como se tenía previsto, pero provocando que playas ubicadas a 20 km al norte del puerto como "Las Delicias" y "Huanchaco" se desarenen desde ese entonces y el efecto del oleaje erosione constantemente las playas como se muestra en las *Figura N°3.6*. Por otra parte, se solicitó al L.N.H. la ejecución de un estudio hidráulico con el objeto de investigar y verificar la influencia de la altura de las olas dentro del puerto para diferentes condiciones de arenamiento y variaciones en la configuración del puerto.

De la investigación en el modelo de difracción resultó que el arenamiento en el cabezo del rompeolas determina en medida importante la penetración del oleaje en el puerto.



Figura N°3.6 Efectos de erosión en las Playas de Trujillo
Fuente: Noticias Norte
Elaboración Propia

En el Cuadro N°3.8 se aprecia la inversión necesaria en los principales puertos a nivel nacional, muestra el objetivo para el cual están destinados y la ubicación de los mismos.

Cuadro N°3.8. Inversión en los Principales Proyectos Portuarios

INICIATIVA NACIONAL	INVERSIÓN (US \$ Millones)	INICIATIVA PRIVADA	INVERSIÓN (US \$ Millones)	OBJETIVO
Paíta	227.80	Caleta Colan en Piura	20.00	líquidos a granel
Salaverry	159.04	Bayovar	50.00	minerales (fosfatos)
Callao	617.00	Bahía Ferrol	10.00	Minerales
General San Martín	136.00	Bahía Ancón	160.00	granos y contenedores
San Juan de Marcona	880.00	Ventanilla	150.00	minerales y granos
Iquitos	44.00	Bahía Tablones	8.00	líquidos a granel
Yurimaguas	62.00	Santiago de Cao	15.00	Carga a granel
Pucallpa	39.80	Punta Vegueta	50.00	Trafico de minerales
Ilo	203.00	Ventanilla	10.00	Líquidos a granel
TOTAL	USD \$ 2 368.64	Playa Márquez	10.00	Líquidos a granel
USD \$ 3 183.64		Playa Melchorita	332.00	Gas licuado a granel
		TOTAL	USD \$ 815.00	

Fuente: Sistema Portuario Nacional.
Elaboración: Propia

Proyectos Agrícola- Agropecuario

En el Perú hay gran escasez de tierras con aptitud agrícola. Los suelos pobres, o no aptos, se caracterizan por su baja fertilidad originada por deficiencia en nutrientes, acidez, escaso contenido de materia orgánica, pendientes fuertes y mal drenaje. A todo esto debe añadirse, por cierto, la escasez de agua. Los suelos con aptitud agrícola están dispersos en el territorio nacional, generalmente a lo largo de los valles. Un problema

serio que tenemos es que por lo general el agua y el suelo no coinciden en el mismo lugar, en la costa hay buenos suelos pero falta agua; en la selva ocurre lo contrario.

En el aspecto agrícola-agropecuaria, los grandes proyectos se han orientado a la costa peruana a través de sus 53 valles medianamente productivos. Debido a la distribución demográfica, una actividad económica tan vital como la agricultura debe procurar estar lo más cerca de la gente para su desarrollo. Es por ello que en la Costa se han desarrollado Grandes Proyectos Agrícolas como se indica en la *Figura N°3.7*.

Sin embargo como se mencionó anteriormente la carencia del recurso hídrico, obliga a que se tenga que obtener este recurso de la vertiente del atlántico a través de un trasvase de cuencas, para posteriormente almacenarlo y distribuirlo cuando se den épocas de estiaje.

En el *Cuadro N°3.9*, se muestra los principales proyectos agropecuarios y los beneficios que generan a nivel nacional.

Cuadro N°3.9. Inversión en los Principales Proyectos de Irrigación, 2012.

PROYECTO	INVERSIÓN TOTAL (US \$ Millones)	HECTÁREAS		Generación de Energía (MW)
		Incorporado	Mejorado	
Puyango – Tumbes	636.76	36 000	12 000	105.0
Chira – Piura	828.03	44 864	74 380	16.6
Jequetepeque – Zaña	564.37	16 400	49 600	86.0
Olmos	1180.00	99 000	13 000	125.0
Tinajones	522.00	86 000	--	875.0
Chavimochic	2134.00	54 232	93 741	68.5
Chinecas	140.00	14 450	29 770	2.5
Majes	2474.00	57 000	5 410	656.0
Pasto Grande	280.20	6 687	2 617	50.0
Tacna	579.38	7 210	14 043	49.0
Río Cachi	204.16	10 465	6 970	--
TOTAL	USD \$ 9 542.19	432 308	301 531	2033.6

Fuente: INADE

Elaboración: Propia

Las grandes irrigaciones de la costa implican la construcción de grandes obras, costosas y difíciles, cuyo tiempo de ejecución es largo. Estas obras representan un uso intenso de equipo pesado y el componente de apoyo en moneda extranjera es elevado.

Por lo que las grandes obras antes mencionadas se han ejecutado, o se están ejecutando con financiamiento externo de entidades cooperantes como el Banco

Saneamiento-Salud:

El Informe de la SUNASS, referente a un estudio comparativo de la Calidad de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de diferentes países de Sud-América indica lo siguiente:

“...La cobertura en agua potable en el Perú es del 85%, mientras que en los servicios de alcantarillado, pozos y letrinas solo es de 71%. Una de las más grandes deficiencias del sector, son la ausencia de políticas y soporte institucional para la investigación, el desarrollo tecnológico y la capacitación. Los avances únicamente son en tratamiento de agua... [2]”

América Latina			
ACCESO AL AGUA POTABLE Y AL SANEAMIENTO (2010)*			
	País	Agua	Saneamiento
1	Uruguay	100	100
2	Chile	96	96
3	Costa Rica	97	95
4	Argentina (2000)	96	91
5	Ecuador	94	92
6	Cuba	94	91
7	México	96	85
8	Venezuela (2000)	92	89
9	Brasil	98	79
10	El Salvador	88	87
11	Guatemala	92	78
12	Colombia	92	77
13	Rep. Dom.	86	83
14	Honduras	87	77
15	Paraguay	86	71
16	Perú	85	71
17	Panamá (2000)	90	65
18	Nicaragua	85	52
19	Bolivia	88	27

*Porcentaje de población que accede a fuentes mejoradas de agua potable y emplea instalaciones mejoradas de saneamiento
Fuente: CEPAL Elaboración: Desarrollo Peruano

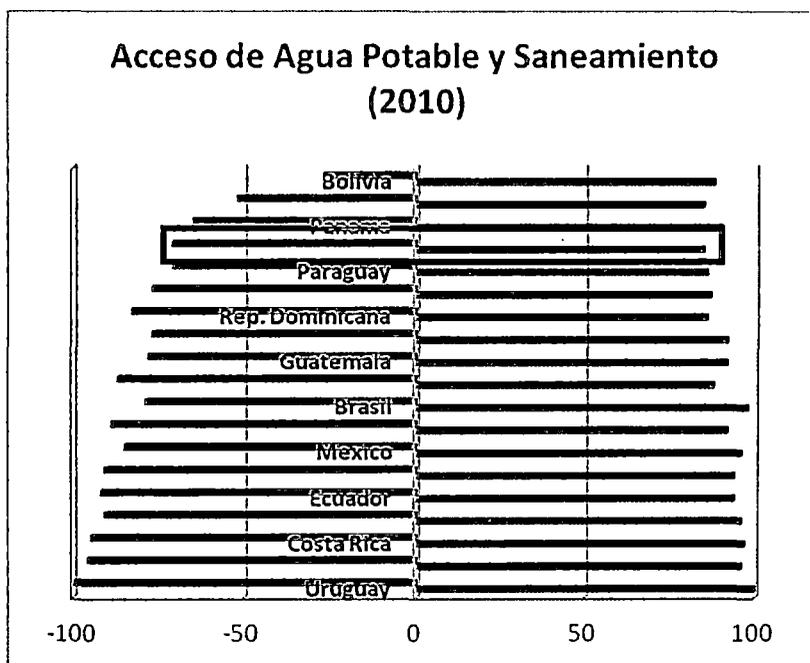


Figura N°3.8 Cobertura de Agua Potable y Alcantarillado en Sud América
Fuente: CEPAL 2010, Anuario Estadístico 2012.

Como se aprecia en la *Figura N°3.8*, el mayor déficit corresponde al servicio de saneamiento, en la *Figura N°3.9* podemos apreciar, que la mayor carencia de servicios, se tiene en la selva y en especial en la zona norte de la selva, hablamos de los departamentos de Loreto y Ucayali, en los cuales la demanda es cubierta en menos del 25%.

En el *Cuadro N°3.10*, se logran apreciar los montos necesarios para la ejecución de estos trabajos, los cuales, según la política del estado, se estiman sean cubiertos como meta del Bicentenario del Perú.

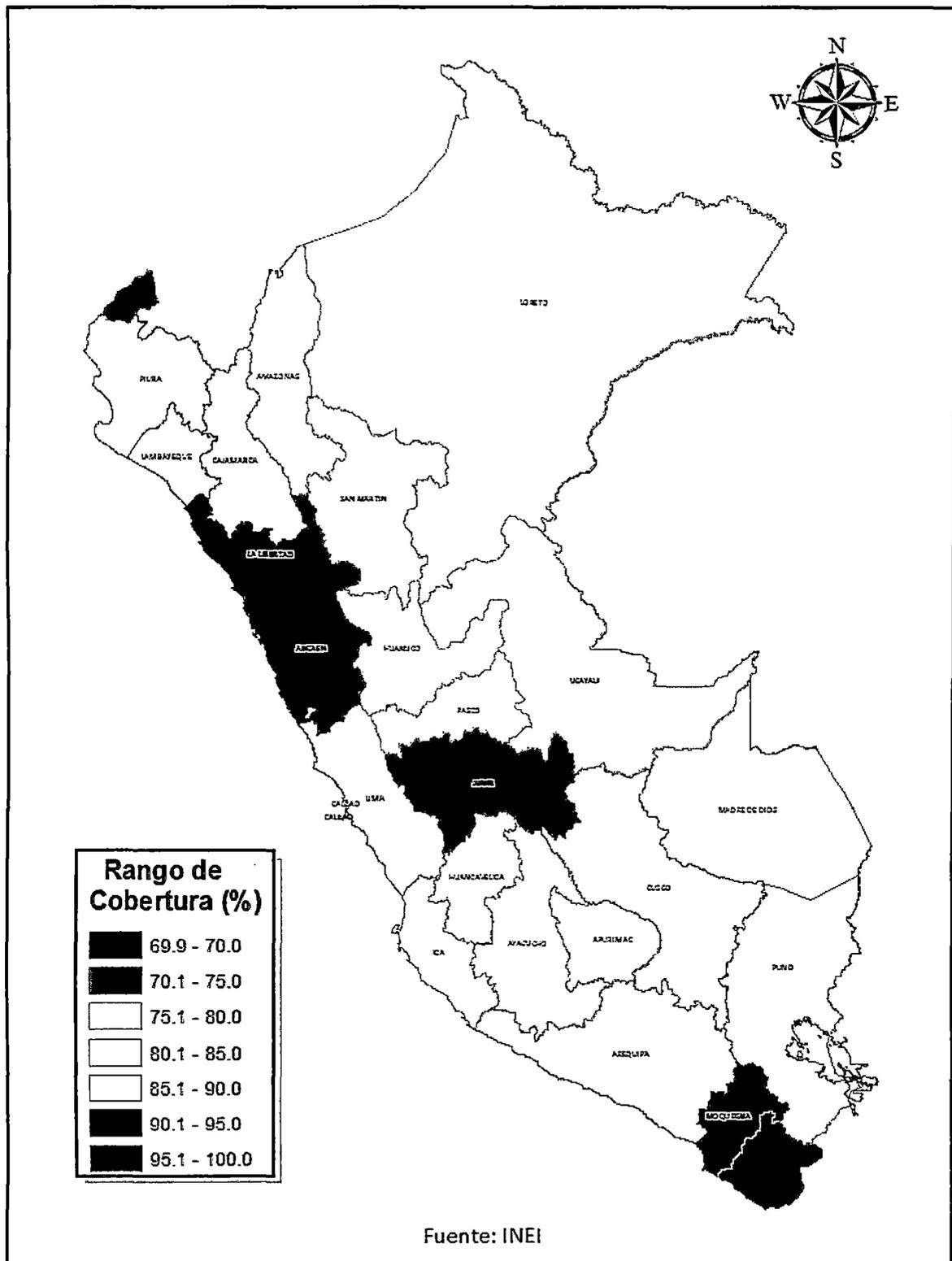


Figura N°3.9.- Cobertura del Sistema de Agua Potable por departamentos, 2007

Cuadro N° 3.10 Inversión en Proyectos de Saneamiento y Electrificación – 2009

SECTOR	LIMA (S/. Millones)	PROVINCIAS (S/. Millones)	TOTAL(2009) (S/. Millones)
Saneamiento	2 369	2 250	4 619
Agua Potable	1 081	1 152	2 233
Saneamiento	838	942	1 780
Tratamiento de Aguas Servidas	450	156	606
Electricidad	207	5 316	5 523
Ampliación de cobertura	207	1 109	1 316
Infraestructura de Transmisión	0	228	228
Ampliación de Capacidad Instalada	0	3 979	3 979
TOTAL	2 576	7 566	10 142

Fuente: IPE 2009
Elaboración Propia

Prevención de Riesgos y Mitigación de Desastres.-

Los fenómenos naturales que afectan al bienestar del hombre, se traducen en desastres por la gran vulnerabilidad con la que conviven de manera inadecuada las personas, las causas de estos fenómenos naturales que tienen origen climático han sido bastante estudiadas en el Perú, como se aprecia *Figura N°3.10*, las aéreas vulnerables ante efectos Hidro- Meteorológicos, como inundaciones y huaycos. A continuación analizamos los principales problemas que se dan en el país generados por Fenómenos Climatológicos (Causas que estudia también el L.N.H.)

