

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL:

**“INFLUENCIA DEL CONTROL DE CALIDAD EN LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
PREPARADO EN OBRA, EN LA NUEVA CENTRAL TÉRMICA
DE LA CIUDAD DE IQUITOS - 2019”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Autores:

Bach. DONAYRE LOPEZ, RICKY XAVIER

Bach. NAVAS ARMAS, CARLOS AUGUSTO

Asesor:

Ing. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA.

IQUITOS – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor; a mis padres, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su inmenso amor que me han brindado.

Ricky Donayre

A mis queridos Padres

José y Manuela, por haberme formado dentro del marco del respeto e inculcado valores para ser un hombre de bien, así como brindarme su constante apoyo moral durante la época de estudios universitarios.

A mi Amada Esposa e Hijos

Denisse, Adrián, Carlos y Thiago de Jesús, por ser la fuerza y motivación constante que me impulsaron a sortear obstáculos y lograr culminar la carrera universitaria.

A mi Recordada Tía

Reyna Armas, porque desde el cielo me guio por la senda del bien, por sus recordados consejos y la fuerza que transmitía para el logro de los objetivos.

Carlos Navas

AGRADECIMIENTOS

Por el término del presente Trabajo de Suficiencia Profesional, en primer lugar, agradezco a Dios por haberme acompañado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencia y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Armando y Luz de María por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, y darme excelente ejemplo de vida a seguir.

A todos mis hermanos por apoyarme en aquellos momentos de necesidad, a Elvira y a Clever por ser un ejemplo de desarrollo como profesional a seguir.

Al gerente de la empresa SERGEPIN SAC por abrirme sus puertas como trabajador, y, darme la confianza para seguir creciendo como profesional.

Ricky Donayre

A Dios por otorgarme la vida, por transmitirme la fortaleza y sabiduría en los momentos más difíciles y que me permitieron culminar el presente Trabajo de Suficiencia Profesional.

A mi amada esposa Eyllinn Denisse Zavaleta Peraza, por su constante impulso y apoyo incondicional en la elaboración y culminación del presente Trabajo de Suficiencia Profesional.

Al Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, por haberme brindado la oportunidad de aportar mis conocimientos en la formación profesional de los jóvenes estudiantes de la Universidad Científica del Perú, experiencia que coadyuvó a mejorar el análisis crítico en la elaboración del presente Trabajo de Suficiencia Profesional

Al Dr. Hermán Collazos, por su generosidad académica y gran aporte en la elaboración y corrección de la Matriz de Consistencia.

Carlos Navas



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

FACULTAD
CIENCIAS E
INGENIERÍA

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Con Resolución Decanal N°095-2019-UCP-FCEI del 01 de marzo de 2019, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Félix Wong Ramírez, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Mg. | Miembro |
| • Ing. Mario Amador Vela Rodríguez | Miembro |

En la ciudad de Iquitos, siendo las 10:30 horas del día miércoles 13 de marzo de 2019, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional: "INFLUENCIA DEL CONTROL DE CALIDAD EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PREPARADO EN OBRA, EN LA NUEVA CENTRAL TÉRMICA DE LA CIUDAD DE IQUITOS - 2019"

Presentado por los sustentantes:

CARLOS AUGUSTO NAVAS ARMAS

y

RICKY XAVIER DONAYRE LOPEZ

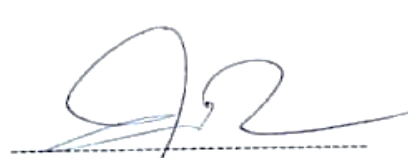
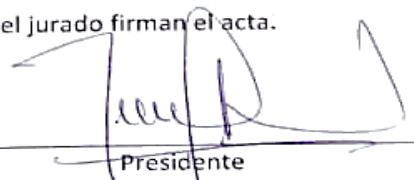
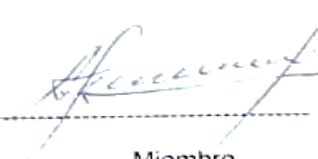
Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: *absueltas*

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La Sustentación es: *Aprobada Cum Laude*

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.

		
Miembro	Presidente	Miembro

CALIFICACIÓN	Aprobado (a) Suma Cum Laude	19 - 20
	Aprobado (a) Magna Cum Laude	17 - 18
	Aprobado (a) Cum Laude	15 - 16
	Aprobado (a)	13 - 14
	Desaprobado (a)	00 - 12

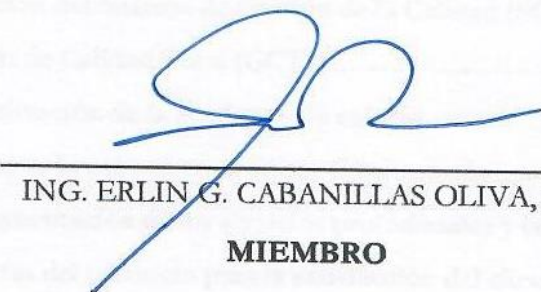
PÁGINA DEL JURADO Y ASESOR



ING. FÉLIX WONG RAMÍREZ, M.Sc.
PRESIDENTE



ING. MARIO A. VELA RODRÍGUEZ
MIEMBRO



ING. ERLIN G. CABANILLAS OLIVA, Mg.
MIEMBRO



ING. ULISES O. IRIGOIN CABRERA, M.Sc.
ASESOR

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
PÁGINA DEL JURADO Y ASESOR	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRAC.....	XIV
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	5
2.1. Antecedentes del Estudio	5
2.2. Bases Teóricas	11
2.2.1. Conceptos de Calidad	11
2.2.1.1. Aseguramiento de la calidad:.....	12
2.2.1.2. Evolución del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).	16
2.2.1.3. Gestión de Calidad Total (GCT)	18
2.2.1.4. Normalización de la gestión de la calidad.....	19
2.2.1.5. Gestión de la calidad en el Sector Construcción	20
2.2.1.6. La fragmentación de los servicios profesionales y la subcontratación	22
2.2.1.7. Garantías del producto para la satisfacción del cliente.....	24
2.2.2. La calidad en la Industria de la Construcción en el Perú y otros países.....	25
2.2.2.1. La importancia de los planes de calidad de obra.	29
2.2.2.2. Las Normas ISO 9000 en la industria de la construcción.....	29
2.2.2.3. Gestión Total de la Calidad (GCT) en la industria de la construcción	31
2.2.2.4. Mejorar la competitividad del Sector de la Construcción	44
2.2.2.5. Control de Calidad en el Concreto	44
2.2.2.6. Importancia del Control de Calidad en el Concreto	45
2.2.2.7. Materiales de Construcción	46
2.2.2.8. Preparación del Concreto en Obra	47

2.2.2.9.	Norma Técnica	47
2.2.2.10.	Descripción de Ensayos y Normas Técnicas utilizadas en el proceso de selección de materiales y preparación y colocación del concreto	48
2.2.2.10.1	Agua	48
2.2.2.10.2.	Agregados	49
2.2.2.10.3.	Ensayos del Concreto.....	52
2.2.2.10.3.1	Concreto en Estado Fresco.....	52
2.2.2.10.3.2.	Concreto en Estado Endurecido.....	59
2.3.1.	Concreto.....	68
2.3.2.	Cemento Portland	68
2.3.2.1.	Mecanismo de Hidratación	68
2.3.2.2.	Tipos de Cemento y sus Aplicaciones Principales.....	70
2.3.3.	Agua	71
2.3.4.	Agregados	72
2.3.4.1.	Agregado Grueso	73
2.3.4.2.	Agregado Fino	73
2.3.5.	Aditivos	73
2.3.5.2.	Razones de Empleo de aditivos.....	74
2.3.6.	Calidad.....	75
2.3.7.	Control de Calidad	75
2.3.8.	Dossier de Calidad	75
2.3.9.	Propiedades del Concreto.....	75
2.3.9.1.	Concreto Fresco	75
2.3.9.1.1.	Trabajabilidad.....	75
2.3.9.1.2.	Segregación.....	76
2.3.9.1.3.	Exudación.....	77
2.3.9.1.4.	Contracción.....	77
2.3.9.2.	Concreto Endurecido	78
2.3.9.2.1.	Elasticidad	78
2.3.9.2.2.	Resistencia	78
2.3.9.2.3.	Extensibilidad.....	79
2.3.10.	Resistencia a la Compresión.....	79
2.3.11.	Especificaciones Técnicas	80
2.3.12.	Política, principios y plan de calidad empresarial aplicada en el caso	80

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	84
3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	84
3.1.1. Descripción del Problema	85
3.1.2. Formulación del Problema	86
3.1.2.1. Problema General	86
3.1.2.2. Problemas Específicos	86
3.2. OBJETIVOS	87
3.2.1. Objetivo General	87
3.2.2. Objetivos Específicos	87
3.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	88
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO	89
4.1. Datos generales de la obra en la que se aplicó Gestión de la Calidad	89
4.2. Ensayos para la selección de materiales, elaboración y colocación del concreto y determinación de sus propiedades físicas y mecánicas	90
4.3. Variables	93
4.3.1. Identificación de las Variables	93
4.3.1.1. Variable Independiente	93
4.3.1.2. Variable Dependiente	93
4.3.2. Definición de las Variables	93
4.3.2.1. Control de Calidad en la Preparación del Concreto en Obra	93
4.3.2.2. Resistencia a la Compresión del Concreto	93
4.3.3. Operacionalización de las Variables	93
4.4. Método	94
4.4.1. Tipo de Investigación	94
4.4.2. Diseño de Investigación	94
4.4.3. Población y Muestra	94
4.5. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de recolección de datos	94
4.6. Procesamiento y Análisis de la Información	94
CAPÍTULO V: RESULTADOS	96
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN	101
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
7.1. CONCLUSIONES	102
7.2. RECOMENDACIONES	103
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105

ANEXOS	108
Anexo N° 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	109
Anexo N° 2. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Desarrollo del Plan de Aseguramiento y Control de Calidad (PAC)	6
Tabla 2. Tamaños nominales y cantidades de muestra	49
Tabla 3. Masas mínimas para ensayo de granulometría	50
Tabla 4. Gradaciones de agregado	51
Tabla 5. Requisitos de la barra compactadora	57
Tabla 6. Métodos de consolidación. Requisitos de aplicación	58
Tabla 7. Moldeo de especímenes por apisonado. Requisitos	58
Tabla 8. Moldeo de especímenes por vibración. Requisitos	59
Tabla 9. Resistencia a la compresión y máximo espesor de las capas de refrentado	62
Tabla 10. Tolerancias de ensayos	65
Tabla 11. Principales fuentes de variación de la resistencia a la compresión	67
Tabla 12. Datos generales de la obra en la que se aplicó Gestión de la Calidad	89
Tabla 13. Ensayos de agregados y normativa aplicada	90
Tabla 14. Ensayos químicos de agregados según normas	91
Tabla 15. Propiedades del concreto en estado fresco y normativa aplicada	92
Tabla 16. Propiedades del concreto en estado endurecido y normativa aplicada	92
Tabla 17. Operacionalización de las Variables	93
Tabla 18. Moldeo de especímenes por apisonado. Requisitos	96

Tabla 19. Moldeo de especímenes por vibración. Requisitos	96
Tabla 20. Cuadro de resultados de ensayos de resistencia a la compresión	96
Tabla 21. Datos de estadísticas de grupo	98
Tabla 22. Análisis de la hipótesis	99
Tabla 23. Análisis: prueba de muestras independientes	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución temporal con la creciente implicación de la dirección.....	12
Figura 2. Vinculación entre el aseguramiento de la calidad y la mejora continua. 16	
Figura 3. Conceptos relativos a la gestión de la calidad. (ISO, 2005)	20
Figura 4. Tipos de rotura	66
Figura 5. Modelo aplicable a la etapa de diseño	82
Figura 6. Modelo 02 aplicable a la etapa de construcción	83

RESUMEN

Sin duda alguna el concreto es uno de los elementos más utilizados en la industria de la construcción por su versatilidad y sin número de propiedades y, su uso en infraestructura, diseñada para soportar grandes solicitaciones, garantiza que ésta perdure cada vez más.

En las aplicaciones de ingeniería se utilizan herramientas y procedimientos tecnológicos para evaluar la calidad de un producto; así, para el concreto como herramientas podemos señalar tanto a los que se usan en su elaboración, transporte, colocado y compactación y curado y los instrumentos de laboratorio; y, como procedimientos, los establecidos en los planes de calidad y las normas técnicas. Una mezcla de concreto puede prepararse utilizando diversos mecanismos de mezclado, sin embargo, los requisitos de calidad pueden ser alcanzados si se cumplen rigurosamente los establecidos en cada etapa del proceso, desde la selección de los componentes individuales como agregados, cemento, agua, y otros, hasta su vaciado en las formas en obra, incluyendo el curado y las pruebas de ensayo de laboratorio.

Hoy en día en la ciudad de Iquitos, se vienen ejecutando diferentes tipos de obras civiles, para los cual es fundamental que cada elemento estructural sea elaborado de tal forma que se garantice su función y resistencia en el tiempo.

En la presente investigación se desea conocer cuál es la influencia del control de calidad en la resistencia a la compresión del concreto preparado en obra, aplicando las normas para una adecuada producción y uso del mismo cumpliendo los estándares de calidad solicitada en la obra "Nueva central térmica de la ciudad de Iquitos"

Palabras Clave: Calidad, control de calidad, normas, resistencia, Iquitos.

ABSTRAC

No doubt the concrete is one of the most used elements in the construction industry because of its versatility and innumerable properties and, which is designed to withstand large external requests in such a way that it lasts in time.

In engineering applications, scientific tools and procedures are used to evaluate the quality of a product, as tools we can point out production equipment and laboratory instruments; such as procedures, quality plans and standards. A mixture of concrete can be prepared using various mixing mechanisms, however, the quality requirements can be achieved if rigorously complied with each stage of the process, from the selection of the individual components to their installation on site, including curing and laboratory testing.

Today in the city of Iquitos, different types of civil works are being executed, for which it is essential that each structural element be elaborated in such a way that it guarantees its function and resistance in time.

In this research we want to know what is the influence of quality control on the resistance to compression of the concrete prepared in the work, applying the standards for an adequate production of the same that complies with the quality requested in the "New thermal power plant in the city of Iquitos".

Key words: Quality, quality control, standards, strength, Iquitos

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “Influencia del control de calidad en la resistencia a la compresión del concreto preparado en obra, en la nueva central térmica de la ciudad de Iquitos - 2019”, se centra en el estudio de estrategias innovadoras modernas de gestión integral de la calidad a aplicarse durante la construcción, buscando optimizar los recursos y maximizar los resultados, teniendo en cuenta las normas ISO 9001:2015 y las Normas Técnicas Peruanas – NTP y ASTM, poniendo énfasis no solo en la obtención de materiales de buena calidad sino en todo el proceso, desde la obtención de los agregados, mezclado, transporte, colocación y curado del concreto, sin dejar de lado las características geográficas y climáticas particulares de nuestra zona. Sobre el particular, las empresas de construcción de la infraestructura pública y privada deben integrar procesos de calidad, conocimiento de prácticas gerenciales y gestión de proyectos y ejecución de sus obras, conociendo su entorno, planificando estratégicamente su sector, mejorando su desempeño global y proporcionando una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible (Chuquival y Marín, 2017).

La aplicación de las normas de calidad, básicamente, consiste en el cumplimiento de los procedimientos de control y en los de gestión. Los procedimientos de control son los que van a ayudar a recolectar los datos en obra para su próximo análisis y entre ellos se encuentran los de procesos, materiales, inspección, medición y ensayo, registro de no conformidades y los registros de protocolos; en cambio, los del procedimientos de gestión, consiste en el análisis de los datos recolectados en el control de la calidad; y, de esa manera se toma decisiones para el mejoramiento continuo de la calidad con medidas preventivas y correctivas; por ello en este procedimiento, se encuentra el archivo de control de no conformidades, registro de evaluación de subcontratos, proveedores y capataces, registro de certificados de control de inspección, medición y ensayo, elaboración de los informes mensuales, capacitación de personal de obra y los de costos de obra.

La realización de todos los controles de calidad a los materiales, junto con un diseño técnicamente apropiado aseguran el correcto funcionamiento de todos y cada uno de los elementos de la infraestructura. Se busca reducir las fallas que ocurren en la

construcción de estructuras de concreto por deficiencias en la calidad de los materiales, y para que exista un mejoramiento continuo, se debe atacar y dar soluciones preventivas a las no conformidades, con la finalidad de mejorar los procesos y que no vuelvan a repetirse; como ejemplo, al referirse a edificaciones de vivienda, muchos autores coinciden que, en las estadísticas de no conformidades detectadas en una cuadrilla son por la mano de obra, la que representa valores cercanos al 90% de las causas; por ello, debido a que la calidad va a depender fundamentalmente de este factor, es necesario que se tomen medidas preventivas y se capacite rutinariamente al personal obrero y se induzca al personal nuevo, con lo cual algunos investigadores reportan, por ejemplo, haber bajado en la cuadrilla de encofrados de 30 observaciones al mes, en los inicios, a 9 después de algunos meses.

Uno de los problemas, inherentes a la industria de la construcción es el nulo o escaso control de calidad de los materiales en la preparación del concreto, pese a que dicho control se encuentra estipulado en las diferentes normas técnicas, así como en las especificaciones técnicas resultantes del diseño estructural y del mismo diseño de mezclas de los proyectos, acción que conlleva a obtener un concreto de muy baja calidad, el mismo que no logra alcanzar el esfuerzo a la compresión deseada; no obstante, constituir aún, el material más importante en la construcción a nivel mundial debido a su consistencia en estado fresco y su gran resistencia y durabilidad que presenta en su estado endurecido.

La pregunta principal para resolver esta problemática fue: ¿En qué medida la aplicación de un adecuado control de calidad en la preparación del concreto en obra, influye en la resistencia a la compresión del concreto endurecido, en la nueva Central Térmica de la ciudad de Iquitos - 2019? Los problemas específicos que contribuyeron en la solución fueron:

¿De qué manera influye la aplicación adecuada de las Normas Técnicas Peruanas en el control de calidad de los materiales constituyentes del concreto?

¿De qué manera influye una adecuada dosificación de los materiales conglomerantes constituyentes de la mezcla de concreto fresco en la resistencia a la compresión del concreto endurecido?

¿De qué manera una óptima relación agua - cemento en la elaboración de la mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto endurecido?

¿De qué manera influye una adecuada compactación en la colocación del concreto fresco en la resistencia a la compresión del concreto endurecido?

¿De qué manera influye un adecuado curado del concreto en obra en la resistencia a la compresión del concreto endurecido?

Por lo que el objetivo general de la presente investigación consistió en: “Determinar la influencia de la aplicación de un adecuado control de calidad en el proceso de producción, colocación y curado del concreto, en su resistencia a la compresión del concreto endurecido, en la obra Nueva Central Térmica de la ciudad de Iquitos – 2019”; y, para lo cual los objetivos específicos consistieron en: determinar la influencia en la resistencia a la compresión del concreto, de la aplicación de las Normas Técnicas Peruanas en el control de calidad de los materiales constituyentes de la mezcla, así como de la dosificación, la relación agua-cemento y la compactación.

La hipótesis que direccionó la investigación fue: “Un adecuado control de calidad en el proceso de selección de materiales, preparación, colocación y curado del concreto en obra, permite alcanzar resultados de resistencia a la compresión óptimos, en la Nueva Central Térmica de la ciudad de Iquitos”.

En su desarrollo, se emplearon los métodos teóricos, empíricos, bibliométricos y estadísticos que integran instrumentos de diversa índole. Dentro de los métodos teóricos se empleó el análisis y síntesis a partir de los conceptos de la revisión de la literatura especializada. Los métodos empíricos abarcan la revisión documental de las definiciones analizadas y la evaluación de los resultados de los ensayos de laboratorio. El método bibliométrico para el

análisis de citas y el estadístico para facilitar la comprensión del comportamiento de los diversos términos clave utilizados en los conceptos estudiados (Salgado, 2010).

Los resultados que se han obtenido durante el proceso de investigación muestran las evidencias que, al aplicar un adecuado Control de Calidad en todo el proceso de preparación y uso del concreto en obra, se obtiene las resistencias a la compresión esperadas en los diseños de mezclas para todos los elementos estructurales.

El presente Informe Final de Tesis tiene siete (7) capítulos: Capítulo I: Introducción; Capítulo II: Marco Teórico Referencial, que integra a los sub capítulos de Antecedentes de la Investigación, Bases Teóricas y Definición de Términos Básicos; Capítulo III: Planteamiento del Problema de Investigación, que incluye los objetivos y la hipótesis; Capítulo IV: Marco Metodológico; Capítulo V: Resultados; Capítulo VI: Discusión; Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones; Capítulo VIII: Referencias Bibliográficas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes del Estudio

- a) Néstor Javier Romero Álvarez y Gian Franco Pérez Garavito (2012), en la tesis "*Impacto positivo del control de calidad en obras de edificaciones de vivienda*", llegaron a las siguientes conclusiones:

Al asegurar la calidad en una obra de construcción se debe tener en claro los procedimientos de control y de gestión, para de esa manera lograr los objetivos iniciales, que es el de que se cumpla el expediente técnico; asimismo, haciendo valer toda la normatividad y reglamentos como el RNE.

Por un lado, los procedimientos de control son los que van a ayudar a recolectar los datos en obra para su próximo análisis y entre ellas se encuentra los de procesos, materiales, inspección, medición y ensayo, registro de no conformidades y los registros de protocolos; por otro lado, los procedimientos de gestión, son el análisis de los datos recolectados en el control de la calidad y de esa manera se toma decisiones para el mejoramiento de la calidad con medidas preventivas y correctivas, por ello en este procedimiento, se encuentra el archivo de control de no conformidades, registro de evaluación de subcontratos, proveedores y capataces, registro de certificados de control de inspección, medición y ensayo, elaboración de los informes mensuales, capacitación de personal de obra y los costos de obra.

De acuerdo al análisis de causas de no conformidades de estructura se concluye que generalmente en una obra de edificación, especialmente en vivienda, la cantidad de observaciones originadas son por la mano de obra (90% causas por MO); por ello, es necesario que se capacite al personal obrero periódicamente y cuando haya personal nuevo, debido a que la calidad va a depender de este factor.

Para que exista un mejoramiento continuo, se debe atacar y dar soluciones preventivas a las no conformidades, con la finalidad de mejorar los procesos y que no vuelvan a repetir; como por ejemplo, en las estadísticas de no conformidades detectadas la cuadrilla de encofrado ha tenido varias observaciones llegando en un mes a las 30 observaciones; por ello, es que se tomaron medidas preventivas y capacitaciones periódicas para que esta cuadrilla mejore y se logró conseguir ya que en los últimos meses bordeaba a las 9 observaciones por mes.

Tabla 1. Desarrollo del Plan de Aseguramiento y Control de Calidad (PAC)

Desarrollo del Plan de Aseguramiento y Control de Calidad (PAC)		
Planificación de la Calidad	Revisión de Requisitos: -Contrato -Especificaciones Técnicas -Cronograma	• Revisar los requisitos contractuales • Determinar las Normas y los rangos de tolerancias aplicables.
	Planeamiento de Operación	• Definir la organización de calidad del proyecto. • Evaluar los procesos a realizar por la empresa y los Subcontratistas.

Fuente: Romero N. J. y Pérez G.F. (2012). Tesis "Impacto positivo del control de calidad en obras de edificaciones de vivienda".

Para determinar el grado de satisfacción de calidad es importante tener en cuenta la calificación de contratistas. Esta calificación no solo debe ser el área de calidad, sino también considerar la calificación de producción y seguridad, ya que la idea es que las cuadrillas trabajen en vinculación con las tres áreas, por lo que se aseguren que se trabaje con eficiencia, eficacia y seguridad.

Es importante verificar y constatar que los materiales colocados a obra estén de acuerdo a las especificaciones iniciales del proyecto, con la finalidad de evitar problemas futuros y/o vicios ocultos. Asimismo, es recomendable tener los registros en digital para su evaluación,

que son los “porcentajes de cumplimiento de la calidad de material” y se constata que en algunas semanas la calidad del material, puesto en obra, no estaban de acuerdo a los parámetros iniciales del proyecto, y es ahí donde se toman soluciones para mejorar la calidad del producto y prevenir que entren a obra material no deseado.

Al término de la obra es necesario presentar el dossier de calidad de la obra con la finalidad de mostrar al cliente toda la documentación que garantiza los requerimientos de calidad establecidos al inicio de la obra; específicamente, son la memoria descriptiva de la obra, contratos, control de cambios, planos aprobados, especificaciones técnicas, documentos de gestión de calidad de proyecto, certificados de calidad de los materiales, registros de control de calidad, registros de ensayos, registros de calibración de equipos, reportes de No Conformidades, evaluaciones de desempeño de los subcontratistas de calidad, registros de costo de calidad, cartas de garantía del equipamiento, planos as built, panel fotográfico.

b) *Omar Cristian Alfaro Félix (2008), en la tesis “sistema de aseguramiento de la calidad en la construcción”, concluyó lo siguiente:*

Respecto a su situación actual en Perú

La calidad y la filosofía de la calidad total representan uno de los temas más importantes de los años 90, y los costos asociados al ser considerables económicamente se convierten en un aspecto que debe ser estudiado cuidadosamente.

Los desembolsos necesarios para realizar las actividades para la obtención de productos con calidad repercuten en el costo de los productos y por ende en los resultados financieros de las empresas.

Existe desconocimiento sobre la cultura de calidad ya que no se aprecia el valor de un sistema de gestión de calidad. Falta que sean más los proveedores que proporcionen las especificaciones de las características de sus productos, y que también se involucren en el sistema los diseñadores, los proveedores y los subcontratistas para tener el circuito completo.

La industria de la construcción seguirá creciendo porque los cambios ya no se detienen. Si se tuviese que realizar un balance los resultados saltarían a la vista, en cualquier país habrá mayor construcción porque se podrán realizar más obras con el mismo monto de financiamiento. Los costos de construcción han bajado en gran proporción respecto a años atrás, y con una mejor calidad. Entonces, sin duda, gana el país, el demandante, los clientes y consumidores.

Falta una legislación apropiada que comprometa más a los participantes en un proyecto de construcción a brindar un producto de calidad.

Un concreto será de buena calidad cuando cumpla las especificaciones para las cuales fue diseñado, esto se logra si las técnicas y los materiales empleados para producirlo son de buena calidad.

c) *Víctor López Aquino y Cinthia Mabel Zare Carbonel (2014), en la tesis "Influencia del control de calidad en la resistencia del concreto preparado en obra y en el concreto premezclado de Chimbote y Nuevo Chimbote", concluyeron lo siguiente:*

En las obras donde se encontró que el control de calidad a la elaboración del concreto, respetaba mínimamente criterios técnicos; las resistencias encontradas han estado por encima de lo esperado, con lo que se comprueba y alcanza el objetivo del trabajo de investigación.

El contar con un diseño de mezclas específico según las propiedades de cada agregado que se va a usar en campo, aumenta las probabilidades de obtener un

concreto cuya resistencia sea lo más próximo a lo esperado a los 28 días, es decir que no llegue a un valor menor, ni tampoco se encuentre sobredimensionado.

No es necesario requerir concreto premezclado para garantizar un buen resultado en la resistencia del concreto, pues como se demostró, en aquellas obras donde el control de calidad era adecuado, los resultados fueron favorables.

Los resultados de ensayos de resistencia a la compresión a los 7 días son muy predictivos al momento de estimar si la resistencia del concreto llega al valor esperado a los 28 días.

Mientras más alejado este el asentamiento (slump) medido en campo con respecto al esperado, el valor de la resistencia será más disperso en relación a lo proyectado.

La presencia de un profesional responsable en obra no garantiza obtener resultados favorables, pues en muchos casos el profesional no está totalmente capacitado sobre los procedimientos adecuados para elaborar un concreto que cumpla con los requerimientos técnicos necesarios.

A pesar de que todas las obras públicas demandan de la presencia de profesionales responsables, sólo el 50% alcanza la resistencia requerida.

En obras privadas los resultados desfavorables alcanzan un 76% pues, los procesos de elaboración de concreto no cuentan con la supervisión de un profesional capacitado, ni con diseños de mezcla.

El 100% de obras que emplearon concreto Premezclado cumple con las resistencias requeridas, sin embargo, es importante señalar que el trabajo de investigación está centrado únicamente en la resistencia, mas no evalúa otras propiedades, pues emplean cantidades de cemento reducidas a fin de optimizar recursos.

La obtención de buenos resultados en la resistencia del concreto no implica que tenga la misma característica en los elementos estructurales, pues el mal vibrado o el tamaño

nominal excesivo del agregado generan "cangrejeras" produciendo la no distribución uniforme del concreto.

d) *Juan Gabriel Flórez García (2005), en el trabajo de Proyecto de Grado "Manual técnico para el control de calidad en obra de estructuras en concreto y mampostería", concluye lo siguiente:*

Es evidente que las grandes empresas constructoras con el afán de competir optan por tomar decisiones, que no favorecen a los profesionales de la construcción ni a los consumidores, en ocasiones arriesgando el patrimonio y la vida misma de estos, eliminando los análisis y controles de los materiales de construcción de estructuras que por ley deben ser realizados y analizados.

Es parte fundamental de la construcción de estructuras, la realización de todos los controles de calidad a los materiales para que junto con un diseño adecuado se pueda asegurar el correcto funcionamiento de todos y cada uno de sus elementos.

Con la elaboración de este documento y refiriéndose más concretamente, se busca reducir las fallas que ocurren en la construcción de estructuras de concreto por deficiencias en la calidad de los materiales. Además, se trata de incentivar el estudio de todos los conceptos tratados en este documento por parte de los estudiantes de pregrado con el fin de crear consciencia desde la misma formación universitaria de la importancia del control de calidad en los materiales utilizados para la realización de las diferentes estructuras.

La oportunidad que la universidad y las empresas brindan a los estudiantes, de realizar su proyecto de grado en forma de práctica, es de gran aporte al futuro profesional, ya que le brinda la posibilidad de adquirir una experiencia real dentro de un determinado campo profesional.

- e) *Mauricio Araya Rodríguez (1998), en su tesis "Control de calidad del concreto estructural y del mortero de pega en viviendas" Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica,* concluye lo siguiente:

Solamente el 17% de las construcciones analizadas en su investigación, lograron obtener resultados satisfactorios desde el punto de vista de resistencia a la compresión del concreto estructural preparado en sitio.

Se determinó además que ninguna de las mezclas de concreto preparado de forma manual, logró cumplir con los 210Kg/cm² de resistencia a la compresión a los 28 días.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Conceptos de Calidad

El concepto de Calidad, desde sus orígenes en la revolución industrial hasta nuestros días ha evolucionado significativamente dando lugar a sucesivas teorías y enfoques; se ha pasado de la Calidad acordada con el cliente, asegurando el cumplimiento de las especificaciones que garantizaba la calidad de los productos y servicios entregados, a la Gestión de la Calidad que se resume a la mejora continua y la satisfacción de las partes interesadas que incluye estratégicamente a la misma empresa; a su vez, se ha avanzado en identificar y controlar las variables de Seguridad y Medio Ambiente, desde una posición preventiva a una responsable, hoy día ya no se habla de prevenir accidentes y prevenir la contaminación medioambiental, sino de controlar los riesgos y lograr un desarrollo sostenible (Cortes et al., 1999), (Salgado, 2010).

De esta manera, el concepto de calidad ha evolucionado a través del tiempo desde planteamientos de inspección del producto final y control de procesos, pasando por el aseguramiento de la calidad, gestión de calidad, mejora continua, calidad total y calidad integrada, hasta la moderna idea de la excelencia empresarial (Dzul, 2009). La Gestión de Calidad está en constante evolución, se pasó de controlar la Calidad, mediante parámetros estadísticos de la Calidad (Shewhart Walter), luego en la década del cincuenta se hizo hincapié en la inspección de la producción, en la década de los ochenta se tomó como objetivo

principal la satisfacción de los clientes, luego en la década de los noventa se conoce el concepto de Servicio de Calidad Total donde se pierde la distinción entre producto y servicio y en el que se plantea la Administración por objetivos (Drucker Peter, The Practice of Management) (Salgado, 2010). La figura siguiente de Dzul (2009) en Chuquival y Marín (2018), relaciona esta evolución temporal con la creciente implicación de la dirección.

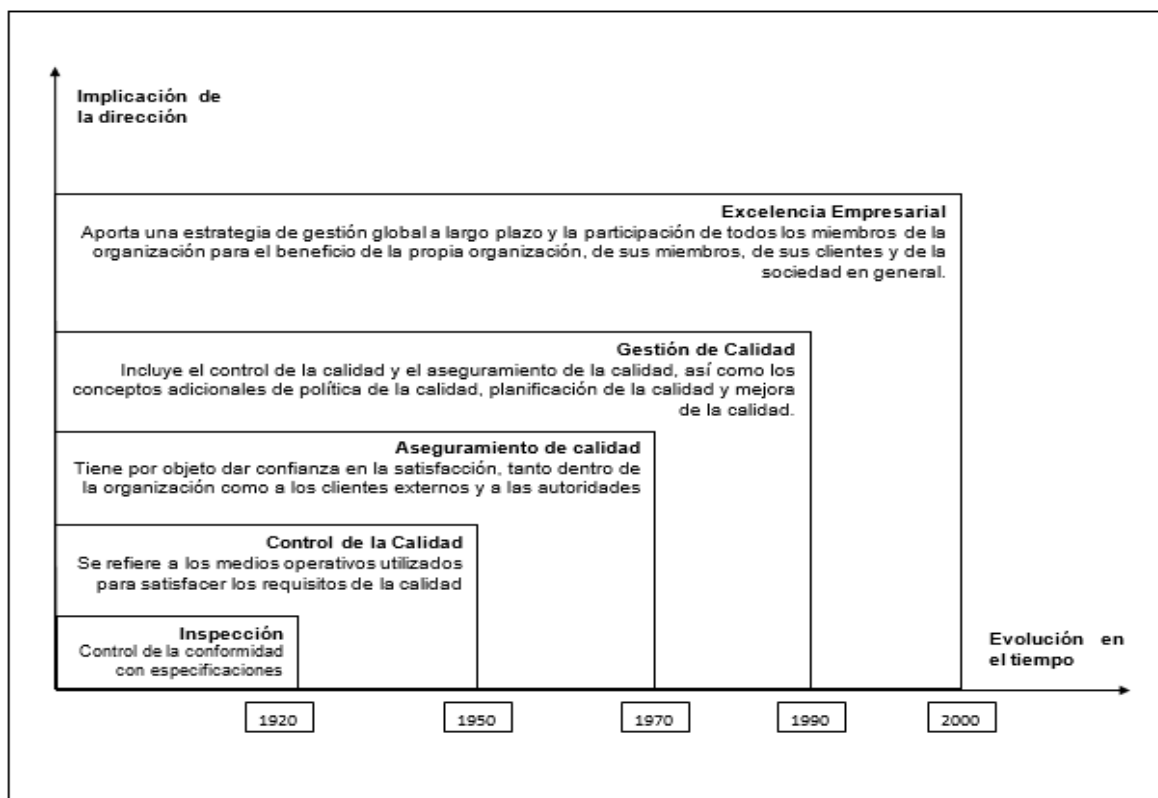


Figura 1. Evolución temporal con la creciente implicación de la dirección.

Fuente: Tesis de Chuquival y Marín. 2018

2.2.1.1. Aseguramiento de la calidad:

Además del mejoramiento del proceso, se percibe la necesidad de asegurar el mejoramiento introducido. Antes de la década de 1950, los trabajos se habían centrado al control estadístico del proceso, ya que en esta forma era posible tomar medidas para la prevención de las deficiencias; sin embargo, fue necesario asegurar el mejoramiento que se había logrado en la calidad. Esta nueva etapa, incluía un compromiso de la administración; ya que se necesitaría un presupuesto específico para los programas de calidad. Dentro de esta época surgieron en los Estados Unidos cuatro autores de trascendental importancia: *Edward*

Deming, Joseph Juran, Philip Crosby y Armand Feigenbaum y en Japón surgió Kaoru Ishikawa (Dzul, 2009).

W. Edwards Deming es uno de los grandes representantes de la evolución de la calidad debido, principalmente, a su planteamiento visionario de la responsabilidad de la administración y a la influencia que tuvo en el movimiento japonés hacia la calidad. Él planteaba que si se mejoraba la calidad disminuirían los costos; y esta reducción en conjunto con el mejoramiento de la calidad se traducen en mayor productividad. Dedicado a la estadística había trabajado en la Bell Systems con Walter Shewhart y George Edwards, fue invitado a hablar en 1950 ante los principales hombres de negocios del Japón, quienes estaban interesados en la reconstrucción de su país en la postguerra, intentando entrar en los mercados extranjeros y cambiando la reputación del Japón de producir artículos de calidad; Deming los convenció de que la calidad japonesa podría convertirse en la mejor del mundo al instituirse los métodos que él proponía (Dzul, 2009).

En sus catorce puntos Deming hizo operativa su teoría de la administración de la calidad (Deming, 1982). Gutiérrez (1989), señala que la “teoría de Deming de la administración” incluye el uso de herramientas estadísticas y técnicas del comportamiento; y, menciona los catorce puntos de Deming para administrar el mejoramiento sin término del proceso ampliado:

- 1.- Crear un constante propósito hacia el mejoramiento del producto y del servicio, con el objetivo de hacerse competitivo, permanecer en los negocios y proporcionar oportunidades de trabajo.
- 2.- Adoptar la nueva filosofía. Estamos en una nueva era económica. La administración en el occidente debe despertar al reto, asumir sus responsabilidades y tomar el liderazgo como cambio.
- 3.- Cesar la dependencia en la inspección para alcanzar la calidad. Eliminar la necesidad de la inspección, imponiendo en primer lugar la calidad en los productos.
- 4.- Terminar la práctica de otorgar los negocios basándose en la etiqueta del precio marcado. En lugar de ello, reducir al mínimo el costo total. Tener un solo proveedor para cada renglón individual, basándose en una relación de lealtad y confianza a largo plazo.

- 5.- Mejorar constantemente y para siempre el sistema de producción y servicios, para subir la calidad y la productividad, disminuyendo así los costos en forma constante.
- 6.- Establecer el entrenamiento en el trabajo.
- 7.- Establecer un liderazgo. El propósito de éste debe ser ayudar a las personas, máquinas y artefactos a ejecutar un trabajo menor. El liderazgo de la gerencia necesita una revisión mayor, así como el de los empleados de la producción.
- 8.- Eliminar los temores, de modo que todos puedan trabajar eficientemente para la compañía.
- 9.- Echar abajo las barreras entre los departamentos. El personal en investigaciones diseño, ventas y producción debe trabajar como un grupo para predecir los problemas de la producción y en el uso que puedan encontrarse con el producto o servicio.
- 10.- Eliminar las consignas, exhortaciones y objetivos para la fuerza de trabajo, pidiéndole cero defectos y nuevos niveles de productividad.
- 11a.- Eliminar las normas de trabajo (cuotas) en el piso de la fábrica. Sustituir el liderazgo.
- 11b.- Eliminar la administración por objetivos. Eliminar la administración por números o metas numéricas. Sustituir el liderazgo.
- 12a.- Romper las barreras que roban al trabajador contratado por horas su derecho a sentirse orgulloso del trabajo realizado. La responsabilidad de los supervisores debe cambiar, de pensar solamente en números a pensar en calidad.
- 12b.- Romper las barreras que roban al personal administrativo y técnico su derecho a sentirse orgullosos del trabajo realizado. Ello significa "entre otras cosas", abolir la calificación anual o calificación por méritos y de la administración por objetivos, la administración por números.
- 13.- Establecer un programa vigoroso de educación y mejoramiento de sí- mismo.
- 14.- Poner a todo el mundo en la compañía a trabajar en el logro de esa transformación. La transformación es labor de todos.

Según Deming (1989), para obtener la calidad que satisfaga a los clientes, debe darse una interacción de las actividades, de diseño de producto, de fabricación y de ventas, con el propósito de mejorar los niveles de calidad, y esta interacción debe repetirse en forma cíclica. Dicha interacción y la forma cíclica de actuar, es lo que se conoce como Círculo de Deming. Este círculo se le conoce comúnmente como PECA (*Planeación, Ejecución, Control, Acción*) y está basado en un procedimiento en el que se realizan los siguientes pasos:

- 1.- Se conocen las necesidades de los clientes.
- 2.- Se diseña el producto en tal forma que éste responda a dichas necesidades.
- 3.- El producto se manufactura de acuerdo con el diseño y se pone a prueba.
- 4.- Se hacen las modificaciones que han sido resultado de las pruebas hechas y el producto se ofrece al público.
- 5.- Se comprueba la reacción de los consumidores con respecto al producto. Con base a estas reacciones se diseña de nuevo el producto, repitiendo el ciclo a partir del paso 2, y así sucesivamente.