Los Fenómenos Climatológicos en el Perú:

- *El Fenómeno “El Niño”*

Los eventos extremos relacionados con el agua afectan la vida y la economía del Perú. Por ejemplo, en el Fenómeno Oscilación Sur El Niño de 1983 ocurrieron inundaciones en la costa norte del Perú y en el sureste ocurrieron sequías muy severas que causaron la muerte del ganado y el empobrecimiento de los campesinos [7].

La ONU informó el año 2007, que la temperatura media del planeta aumentará entre 1.5° y 4°C durante el siglo XXI [7]. Por lo tanto, se espera que el desastre climático conocido como El Niño sea más severo y más frecuente en las décadas siguientes. El Niño de 1983 causó inundaciones extremadamente severas para nuestro país.

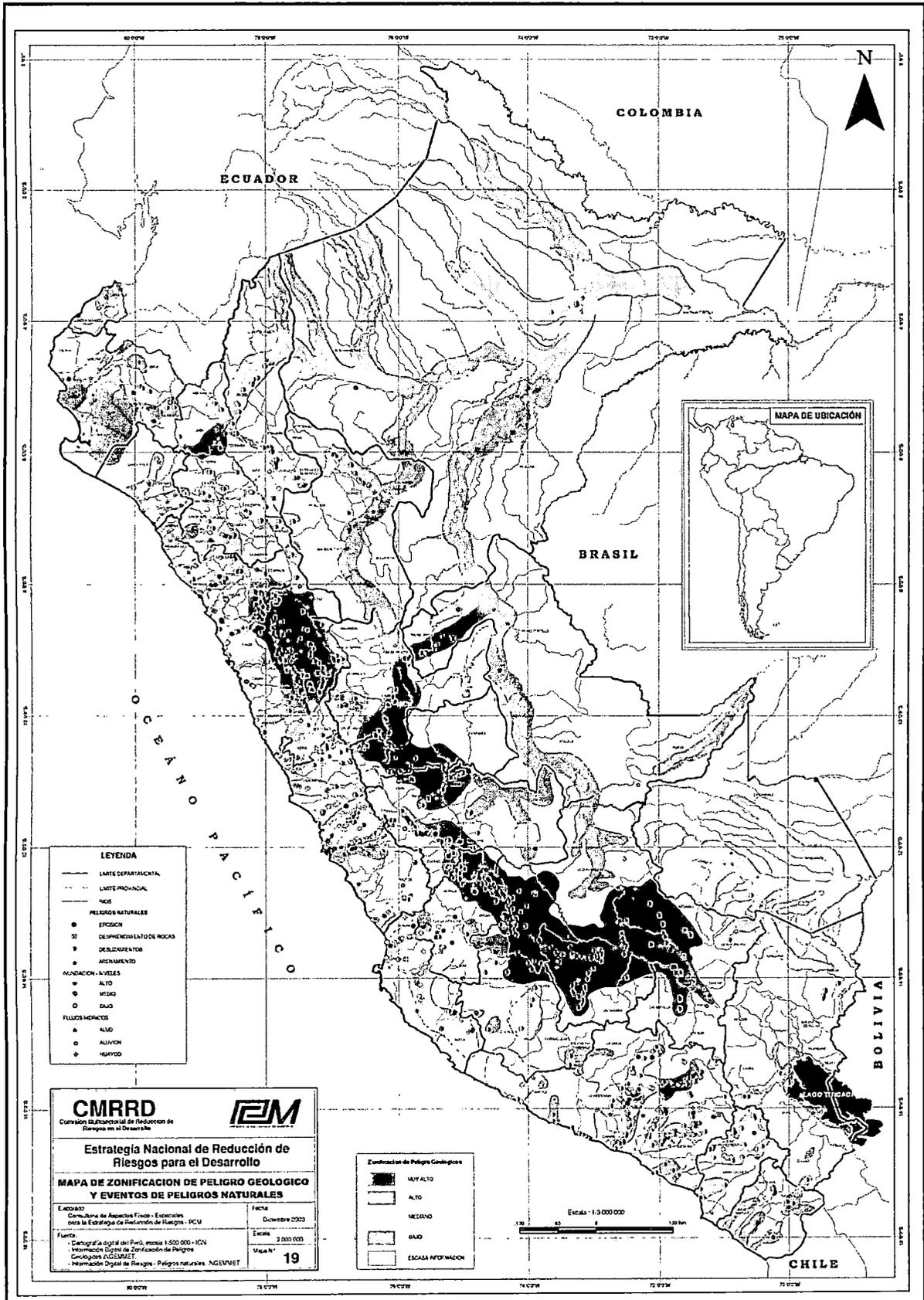


Figura N°3.10.- Mapa de Zonificación de Peligros Geológicos en el Perú

Fuente: INGEMMET

Cuadro N°3.11 Pérdidas Económicas durante el Fenómeno El Niño: 1982-1983

SECTOR AFECTADO	MONTO
SECTOR AGROPECUARIO	650
SECTOR INDUSTRIA (PRODUCTOS INDUSTRIALES, PETROLEO)	480
MINERIA (REDUCCION EN LA PRODUCCION)	311
TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (DAÑOS A LA INFRAESTRUCTURA)	304
PESCA (REDUCCION EN EL VOLUMEN DE PESCA)	106
SECTOR VIVIENDA (CAUSADA POR INUNDACIONES)	70
SECTOR SALUD (SISTEMA DE AGUA Y DESAGUE, HOSPITALES Y CENTROS DE SALUD)	57
ENERGIA ELECTRICA	16
SECTOR EDUCACION	6
TOTAL	US \$ 2 000

Fuente: Instituto Nacional de Desarrollo - INADE

Elaboración: Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi

Nota: El Cuadro N°3.11 no incluye pérdidas personales, pérdidas de empleo ni enfermedades, es decir, las pérdidas indirectas y sus consecuencias, ya que son factores difíciles de cuantificar.

Los efectos en la costa ecuatoriana y en el nor-oeste peruano causado por el Fenómeno El Niño de los años 1997-98, fueron muy similares a los de 1982-83. En muchas ciudades peruanas los mapas de inundación de 1998 eran prácticamente copia al carbón de lo ocurrido en 1983, pero las repercusiones fueron menos severas, por las medidas de prevención que se tomaron. El sistema de transporte quedó interrumpido por menos tiempo. Las pérdidas también llegaron en el Perú a unos US \$ 2 000 millones, aunque, debido al crecimiento económico del país, el impacto sobre el PBI fue menor.

- *Fenómeno de Friaje*

Sin duda alguna, el fenómeno que se presenta periódicamente y afecta las zonas más empobrecidas del país, conocido como "Friaje" amerita un estudio más detallado. En los siguientes párrafos se desarrolla una breve descripción de este Fenómeno Climatológico.

El "Friaje" es un fenómeno climático, que afecta a las zonas altas de los Andes y a la Amazonía, este fenómeno es producido debido a la presencia de la Cordillera de los Andes que actúa como una barrera e impide el flujo normal de los vientos alisios provenientes de la Antártida y que van en dirección este- oeste hacia el Océano Pacífico. Este impacto provoca la acumulación de nubes gélidas y el origen de lluvias torrenciales en la zona oriental incluyendo la disminución de las temperaturas. Estas masas de aire frío que se originan en la zona de convergencia del Atlántico Sur, llegan al continente por la región del Río de la Plata y se desplazan hacia el norte, ingresando al territorio peruano por la meseta del Titicaca.

Conclusión:

El estudio mencionado, se complementa con un estudio realizado dos años después: *“Estudio en modelo hidráulico del aliviadero en Morning Glory y conductor de descarga de la represa de Aguada Blanca (Año 1965)”*. Este par de trabajos se realizaron durante la planeación y comienzos de la ejecución de éste proyecto, el sistema ha funcionado bastante bien, sin embargo, desde la década del setenta, la compuerta de purga se obstruyó debido a la gran cantidad de sedimentos, y desde aquel entonces la represa se fue colmatando hasta el día de hoy. Este vaso, que es el principal alimentador de la demanda poblacional, la industria y la agricultura arequipeña, debido a la falta de estudios presenta problemas mayúsculos, de los cuales es necesario aprender y mejorar.

Por lo tanto, los estudios permitieron planificar y controlar futuros problemas que perjudicarían la estructura de la represa, sin embargo en aquellos fenómenos como el transporte de sedimentos, entre otros, debido a la escasez de la data no era posible optimizar la influencia del transporte de sedimentos.

Caso 2: Estudio en modelo hidráulico de la bocatoma Racarumi del Proyecto de Tinajones (Año 1967)

El Proyecto de Irrigación de Tinajones, presentó dos alternativas en el diseño del encauzamiento, represamiento y toma de las aguas del río Chancay que se derivan hacia el embalse. Estas alternativas fueron presentadas por Salzgitter Industriebau y por el entonces Ministerio de Fomento y Obras Públicas – Comisión Ejecutiva del Proyecto de Tinajones. Salzgitter Industriebau, presentó un diseño que comprendía entre otras estructuras un barraje móvil de represamiento de 160 m de longitud, aguas abajo del Cerro Blanco, con 4.80 m de altura y Caudal máximo derivable de 75 m³/s.

Este diseño fue estudiado en modelo reducido a la escala 1:60, y los objetivos de la investigación fueron determinar:

- ✓ El mejor dimensionamiento y ubicación final de los distintos elementos para una máxima eficiencia de funcionamiento.
- ✓ Las posibles erosiones que podrían producirse en los diques por efectos de corrientes transversales.
- ✓ Evitar el arrastre de sedimentos y materiales flotantes hacia la toma.