Este es el proceso de mejora continua que, en una forma gradual y mediante pequeños cambios, va mejorando y perfeccionando los estándares de calidad. Se requiere que dicho mejoramiento continuo se aplique a cada y en cada una de las etapas proceso, es decir, a cada departamento de la empresa.

Al dividir un sistema en procesos parciales, cada proceso y cada etapa tiene un cliente que es el proceso y etapa siguientes; de esta manera, el cliente no es sólo aquel que en último término adquiere el producto o recibe el servicio, sino también el departamento o persona física que recibe lo que es el resultado de la transformación de insumos llevada a cabo en el proceso anterior. Así cada departamento de una empresa, como proveedor del departamento siguiente, debe llevar a cabo su trabajo tomando en cuenta las expectativas de su cliente interno, que lo constituye el departamento interno; por lo que, debe proceder a aplicar en sus actividades el círculo de Deming.

Para que la mejora continua se de en una empresa, el ciclo PECA se deberá aplicar en todos los niveles de la organización, desde los altos directivos hasta los trabajadores; destacando que existirán interacciones entre todos los elementos, por lo que la toma de decisiones de éstos se debe realizar con una unión de esfuerzos. La mejora continua tiene

como base la retroalimentación del proceso (ciclo de calidad), pero también el cliente proporciona una retroalimentación, por medio de sus reacciones. A continuación, se presenta un esquema en el que se aprecia la vinculación de los conceptos de aseguramiento de la calidad y el tratado en este inciso, mejora continua (figura 2.2).

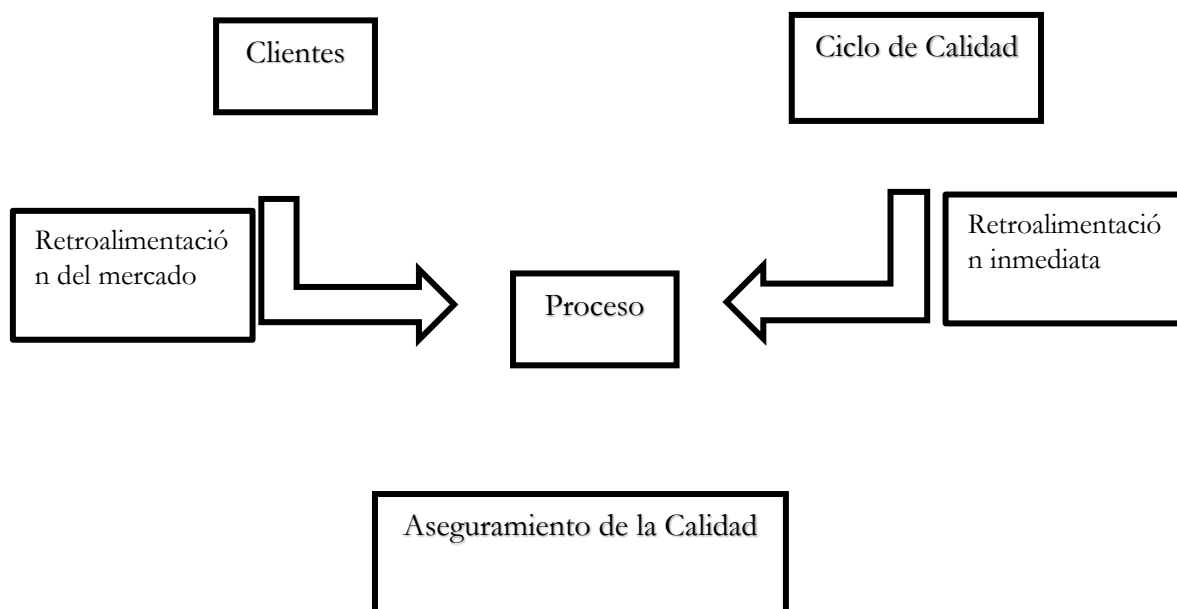


Figura 2. Vinculación entre el aseguramiento de la calidad y la mejora continua.

Fuente: Los Costes de la Calidad en el Diseño de Proyectos de Construcción. Un enfoque de procesos. Luis Alonso Dzul López. 2009

Actualmente y desde las dos últimas décadas el interés por la gestión de la calidad ha aumentado en todo el mundo; la adopción de sistemas tales como, la Gestión de la Calidad Total que se inició a mediados de los años 80, ha permitido a las empresas del sector de la industria ser más eficaces y capaces para introducir la mejora continua.

2.2.1.2. Evolución del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).

En sus orígenes, los sistemas de gestión de la calidad fueron exigidos por los ejércitos de la OTAN a sus proveedores de materiales y componentes militares. Posteriormente, estos sistemas se implementaron en las grandes organizaciones, por las ventajas competitivas y económicas que representaban frente a otras del mismo sector. Más adelante, estas grandes organizaciones, fundamentalmente del ramo de la automoción y la electrónica de consumo, exigieron a sus proveedores más directos, la implementación de estos sistemas de gestión de

la calidad. El resto de organizaciones, sin importar su tamaño y sector, también los fueron implementando, consiguiendo una importante reducción en los costes, así como un aumento en la satisfacción de los clientes. Actualmente, la legislación de los países, sobre todo en la Unión Europea (UE), obliga a que las organizaciones que realizan productos y prestan servicios que afectan a la seguridad y salud de las personas, tengan implantado un sistema de gestión de calidad (Marez, 2007).

Las diferentes partes del sistema de gestión de una organización pueden integrarse conjuntamente con el SGC, dentro de un sistema de gestión único, utilizando elementos comunes y objetivos complementarios o coincidentes con los otros objetivos de la organización tales como aquéllos relacionados con el crecimiento, los recursos financieros, la rentabilidad, el medio ambiente y la seguridad y salud laboral. Esto puede facilitar la planificación, la asignación de recursos, el establecimiento de objetivos y la evaluación de la eficacia global de la organización. Un SGC puede estar compuesto por las siguientes partes:

- Estructura organizativa: Responsables de la Dirección de la entidad y del mejoramiento del SGC.
- Como se planifica la calidad.
- Los procesos de la entidad.
- Recursos que la entidad aplica a la calidad.
- Documentación que se utiliza.

Además de las diferentes definiciones de calidad, también se han elaborado distintas metodologías o modelos para tratar de articular la aplicación práctica de los conceptos y su conexión con la gestión en las organizaciones. Existen dos tipos de modelos de gestión de calidad (Marez, 2007):

- Modelos Certificables: son modelos que tienen que ser aprobados y certificados por otra organización, por ejemplo, la norma ISO 9001:2000, el sello de excelencia europeo y el sello de servicio certificado.
- Modelos de Autoevaluación: son modelos aprobados por la misma organización, como el premio Deming (Japón- 1951); el Malcom Baldrige (Estados Unidos- 1987); el modelo EFQM (Europa- 1991) o el PNC (México- 1989)

2.2.1.3. Gestión de Calidad Total (GCT)

La globalización ha conducido al incremento de los niveles de competencia en el mercado mundial. El reto es suministrar productos y servicios de calidad superior. En diversos ámbitos, la calidad se ha convertido en elemento clave para establecer diferencias que, a la postre, genera una ventaja competitiva (Evans y Lindsay, 2002). La GCT es un cambio organizacional que requiere transformar la cultura, procesos, prioridades estratégicas y creencias de la organización entre otras cosas. Se atribuye la fundación de la GCT a los esfuerzos del Dr. W. Edwards Deming y del Dr. Joseph Juran, para revitalizar la economía deprimida del Japón después de la Segunda Guerra Mundial, por solicitud del general MacArthur. Las técnicas de fabricación y calidad, en este país, derrotado militar y económicamente, alcanzaba muy bajos niveles en la competencia mundial.

En 1950, Deming marchó a Japón y asesoró a importantes gerentes de ese país sobre la forma en que podían mejorar la eficiencia de su producción. Un factor fundamental de estos métodos de gestión fue el uso de la estadística para analizar la variabilidad registrada en los procesos de producción. La revolución de la calidad se propagó en los sectores de los negocios y entre el público en las décadas de 1980 y 1990. El término genérico que se aplicó para denominar esta revolución fue GCT o TQM (*Total Quality Management*, en inglés).

En los últimos años el programa original de Deming se ha ampliado en la GCT, es decir, una filosofía de la gestión enfocada en la mejora continua y en responder a las necesidades y expectativas del cliente. El término cliente en la GCT ahora incluye a cualquier persona que interactúe con los productos o servicios de la organización, ya sea en el ámbito interno o en el externo; es decir, abarca tanto a los empleados y proveedores de la organización como a las personas que compran los bienes o servicios de ésta.

Evans y Lindsay (2002) proponen una estructura a través de la cual explican su enfoque de GCT; ésta se compone de principios, infraestructura, prácticas y herramientas. La GCT está cimentada sobre tres principios centrales:

- Enfoque al cliente: él es el que compra un producto o utiliza el servicio para la satisfacción de una necesidad y la motivación en su decisión de compra o adquisición está en relación con las expectativas que se ha formado. Si el producto o servicio satisface o sobrepasa esa expectativa, entonces pensará que ese es un producto o servicio de calidad.

- Participación y trabajo en equipo: los empleados deben sentir la plena libertad de participar para garantizar productos de buena calidad y lograr los mejores procesos de producción. Dentro de la organización se debe difundir el trabajar en equipo y contar con la participación de todos en la solución de problemas, aportar ideas o posibles soluciones.

- Mejora y aprendizaje, continuos: la búsqueda de la excelencia y de la calidad exige aceptar un nuevo reto cada día y que todo es susceptible de cambiar y mejorar. Dicho proceso para desarrollar cambios positivos y disminuir los costos de gestión, debe ser continuo y progresivo, incorporando todas las actividades que se realizan en toda la organización.

La diferencia más importante entre los enfoques anteriores y la GCT es que éste es un enfoque global de dirección, una filosofía de gestión, y no la aplicación aislada de una serie de programas independientes; supone una evolución del contenido respecto del aseguramiento de calidad hacia una disciplina de carácter más estratégico y global para la empresa (Moreno Luzón, 1991, citado por Ayuso, 2004). Las organizaciones para poder hacer frente a las nuevas exigencias, necesitan entender la calidad con un enfoque centrado en el cliente, con carácter multidimensional y dinámico (Crosby, 1991a).

2.2.1.4. Normalización de la gestión de la calidad

Existen diversas filosofías referentes a la calidad, por lo que normalizar todas sería un trabajo difícil; sin embargo, la *Internacional Organization for Standardization* (ISO), organización internacional de normalización, a través de la familia de normas ISO 9000:2000 para la gestión de la calidad, ayuda a las organizaciones, de todo tipo y tamaño, a implementar y ejecutar un sistema de gestión de la calidad efectivo.

A continuación, se presenta un esquema (figura 2.5) en el que muestra los elementos importantes en un sistema de gestión de calidad; es decir donde ubica estas normas, los conceptos planteados en los apartados anteriores:

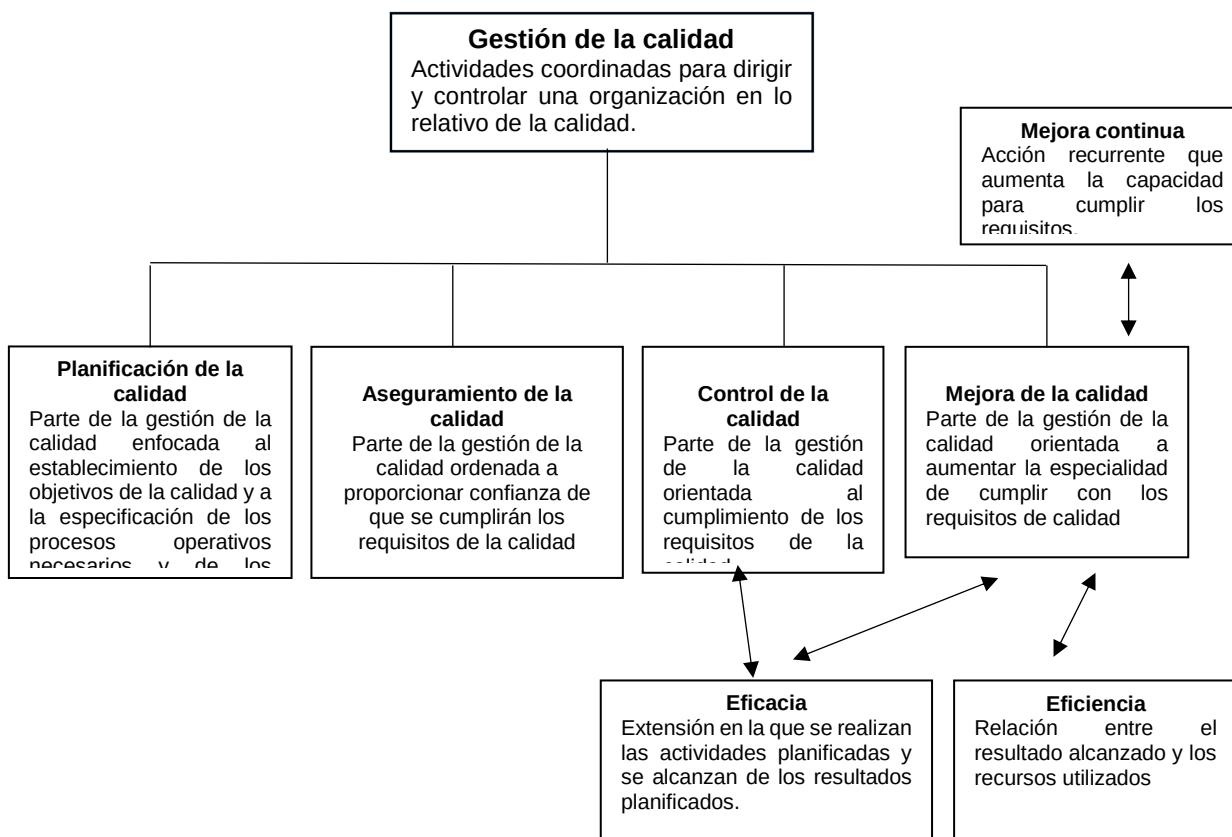


Figura 3. Conceptos relativos a la gestión de la calidad. (ISO, 2005)

Fuente: Los Costos de la calidad en el Diseño de Proyectos de Construcción. Un enfoque de Procesos. Luis Alonso Dzul López. 2009

2.2.1.5. Gestión de la calidad en el Sector Construcción

El sector de la construcción ha experimentado, durante los últimos años, un interés creciente por la calidad; dos son las causas que contribuyen a que la cultura de la calidad se imponga con fuerza en nuestra sociedad; por una parte, los clientes y usuarios son cada vez más exigentes y reclaman mayor calidad en un producto que les supone un esfuerzo económico. Por otra parte, las empresas se han concienciado de que el *costo de la no calidad en construcción* llega a suponer entre el 5 y el 10 % de la producción (WS Atkins y Universidad de Navarra, 2001).

La construcción es una industria cíclica y estacional, con altos niveles de incertidumbre puede frenar las iniciativas de las empresas para adoptar tecnologías de alto costo, como son la automatización en la fabricación de productos para la construcción o empleo de componentes industrializados para sustituir a los tradicionales, lo que tendría una repercusión positiva en la calidad. El sector de la construcción es un sector de la actividad económica que es *intensivo en el uso de mano de obra*, esto a su vez hace que exista un *alto índice*

de rotación de personal en las empresas. Esto puede representar un problema o una ventaja, como se explica a continuación:

a) Podría resultar un problema, cuando la empresa tenga métodos de trabajo y procesos de ejecución plenamente definidos, y el cambio de personal significaría la pérdida del nivel productividad establecida. Si se capta personal adaptado a la ejecución de los trabajos bajo métodos y procesos plenamente definidos, podría existir un problema porque tales personas se sentirían desmotivados al no encontrar características apropiadas, según ellos; entonces también bajaría el nivel de productividad de la empresa.

b) Podría representar una ventaja, en el caso de que la empresa disponga de una organización óptima, cuente con métodos de trabajo, procesos definidos, y disponga de requisitos de calidad, para cada uno de los productos de los diferentes procesos constructivos, debido a lo siguiente:

- La empresa exigirá calificación de personal en el área de construcción, en consecuencia, los mismos trabajadores se preocuparían de tal inversión.
- El hecho de contar con personal calificado, y condiciones de trabajo plenamente definidas, generaría el incremento de los niveles de productividad en la empresa.

Por otra parte, en el sector de la construcción participan diferentes entidades, entre las cuales se tienen:

- a. Clientes aislados y agrupados por determinadas necesidades.
- b. Sector de consultoría.
- c. Empresas inmobiliarias.
- d. Empresas constructoras.
- e. Profesionales independientes.
- f. Supervisores, sobrestantes y personal en general.
- g. Proveedores de bienes y servicios.
- h. Competencia en todos los niveles.

Tal nivel de participación hace que se requiera una articulación apropiada y especiales características en los métodos de gestión empresarial, entre lo cual es necesario destacar lo siguiente:

- Cada entidad participante debe hacerlo bajo plena definición de sus objetivos, metas, alcances de funciones, y productos plenamente establecidos.
- Definir el producto de cada entidad, significa que las funciones y responsabilidad estarían plenamente definidas, esto a su vez significa practicar la competencia leal entre las entidades similares.
- Los límites de responsabilidades deben estar plenamente establecidos y ser de conocimiento del proveedor y del cliente, por ejemplo: el consultor responsable del diseño de las estructuras debe cumplir con las necesidades implícitas y explícitas de la empresa constructora, porque así se facilita la ejecución de las obras.
- Las obras en muchos de los casos no tiene definidos los alcances de responsabilidad y de productos, que debe entregar cada uno de las entidades que participan en el ciclo de vida de los proyectos.

2.2.1.6. La fragmentación de los servicios profesionales y la subcontratación

Tradicionalmente en el sector de la construcción, la elaboración del proyecto se realiza en forma independiente de la ejecución de las obras, lo que conlleva a la fragmentación de los distintos trabajos que realizan los profesionales implicados. Esta fragmentación, además de los riesgos motivados por la falta de coordinación entre ellos, pueden afectar seriamente a la colaboración en iniciativas de Calidad o en temas de I+D entre los participantes en el desarrollo del proyecto y ejecución de la obra. Además, respecto a este último tema, en el sector de la construcción el empleo de nuevas tecnologías se ve frenado por el miedo a las reclamaciones por responsabilidad civil.

Además de la separación tradicional entre proyecto y obra, un punto crítico de los sistemas de calidad en este sector, es la subcontratación de diferentes partes de la obra, que influye en las iniciativas de la calidad de dos formas diferentes. En primer lugar, los habituales contratos temporales y eventuales de proveedores y subcontratistas dificultan su involucración con el sistema de calidad de la empresa constructora. Esta dificultad se puede minimizar la confianza mutua y las asociaciones a largo plazo entre proveedores, subcontratistas y constructores, estableciendo convenios oportunos. En segundo lugar, un nuevo factor a considerar en la ejecución de la calidad, es la comunicación eficaz que debe existir entre el constructor y sus subcontratistas para que la obra ejecutada responda a los requisitos del cliente.

Dentro de los sistemas de contratación en la construcción existen diversas fórmulas, unas tradicionales y otras modernas, que hacen recaer la responsabilidad de la calidad en diferentes agentes.

En los contratos tradicionales, el promotor (cliente) contrata, por una parte, a un equipo de proyectistas la realización del estudio de viabilidad y la redacción del proyecto con sus especificaciones; y por otra, a un único constructor para la ejecución de la obra, que a su vez trabaja con varios subcontratistas participantes en el proceso de construcción. La ejecución de la obra es supervisada o por el equipo proyectista y las instituciones propietarias o íntegramente por terceros totalmente independientes.

Los productos o, servicios pueden suministrarse, en base a las especificaciones de proyecto, bajo contrato o para un periodo determinado de tiempo. Dependiendo del tipo y valor de los productos y servicios puede haber un procedimiento de suministro que es de obligado cumplimiento por la normativa de producción extranjera o nacional o local. En estos contratos tradicionales, a la calidad, basada en la inspección, es principalmente responsabilidad directa del equipo de dirección.

Según, WS Atkins y Universidad de Navarra (2001), para el caso europeo, por ejemplo, otras formas de contratación que se presentan pueden ser:

- Cuando las necesidades del cliente están claramente definidas y reflejadas en un proyecto, éste puede contratar individualmente cada uno de las partidas de la obra con cada suministrador. La calidad es responsabilidad del cliente que deberá exigirla a cada uno de los subcontratistas, siendo esto un factor que dificulta la obtención de la calidad deseada a la falta de coordinación y participación de los suministradores con la calidad final de la obra.
- La agrupación de las múltiples actividades en un contrato único o integrado, por ejemplo, cuando el constructor es responsable tanto del diseño como de la construcción de la obra. En general, la calidad no se especifica como un requerimiento contractual siendo responsabilidad del constructor y aceptando el cliente la obra en base a una única inspección final en el momento de recepción.

Como es el constructor el responsable del diseño del proyecto, su oferta económica a menudo constituye la documentación básica del proyecto que se presenta al cliente, en función de la cual se establece el contrato. En este caso es mucho más difícil garantizar la calidad de la obra ya que la misma persona que establece las especificaciones del proyecto es quien lleva a cabo la ejecución de la obra y la única inspección por parte del cliente es la

realizada al finalizar las obras desde el desconocimiento de unas especificaciones que ni siquiera figuran en el proyecto que ha tratado.

Los nuevos contratos de gestión se llevan a cabo cuando hay un contratista que planifica, gestiona y coordina los diferentes trabajos y asume la responsabilidad de los mismos, aunque normalmente lo subcontrata a otros. En este y en otros métodos similares, la responsabilidad de la calidad la tiene el gestor del contrato, aunque no sea el, el que lleve a cabo materialmente ni el diseño ni la ejecución de la obra. Puede darse también el caso de que el cliente contrate directamente las diferentes partes del diseño y la ejecución de la obra, y encarga la gestión y su control a una empresa de gestión.

2.2.1.7. Garantías del producto para la satisfacción del cliente

La mayoría de los proyectos son, prototipos únicos o bien tienen aspectos singulares que lo hacen diferentes. Solo la construcción de determinados tipos de viviendas unifamiliares y las actividades realizadas por contratistas especializados (por ejemplo, especialistas en estructuras, electricidad, cubiertas, etc.), pueden considerarse hasta cierto punto tareas repetitivas. Esta falta de repetición del producto dificulta la transmisión de los conocimientos y experiencias de calidad acumuladas en la ejecución de proyectos y obras.

Además, el suministro de productos mediante la técnica "just in time" (JIT), es difícil de implantar en este ámbito, en el que los elevados riesgos financieros asociados a demoras, impiden a las empresas implantar este tipo de mejoras en el proceso. En estas circunstancias no puede hablarse del concepto de "stock" que se maneja en la industria.

El concepto de "satisfacción del cliente" es mucho menos evidente y lograrlo es más difícil de conseguir en la construcción que en la industria, dada la singularidad del producto. Es imposible para una empresa constructora conocer las necesidades concretas del cliente, ya que éste habitualmente no es una persona física concreta, como sucede en la industria. Por cliente en construcción se entiende tanto el promotor como el propietario final, incluyendo todo tipo de posibles inquilinos o usuarios finales, ya sean públicos o privados. Además, como ya se señaló, se establece diferentes relaciones con el cliente promotor, y durante la fase de ejecución el cliente de los subcontratistas es el contratista general.

Por otro lado, la calidad del producto para satisfacer los requerimientos del cliente no se puede garantizar mediante los sistemas de garantías tradicionalmente empleadas en la industria. En el sector de la construcción, las garantías a largo plazo del producto, el edificio, se ven condicionados por un mantenimiento incorrecto del mismo. Una posible solución

sería que los diferentes productos y componentes del edificio tuvieran una garantía que especificara entre el desgaste normal por uso y el deterioro por falta de mantenimiento. Hay otra dificultad añadida que es la necesidad de distinguir entre deterioros debidos a falta de mantenimiento y los debidos a errores de diseño.

2.2.2. La calidad en la Industria de la Construcción en el Perú y otros países

En los países europeos desde antes de 1990 y en Perú, con mayor incidencia a partir de esa década, la calidad en la industria de la construcción ha recibido atención (Tang et al., 2005). Desde mediados de esta década, en España, por ejemplo, se afirmaba que existía un cambio cualitativo e importante en el sector de la *construcción*; apostando de forma decidida, hacia la mejora de la calidad (Garrido, 1996). Dicho cambio no venía propiciado por la entrada en vigor de las directivas europeas con la consiguiente adopción de nuevas normas, sino que venía especialmente propiciada por una demanda social de calidad. Desde esos años emergía un lamento generalizado en el sector de la construcción, sobre las carencias del sistema para hacer frente al problema de la calidad. En esos tiempos la sección de construcción de la AECC, afirmaba que dicha queja se refería de manera objetiva al incremento, al parecer imparable, del costo social de los defectos y daños; y de manera subjetiva, en la insatisfacción del propietario/usuario de los productos de la construcción. De esta manera, existía un consenso sobre la necesidad de implantar medidas correctoras y comenzar a medir los **costos de la calidad** propios, dejando de exportar cifras de otros países. De igual manera, se hizo necesario desarrollar un cuerpo de técnicas y actitudes para todos los agentes del sector de la construcción, que hiciera clara y atractiva la inversión económica en sistemas de calidad.

En la industria de la construcción participarán, directa o indirectamente, una multitud de agentes con funciones diversas: fabricantes, proveedores y clientes. Ello multiplica el número de interfaces del proceso y, consecuentemente, el número de zonas vulnerables para la calidad final. Este sector, como señalan (Tang et al., 2005); (Garrido, 1996), tiene una serie de características propias que hace de él un caso único en temas relacionados con la calidad:

- La relación con el cliente- promotor.
- La fragmentación de los servicios profesionales.

- El elevado porcentaje de subcontratación.
- La singularidad de los proyectos.
- Las garantías del producto para la satisfacción del cliente.
- La importancia de los planes de calidad de la obra.
- Los riesgos e incertidumbres,

Estas características dificultan la transferencia directa al sector de la construcción de la aplicación que el sector industrial hace de los principios de la gestión de la calidad y la mejora continua. Las empresas del sector construcción pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Construcciones generales que llevan a cabo la ejecución de obras completas y que normalmente subcontratan distintas partes de la obra. Estas empresas deben ser lo suficientemente flexibles para adaptarse a los requerimientos de cada nuevo contrato.
- Construcciones especialistas, cuya actividad se concreta en partes determinadas de una obra, que al realizar tareas repetitivas han desarrollado procedimientos que requieren un menor grado de adaptación en cada nuevo contrato.

Las empresas de la construcción en un intento por ofrecer servicios cada vez más eficaces, han intentado dividir en dos la figura original del cliente- promotor, asumiendo ellos directamente las labores de gestión y desarrollo de un proyecto. Los proveedores de este nuevo servicio de promoción pueden ser además de los propios constructores, otros especialistas como consultores o gestores. Como la gestión del proyecto se separa de las funciones del cliente es normal que se recurra a presentar ofertas competitivas para lograr la contratación de estos servicios de gestión de proyectos. Sin embargo, en nuestro país debe tenerse en cuenta que muchos clientes no son capaces de especificar los requisitos del proyecto que quieren llevar a cabo, por lo que, para garantizar la calidad final de la obra, es necesario que el gestor de proyectos o los proyectistas suplan al cliente a la hora de definir claramente su especificación.

Para un contratista de la construcción usualmente según Tang et al. (2005), deberían existir tres documentos sobre la calidad para ejecutar un sistema de gestión de la calidad (Tang et al., 2005).

- *Manual de la calidad.* Donde se establece las políticas, procedimientos y prácticas de la organización.
- *Procedimientos de calidad.* Estos documentos describen las actividades involucradas en la conducción de procesos de negocio o comerciales, que son esenciales para lograr calidad; por ejemplo, como instrucciones para la producción de concreto, debe señalarse un procedimiento de calidad.
- *Plan de calidad.* Además del manual de calidad y los procedimientos de calidad; los cuales son aplicables a la compañía entera, existe el plan de calidad el cual es aplicable a un proyecto particular o un contrato específico de construcción.

Los sistemas de la calidad para su aplicación a la construcción deben referirse más específicamente a procedimientos relativos al proyecto, a la ejecución y a las fases finales de la obra. A pesar de que los sistemas de calidad implantados en ese sector en el ámbito europeo, son muy diversos, generalmente comprenden los siguientes elementos básicos (WS Atkins y Universidad de Navarra, 2001):

- Especificaciones Técnicas. Hacen referencia normalmente a los requisitos o exigencias mínimas en relación a la calidad de los productos y sistemas constructivos que exigen la normativa vigente, y a la forma de comprobar su cumplimiento. Por ejemplo, la certificación de producto o de los fabricantes.
- Documentos técnicos acreditativos de nuevos productos y sistemas. Los documentos acreditativos para nuevos productos y sistemas constructivos que no estén incluidos en el ámbito de la aplicación de la normativa vigente, se establece para garantizar que los productos y sistemas son seguros y que su comportamiento y su durabilidad una vez puestos en obra cumplirá las especificaciones declaradas por el fabricante.
- Control del proyecto y de la ejecución.
- Debe contemplar tanto el control del proyecto realizado por consultores externos, como el control de la ejecución de obra, llevado a cabo por la dirección facultativa y representantes de organismos públicos y privados con el objeto de garantizar el cumplimiento de la normativa vigente.
- Gestión y aseguramiento de la calidad en construcción.
- Los sistemas de gestión y aseguramiento de la calidad en construcción son necesarios en todas las etapas del proceso constructivo: promoción, diseño y

redacción del proyecto, fabricación y suministro de productos, ejecución de las obras y entrega de la obra al cliente, responsable del uso y mantenimiento.

- Acreditación de los laboratorios de análisis y ensayos.
- Tanto los laboratorios de control externo como las instalaciones propias para el control externo / interno, que realizan los ensayos de control de calidad durante la ejecución de la obra, deben estar oficialmente acreditados en el área concreta en la que desempeñan su actividad.
- Aceptación/Recepción de la obra. Una obra debe ser recibida por el cliente, el propietario, el proyectista o el promotor, o bien sus representantes legales. Esta aceptación implica el reconocimiento de que la obra se ha ejecutado conforme a lo establecido en el proyecto y sus especificaciones. Es frecuente que además sea obligado por normativa obtener también la aprobación de técnicos de la administración pública, como, por ejemplo, los responsables de las municipalidades. Son muchos agentes que con su trabajo deben garantizar la calidad de la obra y el cumplimiento de la normativa vigente: promotor, administración, proyectista, dirección ministerial/municipal, fabricantes y suministradores, constructores, técnicos especializados y colegios profesionales. Dada la complejidad de las relaciones entre todos los agentes, es necesario que los contratos de las obras incluyan cláusulas relativas a las responsabilidades y coordinación entre todos ellos. Las corrientes actuales de la contratación en la ingeniería e industria de la construcción, han estado enfocadas en los programas de aseguramiento de la calidad para formalizar definiciones amplias de calidad de los procesos de desarrollo del proyecto (Abdul- Rahman, 1997).

La gestión de la calidad es un componente crítico en la gestión exitosa de proyectos de construcción; de igual manera, diversos factores de dirección deberían ser gestionados de manera apropiada para lograr adecuados sistemas de gestión de la calidad en esta industria. Garrido (1996) consideraba que en el sector de la construcción había dos escuelas para llegar a la calidad: la que persigue con la implantación de un sistema de Aseguramiento de la Calidad conforme a las normas ISO 9000, y la que lo hace siguiendo las técnicas de la Gestión de la Calidad Total; esta última ha proporcionado una técnica de gestión en la Construcción para mantener su unidad dentro de su compleja naturaleza.

2.2.2.1. La importancia de los planes de calidad de obra.

Una de las adaptaciones más importantes de los sistemas de calidad al sector de la construcción ha sido el empleo de planes de calidad de obra. El plan de calidad de obra es un documento interno que establece la planificación y responsabilidades de todos los participantes y contienen directrices relativas al tipo, alcance y frecuencia de control, a los mecanismos para la coordinación de los agentes tanto internos como externos de supervisión, y además determina la documentación necesaria para el correcto funcionamiento de la obra. Normalmente, el encargado de redactar el Plan de Calidad de Obra, dentro de unos límites establecidos, es el jefe de obra, aunque dicho plan depende de la aprobación final de la dirección. El Plan de Calidad de la obra debe abarcar tanto al constructor como a todos los subcontratistas que intervengan en la ejecución de la obra. En la actualidad las empresas, aunque, estén certificadas tienden a no exigir que los subcontratistas lo estén, ya que todavía no es una práctica muy extendida en el sector, si bien una gran número de empresas subcontratistas está en proceso de certificación debido a las presiones que ejercen sus clientes.

2.2.2.2. Las Normas ISO 9000 en la industria de la construcción

En una evaluación conducida por la *International Organization for Standardization* (ISO, 2003) a finales del año 2002 se estimaba que alrededor de 561,747 empresas estaban certificadas en 159 países, representando un incremento del 10% en relación a años anteriores. Es esa misma evaluación, se encontró también que el 12% de dichas empresas correspondían a empresas relacionadas al sector de la construcción. Este porcentaje había incrementado progresivamente desde un 8,6% en 1998. Sin embargo, cuando se compara estos datos con otros sectores relacionados a la manufactura, la adopción de las normas ISO 9000 en la industria de la construcción ha sido más lenta, debido, tanto, a la falta de enfoque al cliente, como por la complejidad de la industria de la construcción comparada con la manufactura.

A continuación, se presenta un resumen actual de estado de implantación de la norma ISO 9000 en el sector de la construcción en diferentes regiones del mundo. Algunas empresas europeas del sector de la construcción – las más importantes en cada actividad - han implantado sistemas basados en las normas ISO 9000. En la industria de la construcción en el **Reino Unido**, el desarrollo de la norma ISO 9000 ha sido considerado una continuación

de su predecesora la norma *BS5750 Quality systems*. Moatazed- Keivani et al (1999) realizó un estudio sobre la implementación de la norma ISO 9000 en la industria de la construcción en el Reino Unido, desde el punto de vista de las experiencias y percepciones de los gestores de aseguramiento de la calidad. El resultado de esa investigación indicaba que los requisitos- demandas del cliente era la principal razón para la adopción de un sistema de Aseguramiento de la Calidad para empresas constructoras, en lugar de la creencia en el valor de esos sistemas; otras razones fueron el avanzado marketing y la etapa de competitividad en su momento.

Un estudio reveló que las compañías de **Estados Unidos** en el sector de la construcción estuvieron aproximadamente cinco años por detrás de las del Reino Unido en el inicio de la certificación de la norma ISO 9000. La investigación fue realizada por Yates and Aniftos (1996, citado por Tang et al., 2005) para evaluar el rol de las normas internacionales, particularmente la ISO 9000, en la industria de la construcción de los Estados Unidos (compañías de diseño, construcción y relacionadas). El estudio reveló que el 50% de las 138 empresas encuestadas ya estaban certificadas por esa norma, pero solo 9 tenían certificación de construcción y 8 de éstas no eran compañías de Estados Unidos. Los resultados indicaron claramente que la baja certificación era resultado de una carencia de un enfoque al cliente, a pesar de que la mayoría de las compañías creían que la certificación debería incrementar su competitividad en el mercado mundial. En otros estudios se reveló que la mayor barrera para implementar la norma ISO 9000 era el costo y duración del proceso de certificación (Chini y Valdez, 2003).

La gestión de la calidad no es un concepto nuevo en la industria de la construcción en Asia, en especial en **China**; antes de 1990, la calidad de los trabajos de construcción en Hong Kong, estaban basados en los métodos tradicionales de Control de la Calidad, siendo los clientes quienes lograron que las empresas constructoras se preocupen por estar certificados con la norma ISO 9000, impulsado también por disposiciones gubernamentales al promover dicha iniciativa. De esta manera se han reportado beneficios por las certificaciones tales como procedimientos de trabajo claros, mejora en la documentación y por consiguiente una competitividad más avanzada.

Según, (Serpell (1999), la mayoría de los países de **América Latina**, también estuvieron detrás de las de Reino Unido en el inicio de la certificación de la norma ISO 9000. Se realizó una investigación en Chile por Serpell para examinar los problemas, limitaciones y beneficios experimentados en los procesos de implementación de la norma ISO 9000; encontrándose que la carencia de conocimiento sobre Sistemas de Calidad, el no

compromiso por parte de la gerencia y las necesidades del personal, eran las barreras más comunes de las partes involucradas; sin embargo, concluyó también que una vez implementado un sistema de gestión de la calidad, se proveía de un mecanismo apropiado para mejorar la comunicación en las obras, la reducción de los retrabajos y mejorar la relación entre clientes y contratistas.

De esta manera, se puede observar que la **norma ISO 9000** ha sido el sistema de gestión de la calidad **más aceptado** en la industria de la construcción; de igual manera, el incremento anual de certificaciones de empresas constructoras reportado por evaluaciones llevadas a cabo por el *International Organization for Standardization* lo confirman (ISO, 2003). Sin embargo, a pesar de la motivación y/o requerimientos de los clientes, el éxito del empleo de esta herramienta depende de cómo es usada, es decir, la sola certificación de una empresa por la ISO 9000, no conduce a un sistema de calidad más eficiente.

2.2.2.3. Gestión Total de la Calidad (GCT) en la industria de la construcción

Durante las últimas décadas investigadores se han enfocado en temas relacionados en la gestión de la calidad en las organizaciones, en un intento de mejorar su desempeño general y competitividad. La implementación de una filosofía GTC puede ayudar a las compañías a mejorar su productividad y a la satisfacción del cliente y empleado, ya que está basada en una manera particular de pensar, trabajar y organizar, la cual es aceptada por todas las personas en la organización, y por todos sus participantes externos (Love et al., 1999). La Gestión Total de la Calidad es el objetivo final para cualquier sistema de gestión de calidad implementado. La implementación de un sistema de Aseguramiento de la Calidad es usualmente un paso para llegar a la GCT; el objetivo principal de éste, es conseguir la excelencia en la satisfacción del cliente a través de la mejora continua de los productos o procesos. Los principios de la GCT crean las bases para el desarrollo de un sistema de organización para la planificación, control y mejora de la calidad.

Muchas constructoras en los Estados Unidos, Reino Unido, Singapur y otros países de Europa han estado aplicando la GCT de manera exitosa desde hace varios años y cosechando resultados en mejora del cliente, consultores, relaciones con los proveedores, reduciendo los costos de calidad, finalizaciones de proyectos justo a tiempo y presupuesto inicial, así como una buena información y alta motivación en el personal (Tang et al., 2005).

Las empresas de construcción tienen incapacidad para tener un enfoque de calidad (Jaafari, 1996 citado por Love et al., 1999). En el sector construcción europeo, pocas empresas han adoptado los conceptos de GCT, la mejora continua y el ciclo de Deming y tan solo algunas de las más representativas en cada país han incorporado estos principios recientemente, debido a la dificultad que supone relacionar en método GCT y los principios de mejora continua en los procesos de construcción donde no se repiten los proyectos.

En Perú, también en la década de los noventa, como parte del fenómeno de la Globalización se introdujo masivamente en el Estado y las organizaciones empresariales, el concepto de Sistema de Gestión de Calidad, primero las empresas industriales, mineras y de petróleo y energía y luego aproximadamente a partir del 2005, las de construcción, descubrieron una ventaja competitiva con respecto a otras; en tanto, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Ministerio de Transportes y Comunicaciones y otros ministerios, están incorporando en sus exigencias para las empresas constructoras, de la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad, en Construcción de Obras Públicas, además de exigir en obra un profesional con conocimiento de la Normativa el cual será jerárquicamente independiente del profesional residente, y que tenga como principal función gestionar el PAC en obra. Asimismo, a partir de los años 2010 se abrieron dos puertas importantes del área de Gestión referente a Gestión Medio Ambiental y Gestión en la Seguridad y Salud Ocupacional, estas dos nuevas Normas fueron diseñadas con el patrón de la Norma de Calidad, lo que hace fácil que se puedan unir y acoplar a un Sistema Integrado de Gestión.

La calidad ha recibido atención en esta industria desde apenas un poco más de dos décadas. La gestión de la calidad, especialmente la Gestión de la Calidad Total (Total Quality Management, GCT), ha sido reconocida como habilitadora para la ejecución de la mejora continua en la industria de la construcción (Tang et al., 2005).

La norma ISO 9000 es el sistema de gestión de la calidad más aceptado en la industria de la construcción; así mismo, una gran cantidad de compañías constructoras alrededor del mundo han estado aplicando el GCT. Sin embargo, las iniciativas de investigación en el sector de la construcción todavía están muy dispersas y parten muchas veces de grupos pequeños de investigadores que, en algunos casos, no tienen una relación directa con la industria, por lo que sus resultados no acaban en el necesario desarrollo, ni mucho menos en la fructífera innovación.