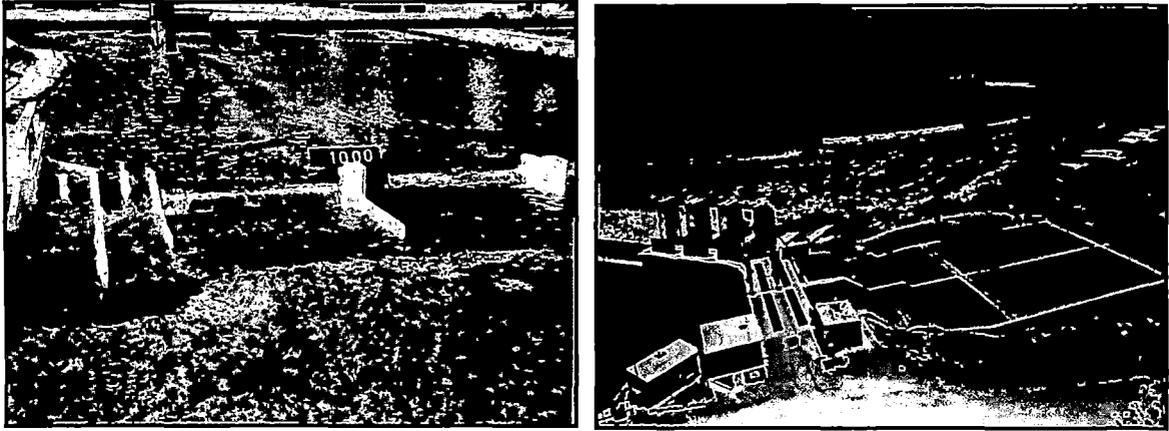


Figura N°3.14.- Modelo de la Bocatoma y Vista de la captación del Proyecto Tinajones
Fuente.- Proyecto Tinajones

Conclusión:

La bocatoma Racarumi ha funcionado bastante bien y el proyecto en conjunto Olmos – Tinajones, resulta ser la gran esperanza agropecuaria de la región Lambayeque, no solo por los más de 180 mil beneficiarios directos, que trajo el proyecto, sino que también permitió irrigar las ricas tierras productivas del norte del país, transformar más de 14 km² de tierras eriazas en tierras cultivables y representar el 2.4% del PBI Nacional, los frutos se verán a mediano y largo plazo, pero el trabajo sostenido que se ha dado en el proyecto es uno de los logros en conjunto de la sociedad y de sus profesionales.

Caso 3: Modelo hidráulico del desarenador de la CC.HH. del Mantaro (Año 1969)

La Corporación de Energía Eléctrica del Mantaro, encargó al L.N.H. el estudio en modelo reducido del desarenador del Proyecto Mantaro. El modelo se representó a escala 1:20, y se ensayaron dos alternativas de diseño a propuesta de los ingenieros proyectistas. La diferencia sustancial entre estas dos alternativas consistía en la forma de entrada del agua al desarenador, que en un caso se realizaba a superficie libre mientras que en otro caso la entrada tenía lugar a presión.

Los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

- ✓ Estudiar las mejores disposiciones para obtener un flujo regular y sin turbulencia en los distintos elementos del desarenador.
- ✓ Estudiar el fenómeno de la sedimentación en relación con diferentes velocidades de escurrimiento, con diferentes distribuciones granulométricas y concentraciones.
- ✓ Estudio de los medios de evacuación del material sedimentado.

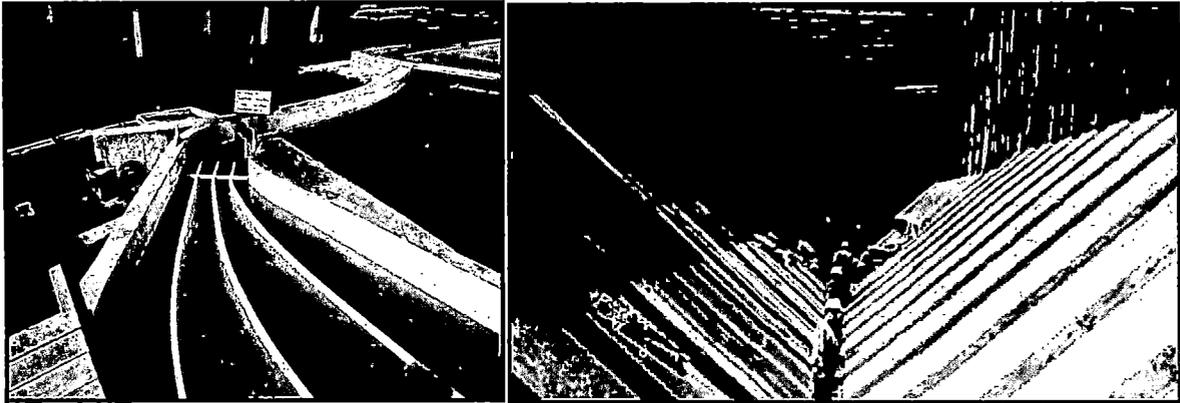


Figura N°3.15 Modelo y vista del Desarenador de la CC.HH. Mantaro
Fuente.- CC.HH. Mantaro

Conclusión:

El estudio descrito anteriormente, junto a los numerosos estudios realizados en la zona, como el de sedimentación de las aguas del río Mantaro (Coronado, 1963-1973), las pruebas realizadas en el modelo del desarenador (Salas y Rocha, 1972), así como los modelos de las obras de descarga de la casa de máquinas (García y Lezcano, 1972). Permitieron optimizar de mejor manera la construcción y la producción de la Central.

La CC.HH. Mantaro es la más eficiente y productiva que cuenta el país y su logro es también debido a la constante participación de profesionales vinculados con la investigación.

Posteriormente se contribuyó con la planificación y la construcción de CC.HH. importantes en el país, como son el Cañón del Pato (Ancash), Aricota (Tacna), San Gabán (Puno), entre otros.

Quedan demostradas, en lo escrito anteriormente, dos cosas:

- ✓ La primera, que la planificación y el uso del recurso hídrico no pueden estar desligadas del equipo de investigadores que buscan la eficiencia y la eficacia de los proyectos.
- ✓ Y segundo, la planificación e investigación dentro de la Ingeniería Hidráulica, en la medida que se aplican con grandes proyectos públicos, está mucho más ligado a cubrir las necesidades de la población que a responder intereses particulares.

Caso 4: Estudio en modelo hidráulico del aliviadero de crecidas de la Presa Gallito Ciego (año 1986)

La Dirección Ejecutiva del Proyecto Jequetepeque Zaña (DEJEZA) encargó a la compañía Salzgitter Consult, modificar el diseño del aliviadero de crecidas de la Presa Gallito Ciego. DEJEZA, con el propósito de mejorar la estructura del aliviadero de crecidas, firma un convenio con el L.N.H.

El objetivo de la investigación fue:

- ✓ Evaluar el comportamiento hidráulico del diseño actual para introducir las modificaciones necesarias y técnicas razonables, con el propósito de adaptar las estructuras a las condiciones geológicas locales.

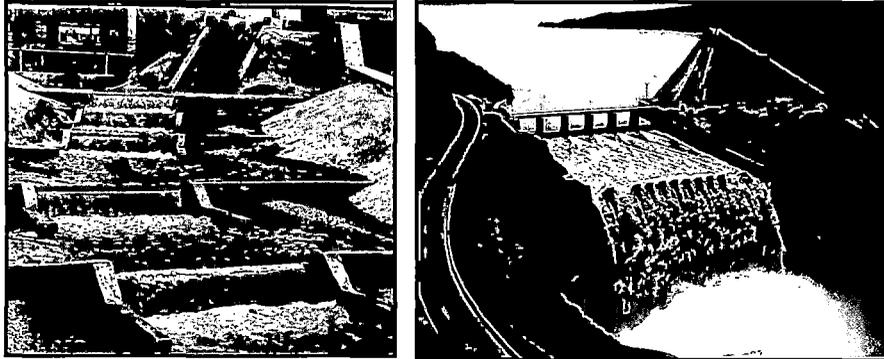


Figura N°3.16 Modelo y Vista del Aliviadero -Presa Gallito Ciego
Fuente.- Proyecto Jequetepeque Zaña

La Represa Gallito Ciego tiene la finalidad de irrigar las fértiles tierras del proyecto Jequetepeque – Zaña (Lambayeque), para lo cual, la región ha sabido aprovechar sus tres principales ríos (Chancay, La Leche y Zaña).

Caso 5: Estudio en modelo hidráulico en fondo móvil del río Rimac tramo puente del ejército (Año 1995)

El L.N.H., suscribió con el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, un contrato para realizar el Estudio en Modelo Hidráulico en Fondo Móvil del Río Rímac, Tramo Puente del Ejército.

Los objetivos del modelo fueron:

- ✓ Estudio del comportamiento hidráulico de la estructura vertedora y de la estructura disipadora, teniendo en cuenta los puntos siguientes:
- ✓ Verificación de la geometría y comportamiento del enrocado de protección.
- ✓ Evaluación global del comportamiento de las estructuras a estudiarse.

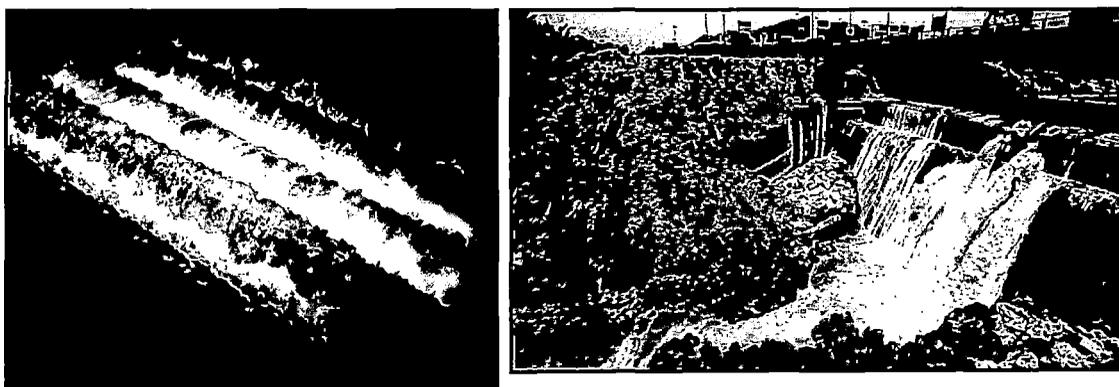


Figura N°3.17 Modelo y Vista del Puente del Ejército en el río Rímac
Fuente.- L.H.N.

Caso 6: Estudio en modelo hidráulico del cuenco amortiguador de la Presa Poechos (Año 2002)

Los objetivos principales del modelo hidráulico fueron:

- ✓ Definir exactamente todos los parámetros hidráulicos en la zona del cuenco amortiguador para todos los caudales posibles, incluyendo caudal del diseño de 5500 m³/s.
- ✓ Definir forma y característica de la erosión y sedimentación en la zona del cuenco amortiguador hasta caudales de 5500 m³/s.
- ✓ Analizar la posibilidad de ejecutar los trabajos óptimos, divididos en las fases correspondientes, para bajar los costos de la inversión inicial.
- ✓ Definir el modo de operación del vertedero de la presa de Poechos que minimiza la erosión y el peligro para la estabilidad de la represa de Poechos.
- ✓ Definir las dimensiones del cuenco amortiguador para disipar caudales hasta de 6,000 m³/s.

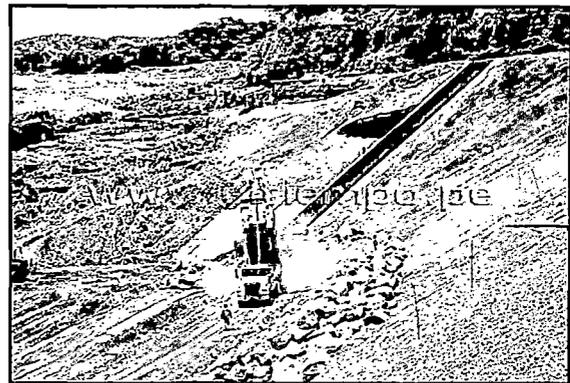
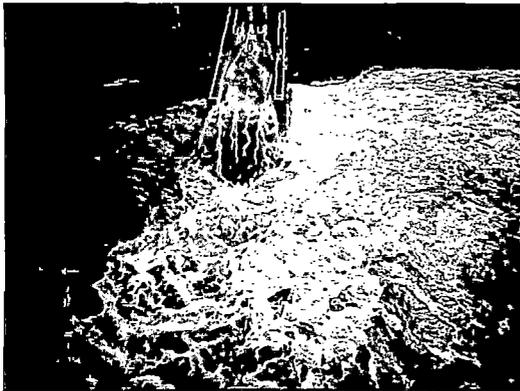


Figura N°3.18 Modelo y Vista de la Presa Poechos
Fuente.- L.H.N.

3.3.2. Oferta del Área de Canal de Calibración:

Dentro del área de C.C., como se señala en el diagnóstico, una vez adquiridas las alternativas planteadas, las que son el *Moderno Sistema para el Control de la Plataforma* y el *Generador de Olas*, se podrán desarrollar un mayor número de trabajos que los que actualmente se realizan y adicionalmente se investigará aspectos como el efecto dinámico del agua que permitirán analizar el efectos que se presentan en puertos, entre otros.

Las áreas de gran demanda de este servicio son:

- ✓ Aforos de ríos, medición de caudales, calibración de instrumentos de medición, en zonas en las que aún no se ha desarrollado tanta investigación como son la selva peruana y el campo de aplicación en ríos de llanura amazónica.

- ✓ Estudio y análisis de los efectos de erosión marina que se presentaron por ejemplo en el puerto de Salaverry, el cual se halla en emergencia crítica debido al oleaje marino.

Cuadro N°3.17 Oferta del Canal de Calibración

AÑO	OFERTA			
	Estudios por Año Actual	Beneficios para el L.N.H. (s/.)	Estudios por Año con Proyecto	Beneficios para el L.N.H. (s/.)
2015	1200.0	96000	3000.0	240000
2016	1206.0	96480	3015.0	241200
2017	1212.0	96962	3030.1	242406
2018	1218.1	97447	3045.2	243618
2019	1224.2	97934	3060.5	244836
2020	1230.3	98424	3075.8	246060
2021	1236.5	98916	3091.1	247291
2022	1242.6	99411	3106.6	248527
2023	1248.8	99908	3122.1	249770
2024	1255.1	100407	3137.7	251019

Elaboración Propia

3.4. BALANCE OFERTA - DEMANDA

En la comparación de la oferta actual y la demanda actual en el campo de Modelos Hidráulicos, se observa la existencia de una demanda de **investigación** insatisfecha, esto debido a la carencia de infraestructura que permita desarrollar esta tarea en las óptimas condiciones, éste análisis se puede apreciar en el Cuadro N°3.18.

Cuadro N°3.18 Balance Oferta - Demanda de Modelos Hidráulicos

AÑO	Demanda Proyectada -4 MH/año (s/.)	OFERTA		BALANCE OFERTA-DEMANDA	
		Oferta Actual	Optimizada	Balance Actual	Balance Optimizado
2015	4	2.00	0.00	-2.00	-4.00
2016	4	2.00	0.00	-2.00	-4.00
2017	4	2.00	0.00	-2.00	-4.00
2018	4	2.00	0.00	-2.00	-4.00
2019	4	2.00	0.00	-2.00	-4.00
2020	4	2.00	0.00	-2.00	-4.00
2021	4	2.00	0.00	-2.00	-4.00
2022	4	2.00	0.00	-2.00	-4.00
2023	4	2.00	0.00	-2.00	-4.00
2024	4	2.00	0.00	-2.00	-4.00

Elaboración Propia

Con respecto al Canal de Calibración, se ha analizado hasta cuanto el sistema proyectado puede evaluar, dadas sus condiciones de construcción nueva si soportarían la demanda de estudios proyectada. Con respecto al C.C. no solo se considera el aumento en la capacidad de evaluación, sino también una mejora en la condiciones de seguridad de los operarios y de aquellos estudiantes o investigadores que hagan uso del canal, incrementando su capacidad de atención y mejorando las condiciones de trabajo. Los resultados son evidenciados en el *Cuadro N°3.19*.

Cuadro N°3.19 Balance Oferta Demanda del Canal de Calibración

AÑO	Demanda Proyectada (Estudios/año)	OFERTA		BALANCE OFERTA-DEMANDA	
		Oferta sin Proyecto	Oferta con Proyecto	Balance sin Proyecto	Balance con Proyecto
2015	825.0	1200.0	3000.0	375.0	2175.0
2016	829.1	1206.0	3015.0	376.9	2185.9
2017	833.3	1212.0	3030.1	378.8	2196.8
2018	837.4	1218.1	3045.2	380.7	2207.8
2019	841.6	1224.2	3060.5	382.6	2218.8
2020	845.8	1230.3	3075.8	384.5	2229.9
2021	850.1	1236.5	3091.1	386.4	2241.1
2022	854.3	1242.6	3106.6	388.3	2252.3
2023	858.6	1248.8	3122.1	390.3	2263.5
2024	862.9	1255.1	3137.7	392.2	2274.9

Elaboración Propia

3.5. COSTOS FINALES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO:

3.5.1. Costos de la División Didáctica:

Los equipos considerados así como las refacciones a ser realizadas, fueron el resultado del análisis en conjunto entre el tesista y el equipo de profesionales del Laboratorio, los cuales expresaron, cuales son las necesidades de la División y cuáles son las tareas necesarias a efectuar.

Evaluación de la Alternativa Planteada:

El monto propuesto para la repotenciación de la División Didáctica, evaluando el mejoramiento de su infraestructura, así como la adquisición de modernos equipos para el estudio de la ingeniería hidráulica, se destinarán de la siguiente manera:

Cuadro N°3.20 Aspectos a Mejorar – División Didáctica

Área de División Didáctica	UNID.	CANTIDAD	COSTO PARCIAL (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)	%
Trabajos Preliminares	Glb	1	8 278.00	8 278.00	0.23
Seguridad y Salud	Glb	1	13 500.00	13 500.00	0.37
Arquitectura	M2	985	79.37	78 178.00	2.17
Estructuras	Unid	3	5 000.00	15 000.00	0.42
Instalaciones Sanitarias	Unid	2	1 300.00	2 600.00	0.07
Instalaciones Eléctricas y Mecánicas	Glb	1	8 910.00	8 910.00	0.25
Adquisición de Equipos	Glb	1	435 000.00	435 000.00	12.08
Adquisición de Moderna Tecnología	Glb	1	3 000 000.00	3 000 000.00	83.33
Adquisición de Bombas	Unid	8	4850.00	38 800.00	1.08
TOTAL				3 600 266.00	100%

Elaboración Propia

Como se aprecia en la *Figura N°3.19*, los mayores montos están destinados a la adquisición de equipos, las reparaciones arquitectónicas y la reposición y mejora de las bombas, los análisis de costos y el presupuesto se hayan detalladamente en el *Anexo N°4.3*.

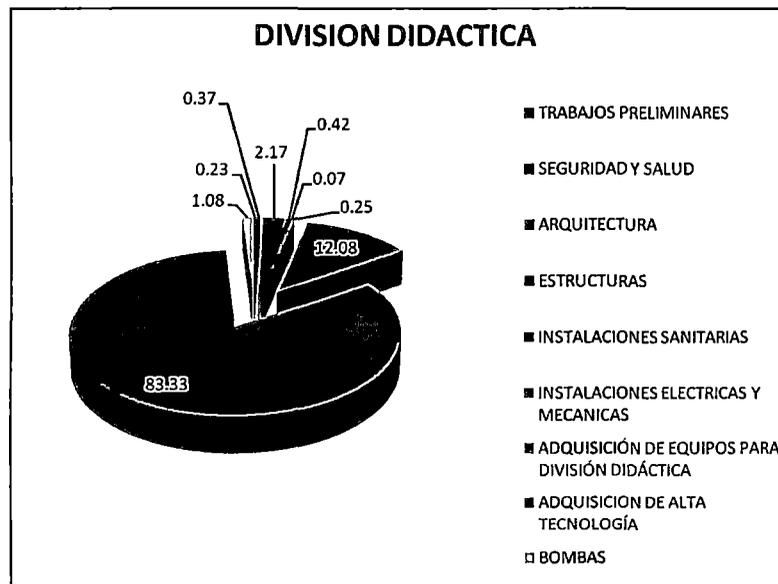


Figura N°3.19 Remodelación de la División Didáctica.
Elaboración: Propia

Las especificaciones de los equipos a adquirir se hallan en el *Anexo N° 2.4*, de igual manera los planos de diseño se hallan en el *Anexo N° 4.2*.

3.5.2. Costos del Canal de Calibración:

El monto propuesto para las mejoras del área del Canal de Calibración, evaluando el mejoramiento de su infraestructura, así como la adquisición de modernos equipos para el estudio de la Ingeniería Hidráulica, se destinarán como se muestra en el *Cuadro N°3.21*:

Cuadro N°3.21 Aspectos a Mejorar – Canal de Calibración

Área del Canal de Calibración	UNID	CANTI D	COSTO PARCIAL (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)	%
Trabajos Preliminares	Glb	1	1 000.00	1 000.00	0.07
Seguridad y Salud	Glb	1	1 500.00	1 500.00	0.10
Arquitectura	M2	495	29 983.00	29 983.00	2.05
Instalaciones Eléctricas y Mecánicas	Glb	1	6 750.00	6 750.00	0.46
Equipamiento	Glb	1	1 321 950.00	1 321 950.00	90.47
Software para la toma de datos	Glb	1	100 000.00	100 000.00	6.85
TOTAL				1 461 183.00	100.00

Elaboración: Propia

En la *Figura N°3.20*, se aprecia que la mayor inversión se dará en habilitar el área de herramientas tecnológicas, como el generador de olas y el sistema de monitoreo más moderno, que permitirán desarrollar trabajos e investigaciones más eficientes.

Las especificaciones de los equipos a adquirir se hallan en el *Anexo N° 2.4*, de igual manera los planos de diseño se hallan en el *Anexo N° 4.2 – Canal de Calibración*.

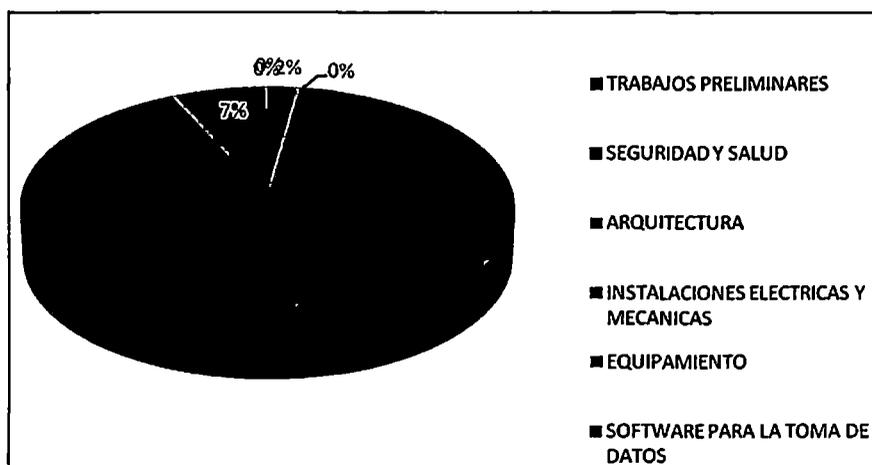


Figura N°3.20 Rehabilitación del Canal de Calibración

Elaboración: Propia

3.5.3. Costos del Área de Modelos Hidráulicos:

El monto propuesto para el repotenciamiento del Área de Modelos Hidráulicos, se destinarán como se aprecia en el *Cuadro N°3.22*:

Cuadro N°3.22 Aspectos a Mejorar – Área de Modelos Hidráulicos

Área del Modelos Hidráulicos	UNID	CANTI DAD	COSTO PARCIAL (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)	%
Trabajos Preliminares	Glb	1	356 568.00	356 568.00	21.45
Seguridad y Salud	Glb	1	13 500.00	13 500.00	0.81
Estructuras	Glb	1	809 780.00	809 780.00	48.73
Equipamiento	Glb	1	482 133.00	482 133.00	29.01
TOTAL				1 661 981.00	100.00

Elaboración: Propia

Finalmente, la *Figura N°3.21*, muestra en porcentajes la inversión a las diferentes tareas en este sector. Se da prioridad a los instrumentos y a las obras civiles necesarias.