De esta manera, la difusión y discusión sobre los trabajos de investigación en marcha o en preparación, podría incentivar el desarrollo de nuevos proyectos de investigación y

desarrollo. Todo ello, en definitiva, posibilita la sinergia de esfuerzos e intenciones que puede acabar alcanzando el logro de las tres fases del proceso (I+D+i). Por ejemplo, de acuerdo a la Plataforma tecnológica española de construcción (PTEC, 2009), se debe garantizar el desarrollo tecnológico sostenido del Sector de la Construcción, necesario para satisfacer las demandas y aspiraciones empresariales y sociales identificadas a corto, medio y largo plazo, asegurando la mayor eficacia en las inversiones públicas y privadas en I+D+i. De esta manera, el sector debe también encarar una serie de retos importantes de carácter estratégico, gestionado con criterios de respeto al medio ambiente, de seguridad, calidad, de completa aceptación social y con criterios de competitividad. Con respecto a este último reto, destacamos la siguiente conclusión que sirve como referencia del marco teórico de esta tesis: (PTEC, 2009).

La norma no pretende establecer una única estructura de sistema de gestión de la calidad. La norma está dividida en cinco grandes bloques (4-8) en los cuales se describen los requisitos que deben cumplir las organizaciones en cada una de las distintas áreas. Los capítulos 0, 1, 2 y 3 son los correspondientes a introducción, objeto y campo de aplicación, normas para consulta y términos y definiciones respectivamente.

A continuación se definen los capítulos 4 al 8 de la norma:

4. Sistema de Gestión de la Calidad

4.1 Requisitos generales: En este apartado se formulan una serie de requisitos tales como:

- La identificación de los procesos necesarios, así como su secuencia e interacción
- Determinación de los criterios y métodos necesarios que aseguren procesos eficaces
- Seguimiento, análisis y medición de los procesos
- Implementación de acciones para alcanzar resultados esperados y mejorar continuamente.

En los casos de subcontratación de algún proceso, se deberá definir también como se va a llevar a cabo el control de dichos procesos. Son de gran importancia debido a su impacto en la satisfacción del cliente final.

4.2 Requisitos de la documentación: La organización debe disponer de una documentación concreta:

- Política de Calidad. Aquí la empresa describirá conceptos relacionados con la misión, visión y valores.
- Manual de Calidad: Establece los compromisos de la organización para el cumplimiento del SGC. En él se incluye el alcance del SGC, cualquier exclusión realizada siempre acompañada de una justificación, procedimientos documentados y una descripción de la interacción de los procesos, lo cual podría realizarse mediante un mapa de procesos.
- Manual de Procedimientos: Se incluyen los procedimientos documentados que exige la norma, proporcionando información sobre cómo realizar ciertas actividades de procesos.
- Las instrucciones de trabajo: Contienen información más específica sobre cómo efectuar ciertas actividades de los procesos. Incluye también otros documentos que se requieran para planificación, operación y control de los procesos.
- Registros: Proporcionan evidencia objetiva de las actividades que la empresa lleva a cabo, incluyendo los resultados que se han obtenido.

5. Responsabilidad de la Dirección

5.1 Compromiso de la Dirección: Es importante que la implantación y actualización de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), esté siempre respaldada por el apoyo y compromiso continuo de la dirección de la organización. Para ello la dirección debe:

- Asegurarse de que todos los integrantes de la organización son conscientes de la importancia de satisfacer los requisitos de los clientes y de los propios productos, mediante una comunicación eficaz
- Establecer una política de calidad
- Comprobar que se están cumpliendo los objetivos establecidos
- Llevar a cabo revisiones
- Asegurar que se disponen de los recursos necesarios para mantener un SGC

5.2 Enfoque al cliente: La dirección debe asegurarse de que los requisitos y expectativas de los clientes, como elemento de entrada a la organización, son entendidos y conocidos. Se deberá controlar su cumplimiento a lo largo del tiempo.

5.3 Política de Calidad: La dirección debe asegurar que la política establecida es acorde con el propósito de la organización. En ella se incluirá el compromiso de cumplir con los requisitos y mejorar continuamente. Deberá ser comunicada y entendida por todos los miembros de la empresa, así como revisada de forma regular para asegurar que se mantiene actualizada. Servirá como referencia para establecer objetivos futuros y revisar los presentes.

5.4 Planificación: En este apartado se incluyen los objetivos de calidad y la planificación del SGC. En lo que respecta a los objetivos, se informa sobre la necesidad de una existencia de objetivos necesarios para cumplir los requisitos del producto en todos los niveles y funciones correspondientes. Para poder realizar un seguimiento sobre su eficacia de implantación, los objetivos deberán ser medibles y acordes a la política de calidad.

En cuanto a la planificación del SGC, la dirección debe asegurar que ésta se realiza cumpliendo con los requisitos generales y los objetivos. Es necesario mantener una integridad en el SGC cuando se planifique o se realicen cambios sobre éste.

5.5 Responsabilidad, autoridad y comunicación: - Responsabilidad y autoridad: La alta dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades están definidas y son conocidas por todos los trabajadores. Para ello se puede definir un organigrama donde se ve de forma sencilla y visual las líneas de jerarquía de la organización.

- Representante de la dirección: Se debe nombrar a un representante encargado de todos los aspectos relacionados con el SGC. Éste tendrá la responsabilidad y autoridad para asegurar que se establecen, implementan y mantienen todos los procesos necesarios. También será el encargado de informar a la dirección sobre el desempeño y deberá promover la importancia de los requisitos de los clientes en toda la organización.

- Comunicación interna: Es necesario establecer los procesos de comunicación interna a lo largo de todos los niveles teniendo en cuenta siempre la eficacia del SGC

5.6 Revisión por la Dirección: El SGC debe ser revisado por parte de la dirección de forma periódica, asegurando su conveniencia y adecuación. Esto se realizará también para la política de calidad y los objetivos. Es importante que se reflejen todos los cambios llevados a cabo. Durante estas revisiones se deberá buscar áreas susceptibles a la mejora y se mantendrán registros de las mismas.

Como fuentes de entrada de información a la hora de realizar una revisión eficaz se utilizarán:

- Resultados de auditorías (informes)
- Retroalimentación del cliente (reclamaciones o sugerencias)
- Desempeño de los procesos y conformidad del producto (lista de no conformidades)
- Estado de las acciones correctivas y preventivas
- Cambios y mejoras posibles

Los resultados obtenidos son:

- Mejora de la eficacia del SGC y sus procesos
- Mejora del cumplimiento de los requisitos del cliente
- Necesidades de recursos posibles

6. Gestión de los Recursos. Es importante la correcta gestión de recursos humanos, técnicos e infraestructuras adecuados para poder mantener un SGC en la organización. El ambiente de trabajo también determina en gran medida el desempeño de las acciones

6.1 Provisión de recursos: Se deben determinar los recursos necesarios para la implementación y manutención de un SGC. Éstos deben permitir la aplicación de mejora continua a la vez que se cumple con los requisitos implicados en la satisfacción del cliente. Es importante conocer las necesidades de la organización para que la dirección pueda realizar una planificación y asegurar que se proporcionan todos los recursos en el momento en el que se los requiere.

6.2 Recursos humanos: La organización debe asegurar que todos los trabajadores que estén implicados en una tarea que afecte a la conformidad del producto, y por tanto a la satisfacción del cliente, dispongan de la formación y habilidades necesarias para desempeñar de forma adecuada sus funciones. Es vital que los trabajadores sean conscientes de cómo su trabajo afecta directamente al logro de los objetivos, esto ayudará a una completa involucración por su parte.

Para ello primero habrá que definir las competencias necesarias para cada uno de los puestos. De esta manera se podrán detectar casos en los que se requiere un proceso de formación por parte de la empresa. Todas las acciones tomadas deberán ser evaluadas con el fin de comprobar su eficacia. Se dispondrá de registros donde se refleje la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas.

6.3 Infraestructura: La organización debe determinar las infraestructuras necesarias para lograr el cumplimiento de los requisitos. Éstas deben ser mantenidas correctamente asegurando un buen estado de las mismas. Dependiendo del caso se incluirán edificios, espacios de trabajo, equipos informáticos como el hardware y software, y servicios de apoyo como por ejemplo transportes o vías de comunicación.

6.4 Ambiente de trabajo: El ambiente de trabajo debe ser gestionado y determinado de manera que se logre el cumplimiento de los requisitos. Las condiciones definidas y mantenidas serán determinantes a la hora de trabajar.

7. Realización del producto

7.1 Planificación de la realización del producto: Se deberán planificar, gestionar y desarrollar los procesos necesarios para la realización del producto. Para ello habrá que tener en cuenta los requisitos que se exigen ya que la planificación debe ser coherente con éstos.

Según la situación, durante la planificación se podrían tener en cuenta una serie de factores:

- Objetivos de calidad y requisitos del producto
- Los procesos y documentos necesarios
- Actividades requeridas como verificación, medición o inspección
- Registros necesarios que evidencien el cumplimiento de los requisitos en el producto final mediante el uso de procesos adecuados

7.2 Procesos relacionados con el cliente: En primer lugar, es imprescindible que la empresa determine los requisitos relacionados con el producto. Esto incluye disponer de los requisitos

tanto establecidos por el cliente como no establecidos, pero necesarios para llevar a cabo los procesos. Entre los establecidos por el cliente se encuentran tiempos de entrega, servicio postventa y precio. Otros requisitos que la empresa podría determinar son medidas del producto, tipos de embalaje e instrucciones de trabajo.

La organización también deberá conocer los requisitos legales correspondientes al producto en cuestión.

La organización deberá revisar todos los requisitos explicados anteriormente, así como otros que se consideren necesarios, antes de realizar la entrega del producto al cliente. Se verificará que están todos los requisitos definidos y que se dispone de la capacidad necesaria en la empresa para cumplir con todos ellos.

Si existe cualquier cambio en los requisitos se deberá comprobar que la documentación pertinente es actualizada y de que todo el personal es informado.

Por último, la empresa debe definir los medios de comunicación con los clientes que permitirán la transmisión de información de forma eficaz. El canal de comunicación servirá en ambos sentidos, tanto como para informar al cliente sobre información relativa al producto, como para recibir retroalimentación por parte de éste. Algunos ejemplos de esto son consultas, atención de pedidos o reclamaciones.

7.3 Diseño y desarrollo: Este apartado se divide en siete etapas que se describen a continuación:

1. Planificación del diseño y desarrollo: La organización debe planificar y controlar el diseño y desarrollo de los productos. Será necesario definir las etapas en las que se divide, así como las actividades de revisión y validación en cada una de ellas. Habrá que concretar las responsabilidades y autoridades correspondientes.

Es imprescindible una comunicación eficaz entre todas las partes dedicadas al diseño y desarrollo para asegurar una estandarización en los métodos de trabajo.

Los resultados obtenidos deberán actualizarse siempre que sea apropiado.

2. Elementos de entrada para el diseño y desarrollo: Se deben determinar los elementos de entrada relacionados con los requisitos de los clientes y mantenerlos registrados y comprobados para asegurar su actualización. Se incluyen aquí requisitos de todo tipo,

funcionales, de desempeño, legales, reglamentarios y cualquier otro tipo que se considere necesario. En el caso de creer conveniente utilizar información de diseños previos, se procederá a ello.

3. Resultados del diseño y desarrollo: Los resultados serán aprobados para ser liberados y servirán como verificación con respecto a los elementos de entrada. Deben cumplir con los requisitos de entrada, así como proporcionar información relevante acerca de la compra, producción y prestación del servicio. Se incluirán en ellos referencias a los criterios de aceptación del producto y especificaciones del mismo que aseguren su uso correcto y seguro.

4. Revisión del diseño y desarrollo: Cuando se crea conveniente, se realizarán revisiones en las etapas correspondientes para evaluar la capacidad de los resultados para cumplir con los requisitos. Los participantes deben estar relacionados de algún modo con el diseño y desarrollo. Durante la revisión se identificarán problemas y soluciones a los mismos y se mantendrán registros de ésta y de las acciones llevadas a cabo.

5. Verificación del diseño y desarrollo: Se verificará que los resultados están cumpliendo con los requisitos de los elementos de entrada. Se mantendrán registros de dichas verificaciones, así como de cualquier acción llevada a cabo.

6. Validación del diseño y desarrollo: Se validará el diseño y desarrollo asegurando que el producto satisface todos los requisitos. Se procurará completar la validación antes de entregar el producto. Una vez más, se mantendrán registros de los resultados de la validación y cualquier otra acción que se crea conveniente.

7. Control de los cambios del diseño y desarrollo: Cualquier cambio debe ser identificado y registrado. Previamente deberán ser revisados, verificados, validados y aprobados. Durante la revisión se comprobará el efecto de estos cambios sobre el producto y éstas se registrarán para que quede constancia, así como cualquier otra acción que se crea necesario.

7.4 Compras: La organización debe tener control sobre los productos comprados comprobando que cumplen los requisitos establecidos. Este control será mayor o menor dependiendo de la importancia de los productos adquiridos y su impacto en los requisitos finales de nuestros propios productos.

- La selección de los proveedores es de vital importancia y por ello se deberán establecer criterios a la hora de elegirlos, seguido de una evaluación y posterior selección. Se mantendrán registros de los resultados de las evaluaciones y acciones involucradas.
- Es necesario disponer de una información adecuada y completa de las compras donde se incluya siempre que sea apropiado los requisitos para la aprobación del producto, procedimiento, proceso o equipo, para la evaluación del personal y requisitos propios del sistema de gestión de la calidad. Éstos serán comunicados al proveedor.
- La empresa establecerá una serie de inspecciones o acciones que crea conveniente para comprobar el material recibido y verificar que se cumplen todos los requisitos establecidos.
- En el caso de querer realizar las verificaciones en las instalaciones del proveedor, esto se deberá establecer en la información de compra donde se describirá el método para la liberación del producto.

7.5 Producción y prestación de servicio:

1. Control de la producción y de la prestación del servicio: La organización debe controlar y planificar la producción y prestación del servicio. Siempre que sea conveniente deberá estar disponible la información del producto, las instrucciones de trabajo y los equipos correspondientes de seguimiento y medición. Se deberá asegurar un uso apropiado de los equipos. Se podrán implementar actividades de liberación y entrega, así como actividades de seguimiento y medición.
2. Validación de los procesos de la producción y de la prestación del servicio: Todos los procesos cuyos productos resultantes no puedan ser verificados mediante el posterior seguimiento y medición, deberán ser validados. Siempre que proceda, se definirán los criterios para la revisión y aprobación de los procesos, equipos y evaluación del personal. Se utilizarán métodos y procedimientos específicos y se tendrá en cuenta la revalidación. Deberán comprobarse los requisitos de los registros para los diferentes casos.
3. Identificación y trazabilidad: Cuando sea apropiado, se identificará el producto y su estado con respecto a los requisitos de seguimiento y medición. En el caso de que se precise de una trazabilidad, la organización identificará de forma única el producto y mantendrá registros.
4. Propiedad del cliente: Si existen actividades en el proceso de fabricación donde la empresa disponga de bienes propiedad del cliente, se deberá identificar, verificar y proteger los bienes.

En el caso de daño o pérdida del material habrá que informar al cliente y mantener registros de estas acciones.

5. Preservación del producto: La empresa es responsable de mantener el producto en buen estado durante la fabricación y posterior entrega, hasta que éste se encuentre bajo la responsabilidad del cliente. Algunas de las acciones llevadas a cabo por la organización son identificación, manipulación, embalaje y almacenamiento. En todo momento se debe trabajar para preservar las condiciones del producto.

7.6 Control de los dispositivos de medición y seguimiento: La organización debe asegurar el buen funcionamiento de los equipos de medición y seguimiento, asegurando de esta manera la fiabilidad en sus declaraciones con respecto a la conformidad de los productos. Se establecerán procesos para asegurar su validez que incluyen actividades, siempre que correspondan, tales como:

- Calibración y verificación en periodos de tiempo fijados, comparando con historiales o patrones.
- Ajustes del equipo.
- Identificación de los equipos para poder determinar estado de calibración.
- Evitar elementos que afecten el resultado de la medición de forma negativa.
- Evitar el daño y deterioro de los equipos en la medida de lo posible.

La organización deberá evaluar y registrar la validez de los resultados cuando el equipo no está conforme con los requisitos. También se mantendrán registros de los resultados de las acciones llevadas a cabo. Y se confirmará la capacidad de los programas informáticos utilizados antes de su utilización y realizar revisiones cuando se crea conveniente.

8. Medición, Análisis y Mejora

8.1 Generalidades: La organización debe planificar, implementar, medir, analizar y mejorar todos aquellos procesos necesarios para demostrar la conformidad del producto y asegurar la conformidad del SGC. Se deberá mejorar siempre la eficacia del sistema de gestión de la calidad, determinando los métodos que se utilizarán, el alcance de las acciones y disponiendo de estadísticas técnicas cuando corresponda.

8.2 Seguimiento y medición: - Satisfacción del cliente. La empresa debe realizar un seguimiento de las percepciones de los clientes en lo que respecta al cumplimiento de los requisitos. Se determinarán los métodos utilizados para obtener y gestionar esta información. Algunos posibles ejemplos de herramientas que se podrían utilizar son encuestas, entrevistas o reclamaciones.

- Auditoría interna. Mediante auditorías internas la empresa podrá determinar si el SGC es conforme a lo planificado y se corresponde con los objetivos de la organización y si cumple con los requisitos establecidos por la norma ISO implementada.

Las auditorías se realizarán a intervalos especificados. Previamente se definirán los criterios, alcance y metodología, así como las áreas susceptibles a ser auditadas.

Se establecerá un procedimiento documentado donde se definirán las responsabilidades y requisitos. Se mantendrán registros de las auditorías y de los resultados obtenidos.

Cuando se detecte cualquier no conformidad se procederá a realizar las acciones correctivas pertinentes lo antes posible. Se realizará un seguimiento de las acciones tomadas donde se incluirá su verificación y resultados.

- Seguimiento y medición de los procesos: Se establecerán métodos de seguimiento y, si procede, métodos de medición de los procesos del SGC. El objetivo es asegurar que se cumplen los requisitos establecidos en todos los procesos y en el caso de que no sea así, llevar a cabo las acciones correctivas necesarias.

- Seguimiento y medición del producto. Se establecerán métodos de seguimiento para asegurar que los productos cumplen con los requisitos especificados por el cliente. Se determinará en que etapas del proceso se llevará a cabo dicho seguimiento y se mantendrá evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación. En los registros se incluirá las personas autorizadas para la liberación de los productos.

8.3 Control del producto no conforme: Aquellos productos no conformes, es decir, que no cumplen con los requisitos, deberán ser debidamente identificados y controlados para evitar su uso. Se establecerá un procedimiento documentado en el cual se defina la metodología, las responsabilidades y autoridad correspondientes. Existen diferentes acciones que la empresa podría llevar a cabo:

- Acciones que eliminen la no conformidad

- Autorización de su uso bajo concesión de una autoridad pertinente

- Impedir su entrega y uso
- Acciones apropiadas en el caso de detectar la no conformidad una vez haya sido entregado el producto.

En el caso de corregir la no conformidad, deberá realizarse una posterior verificación que demuestre su conformidad con los requisitos. Se mantendrán registros de las no conformidades y de las acciones llevadas a cabo en cada caso.

8.4 Análisis de datos: La organización deberá definir la metodología necesaria para determinar, recopilar y analizar todos los datos que permitan demostrar la eficacia y eficiencia del SGC. De esta manera será más fácil detectar aquellas áreas donde es más necesario aplicar algún tipo de mejora.

Los datos obtenidos deben dar información sobre la satisfacción del cliente, la conformidad de los productos, las características de los procesos y proveedores.

Ese tipo de información podría provenir de encuestas a los clientes, resultados de análisis llevados a cabo en la empresa, estudios de mercado y de la competencia (benchmarking).

8.5 Mejora: Toda organización debe de mejorar continuamente su SGC en todos los niveles, utilizando como apoyo para ello los resultados de auditorías, análisis de datos, acciones correctivas y preventivas entre otros.

- Acción correctiva. Referente a acciones que eliminen las causas de las no conformidades y prevengan la aparición de nuevo. Es necesario establecer un procedimiento documentado en el cual se definan los requisitos para:

Revisar las no conformidades, determinar las causas, evaluar acciones para que no vuelvan a ocurrir, determinar e implantar acciones necesarias, registrar los resultados y revisar la eficacia de las acciones elegidas.