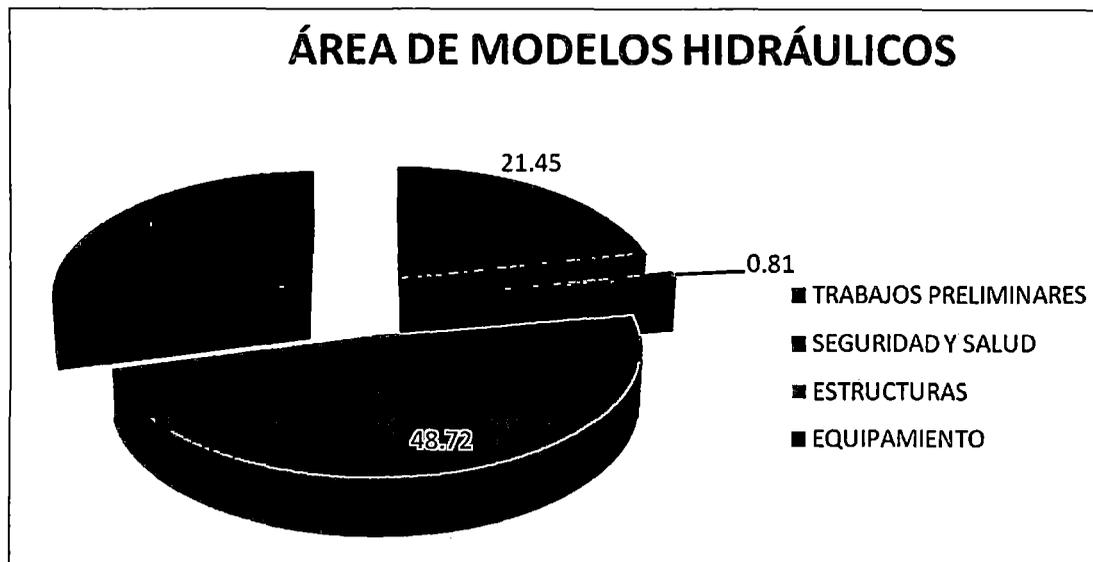


Figura N°3.21 Rehabilitación del Área de Modelos Hidráulicos
Elaboración: Propia

3.5.4. Costos para la Edificación Principal:

Los detalles de los trabajos, se pueden apreciar en los planos EP-01,02, de igual manera la inversión final se puede analizar en el Anexo N°4.3 "Análisis de Precios Unitarios". El *Cuadro N° 3.23* señala los costos necesarios para la rehabilitación.

Cuadro N°3.23 Costos para Rehabilitar la Edificación Principal

Área de la Edificación Principal	UNID.	CANTIDAD	COSTO PARCIAL (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)	%
Arquitectura	Glb	1	46 691.00	46 691.00	12.06
Instalaciones Sanitarias	Unid	14	1 300.00	18 200.00	4.70
Oficinas y Auditorio	Glb	1	322 280.00	322 280.00	83.24
TOTAL				387 171.00	100%

Elaboración: Propia

En la *Figura N°3.22*, se aprecia que la mayor inversión estará destinada al mejor acondicionamiento del área. Dentro del área de la Edificación se brindará de computadoras y software especializado para el desarrollo de Modelos Matemáticos, de igual manera se implementará el Auditorio brindándolo de sistema digital para la presentación óptima de los trabajos.

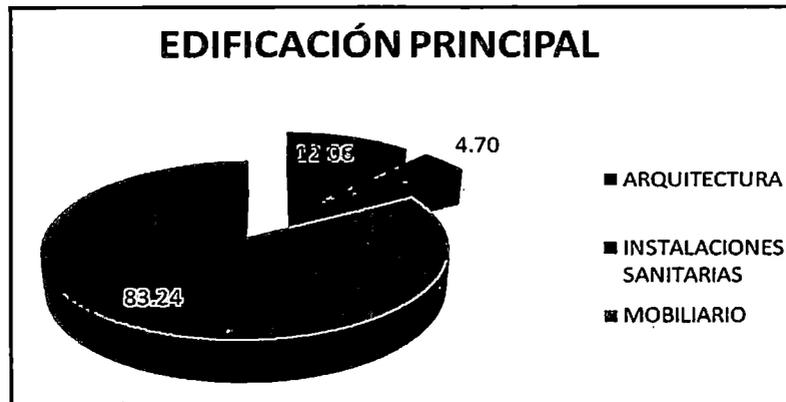


Figura N°3.22 Gastos en la Edificación Principal

Elaboración: Propia

3.5.5. Costos para las Edificaciones Secundarias:

El monto propuesto para la repotenciación de las edificaciones secundarias, evaluando el mejoramiento de su infraestructura, se destinarán de la siguiente manera:

Cuadro N°3.24 Aspectos a mejorar – Edificaciones Secundarias

Área de la Edificaciones Secundarias	UNID.	CANT	COSTO PARCIAL (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)	%
Arquitectura	Glb	1	18 987.00	18 987	7.11
Instalaciones Sanitarias	Unid	7	1 300.00	9 100	3.41
Oficinas y Biblioteca	Glb	1	238 803.00	238 803	89.48
TOTAL				266 890	100%

Elaboración: Propia

La Figura N°3.23, muestra el gran porcentaje destinado para la implementación tecnológica y mobiliario, esto debido a que se incorporará la Biblioteca con Información Bibliográfica actualizada y se mantendrá suscripciones de las principales revistas de investigación

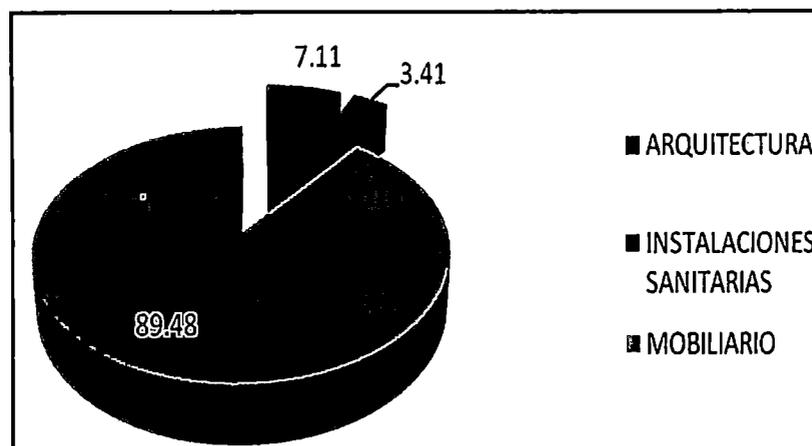


Figura N°3.23 Gastos en las Edificaciones Secundarias

Elaboración: Propia

3.5.6. Costos para el equipamiento de Talleres

Los Costos para la adquisición y mejora para los equipos en los talleres son:

Cuadro N°3.25 Equipos requeridos para los Talleres

Equipo	Requerimiento	Costo
Compresor de aire	Potencia: 2HP, Capacidad: 100 Lts	S/. 2 200
Sierra Circular	Modelo: GST 10 , Potencia: 1800 W, , Usos: Industrial , Velocidad: 3600 R.P.M.	S/. 1 400
Sierra Radial	De uso Industrial, Potencia: 1450 W, Velocidad: 6000 R.P.M. - GKS 7 1/4"	S/. 3 500
Torno de motor	Torno Optimum D320x920	S/. 15 600
Manómetro	Equipo de Manómetros industriales	S/. 1 500
Garlopa Cepilladora	Equipo Completo de Aserrado	S/. 78 000
Taladro con Motor	Taladro Bosch y Motor Honda de 2500	S/. 5 000
TOTAL		S/. 107 200.00

Elaboración Propia

Se implementará los tres (03) talleres con los que se cuenta en el Laboratorio, el Taller de Mecánica, el Taller de Carpintería y el Taller de Electricidad, con la finalidad de poder reparar, mejorar y construir los modelos, los equipos y todos los equipos con los que se cuenta en el Laboratorio Nacional de Hidráulica.

3.5.7. Costos de Capacitación

Se brindará Capacitación al personal para el manejo de los instrumentos de medición, así como de enseñanza para su correcta operación y mantenimiento. La preparación que recibirán constará de becas ascendentes a los S/.30,000.00 por técnico y se planea preparar a 3 técnicos y 3 investigadores.

Se considera la necesidad de capacitar profesionales especializados en el extranjero a través de maestrías y doctorados, asumiendo la responsabilidad por parte del L.N.H. de su subvención, a fin de garantizar el retorno y la masificación de los conocimientos adquiridos. Se plantea un apoyo a dos (02) Profesionales con el Grado Académico de Magister y dos (02) Profesionales con el Grado Académico de Doctor.

3.5.8. Costos Finales para el Mejoramiento del Laboratorio Nacional de Hidráulica

Los costos necesarios para la rehabilitación y repotenciación de cada área son los siguientes:

Cuadro N°3.26 Costo Final para rehabilitar el L.N.H.

Item	Área a Repotenciar	Unid.	Cant.	Costo Actual
1.00	División Didáctica	Unid	1.00	3 600 266
2.00	Canal de Calibración	Unid	1.00	1 461 183
3.00	Área de Modelos Hidráulicos	Unid	1.00	1 561 981
4.00	Edificación Principal	Unid	1.00	387 171
5.00	Edificación Secundaria	Unid	1.00	266 890
6.00	Talleres	Unid	1.00	214 400
7.00	Capacitación	Unid	1.00	900 000
Costo Directo				S/. 8 491 891

Elaboración Propia

Por último en el Cuadro N°3.27, se describe el presupuesto final, el cual incluye los gastos generales, la utilidad, los costos de supervisión y la elaboración del expediente técnico.

Cuadro N°3.27 Presupuesto Final

DESCRIPCION DEL COSTO		% PARCIAL	% TOTAL
COSTO DIRECTO	S/. 8,491,891.00	75.64%	75.64%
GASTOS GENERALES	S/. 174,386.62	1.55%	77.19%
UTILIDAD	S/. 849,189.10	7.56%	84.75%
SUB TOTAL PRESUPUESTO	S/. 9,515,466.72	84.75%	
IGV (18%)	S/. 1,712,784.01	15.25%	
PRESUPUESTO TOTAL	S/. 11,228,250.73	100.00%	100.00%
COSTO DE SUPERVISION DE OBRA	S/. 122,900.00	1.09%	101.09%
GESTION DE PROYECTO	S/. 15,378.00	0.14%	101.23%
COSTO DE EXPEDIENTE TECNICO	S/. 135,000.00	1.20%	102.43%
SUPERVISION DE EXPEDIENTE TECNICO	S/. 13,256.00	0.12%	102.55%
TOTAL	S/. 11,514,784.73	102.55%	102.55%

Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN

1.1. EVALUACIÓN DEL PROYECTO:

1.1.1. Evaluación Privada:

La evaluación privada consiste en el análisis de las ventajas y desventajas de llevar a cabo el proyecto, para cada uno de los agentes que intervienen en él. En esta evaluación es necesario utilizar la metodología del **COSTO-BENEFICIO**.

Se utiliza para comparar los beneficios versus los costos por poner en marcha el proyecto. Solo es posible utilizarla cuando los beneficios se pueden expresar en términos monetarios, esta metodología trabaja a través de la construcción de un FLUJO DE CAJA, y sus indicadores más usados son:

- Tasa Interna de Retorno (TIR) a precios privados o de mercado.
- Valor Presente Neto (VAN) Privado y
- Relación Costo Beneficios (B/C)

El VAN es calculado a una tasa de descuento social de 9%, asumido como el costo de oportunidad del capital de la economía. Se toma como referencia dado que no se cuenta con tasa de descuento privada.

La corriente de Costo y Beneficio se analiza es un horizonte de planeamiento de 20 años, dada la magnitud y el tipo de proyecto se asume que tendrá una vida útil equivalente de 20 años de operación, razón por lo que no exige inversiones de reposición y su valor residual es cero, dado que las instalaciones no son susceptibles de negociar y que como criterio de sostenibilidad los ingresos deben ser por lo menos iguales a los costos de operación.

1.1.2. Evaluación Social

La evaluación social es un procedimiento técnico cuyo objetivo es cuantificar la contribución de determinado proyecto de inversión al crecimiento económico del país.

La evaluación se ha realizado teniendo en cuenta el cálculo de los indicadores de rentabilidad. Estos indicadores evaluados son los siguientes:

- Tasa Interna de Retorno (TIR) Social
- Valor Presente Neto (VNP) Social
- Relación Beneficio Costo (B/C)

1.2. RENTABILIDAD DEL PROYECTO

La rentabilidad del proyecto se basa en términos económicos cuando se refleja como el más conveniente para la sociedad; permitiendo así que los recursos se ahorren para posteriormente invertir en otro proyecto menos rentable.

1.2.1. Evaluación Privada y Social

a. Valor Actual Neto (VAN) del Flujo de Beneficios

El valor presente del flujo de beneficios netos esperados a precios privados descontados a una tasa de descuento de 9% es equivalente a S/.1, 748,363 millones, el cual se obtiene del Cuadro N°4.1.