- Acción preventiva. En este caso se trata de acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales tratando de prevenir su aparición. Se establecerá un procedimiento documentado donde se:

Determinen las no conformidades potenciales, las causas, evalúe la necesidad de acciones para prevenir no conformidades, determinen e implementen las acciones, registren los resultados y revise la eficacia de las acciones preventivas tomadas.

2.2.2.4. Mejorar la competitividad del Sector de la Construcción

Para España, por ejemplo, en comparación con la industria tradicional manufacturera, el Sector de la Construcción tiene un 30% menos de productividad (en términos de producción por hora trabajada). Al menos el 15 % de los costos de construcción se emplean en corregir errores en obra. El rendimiento del Sector de la Construcción tiene también un papel crítico para la competitividad y el crecimiento de la industria española, produciendo de forma más efectiva y flexible en costos, en entornos de trabajo mejores o utilizando recursos de investigación avanzados. La integración satisfactoria de los nuevos estados miembros de la Unión Europea constituye un campo nuevo para la posible exportación de tecnología, así mismo abre nuevos mercados a las empresas españolas en este Sector.

El objetivo debe ser reducir los costos que se producen durante todo el ciclo de vida e incrementar el retorno de la inversión en los proyectos de infraestructuras. De esta manera, actualmente es necesario el desarrollo de herramientas que permitan gestionar la calidad en proyectos de construcción, en concordancia con los sistemas de gestión de la misma y permitan una mejora de la competitividad del sector de la Construcción.

El sector de la construcción ha experimentado, durante los últimos años, un interés creciente por la calidad; dos son las causas que contribuyen a que la cultura de la calidad se imponga con fuerza en nuestra sociedad: por una parte, los clientes y usuarios son cada vez más exigentes y reclaman mayor calidad en un producto que les supone un esfuerzo económico. Por otra parte, las empresas se han concienciado de que el costo de la no calidad en construcción llega a suponer entre el 5 y el 10 % de la producción (WS Atkins y Universidad de Navarra, 2001).

2.2.2.5. Control de Calidad en el Concreto

En el caso del proceso constructivo con concreto, el panorama es bastante complejo pues normalmente no se tiene la posibilidad de limitar factores como son

el medio de ambiente, variabilidad de los materiales como el agua, cemento, agregados y aditivos, y la diversidad de equipos, técnicas constructivas y mano de obra. Esto redundará en que el control de calidad de este material pase características muy particulares.

Es una creencia generalizada que los factores de seguridad que aplican los diseñadores de estructuras de concreto cubren las dispersiones anotadas, pero esto sólo es cierto si se cumplen estrictamente los requisitos de calidad establecidos para cada caso particular y el control se realiza de acuerdo a criterios estandarizados, ya que de otra manera se viene abajo todo el fundamento estadístico que avala los factores de seguridad aludidos.

2.2.2.6. Importancia del Control de Calidad en el Concreto

El Control de Calidad en obra es uno de los aspectos fundamentales durante la ejecución de los proyectos debido a que es el medio utilizado para asegurar que los requerimientos y solicitudes de diseño se cumplan. El análisis detallado de los procesos constructivos, la calificación y análisis de materiales, la vinculación de personal idóneo, entre otros, hacen parte de los rigurosos procesos de control que deben realizarse en obra.

El uso masivo de materiales como el concreto, demanda una atención especial debido a que sobre éste recae gran parte de la responsabilidad en cuanto a la integridad estructural de la edificación, es por eso que al concreto se le hacen obligatorias: inspecciones visuales, pruebas de campo, mediciones, análisis de laboratorio, recolección y evaluación de datos, que hacen parte de los procesos de control de calidad en obra que deben ser realizadas por personal técnico especializado. Sin embargo, éstos no garantizan éxito en el desempeño de material pero, son los pasos para obtener un proceso constructivo idóneo.

Es importante analizar la calidad de los materiales usados para obtener una estructura que cumpla con los requisitos para los cuales fue diseñado. La unión de materiales idóneos y calidad de la mano de obra deben ir de la mano, de lo contrario la edificación contará con calidad deficiente así en el diseño se haya concebido con las mejores especificaciones.

2.2.2.7. Materiales de Construcción

Los materiales están constituidos por la materia, cualquiera que sea su naturaleza, composición y forma, que sirven para la realización de una edificación u obra de ingeniería civil. Según su función que desempeñan en la obra se pueden clasificar en materiales fundamentales, materiales conglomerantes y materiales complementarios o auxiliares.

Los materiales fundamentales (Acero, hormigón, piedra, etc.) sirven para construir las unidades de obra capaces de soportar los esfuerzos mecánicos y las acciones atmosféricas a que va a estar sometida la construcción que se proyecta. Los *materiales conglomerantes* son aquellos que constituyen la base de los morteros y hormigones, empleándose en construcción para unir o enlazar materiales del grupo anterior, además de constituir los últimos, por sí solos y en combinación con el acero, un material de construcción fundamental por excelencia. Los principales conglomerantes empleados en la construcción son el cemento Portland, el yeso y la cal. Los materiales complementarios o auxiliares son aquellos que se utilizan dentro de las edificaciones como complementos utilitarios de las mismas. El vidrio, pinturas, aislantes, materiales eléctricos, carpintería de madera, de aluminio, de PVC, etc., constituyen algunos ejemplos.

2.2.2.8. Preparación del Concreto en Obra

La preparación del concreto en obra, es el proceso a través del cual se fusionan los materiales de construcción (hormigón, cemento y agua) siguiendo los diversos procedimientos técnicos señalados en las Normas Técnicas Peruanas - N.T.P. y demás normas internacionales, con el objeto de lograr un elemento que sea capaz de soportar las diversas cargas externas; para ello resulta necesario la realización de los ensayos de materiales y ensayos del concreto en el estado fresco y endurecido, llevando un control adecuado que permita obtener resultados óptimos a los 28 días de curado.

2.2.2.9. Norma Técnica

La Norma Técnica (**NT**) es un documento que contiene definiciones, requisitos, especificaciones de calidad, terminología, métodos de ensayo o información de rotulado. La elaboración de una NT está basada en resultados de la experiencia, la ciencia y del desarrollo tecnológico, de tal manera que se pueda estandarizar procesos, servicios y productos.

La **NT** es elaborada exclusivamente bajo el consenso de las partes interesadas (productores, consumidores y técnicos), donde destacan:

- o Los fabricantes, a través de sus organizaciones sectoriales y en su condición de empresa
- o Los usuarios y consumidores, a través de sus organizaciones y a título personal.
- o La administración pública, velando el bien público y los intereses de los ciudadanos.
- o Los centros de investigación y laboratorios, aportando su experiencia y dictamen técnico.
- o Los profesionales, a través de asociaciones y colegios profesionales o empresas.
- o Expertos en el tema que se normalice, nombrados a título personal.

Estos agentes acuerdan sobre las características técnicas que deberá reunir un producto, servicio o proceso. La NT se diferencia por su lugar de aplicación,

teniendo normas nacionales (como las aprobadas por el INDECOPI), regionales (aprobadas por la Comunidad Andina de Naciones) e internacionales (como las certificaciones ISO).

2.2.2.10. Descripción de Ensayos y Normas Técnicas utilizadas en el proceso de selección de materiales y preparación y colocación del concreto

2.2.2.10.1 Agua

El uso de agua potable como agua de mezcla podrá darse sin necesidad de ensayarla para evaluar su conformidad con los requisitos de la NTP 339.088.

En casos en que el agua de mezcla esté compuesta total o parcialmente de fuentes de agua que no sean potables o son provenientes de las operaciones de producción de concreto, se deben cumplir con algunas proporciones para alcanzar los límites químicos que se muestran a continuación:

LIMITES QUIMICOS OPCIONALES PARA EL AGUA DE MEZCLA COMBINADA		
	Límite	Métodos de Ensayo
Concentración máxima en el agua de mezcla combinada, ppm^A		
A. Cloruro como Cl, ppm		
1. En concreto pretensado, tableros de puentes, o designados de otra manera.	500 ^B	NTP 339.076
2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes	1000 ^B	NTP 339.076

B. Sulfatos como SO₄, ppm	3000	NTP 339.074
C. Alcalis como (Na₂O + 0.658 K₂O), ppm	600	ASTM C 114
D. Sólidos totales por masa, ppm	50 000	ASTM C 1603
^A ppm es la abreviación de partes por millón.		
^B Cuando el productor pueda demostrar que estos límites para el agua de mezcla pueden ser excedidos, los requerimientos para el concreto del código ACI 318 regirán. Para condiciones que permiten utilizar cloruro de calcio (CaCl ₂) como aditivo acelerador, permitirá que el comprador pueda prescindir de la limitación del cloruro.		

2.2.2.10.2. Agregados

Toma de Muestras en Agregados

Normas: NTP 400.010 y ASTM C702

Con el fin de asegurar el empleo de agregados en la preparación de concreto se deben tomar porciones de muestra que sean representativas, todas están sujetas a la Norma NTP y ASTM correspondiente. Para ello, el procedimiento depende de la forma como se obtiene el agregado, según las normas antes citadas pueden ser:

1. Muestreo de flujo de corriente de agregados
2. Muestreo de fajas transportadoras
3. Muestreo de depósitos o equipos de transporte
4. Muestreo de Carreteras

Tabla 2. Tamaños nominales y cantidades de muestra

Tamaño máximo nominal del Agregado Fino	Masa mínima aproximada para la muestra de campo (Kg)
2.36 mm. (N°08)	10
4.76 mm. (N°04)	10
Agregado Grueso	
9.50 mm (3/8")	10
12.50 mm (1/2")	15
19 mm (3/4")	25

25 mm (1")	50
37.50 mm (1 1/2")	75
50.00 mm (2")	100
63.00 mm (2 1/2")	125
75.00 mm (3")	150
90.00 (3 1/2")	175
FUENTE: NTP 400.010	

Granulometría de los agregados

Normas: NTP 400.012 y NTP 400.037 y ASTM C702

Este método cubre la determinación de la distribución por tamaño de las partículas de agregado fino y grueso mediante tamizado. Una muestra de agregado seco de masa conocida es separada en una serie de tamices colocados progresivamente desde el más pequeño al más grande para determinar su distribución por tamaño. De este modo los resultados obtenidos se representan en una tabla semilogarítmica donde se reporta los porcentajes de los acumulados de la muestra que pasa, a esto se denomina, "Curva Granulométrica". Luego se calcula el Módulo de Fineza o Módulo de Finura, es el índice aproximado que nos describe en forma rápida y breve la proporción de finos o de gruesos que se tiene en las partículas que lo constituyen. Se calcula sumando los porcentajes de los acumulados retenidos de la serie estándar.

Tabla 3. Masas mínimas para ensayo de granulometría

Tamaño máximo nominal, Aberturas Cuadradas, mm (pulg)	Tamaño de la Muestra de Ensayo, Mínima, Kg (lb)
9.5 (3/8")	1 (2)
12.5 (1/2")	2 (4)

19 (3/4")	5 (11)
25 (1")	10 (22)
37.5 (1 1/2")	15 (33)
50 (2")	20 (44)
63 (2 1/2")	36 (77)
75 (3")	60 (130)
90 (3 1/2")	100 (220)
100 (4")	150 (330)
125 (5")	300 (660)

Fuente: NTP 400.012

Requisitos Obligatorios:

El agregado grueso debe cumplir con la gradación de la siguiente tabla:

Tabla 4. Gradaciones de agregado

Tamiz	Porcentaje que Pasa
9.50 mm. (3/8")	100
4.76 mm. (N°04)	95 a 100
2.36 mm. (N°08)	80 a 100
1.18 mm (N°16)	50 a 85
600 µm. (N°30)	25 a 60
300 µm. (N°50)	05 a 30
150 µm. (N°50)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037

Contenido de Humedad de los agregados

Normas: NTP 339.185 y ATMC 566

Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado. Cuando dicha cantidad se exprese como porcentaje de la muestra seca (en estufa), se denomina Porcentaje de humedad, pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Los agregados generalmente se los encuentra húmedos,

y varían con el estado del tiempo, razón por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad, para luego corregir las proporciones de una mezcla.

El agregado fino retiene mayor cantidad de agua que el agregado grueso. El contenido de humedad de una muestra, estará condicionada por el estado en el que se encuentre dicho material, es decir que el contenido de humedad variará teniendo en cuenta la variabilidad climatológica.

Resistencia a los Sulfatos

Normas: NTP 400.016 ASTM C 88

Permite Conocer la solidez de los agregados cuando están sujetos a la acción de desgaste o desintegración en concreto u otras aplicaciones, además da información útil para juzgar la solidez de los agregados cuando no hay disponible información en los registros de servicio de los materiales expuestos a condiciones de desgaste reales.

2.2.2.10.3. Ensayos del Concreto

2.2.2.10.3.1 Concreto en Estado Fresco

Toma de Muestras

Normas: NTP 339.116, ASTM C172 y MTC 701

La muestra debe consistir por lo menos un pie cúbico cuando se va a usar para ensayos de resistencia. Pueden admitirse muestras más pequeñas para ensayos rutinarios. Los procedimientos usados en la toma de muestras deben incluir toda precaución que facilite la obtención de muestras y que garantice la verdadera naturaleza y condición del concreto. Para tomas de muestras en el Tambor Giratorio de los camiones mezcladores, se debe tomar en tres o más intervalos

regulares a través de la descarga de toda tanda, evitar tomar muestras al principio o final de la descarga.

Por su parte, para toma de muestras en mezcladoras fijas, la muestra debe obtenerse pasando un recipiente a través de la corriente de descarga aproximadamente en la mitad de la tanda.

La muestra debe transportarse al sitio donde se van a realizar los ensayos y para asegurar su uniformidad, debe mezclarse con una pala y protegerse de la luz solar y viento, en el lapso máximo de 15 minutos.

Temperatura

Normas: NTP 339.184 y ASTM C1064

Consiste en medir la temperatura de mezclas de hormigón fresco y puede ser usado para verificar la temperatura del concreto fresco en obra.

El procedimiento se basa en colocar el dispositivo de medición de temperatura en la mezcla de concreto fresco, de tal modo que el sensor esté sumergido un mínimo de 3". Presionar levemente el concreto en la superficie alrededor del dispositivo de medición de temperatura para que la temperatura ambiente no afecte la lectura. Dejar introducido el dispositivo en el concreto por un mínimo de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice.

Es necesario recordar que dicha medición de temperatura debe realizarse dentro de los 5 minutos luego de haberse obtenido la muestra.

Asentamiento

Normas: NTP 339.035, ASTM C670, MTC 705

Este método se aplica para concretos plásticos con agregados hasta 37.5 mm de tamaño. Si el agregado es mayor, el método es aplicable cuando el ensayo se realiza con la porción de concreto que pasa el tamiz 37.5mm, retirando los agregados mayores.

Las muestras de concreto sobre la cual se realizan las pruebas deberán ser representativas de la tanda. El procedimiento se realiza como sigue: Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie plana, rígida, no absorbente y húmeda. El molde se fija firmemente en su lugar durante el llenado pisando las aletas. Con la muestra de concreto se llena el molde vaciando el concreto en tres capas, de modo que cada capa corresponda aproximadamente a la tercera parte del volumen del molde; Cada capa se compacta aplicando 25 golpes con la barra compactadora distribuidos y aplicados uniformemente en toda la sección de la capa.

El molde se llena por exceso antes de compactar la última capa. Luego se procede a enrasar rodando la barra sobre el borde superior del molde. Se retira inmediatamente el molde del concreto levantándolo cuidadosamente en dirección vertical a una altura de 300mm en 5 segundos.

El ensayo se hará sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2.5 min.

Se mide el asentamiento con una cinta métrica.

Peso Unitario, Rendimiento y Contenido de Aire del Concreto

Método Gravimétrico

Normas: NTP 339.046, ASTM C138 y MTC 705

El procedimiento consiste en:

- Seleccionar el método de consolidación del concreto. Para concretos con un asentamiento mayor a 75 mm se debe aplicar el método de apisonado, para concretos con asentamiento de 25 mm a 75 mm se aplica apisonado o vibrado y para aquellos con asentamiento menor de 25mm se debe aplicar el método de consolidación por vibración.
- Colocar el concreto en el recipiente de medición, se mueve la cuchara alrededor del perímetro interno del recipiente. Llenar el recipiente de medición en el número de capas requeridas por el método de consolidación.

Consolidación por apisonado

Colocar el concreto en tres capas de aproximadamente igual volumen, apisonar cada capa con 25 golpes de barra compactadora (recipientes de 14 L o menos), 50 golpes (recipientes de 28 L) y de un golpe cada 15 cm² para recipientes de medición más grandes. Después de que cada capa ha sido apisonada se debe golpear con el mazo de 10 a 15 veces.

Consolidación por vibración

Colocar el concreto en tres capas de aproximadamente igual volumen, insertar el vibrador en tres puntos diferentes de cada capa. Al vibrar la primera capa, el vibrador no debe descansar o tocar fondo o lados. En la consolidación de la última capa el vibrador debe penetrar aproximadamente 25 mm. En la consolidación de la capa final, el recipiente de medición no debe contener un exceso sustancial o falta de concreto.

Después de la consolidación se debe alisar y terminar suavemente la superficie del concreto del borde superior del recipiente con la placa plana de alisado que se usa con cuidado para dejar el recipiente de medida nivelado y lleno.

Después del alisado de la superficie superior del recipiente se limpia todo el concreto en exceso y adherido a las paredes exteriores del recipiente de medición para luego determinar la masa del concreto.

Cálculos

$$\text{Peso Unitario (Wu)} = (Mc - Mm) / Vm$$

$$\text{Rendimiento (R)} = M/D$$

$$\text{Rendimiento Relativo (Rr)} = R/Yd$$

$$\text{Contenido de Cemento (C)} = Cb/Y$$

$$\text{Contenido de Aire (A)} = (T - Wu) / T * 100 \text{ ó } (R - V) / R * 100$$

Donde:

A: Contenido de aire en el concreto (Porcentaje de poros)

C: Contenido actual de cemento en Kg/m³

Cb: masa de cemento en el lote, en kg.

Wu: Peso unitario del concreto en kg/m³

M: Masa total de todos los materiales en la tanda, en kg.

Mc: Masa del recipiente de medida lleno de concreto, en kg.

Mm: Masa del recipiente de medida, en Kg.

Rr: rendimiento relativo

T: Densidad teórica del concreto calculada sobre una base libre de aire,
en kg/m³

R: Rendimiento, volumen de concreto producido por tanda, en m³

Yd: Volumen de diseño de concreto por tanda, en m³

V: Volumen absoluto total de los ingredientes componentes de la mezcla, en m³

Vm: Volumen del recipiente de medida, en m³

Elaboración de Probetas

NORMA: NTP 339.033 209

El concreto utilizado para elaborar especímenes moldeados debe ser muestreado después de que hayan sido hechos todos los ajustes in situ de la dosificación de la mezcla, incluyendo la incorporación de agua de mezclado y aditivos.

Lugar de moldeo: Se moldea sobre una superficie nivelada y rígida, libre de vibraciones y otras alteraciones, en un lugar muy cercano a la localización de los ambientes donde serán almacenados.

Aparatos

Moldes cilíndricos: Deberán cumplir con la NTP 339.209

Varilla compactadora: Es una varilla circular recta de acero liso, con dimensiones conforme la Tabla 5 y que tenga su extremo de compactación, o ambos, terminados en punta semiesférica del mismo diámetro de la varilla.

Tabla 5. Requisitos de la barra compactadora

Diámetro del cilindro o ancho de la viga (mm)	Dimensiones de la Varilla	
	Diámetro (mm)	Longitud de la Varilla (mm)
<150	10	300
150	16	500
225	16	650
^Tolerancia en la Longitud +- 100 en el diámetro +-2mm		

FUENTE: NTP 339.209

Martillo

Martillo con cabeza de goma (caucho) o cuero, con una masa de $0.6 \text{ kg} \pm 0.2\text{kg}$.

Herramientas: Pala y cucharón de largo suficiente, de tal manera que la cantidad de concreto recogido del recipiente de muestreo sea representativa y lo suficientemente pequeña para que el concreto no se derrame durante la colocación en el molde.

Herramientas de acabado: Llana de madera, espátula, plancha o paleta de albañil.