El valor presente del flujo de beneficios netos esperados a precios sociales descontados a una tasa de descuento de 9% es equivalente a S/.1, 403,584 millones, el cual se obtiene del Cuadro N°4.2.

b. Tasa Interna de Retorno (TIR)

El flujo de beneficios netos arroja una Tasa Interna de Retorno de 23.08% a precios privados superior la tasa de descuento de 9% lo que refleja una buena rentabilidad de la inversión a precios privados, el cual se obtiene del Cuadro N°4.1.

El flujo de beneficios netos arroja una Tasa Interna de Retorno de 29.03% a precios privados superior la tasa de descuento de 9% lo que refleja una buena rentabilidad de la inversión a precios sociales, el cual se obtiene del Cuadro N°4.2.

c. Servicio de Deuda:

En el Cuadro N°4.3, se presenta la posibilidad de generar financiamiento a la Institución para la elaboración del Proyecto, pagadero a diez (10) años de amortización, dando como resultado un pago anual de US\$ 197, 640.24.

Cuadro Nº4.1 Análisis Económico – Precios Privados
MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y LOS SERVICIOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA

ANÁLISIS ECONÓMICO - PRECIOS PRIVADOS**ANÁLISIS ECONÓMICO**

ÍTEM	CONCEPTOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
a	FLUJO DE CAJA INTERNA ANUAL		620,568	623,671	626,789	629,923	633,073	636,238	639,419	642,616	645,829	649,059
b	Ingresos Anuales por Modelo Hidráulicos		635,520	638,698	641,891	645,101	648,326	651,568	654,826	658,100	661,390	664,697
c	Ingresos Anuales por Medición de Caudales		174,000	174,870	175,744	176,623	177,506	178,394	179,286	180,182	181,083	181,988
d	Gastos por Investigación		108,000	108,540	109,083	109,628	110,176	110,727	111,281	111,837	112,396	112,958
e	Gastos Administrativos		80,952	81,357	81,764	82,172	82,583	82,996	83,411	83,828	84,247	84,669
f	EBITDA		620,568	623,671	626,789	629,923	633,073	636,238	639,419	642,616	645,829	649,059
g	Depreciación		65,717	65,717	65,717	65,717	65,717	65,717	65,717	65,717	65,717	65,717
h	Participación Trabajadores		27,743	27,898	28,054	28,210	28,368	28,526	28,685	28,845	29,006	29,167
i	UTILIDAD OPERATIVA		527,108	530,056	533,019	535,996	538,988	541,995	545,017	548,054	551,107	554,175
j	Impuesto a la Renta		158,133	159,017	159,906	160,799	161,696	162,599	163,505	164,416	165,332	166,252
k	UTILIDAD NETA OPERATIVA DESPUES DE IMPUESTOS		368,976	371,039	373,113	375,197	377,292	379,397	381,512	383,638	385,775	387,922
l	INVERSIONES (Capex)	1,421,197										
m	Tangibles (Inversión en equipos)	1,314,340										
n	Capital de Trabajo	106,857										
o	FLUJO DE CAJA LIBRE (FLUJO ECONÓMICO)	-1,421,197	368,976	371,039	373,113	375,197	377,292	379,397	381,512	383,638	385,775	387,922
p	Préstamo	1,868,335										
q	Pago del Principal (Amortización)		83,485	90,999	99,189	108,116	117,846	128,453	140,013	152,615	166,350	181,321
r	Pago de Intereses		114,155	106,641	98,451	89,524	79,794	69,188	57,627	45,026	31,290	16,319
s	SERVICIO DE LA DEUDA		197,640	197,640	197,640	197,640	197,640	197,640	197,640	197,640	197,640	197,640
t	Escudo Fiscal		34,246	31,992	29,535	26,857	23,938	20,756	17,288	13,508	9,387	4,896
u	FLUJO DE CAJA FINANCIERO	447,139	205,582	205,391	205,008	204,414	203,589	202,513	201,160	199,506	197,522	195,178
	VAN - Flujo Económico	997,675										
	Tasa de descuento	9.00%										
	TIR – Económico	23.08%										
	VAN – Financiero	1,748,363										

Cuadro N°42: Análisis Económico – Precios Sociales												
MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y LOS SERVICIOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA												
ANÁLISIS ECONÓMICO - PRECIOS SOCIALES						ANÁLISIS ECONÓMICO						
ÍTEM	CONCEPTOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
a	FLUJO DE CAJA INTERNA ANUAL		620,568	623,671	626,789	629,923	633,073	636,238	639,419	642,616	645,829	649,059
b	Ingresos Anuales por Modelo Hidráulicos		635,520	638,698	641,891	645,101	648,326	651,568	654,826	658,100	661,390	664,697
c	Ingresos Anuales por Medición de Caudales		174,000	174,870	175,744	176,623	177,506	178,394	179,286	180,182	181,083	181,988
d	Gastos por Investigación		108,000	108,540	109,083	109,628	110,176	110,727	111,281	111,837	112,396	112,958
e	Gastos Administrativos		80,952	81,357	81,764	82,172	82,583	82,996	83,411	83,828	84,247	84,669
f	EBITDA		620,568	623,671	626,789	629,923	633,073	636,238	639,419	642,616	645,829	649,059
g	Depreciación		55,202	55,202	55,202	55,202	55,202	55,202	55,202	55,202	55,202	55,202
h	Participación Trabajadores		28,268	28,423	28,579	28,736	28,894	29,052	29,211	29,371	29,531	29,693
i	UTILIDAD OPERATIVA		537,097	540,045	543,008	545,985	548,977	551,984	555,006	558,043	561,096	564,164
j	Impuesto a la Renta		161,129	162,014	162,902	163,795	164,693	165,595	166,502	167,413	168,329	169,249
k	UTILIDAD NETA OPERATIVA DESPUES DE IMPUESTOS		375,968	378,032	380,105	382,189	384,284	386,389	388,504	390,630	392,767	394,914
l	INVERSIONES (Capex)	1,210,902										
m	Tangibles (Inversión en equipos)	1,104,046										
n	Capital de Trabajo	106,857										
o	FLUJO DE CAJA LIBRE (FLUJO ECONÓMICO)	-1,210,902	375,968	378,032	380,105	382,189	384,284	386,389	388,504	390,630	392,767	394,914
p	Préstamo	1,268,387										
q	Pago del Principal (Amortización)		83,485	90,999	99,189	108,116	117,846	128,453	140,013	152,615	166,350	181,321
r	Pago de Intereses		114,155	106,641	98,451	89,524	79,794	69,188	57,627	45,026	31,290	16,319
s	SERVICIO DE LA DEUDA		197,640	197,640	197,640	197,640	197,640	197,640	197,640	197,640	197,640	197,640
t	Escudo Fiscal		34,246	31,992	29,535	26,857	23,938	20,756	17,288	13,508	9,387	4,896
u	FLUJO DE CAJA FINANCIERO	57,485	212,574	212,384	212,000	211,406	210,582	209,505	208,152	206,498	204,514	202,170
	VAN - Flujo Económico	1,252,844										
	Tasa de descuento	9.00%										
	TIR – Económico	29.03%										
	VAN – Financiero	1,403,584										

Cuadro N°4.3 Análisis Económico – Servicio de Deuda

MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y LOS SERVICIOS DEL LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA										
ANÁLISIS ECONÓMICO - SERVICIO DE DEUDA						ANÁLISIS ECONÓMICO				
AÑO	SALDOS	TASA	PAGO INTERESES	AMORTIZACIÓN DE DEUDA	PAGO ANUAL	SALDO FIN DE AÑO	IGV	TOTAL	COSTO FINANCIERO	AMORTIZACIÓN NETA
1	1,268,387.40	9.00%	114,154.87	83,485.37	197,640.24	1,184,902.03	-	197,640.24	114,154.87	83,485.37
2	1,184,902.03	9.00%	106,641.18	90,999.06	197,640.24	1,093,902.97	-	197,640.24	106,641.18	90,999.06
3	1,093,902.97	9.00%	98,451.27	99,188.97	197,640.24	994,714.00	-	197,640.24	98,451.27	99,188.97
4	994,714.00	9.00%	89,524.26	108,115.98	197,640.24	886,598.02	-	197,640.24	89,524.26	108,115.98
5	886,598.02	9.00%	79,793.82	117,846.42	197,640.24	768,751.60	-	197,640.24	79,793.82	117,846.42
6	768,751.60	9.00%	69,187.64	128,452.59	197,640.24	640,299.01	-	197,640.24	69,187.64	128,452.59
7	640,299.01	9.00%	57,626.91	140,013.33	197,640.24	500,285.68	-	197,640.24	57,626.91	140,013.33
8	500,285.68	9.00%	45,025.71	152,614.53	197,640.24	347,671.15	-	197,640.24	45,025.71	152,614.53
9	347,671.15	9.00%	31,290.40	166,349.83	197,640.24	181,321.32	-	197,640.24	31,290.40	166,349.83
10	181,321.32	9.00%	16,318.92	181,321.32	197,640.24	0.00	-	197,640.24	16,318.92	181,321.32
								1,976,402.39	708,014.99	1,268,387.40

Variables Financieras		
Inversión Propia		US\$
Endeudamiento	1,268,387.40	US\$
Plazo	10	Años
Tasa	9.00%	Anual
Indicadores Básicos		
Pago Anual	197,640.24	US\$
Interés Año 1	114,154.87	US\$
Amortiz. Año 1	83,485.37	US\$
Costo Financiero	708,014.99	US\$
Amort. Neta	1,268,387.40	US\$
% costo / crédito	-	%

Elaboración Propia

1.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

El proyecto durante el horizonte de vida, está expuesto a factores externos que pueden afectar los flujos de beneficios y costos por lo cual se analizará la rentabilidad de la alternativa, ante posibles variaciones de los factores que afecten los flujos de beneficios y costos. Los factores más sensibles que afectan los flujos de beneficios y costos del proyecto se han establecido en dos escenarios.

- Variación del precio de los modelos y
- Variación de los costos de la inversión.

Para cada una de estas variables se han establecido posibles variaciones porcentuales del 5%, 10% y 20% y se han estimado los parámetros de rentabilidad (VAN, TIR) para cada variación, en el Cuadro N°4.4 se aprecia la sensibilidad del proyecto al hacer variar los costos de inversión.

Cuadro N°4.4 Análisis de Sensibilidad- Variable el Costo de Inversión

VARIACIONES PORCENTUALES EN LA VARIABLE Costo de Inversión	A PRECIOS PRIVADOS		A PRECIOS SOCIALES	
	VAN	TIR	VAN	TIR
20%	1 279 726	23.97%	1 585 928	30.03%
10%	1 439 206	26.92%	1 719 892	33.29%
5%	1 518 947	28.56%	1 786 874	35.10%
0%	1 598 687	30.32%	1 853 855	37.05%
-5%	1 678 427	32.23%	1 920 837	39.17%
-10%	1 758 167	34.30%	1 987 819	41.48%
-20%	1 917 647	39.07%	2 121 782	46.77%

Elaboración Propia

El Cuadro N°4.5, explica la sensibilidad del proyecto al hacer variar los Precios de los Modelos.

Cuadro N°4.5 Análisis de Sensibilidad - Variable los Precios de los Modelos

VARIACIONES PORCENTUALES EN LA VARIABLE Precios de los Modelos	A PRECIOS PRIVADOS		A PRECIOS SOCIALES	
	VAN	TIR	VAN	TIR
20%	2 199 699	37.03%	2 454 867	44.52%
10%	1 899 193	33.73%	2 154 361	40.85%
5%	1 748 940	32.04%	2 004 108	38.96%
0%	1 598 687	30.32%	1 853 855	37.05%
-5%	1 448 434	28.57%	1 703 602	35.11%
-10%	1 298 181	26.78%	1 553 349	33.12%
-20%	997 675	23.08%	1 252 844	29.03%

Elaboración Propia

1.4. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD

Uno de los problemas recurrentes en la mayoría de proyectos de inversión pública es el relacionado a la interrupción en la operación y uso de las instalaciones u obras de infraestructura construidas por el proyecto; es decir una vez que la entidad pública encargada de la ejecución de la obra se retira la obra construida por falta de mantenimiento se deja de usar y la situación de los beneficiarios vuelve a ser la misma que existía antes de la ejecución del proyecto. Por esta razón es el análisis de sostenibilidad en el proyecto. Por lo cual contemplamos mecanismos internos que garanticen y hagan sostenible en el tiempo el proyecto a ejecutar.