Recipiente de muestreo: El recipiente debe ser una batea de metal pesado, de un espesor adecuado, una carretilla o plancha plana limpia, no absorbente con suficiente capacidad para mezclar fácilmente la muestra completa con una cuchara o pala.

Procedimiento:

Vaciado de los cilindros: Seleccionar la barra compactadora apropiada. Determinar el método de consolidación según la **Tabla 7**, a menos que se especifique otro método. Si el método de consolidación es por apisonado, determinar los requisitos para el moldeo de la **Tabla 8**. Si el método de consolidación es por vibración, determinar los requisitos de moldeo de la **Tabla 9**. Mientras se coloca el concreto en el molde, se mueve la cuchara alrededor del perímetro del molde para asegurar una distribución del concreto con la mínima segregación. Cada capa de concreto debe ser consolidada conforme se requiere en las **Tablas 8 y 9**. Al colocar la capa final, se debe adicionar una cantidad de concreto de manera de enrasar a tope con el borde superior del molde después de la consolidación.

Tabla 6. Métodos de consolidación. Requisitos de aplicación

Asentamiento (mm)	Método de Consolidación
$\geq$	Apisonado o Vibración
$<$	Vibración

FUENTE: NTP 339.209

Tabla 7. Moldeo de especímenes por apisonado. Requisitos

Diámetro de Cilindros (mm)	Número de capas de igual Altura	Número de golpes por Capa
100	2	25
150	3	25
225	4	50

FUENTE: NTP 339.209

Tabla 8. Moldeo de especímenes por vibración. Requisitos

Diámetro de Cilindros (mm)	Número de capas de igual Altura	Número de inserciones de vibrado Capa por Capa	Altura aproximada de capa (mm)
100	2	1	Mitad de Altura de Especímen
150	2	2	Mitad de Altura de Especímen
225	2	4	Mitad de Altura de Especímen

FUENTE: NTP 339.209

Cilindros:

El número de inserciones del vibrador por cada capa, está dado en la **Tabla 9**. Cuando se requiera más de una inserción por capa, se debe distribuir uniformemente las inserciones entre cada capa. Permitir que el vibrador penetre toda la capa que está siendo vibrada y aproximadamente 25 mm.

En la capa inferior Después de que cada capa se ha vibrado, se golpea con el martillo la cara externa del molde por lo menos 10 veces, para cerrar los vacíos formados y eliminar los poros de aire atrapados. Se debe usar la mano abierta para golpear los moldes de cartón o de metal de un solo uso, que son susceptibles de ser dañados si se golpean con el martillo.

2.2.2.10.3.2. Concreto en Estado Endurecido

Elaboración y Curado de Probetas Cilíndricas

NORMA: NTP 339.033 1999

Aparatos

- Moldes:** Los moldes para especímenes de concreto deberán ser hechos de acero, fierro fundido u otro material no absorbente, no reactivo. Las dimensiones

b) **Varillas de compactación:** Podrán emplearse dos tamaños de varilla en función del método de ensayo. Estas serán de acero, de sección circular recta y con el extremo redondeado.

- Varilla larga: (5/8") de diámetro y aproximadamente 600mm de largo.
- Varilla corta: (3/8") de diámetro y aproximadamente 300mm de largo.

c) **Martillo de goma:** Pesará $0.6\text{kg} \pm 0.20 \text{ kg}$

Elaboración de la probeta

La elaboración de la probeta debe comenzar no más de diez minutos después del muestreo y en una zona libre de vibraciones. Dicho llenado se realizará evitando la segregación y vertiendo el concreto con una cuchara, la que se moverá al borde superior del cilindro. Previo al llenado del molde se realiza la homogenización de la muestra por medio del batido.

Una vez que la muestra haya alcanzado un tercio de su altura, se procede a compactar con la barra mediante 25 golpes verticales de manera uniforme en forma de espiral, comenzando en el borde y terminando en el centro. Dicho proceso se repite las dos veces restantes, cuidando que la barra penetre hasta la capa precedente no más de 1pulg. En la última capa se coloca material en exceso para enrasar a tope.

Después de consolidar cada capa, se procederá a golpear ligeramente las paredes del molde, utilizando la barra compactadora y el martillo de goma.

Si en el llenado de la última, el material estuviera en exceso se procede a retirar lo conveniente con la plancha y luego se procederá a enrasar la superficie.

En caso de elaborarse varias probetas con la misma muestra, éstas se deben moldear simultáneamente.

En aquellas mezclas donde hayan sido usados agregados con un tamaño máximo mayor de la tercera parte de la dimensión del molde, se retirarán manualmente antes de realizar el ensayo.

Curado de la probeta

Para prevenir la evaporación del agua de la superficie del hormigón no endurecido de las probetas, se cubren inmediatamente después de moldeados, preferiblemente con una placa no absorbente y no reactiva o una lámina de plástico durable.

Curado inicial: Durante las primeras 24 horas después del moldeo, se almacenarán todas las probetas bajo condiciones que mantengan la temperatura ambiente entre 16°C y 27°C, y que prevengan toda pérdida de humedad.

Las probetas hechas con el fin de juzgar la calidad y uniformidad del concreto colocado en obra o para la aceptación del mismo, se desmoldan al cabo de $20h \pm 4h$ después moldeados.

Inmediatamente después las probetas se estacionarán en una solución saturada de agua de cal a una temperatura de $23^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$, la saturación se puede obtener incorporando tentativamente 2g de cal hidratada por litro de agua.

Cuando sea necesario enviar las probetas a un laboratorio fuera de la obra, deberán remitirse entre las 48 y 72 horas, embaladas en cajas de madera, con separaciones para cada probeta y protegidas con arena húmeda.

En lo posible, el interior de la caja estará revestido con plancha de zinc. El transporte no excederá de 4h.

Refrentado de Testigos

NORMA: NTP 339.037 2008

Aparatos

Placas de refrentado: Placas planas de vidrio de por lo menos 6mm de espesor, se utilizarán para el refrentado con pasta de cemento y yeso de alta resistencia, o un plato de metal mecanizado de por lo menos 11 mm de espesor, o un plato pulido de granito o diabasa de por lo menos 76mm de espesor. Para el refrentado con mortero de azufre se utilizarán placas

de metal similar al anterior o placas de piedra, sólo que el área de llenado que recibe el azufre fundido no será más profunda que 12mm.

Dispositivos de alineación: Se pueden emplear dispositivos adecuados tales como barras guías o niveles de burbuja, junto con los platos de refrentado, para asegurar que ninguna capa de refrentado se aparte de la perpendicularidad con respecto al eje del dispositivo de alineación y la superficie de un plato de refrentado cuando se usan las barras de guía.

Además, la ubicación de cada barra con respecto a su plata, debe ser tal que el centro de la capa de refrentado esté desplazado del eje del espécimen por más de 2mm.

Ollas de fundición para mortero de azufre: Las ollas de fundición usadas para los morteros de azufre contarán con dispositivos automáticos de control de temperatura y serán de un metal o material no reactivo con el azufre.

Materiales de refrentado

La resistencia de los materiales de refrentado y el espesor de las capas cumplirán con los requisitos de la siguiente Tabla:

Tabla 9. Resistencia a la compresión y máximo espesor de las capas de refrentado

Resistencia a la compresión del cilindro Mpa (Lb/pulg ²)	Resistencia mínima del material de refrentado Mpa (Lb/pulg ²)	Espesor promedio máximo de capas mm (pulg)	Espesor máximo en cualquier punto de aplicación de la carga mm (pulg)
3.5 a 50 (500 a 7000)	35 (5000) o resistencia del cilindro, lo que sea mayor	6 (1/4)	8 (5/16)
50 (mayor que 7000)	Resistencia a la compresión del material no menor que la resistencia del cilindro	3 (1/8)	5 (3/16)

Fuente: NTP 339.037

Refrentado con mortero de azufre

Preparar el mortero de azufre calentándolo a una temperatura aproximada de 130°C, controlada con un termómetro de metal que se inserta cerca del centro de la masa. Verificar la temperatura a intervalos de una hora durante el refrentado. Vaciar la olla y recargar con material fresco, a intervalos que aseguren que el material más viejo en la olla no se use más de cinco veces.

Cuando se refrenta testigos que tiene una resistencia a la compresión de 35 MPa o mayor, no se permitirá usar compuesto recuperado de la operación de refrentado. El mortero de azufre fresco debe estar seco en el momento que se pone en la olla, ya que la humedad puede causar espuma. Antes de hacer cada refrentado, se aplica una capa delgada de aceite en las placas y se agita el mortero de azufre fundido a verter en cada capa.

Se hace descender, con cuidado el cilindro hacia el material de refrentado, controlando constantemente el contacto de las paredes del cilindro, con las guías de alineación, hasta que el cilindro presione el material. El cilindro debe continuar descansando en el plato de refrentado, verificando el contacto de sus paredes con la alineación guía hasta que el mortero haya endurecido.

Resistencia a la Compresión

NORMA: NTP 339.034 2008

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta. Los resultados de este método de ensayo son usados como una referencia para el control de calidad del concreto, proporciones, mezclado y operaciones de colocación; determinación del

cumplimiento con las especificaciones; control para la evaluación de la efectividad de los aditivos; y usos similares.

Aparatos:

Máquina de ensayo: La máquina de ensayo será de capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga constante. Asimismo, de estar debidamente calibrada, sin exceder los 13 meses.

Especímenes cilíndricos: Los especímenes para determinar la resistencia a la compresión, deben ser cilindros vaciados y fraguados en posición vertical. El número y tamaño de los cilindros será establecida en las especificaciones de los ensayos.

Adicionalmente, la longitud debe ser doble del diámetro y el diámetro del cilindro debe ser por lo menos tres veces el tamaño nominal máximo del agregado grueso. Cuando el tamaño nominal máximo del agregado grueso exceda 50 mm, la muestra de concreto se debe tamizar por vía húmeda a través del tamiz de 50 mm, tal como se describe en la NTP 339.036. Para ensayos de aceptación para la resistencia especificada a la compresión, los cilindros deben ser de 150 mm x 300 mm o 100 mm x 200 mm.

Las probetas no serán ensayadas si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2%.

Procedimiento

Los ensayos a compresión de probetas del curado húmedo serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje de humedad. Los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condición húmedos. Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

Tabla 10. Tolerancias de ensayos

Edad de Ensayo	Tolerancia Permisible
24 h	+/-0.5 h ó 2.1%
3 d	+/-2 h ó 2.8%
7 d	+/-6 h ó 3.6%
28 d	+/-20 h ó 3.0%
90 d	+/-48 h ó 2.2%

FUENTE: NTP 339.034

Colocación: Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo.

El bloque de rotura superior directamente bajo la rótula del cabezal.

Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las de la probeta de ensayo y colocar el cilindro sobre el bloque inferior de rotura. Cuidadosamente alinear los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.

Verificación del acero y asiento del bloque: Antes de ensayar la probeta, verificar que el indicador de carga este en cero, ajustar el indicador Como el bloque asentado sobre la rótula es aplicado sobre la probeta, rotar su porción móvil cuidadosamente con la mano a fin de que el asiento sea uniforme.

Velocidad de carga: Aplicar la carga continuamente y sin detenimiento.

La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo ésta a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s. La velocidad de movimiento diseñada será mantenida al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido (Tipos del 1 al 4 en la Fig. 4). Para

una máquina de ensayo, el cierre automático de la máquina de ensayo está prohibido mientras la carga ha caído a un valor menor del 95% de la carga máxima. Cuando se ensayan con capas de embonado, una fractura en la esquina similar a los patrones tipos 5 o 6 mostrados en la Fig. 4, puede ocurrir antes que la capacidad última del espécimen se haya alcanzado. Registrar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y anotar el tipo de patrón de fractura de conformidad con la Fig. 4, esquematizar y describir dicho patrón. Si la resistencia medida es menor a lo esperada, examinar la fractura del concreto y notar la evidencia de segregación, si las fracturas pasan predominantemente alrededor o a través de las partículas del agregado grueso, y verificar el refrentado de conformidad con las NTP 339.037 o NTP 339.216.

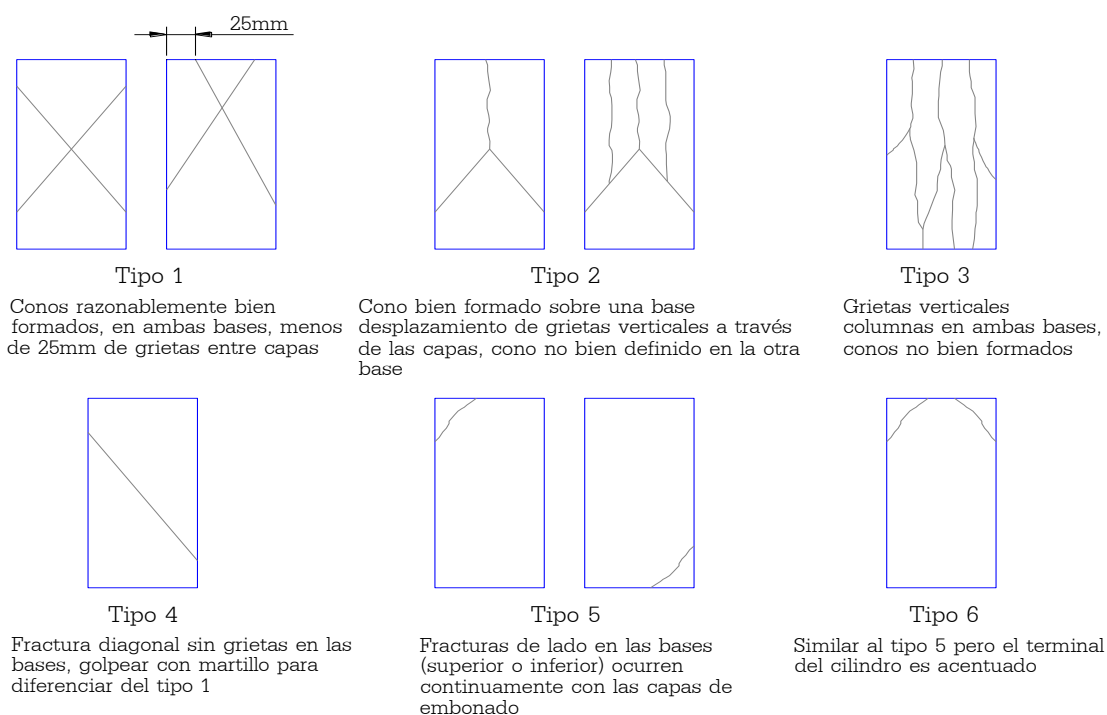


Figura 4. Tipos de rotura

Fuente: NTP 339.216

Tabla 11. Principales fuentes de variación de la resistencia a la compresión

DEBIDO A VARIACIONES EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO	DEBIDO A DEFICIENCIAS EN LOS MÉTODOS DE PRUEBA
1) Cambios en la relación agua / cemento	1) Procedimientos de muestreo inadecuados
a) Control deficiente de la cantidad de agua	2) Dispersiones debidas a las formas de preparación, manipuleo y curado de los cilindros de prueba
b) Variación excesiva de humedad en los agregados	3) Mala calidad de moldes para cilindros de prueba
c) Agua adicional al pie de obra	4) Defectos de curado
2) Variación en los requerimientos de agua de mezcla	a) Variaciones de temperatura
a) Gradación de los agregados, absorción y forma	b) Humedad variable
b) Características del Cemento y Aditivos	c) Demoras en el transporte de los cilindros al laboratorio
c) Contenido de Aire	5) Procedimientos de ensayo deficientes
d) Tiempo de suministro y temperatura	a) En el refrentado (capping) de los cilindros
3) Variaciones en las características y proporciones de los ingredientes	b) En el ensayo de compresión
a) Agregados	
b) Cemento	
c) Puzolanas	
d) Aditivos	
4) Variaciones ocasionadas por el transporte, colocación y compactación	
5) variaciones en la temperatura	

Fuente: NTP 339.216

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Concreto

Producto artificial compuesto que, consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado. La pasta es el resultado de la combinación química del material cementante con el agua, constituye la fase continua del concreto, pues, siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de éste. El agregado es la fase discontinua del concreto, dado que, sus diversas partículas no se encuentran unidas o en contacto unas con otras, sino que se encuentran separadas por espesores diferentes de pasta endurecida.

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las propiedades de sus componentes.

2.3.2. Cemento Portland

Aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, transformado en un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes. Es el componente más activo del concreto, además es el que tiene el mayor costo unitario. Por ello, considerando que las propiedades del concreto dependen tanto de la cantidad como la calidad de sus componentes, la selección y uso adecuado del cemento son fundamentales para obtener en forma económica las propiedades deseadas para una mezcla dada.

2.3.2.1. Mecanismo de Hidratación

Conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento, que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido, con las propiedades inherentes a los nuevos productos formados.

Dependiendo de la temperatura, el tiempo y la relación entre la cantidad de agua y cemento que reaccionan se pueden definir los siguientes estados:

- a) **Plástico:** Estado donde la unión del agua y el polvo de cemento forman una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación Agua/cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente.
- b) **Fraguado Inicial:** Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el calor de hidratación, que es consecuencia de las reacciones químicas del compuesto. Este periodo dura alrededor de tres horas. En esta etapa la pasta puede mezclarse sin producirse deformaciones permanentes ni alteraciones en la estructura puesto que aún está en formación.
- c) **Fraguado Final:** Estado posterior al término del fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La estructura del gel está constituida por el ensamble definitivo de sus partículas endurecidas.
- d) **Endurecimiento:** Estado final de la pasta que se produce a partir del fraguado final, donde se incrementan con el tiempo las características resistentes hasta mantenerse. La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, la que en teoría continúa de manera indefinida. En este estado se evidencian totalmente las influencias de la composición del cemento. Los

sólidos de hidratación manifiestan su muy baja solubilidad, por lo que el endurecimiento es factible aún bajo el agua.

2.3.2.2. Tipos de Cemento y sus Aplicaciones Principales

Los tipos de cemento portland, a los que podemos calificarlos de standard, ya que en sus normas de su fabricación están normados los requisitos específicos son:

Tipo I: De uso general, donde no se requieren propiedades especiales.

Tipo II: De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.

Tipo III: Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en clima frío o en casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de estructuras.

Tipo IV: De bajo calor de hidratación. Para concreto masivo.

Tipo V: Alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos.

Generalmente el cemento es comercializado en bolsas. El volumen de una bolsa de cemento es de un pie cúbico y pesa 42.5 Kg.

Es interesante destacar los cementos denominados “mezclados o adicionados” dado que alguno de ellos se utiliza en nuestro medio:

Tipo IS: Cemento al que se ha añadido entre un 25% a 70% referido al peso total de escoria de alto horno.

Tipo IS: Cemento al que se ha añadido menos de 25% de escoria de altos hornos referido al peso total.

Tipo IP: Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y el 40% del peso total.

Tipo IPM: Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje hasta del 15% del peso total.

Todos estos cementos tienen variantes en que se les añade aire incorporado (**sufijo A**), se induce resistencia moderada a los sulfatos (**sufijo M**), o se modera el calor de hidratación (**sufijo H**).

Las puzolanas son materiales inertes silíceos y/o aluminosos, que individualmente tienen propiedades aglomerantes casi nulas, pero que finalmente molidas y al reaccionar químicamente con hidróxidos de calcio y agua adquieren propiedades cementantes. Las puzolanas se obtienen por lo general de arcillas calcinadas, tierras diatomáceas, tufos y cenizas volcánicas, y de residuos industriales como cenizas volátiles, ladrillo pulverizado, etc.

La particularidad del reemplazar parte del cemento por estos materiales, estriba en cambiar algunas de sus propiedades, como son el aumentar los tiempos de duración de los estados mencionados anteriormente, retrasar y/o disminuir el desarrollo de resistencia en el tiempo, reducir la permeabilidad, mayor capacidad para retener agua, mayor cohesividad, incremento de los requerimientos de agua para formar la pasta, menor calor de hidratación y mejor comportamiento frente a la agresividad química. Se debe tener presente que, la variación de estas propiedades no siempre será conveniente, depende de cada situación en particular, ya que éstas, son muy sensibles a las variaciones de temperatura, los procesos constructivos y las condiciones de curado.

Para fines de diseño de mezclas se tendrá en cuenta que los cementos standard tienen un peso específico del orden de 3 140 kg/m³ y los cementos puzolánicos son más livianos con pesos específicos entre 2 850 y 3 000 kg/m³.

2.3.3. Agua

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr:

- La formación gel.

- Permitir que el conjunto de la masa adquiriera las propiedades en los estados endurecido y no endurecido.