1.4.1. Mantenimiento del Programa

La Ejecución de la Obra.-

El Laboratorio Nacional de Hidráulica o alguna entidad ejecutora destinada será responsable de la ejecución de la obra. La Universidad Nacional de Ingeniería se encargará de las coordinaciones entre el Ministerio de Educación y/o el Ministerio de Economía y Finanzas u otra entidad financiera y el Laboratorio Nacional de Hidráulica.

Entidad que se hará cargo del mantenimiento del proyecto.-

El Laboratorio Nacional de Hidráulica se compromete con su Personal de Mantenimiento y Técnicos a financiar los gastos de Operación y Mantenimiento de la Obra cuando se culmine su periodo de ejecución.

Flujo de los costos de Operación y Mantenimiento.

El financiamiento de los costos de operación y mantenimiento será asumido por los usuarios del L.N.H. es decir los proyectos que se generen a través de modelos y mediciones lo que implica que en el presupuesto de los ingresos generados pro pago de los estudios de cada año deberá estar asignado el "Mantenimiento de las Obras de Infraestructura".

1.5. IMPACTO AMBIENTAL

1.5.1. Identificación de los Factores Ambientales Impactables

Bajo el nombre de factores ambientales englobamos los diversos componentes del medio ambiente.

Componentes Ambientales

a. *Componente Físico:*

Dentro del componente físico se incluyen los aspectos relacionados con el suelo, agua y aire.

- **Suelo**

- ✓ **Calidad del Suelo**

Se refiere a la alteración del suelo en sus parámetros físico – químicos por la acción del proyecto. Estos parámetros son pH, humedad, compactación, resistencia, etc.; además de la alteración de los estratos de suelo por la posible contaminación de este componente por el vertido descontrolado de las aguas residuales generadas en el área del proyecto; así mismo se considera la alteración de las propiedades del suelo por contaminación debido a actividades de manipulación de combustibles y lubricantes que son utilizados en la operación de equipo y maquinaria.

- **Agua**

- ✓ **Calidad del Agua**

Se refiere a la alteración de la calidad del agua, que pueda alterarse por las actividades del proyecto. Si bien es cierto que las actividades de construcción no afectarán mayormente a este componente, el proyecto en su etapa de operación minimizará la afectación a la calidad del agua. Los parámetros a modificarse serán un decremento de los sólidos en suspensión, turbiedad, pH.

- **Aire**

- ✓ **Calidad del Aire**

Se analizará la emisión de material particulado al ambiente (polvo) provocado por las acciones del proyecto en especial en las actividades de excavación y movimiento de tierras, y acarreo de materiales.

✓ **Ruido y Vibraciones**

Se refiere al incremento de los niveles de ruido y vibraciones provocados por las actividades del proyecto en cada uno de sus etapas; debido especialmente al uso de maquinaria de construcción e incremento del tráfico peatonal y vehicular.

b. Componente Socio Económico y Cultural

• **Calidad de Vida**

Se refiere a la alteración que generará la construcción del proyecto sobre el desempeño cotidiano de los sectores influenciados, esto es sobre los aspectos de tranquilidad y armonía de las personas que circundan alrededor del Laboratorio Nacional de Hidráulica. Así mismo se evaluará la calidad de vida de los usuarios del laboratorio una vez que este proyecto esté en operación.

• **Salud y Seguridad Pública**

Hemos tomado este componente por la necesidad de mantener la salud y seguridad de la población, en especial durante la etapa de construcción del proyecto; ya que el desarrollo del mismo traerá consigo alteraciones socio ambientales que afectaran a la salud y seguridad de la población, pues el medio donde se implantará el proyecto será interrumpido y modificado, condiciones que generaran cierto nivel de estrés producido por el ruido, por los gases (emisiones gaseosas), generación de polvo, por posibles interrupciones de tránsito, presencia de maquinaria, posibles accidentes, entre otros aspectos.

• **Generación de Empleo**

El proyecto aportará a mejorar en cierta medida el problema de la falta de puestos de trabajo, ocupando plazas labores temporales; para un mejor desarrollo del proyecto se recomienda que la población empleada sea del sector, ya que los pobladores verán como propio el proyecto en desarrollo.

c. Estatus y Bienestar Ocupacional

• **Salud y Seguridad Ocupacional**

Para asegurar la consecución de cualquier proyecto de construcción es necesario crear condiciones de seguridad física y social de quienes van a estar a cargo de la concreción del proyecto, esto supone: implementos de seguridad y protección para los trabajadores, medidas de seguridad y de auxilio inmediato.

d. Medidas de Mitigación y control.

• **Actividad: Planificación**

Medidas de control ambiental antes de la ejecución de las obras:

Cuadro N°4.6 Medidas de control ambiental en la etapa de planificación

Impacto Ambiental	Medidas de mitigación y/o control ambiental
<p>1 Contaminación del suelo Producido por Residuos Sólidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Originado por excavaciones para estudio de los terrenos (calicatas). • Almacenamiento del material en la zona que luego será transportado con el desmante. 	<p>Eliminar el desmante que corresponde a los materiales sobrantes en el menor plazo establecido en la programación de obras.</p>
<p>2 Incremento en las expectativas de empleo. Producido por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generación de empleos temporales (mano de obra calificada y no calificada) 	<p>Priorizar la contratación de trabajadores de la Institución, durante la etapa de planificación. Realizar una labor informativa para difundir la política de contratación de mano de obra, así como la demanda del personal requerido (requisitos y condiciones laborales), con el fin de evitar crear falsas expectativas en la población.</p>
<p>3 Posibles conflictos con la sociedad universitaria. Producido por: La elaboración y presentación de los estudios técnicos a las autoridades competentes podrían generar desacuerdos con la sociedad universitaria por la ejecución del mismo.</p>	<p>Realizar talleres informativos para el alumnado y las autoridades principales, señalando las conclusiones y los puntos relevantes del mismo, entre ellos el área de influencia del proyecto, las diferentes actividades a realizarse, los riesgos e impactos ambientales y sociales que se puedan generar.</p>

Elaboración Propia

• **Actividad: Ejecución y/o construcción.**

Medidas de control ambiental durante la ejecución de las obras, donde se presentan diversos impactos ambientales tanto en el aspecto físico (aire, suelo, agua), así como en el aspecto socio-económico.

Se deberá contar con un área donde se ubiquen cilindros para la disposición temporal de residuos sólidos. Estos cilindros deben implementarse de acuerdo a la NTP 900.058-2005

- **Amarillo:** Piezas Metálicas
- **Negro:** Basura común, que no se vaya a reciclar y no sea residuo peligroso
- **Azul:** Papel y cartón.
- **Blanco:** Plástico
- **Verde:** Vidrio.
- **Marrón:** Residuos orgánicos
- **Anaranjado:** Residuos peligrosos (trapos absorbentes impregnados con hidrocarburos).
- **Rojo:** Residuos peligrosos (pilas, baterías, toners, recipientes de pinturas, etc.)

En el Cuadro N°4.7, se explica las Medidas de control ambiental en la infraestructura provisional, en los diferentes ambientes del proyecto.

Cuadro N°4.7 Medidas de control ambiental en infraestructura provisional

Impacto Ambiental	Medidas de mitigación y/o control ambiental
<p>1. Área de almacenamiento de lubricantes, combustibles, etc. <i>Contaminación del suelo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos (latas de pintura, bolsas, envases y/o depósitos vacíos). • Derrame de lubricantes • Derrame de combustibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acumular los residuos sólidos en tachos o contenedores tapados, debidamente identificados (rotulados), para su posterior disposición final. • Contar con un ambiente exclusivo (techado) dentro del laboratorio debidamente identificados, para almacenamiento de envases con combustibles/lubricantes. Los envases deben ser apropiados para el almacenamiento de combustibles y aceites, con tapa hermética, y deben estar identificados.
<p>2 Área de almacenamiento de herramientas y equipos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derrame de lubricantes • Derrame de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> • Se colocará debajo de los equipos (durante su permanencia en la obra) parihuelas con una cama de arena fina para absorber y contener las posibles fugas de fluidos.
<p>3 Zona de almacenamiento de elementos de seguridad <i>Contaminación del suelo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos (cintas de seguridad, madera, metales. <p><i>Contaminación del aire</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gases (emanados por los vehículos de carga y transporte SO₂, CO, CO₂, etc.) <p><i>Contaminación sonora</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ruido (causado por los motores, compresoras, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar el abastecimiento de combustible y aceite únicamente para la Obra acondicionado para tal fin. • Acumular los residuos sólidos en tachos o en contenedores, tapados debidamente identificados (rotulados), para su posterior disposición final en el micro relleno sanitario. • El contratista debe tener en buenas condiciones sus unidades vehiculares para evitar fugas de combustibles y/o lubricantes, se evidenciará el mantenimiento con el comprobante de pago. • El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los vehículos y equipos a fin de evitar la mala combustión.
<p>4 Área de vestuarios <i>Contaminación del suelo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos (papeles plásticos, cartones, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar el uso de los equipos durante más de 4 horas al día, y los equipos y unidades vehiculares deben tener mantenimiento oportuno y adecuado. Evidenciar el mantenimiento, con sus comprobantes de pago. El personal que labora en la obra debe usar orejeras.
<p>5 Área de SSHH <i>Contaminación del suelo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos (papeles, plásticos, cartones, etc.) <p><i>Contaminación del aire</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Olores 	<ul style="list-style-type: none"> • Acumular los residuos sólidos en tachos o en contenedores, tapados debidamente identificados (rotulados), para su posterior disposición final. • Contar con una instalación provisional y realizar limpieza de los SS.HH. • Acumular los residuos sólidos en tachos o en contenedores, tapados debidamente identificados (rotulados), para su posterior eliminación.

Elaboración Propia

Cuadro N°4.8 Medidas de control ambiental en nuevas infraestructuras

Impacto Ambiental	Medidas de mitigación y/o control ambiental
<p>1. Contaminación Sonora Producido por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maquinas: Mezcladora de concreto. • Equipos: Vibrador de concreto. <p>2. Contaminación del Aire Producido por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gases: Debido al uso de equipos de combustión. <p>3. Contaminación del Suelo Producido por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento del material extraído, luego será transportado el desmonte. • Acumulación de residuos de concreto en la zona y derrame de combustible y aceite de la mezcladora en el mezclado del concreto. • Dejar caer material de desmonte durante el proceso de carga a los volquetes debido al desplazamiento de volúmenes mayores a la capacidad del lampón del cargador frontal. 	<ul style="list-style-type: none"> • El tiempo de emisión de los ruidos molestos se disminuyen exigiendo el uso de equipos en perfecto estado operativo. • Los equipos tendrá como máximo un funcionamiento continuo no superior de 04 horas por jornada, así como el personal deberá protegerse mediante el uso de orejeras. • El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los equipos para evitar la mala combustión para que los gases que liberen estén dentro de los parámetros estándar. • Eliminación del desmonte en el plazo mínimo establecido, llevándola al botadero. • Colocar una parihuela con arena fina debajo de mezcladora para contener los residuos de concreto y posibles fugas de combustible y/o aceite durante el mezclado, para su posterior eliminación en el mínimo plazo establecido. • Descargar el material directamente en la tolva de los volquetes y colocar un protector en el camión para evitar derrame por el viento.

Elaboración Propia

1.6. ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN:

Etapa de Inversión.

La Universidad Nacional de Ingeniería cuenta con la organización adecuada y con la experiencia para la gestión del proyecto en su etapa de inversión, así como con los recursos para el financiamiento total de las obras a ejecutarse.

Para la ejecución del proyecto se contará con los servicios de varias firmas contratistas de reconocida trayectoria en obras de infraestructura, así como en supervisión de obras y planes de capacitación, para asegurar que las operaciones financieras vayan dirigidas en un contexto de desarrollo para esta entidad.

Etapa de Operación.

Para la gestión del proyecto, el Laboratorio Nacional de Hidráulica, a través de la Directiva, asumirá la responsabilidad de la gestión de los servicios a ser mejorados, así como de capacitarse para cumplir dicha responsabilidad, y a pagar las cuotas

establecidas de acuerdo a los costos necesarios para la adecuada administración, operación y mantenimiento de los servicios.

Financiamiento de la Inversión.

La Universidad Nacional de Ingeniería participa con el financiamiento del 100.00% del costo de la infraestructura de los servicios de Investigación, supervisión de obras y planes de capacitación. El detalle de la inversión inicial se presenta a continuación:

Cuadro 4.9 *Financiamiento de las inversiones*

N°	CONCEPTO	UNID.	CANT.	COSTOS UNITARIO (S/.)	COSTOS PRIVADO (S/.)	FACT.	COSTOS SOCIAL (S/.)
1.00	OBRAS						
1.01	Obras Civiles						
	Materiales	Glb	1.00	654 061	654 061	0.84	549 411.2
	Equipos	Glb	1.00	6 937 830	6 937 830	0.84	5 827 777.2
1.02	Capacitación						
	Capacitación	Glb	1.00	900 000	900 000	0.91	819 000.0
2.00	COSTO DIRECTO			8 491 891	8 491 891		7 196 188.4

Elaboración Propia

1.7. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

El plan de implementación del proyecto se plantea teniendo en cuenta los tiempos necesarios para la realización de las obras, de acuerdo a los componentes previstos. En los cuadros siguientes se describe el cronograma de las actividades a desarrollarse en agua potable y saneamiento, se he determinado que la ejecución de obra es de 3 meses, puede apreciar en el *Anexo N°4.6*.

Cuadro 4.10 *Plan de Implementación Proyectado*

ACTIVIDADES Tiempos de cada Actividad	PLAZO- AÑO Nº 1												PLAZO- AÑO Nº 2			
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
Elaboración del PIP a nivel de Perfil.																
Declaratoria de Viabilidad (Inc. Levantamiento de Observaciones)																
Elaboración de Expediente Técnico Definitivo																
Aprobación de Expediente Técnico Definitivo																
Elaboración y Aprobación de Bases para Ejecución de Obras																
Licitación Pública, Contrato de Ejecución de Obras.																
Ejecución de Obras																
Supervisión de Obras																
Planes de Capacitación																
Puesta en Marcha y Liquidación del Proyecto																

Elaboración Propia

1.8. MARCO LÓGICO

Cuadro N°4.11 Marco Lógico

	OBJETIVO	INDICADORES Y METAS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar las condiciones de Investigación de la UNI, así como proveer herramientas técnicas para la mejora de estudios en Proyectos Hidráulicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de los ingresos al Laboratorio durante la vida útil del Proyecto, lo cual asegura la sostenibilidad del mismo post proyecto. Se incrementa el Valor Neto a través de los estudios para la Investigación, desde el primer año de ejecución. 	<ul style="list-style-type: none"> Registro anual a nivel nacional de mayor número de investigación en Universidades a través de proyectos de investigación y convenios. Encuestas de evaluación de impactos sociales en los proyectos vinculados a la Ingeniería Hidráulica. 	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidad económica así como identificación de puntos de gran demanda en el mercado. Los Investigadores se encuentran organizados y manejan adecuadamente las nuevas tecnologías
PROPOSITO	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de la investigación, generando proyectos más eficientes, que resuelvan la demanda de la población de manera segura, al contar con profesionales más capacitados y con equipos de última generación. 	<ul style="list-style-type: none"> Al cabo del décimo año (mediano plazo), se tendrá mejores proyectos en varios sectores estratégicos, como son: <ul style="list-style-type: none"> ✓ En generación energética. ✓ Minería menos contaminante. ✓ Entre Otros. 	<p>Se puede verificar su incidencia a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Costos de la energía más barata y a mayor cantidad de usuarios. Mejores estudios de impacto ambiental. Mayores certificados internacionales de los trabajos elaborados. 	<ul style="list-style-type: none"> El Plan de Gobierno es impulsar la infraestructura que aun falta en el país, su deficiencia se da incluso en sectores básicos como el agua y la iluminación.
COMPONENTES	<ul style="list-style-type: none"> Adecuadas áreas para el estudio de la Ingeniería Hidráulica. Mayor eficiencia en el desarrollo de los estudios y modelos hidráulicos 	<ul style="list-style-type: none"> Se cuenta con 4 zonas preparadas específicamente para el estudio de modelos físicos. Se ha dotado de correntómetros y equipos de punta para la medición de caudales 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación Post-proyecto. Inventario de recepción de obra por parte de la Universidad Nacional de Ingeniería (L.N.H.). Expediente de liquidación de obra. Informe de supervisión. 	<ul style="list-style-type: none"> Se cumplió con las Especificaciones Técnicas indicadas por el Consultor del Proyecto. Se brindó la correcta capacitación al personal que operará los nuevos instrumentos.
ACCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de las Obras Planteadas y Rehabilitación de las áreas indicadas Capacitación de los profesionales y personal técnico. Adquisición de modernos equipos que contribuyan a la enseñanza y elaboración de mejores trabajos de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> Obras Civiles por un monto total de S/. 7 591 891 Supervisión de la obra por un costo de S/. 122 900. Capacitación por un monto de S/. 900 000.00 Elaboración del Expediente Técnico por un monto de S/. 135 000. 	<ul style="list-style-type: none"> Expediente Técnico. Acta de inicio de obra. Informe de avance Físico-Financiamiento de la obra (Supervisión). Cuaderno de obra. Comprobantes de gasto. 	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilidad oportuna de recursos financieros para cubrir todas las actividades. Participación y supervisión de la UNI y el LNH. Interés de la población y miembros de la UNI en participar en los talleres de capacitación.

Elaboración Propia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. El Proyecto "Mejoramiento de la Infraestructura y los Servicios del Laboratorio Nacional de Hidráulica en la Universidad Nacional de Ingeniería" es **VIABLE**. De acuerdo con los resultados obtenidos de la Evaluación Económica, así como de los análisis de Sensibilidad y Sostenibilidad anteriormente descritos.
2. La inversión que se destinará al Laboratorio Nacional de Hidráulica es del monto de ocho millones cuatrocientos noventa y un mil ochocientos noventa y uno (S/. 8, 491,891.00), los cuales estarán destinados de la siguiente manera:

Cuadro N°5.1 Montos Destinados a cada actividad a realizar en el L.N.H.

ACTIVIDAD	COSTO	INCIDENCIA
Mejoramiento de la infraestructura	S/. 654,061.00	5.68%
Adquisición de moderna tecnología y herramientas para la enseñanza de Ingeniería Hidráulica.	S/. 3, 600,266.00	31.27%
Adquisición de moderna tecnología y herramientas para el desarrollo de Trabajos de Investigación.	S/. 3, 123,164.00	27.12%
Rehabilitación de los Talleres	S/. 214,400.00	1.86%
Capacitación de los profesionales y técnicos.	S/. 900,000.00	7.82%
COSTO DIRECTO	S/. 8, 491,891.00	73.75%
Construcción y Evaluación de los trabajos.	S/. 3, 022,893.73	26.25%
COSTO FINAL	S/. 11, 514,784.73	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

3. La Deficiente capacidad de servicios del Laboratorio Nacional de Hidráulica ha sido identificado como el Problema Central al tener una capacidad tecnológica disminuida y al no contar con una Biblioteca y Software actualizados que le permita emitir resultados en periodos más cortos. La Infraestructura debe ser implementada para poder brindar otros tópicos de Investigación
4. La División Didáctica requiere de una renovación total de los equipos actualmente en uso; debido a su obsolescencia (más de 50 años de vida útil). Se busca dotar de registradores automáticos de datos e implementar con equipos que evalúen fenómenos como el Transporte de Sedimentos, Generador de Olas, etc.

5. El Área de Modelos Hidráulicos requiere contar con equipamiento electrónico para registro de datos experimentales y de software pertinente que desarrolle a la par aplicación de modelos matemáticos para generar alternativas probables.
6. Potenciar la Biblioteca con información bibliográfica actualizada, así como mantener suscripción de las principales revistas de investigación.
7. La actividad de investigación requiere reforzarse en tres aspectos fundamentales:

Primero: Formación de nuevos profesionales con estudios avanzados en Universidades de prestigio internacional que conlleven a los grados académicos de Maestría y Doctorado.

Segundo: Entrenamiento del personal técnico para el uso de nuevas tecnologías.

Tercero: Programas de Actualización de conocimientos dictados por el Personal Docente previamente capacitado.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Ejecutar el proyecto planteado por ser de mucha importancia en el proceso de formación de los profesionales vinculados a la Ingeniería Hidráulica; permitiendo a la Universidad propiciar un mayor uso de las instalaciones al alumnado de las diferentes facultades.
2. Realizar un trabajo integral entre todas las Instituciones involucradas y analizadas en el presente informe, con la finalidad de hacerlas participativas en la ejecución del mismo, entre los que se encuentran:

La Comunidad Universitaria: Representante de la sociedad civil, a través de sus Investigadores y Estudiantes.

El Estado Peruano: representado por los Ministerios:

Ministerio de Ambiente. Ministerio de Transportes.

Ministerio de Vivienda. Ministerio de Energía y Minas.

Las Empresas Privadas: Sean estos Consultores y Constructores de Proyectos Hidráulicos.

Las E.P.S.: Entre las que se tienen Empresas de Saneamiento, Juntas Agrarias, etc.

3. Una vez desarrollado el proyecto, debe impulsarse áreas de investigación como la hidrogeología, el manejo hidrológico de cuencas, e incluso promover la adaptación de métodos y técnicas extranjeras para su aplicación acorde a nuestra realidad, en diferentes aspectos, como son factores climáticos, territoriales, etc.
4. Se debe mantener siempre una adaptación a las nuevas tecnologías, constante uso de nuevos softwares, esto solamente se logrará con una continua demanda de las empresas e instituciones que requieran estos tipos de trabajo.
5. Previo a la realización del trabajo, debe hacerse estudios de Demanda de Mercado, para corroborar los supuestos en el texto mencionados, referente a la Demanda que se generará en investigación en el país y la evaluación de la Demanda Post Proyecto.
6. Crear un fondo intangible para la renovación de equipos que debe estar constituido con un porcentaje de las utilidades que se generen.
7. Se requiere que el Estado reconozca que para salir del subdesarrollo, es necesario e imperativo invertir en la Investigación y la formación de Cuadros de Profesionales de Alto Nivel Académico, para lograr dar pasos hacia una excelencia anhelada.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Benavides Estrada, Juan Augusto; "Atlas del Perú"; Editorial Escuela Nueva; Lima 1995.
2. CEPAL; Estudio comparativo de la SUNASS en Sudamérica; 2010.
3. De Piérola, José; "Uso sostenible de agua para la agricultura y la minería en el Perú"; Souther Perú Copper Corporation, 2012
4. Departamento de Hidráulica e Hidrología – FIC UNI; "Guía Práctica del Laboratorio de Mecánica de Fluidos II"; Lima 2009.
5. Instituto Nacional de Estadística e Informática; Aspectos Geográficos de la República del Perú.
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/BibliolNEIPub/BancoPub/Est/Lib0347/N25/N25.HTM>.
6. Instituto Nacional de Estadística e Informática; Censo Nacional 2007 – XI de Población y VI de Vivienda; Lima 2007.
7. Kuroiwa Horiuchi, Julio; Eventos Extremos: Sequias y Avenidas en el Perú; Reducción del riesgo de desastres de Origen Climático; Lima 2010.
8. Kuroiwa Zevallos, Julio; Laboratorio Nacional de Hidráulica – UNI; "Palabras del director del L.N.H.-UNI"; Lima 2011.
9. Laboratorio Nacional de Hidráulica; Informe Técnico N° 3-038-1977; Lima 1997.
10. Ministerio de Agricultura; Política y Estrategia Nacional de los Recursos Hídricos del Perú; Lima 2009.
11. Ministerio de Economía y Finanzas; Boletín Informativo; Lima Mayo 2012.
12. Ministerio de Economía y Finanzas; Pautas para la Identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil; Lima 2011.
13. Ministerio de Energía y Minas; Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional; Lima 2006.
14. Proyecto Especial Chavimochic; Memoria 2009; Trujillo 2009; Primera Edición.
15. Pulgar Vidal, Javier; Las Ocho Regiones Naturales del Perú; Editorial Universo; Octava Edición; Lima 1981.
16. Rocha Felices, Arturo; Los Recursos Hidráulicos en el Perú y el Mundo. Colección del Ingeniero Civil. Primera Edición. Lima 1992.