El agua de mezcla consistirá de: Agua de la tanda, hielo, agua adicionada por el operador del camión mezclador, humedad libre de los agregados y agua introducida con los aditivos (cuando esta agua incrementa la relación agua/cemento por más de 0.01).

Como requisito de carácter general, y sin que ello implique la realización de ensayos que permitan verificar su calidad. Se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren potables o las que se conozcan que pueden ser utilizadas en la preparación del concreto. Debe recordarse que no todas las aguas que son adecuadas para beber son convenientes para el mezclado y que, igualmente, no todas las aguas inadecuadas para beber son inconvenientes para preparar concreto. En general, dentro de las limitaciones expresadas en las diferentes secciones del presente, el agua de mezclado deberá estar libre de sustancias colorantes, aceites y azúcares.

2.3.4. Agregados

Los agregados son los elementos inertes del concreto, donde se encuentran aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total, por lo que la calidad de éstos, tienen una importancia primordial en el producto final. Están constituidos usualmente por partículas minerales de arenisca, granito, basalto, cuarzo o combinaciones de ellos, y sus características físicas y químicas tienen influencia en prácticamente todas las propiedades del concreto.

Se ha establecido convencionalmente la distinción entre agregado grueso y agregado fino en función de las partículas mayores y menores de 4.75mm (Malla Standard ASTM #4).

La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el concreto pues, para tener una estructura densa y eficiente, así como una trabajabilidad adecuada, debe

existir un ensamble casi total de manera, que las más pequeñas ocupen los espacios entre las mayores, y el conjunto esté unido por la pasta de cemento.

2.3.4.1. Agregado Grueso

Es el material retenido en el tamiz N°4 (4.75mm), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas; y, que cumple con los límites establecidos en las **NTP 400.037**.

Está conformada por partículas cuyo perfil sea preferentemente angular o semi angular, limpias, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa. Deberán ser químicamente estables y estarán libres de escamas, tierra, polvo, limo, sales, humus, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

2.3.4.2. Agregado Fino

Aquel que proviene de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 3/8" (9.4mm) y cumple con los límites establecidos en las **NTP 400.037 o ASTM C33**.

2.3.5. Aditivos

“Material, que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado”.

2.3.5.1. Tipos de aditivos según ASTM C494

- a) Tipo A - Aditivos reductores de agua,
- b) Tipo B - Aditivos retardadores,
- e) Tipo C - Aditivos aceleradores,

- d) Tipo D - Aditivos reductores de agua y retardadores,
- e) Tipo E - Aditivos reductores de agua y aceleradores,
- f) Tipo F - Aditivos reductores de agua, de alto rango,
- g) Tipo G - Aditivos reductores de agua, de alto rango, y retardadores.
- h) Tipo S - Aditivos de comportamiento específico.

2.3.5.2. Razones de Empleo de aditivos

Para modificar las propiedades del concreto no endurecido, se puede mencionar:

- a) Reducción en el contenido de agua de la mezcla
- b) Incremento en la trabajabilidad de la mezcla sin modificación del contenido de agua; o disminución del contenido de agua sin modificación de la trabajabilidad.
- e) Reducción, Incremento o control del asentamiento
- d) Aceleración o retardo del tiempo de fraguado inicial
- e) Modificación de la velocidad y/o magnitud de la exudación
- f) Reducción o prevención de la segregación; o desarrollo de una ligera expansión
- g) Mejora en la facilidad de colocación y/o bombeo de las mezclas

Para modificar las propiedades de los concretos, morteros o lechada endurecidos:

- a) Retardo en el desarrollo del calor de hidratación o reducción en la magnitud de éste durante el endurecimiento inicial.
- b) Aceleración en la velocidad de desarrollo de la resistencia inicial y/o final del concreto y en el incremento de la misma.
- c) Incremento en la durabilidad, incluyendo su resistencia a condiciones severas de exposición.
- d) Disminución de la permeabilidad del concreto.
- e) Control de la expansión debida a la reacción álcali-agregados.

- f) Incremento en las adherencias acero-concreto; y concreto antiguo concreto fresco.
- g) Incremento en las resistencias al impacto y/o abrasión
- h) Control de la corrosión de los elementos metálicos embebidos en el concreto.
- i) Producción de concretos o morteros celulares
- j) Producción de concretos o morteros coloreados.

2.3.6. Calidad

Según la ISO 9000, calidad es el grado en el que un conjunto de características tales como físicas; sensoriales, de comportamiento, de tiempo, ergonómicas o funcionales inherentes cumplen con los requisitos implícitas u obligatorias.

2.3.7. Control de Calidad

Según las normas ISO 9000, es la parte de la gestión de la calidad (actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad, orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

2.3.8. Dossier de Calidad

Es el compendio de toda la documentación que garantiza al cliente que las actividades ejecutadas en el proyecto han cumplido con los requerimientos de calidad establecidos al inicio del mismo.

2.3.9. Propiedades del Concreto

2.3.9.1. Concreto Fresco

2.3.9.1.1. Trabajabilidad

Mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las

facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian.

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre agregados gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa. Un concreto es trabajable en la mayoría de circunstancias, cuando durante su desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de al menos 4" sobre el agregado grueso. El método tradicional de medir la trabajabilidad ha sido desde hace muchos años el "Slump" o asentamiento con el cono de Abrahams, ya que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, sin embargo, debe entenderse que es más una prueba de uniformidad que de trabajabilidad, pues es demostrable que se pueden obtener concretos con igual slump pero trabajabilidades notablemente diferentes para las mismas condiciones de trabajo.

2.3.9.1.2. Segregación

Fenómeno que se presenta cuando la viscosidad del mortero se reduce por insuficiente concentración la pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente, observándose que las partículas gruesas se separan del mortero. Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz.

2.3.9.1.3. Exudación

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de éste y mayor es el porcentaje de material menor que la malla No 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla. Es importante evaluar y controlar la exudación porque tiene efectos negativos y por ser una propiedad inherente a la estructura del concreto fresco se producirá inevitablemente.

La medición de la exudación está definida por la norma ASTM C 232 necesitándose sólo una pipeta como equipo adicional a las balanzas, moldes y probetas graduadas.

2.3.9.1.4. Contracción

Fenómeno que se presenta por pérdida de agua en el proceso de combinación química del cemento y el agua. La causa más común de contracción es la que sufre debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, esto es un proceso irreversible y se denomina contracción intrínseca.

Existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla. Este proceso no es irreversible, pues si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida.

Es, con frecuencia, una de las causas más importantes de los problemas de fisuración.

2.3.9.2. Concreto Endurecido

2.3.9.2.1. Elasticidad

Capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.

El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama Carga vs Deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra a definir un **"Módulo de elasticidad estático"** del concreto mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión última.

2.3.9.2.2. Resistencia

Capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación agua/cemento en peso. La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo junto a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto en la resistencia lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 140 a 400 kg/cm², habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que han permitido obtener resistencia sobre 700 kg/cm²; sin embargo, tecnologías con

empleo de los llamados polímeros, constituidos por aglomerantes sintéticos que se añaden a la mezcla, permiten obtener resistencias en compresión que bordean los 1 500 kg/cm², que se espera superar.

2.3.9.2.3. Extensibilidad

Propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones. Depende de la elasticidad y del denominado flujo plástico, constituido por la deformación, que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo.

El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes.

La microfisuración aparece normalmente alrededor del 60% del esfuerzo último, y a una deformación unitaria de 0.0012, y en condiciones normales la fisuración visible aparece para 0.003 de deformación unitaria.

2.3.10. Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión simple es una de las características mecánicas más importantes de un concreto y aún, no siendo una propiedad intrínseca del concreto se utiliza normalmente para mediciones de la calidad. Sin embargo, la resistencia a la compresión de un material que pasa de soportar la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material en una cantidad arbitraria, hasta la falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área de la sección transversal original de una probeta en un ensayo de compresión.

2.3.11. Especificaciones Técnicas

Conjunto de instrucciones, normas y disposiciones que rigen la ejecución y terminación de una obra y/o la prestación de un servicio; y las condiciones y requisitos que deben satisfacer: el personal, los materiales (simples o compuestos en obra), los equipos y los procedimientos utilizados para esos fines y/o los bienes que se desea adquirir. Forman parte integral del proyecto y complementan lo indicado en los planos y en el contrato.

2.3.12. Política, principios y plan de calidad empresarial aplicada en el caso

En la política de la Compañía ejecutora, SERGEPIN S.A.C. sobre Gestión de la Calidad se indica: "SERGEPIN S.A.C. es una Compañía que brinda servicios generales para la construcción y realiza construcciones para todos los diversos tipos de industria, con logística especializada en lugares remotos, como son la selva. Para lo cual adopta esta política como parte integral de sus actividades y asume el compromiso de proveer servicios con altos niveles de Calidad, preservando el Medio Ambiente en el que desarrolla sus actividades, así como la Seguridad y Salud de su personal y comunidades vecinas".

El Plan de Calidad, para el caso, define la forma en que SERGEPIN SAC, realiza las actividades necesarias para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad, aplicables a la ejecución de todos los procesos de construcción, según las Normas y especificaciones técnicas correspondientes, para el Proyecto del Cliente TELEMENIA PERU SAC. Para lograr esto, SERGEPIN SAC, condujo sus actividades en concordancia a los siguientes principios:

1. Implementar Sistemas de Gestión de Calidad, Seguridad, Medio Ambiente y Salud Ocupacional, de modo tal que aseguren la satisfacción de los clientes, la prevención de la contaminación, la respuesta planeada a emergencias. Todo ello dentro de un marco de mejora continua acorde con la naturaleza, escala e impactos de las actividades, productos y servicios involucrados y descritos en los documentos correspondientes.
2. Cumplir con la legislación y normativa aplicable a sus actividades, así como con otros requisitos que la organización pudiera suscribir.

3. Promover la calidad de vida de los empleados, previniendo las lesiones y enfermedades ocupacionales en los respectivos lugares de trabajo.
4. Identificar y evaluar los aspectos e impactos ambientales, e identificar los peligros y evaluar los riesgos de seguridad y salud ocupacional en los proyectos y negocios en que se participa, así como implementar las acciones y medidas de control necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de los procesos involucrados.
5. Planificar objetivos anualmente para evaluar la mejora mediante metas mensurables. Para ello, los lineamientos de esta Política brindan el marco de referencia de los objetivos.
6. Asegurar la competencia de todos sus empleados, para cumplir con sus tareas y Responsabilidades en base a una adecuada capacitación.
7. Establecer un plan de auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de esta política y demostrar la mejora del desempeño.
8. Proveer los recursos necesarios para el cumplimiento de esta Política y de los Objetivos establecidos.
9. Establecer un canal de comunicación para analizar y gestionar las inquietudes de las partes interesadas. Esta Política deberá estar disponible para las partes interesadas.
10. Asegurar la difusión, comprensión y cumplimiento de esta política a todo el personal que labora bajo el control de la organización; a fin de asegurar su adecuada concientización.

Básicamente tuvo en cuenta los siguientes modelos:

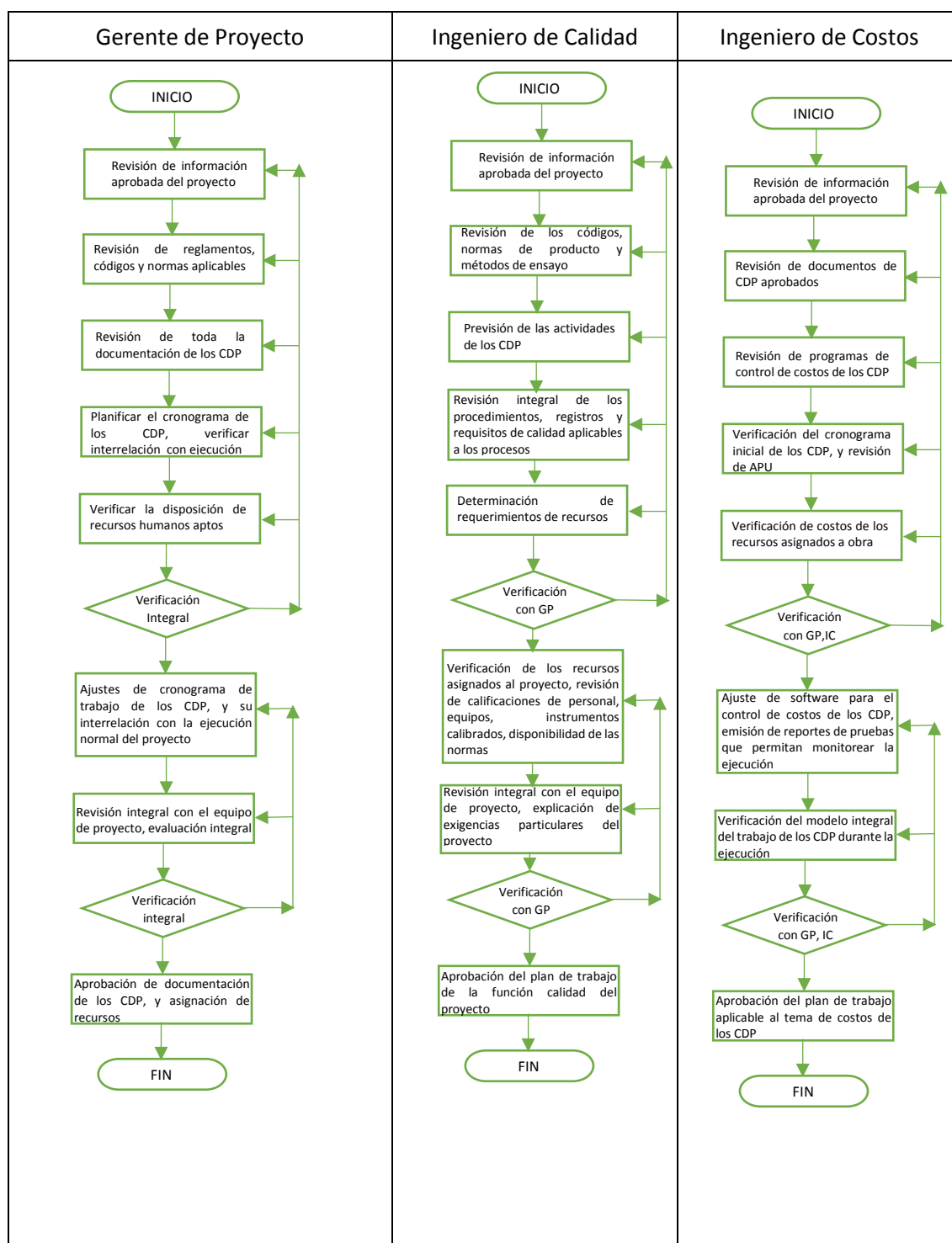


Figura 5. Modelo aplicable a la etapa de diseño

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia / Ing. Rubén Gómez Sánchez

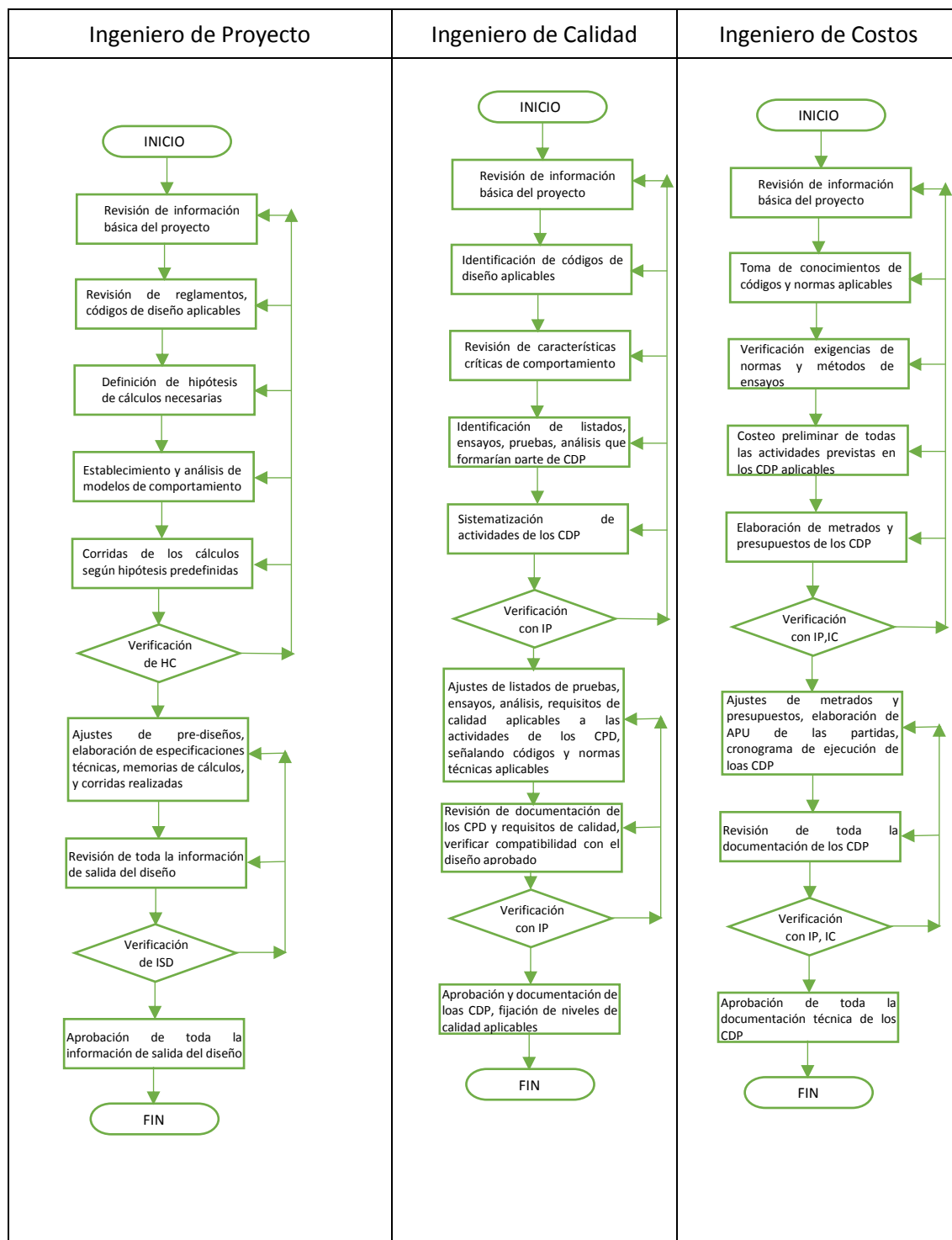


Figura 6. Modelo 02 aplicable a la etapa de construcción

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia / Ing. Rubén Gómez Sánchez

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El concreto es el material más usado en la construcción debido a su gran versatilidad. Con éste se pueden hacer diversas formas, únicamente con modificar el encofrado, y se pueden adoptar diferentes resistencias según lo defina el diseño estructural del elemento a construir. Muchos estudios han demostrado que para obtener las resistencias requeridas se deben llevar a cabo ciertos procedimientos, los mismos que están estipulados en nuestra normativa actual. Sin embargo, en la Selva Baja Peruana no existen agregados gruesos para la elaboración del concreto; y, nuestras normas no contemplan esta realidad, aplicándose la normativa, en las mismas condiciones, considerándose que, solamente el volumen de agregado grueso es enteramente reemplazado por arena y se mantienen todas las propiedades y hasta los mismos ensayos para su determinación.

El objetivo de la presente investigación es conocer **cómo influye la existencia o no del control de calidad en la resistencia del concreto, tanto del concreto elaborado en obra como del premezclado**. Para tal fin, se llevó a cabo el control de calidad en la elaboración del concreto tanto en obras que usan concreto premezclado como en aquellas que elaboran su propio concreto, en una segunda fase se obtuvieron muestras representativas para obtener el asentamiento y la resistencia a la compresión; finalmente se procesó dichos resultados en tablas para su entendimiento.

Las dudas sobre la resistencia de un concreto conllevan a consecuencias poco deseadas, ya que las investigaciones que se tienen que realizar introducen demoras y en ocasiones reparaciones, cuyos costos finalmente deben ser asumidos por una de las partes interesadas. Para asegurar que el concreto suministrado en un proyecto cumpla con los parámetros especificados, debe conducirse un **programa de calidad fundamentado en normas y procedimientos estadísticos**. A través este trabajo se hará énfasis en el

cumplimiento de las normas para alcanzar la calidad deseada en el concreto, tales como ACI-318¹, ACI-214² y ASTM³, adoptadas directa o indirectamente en el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

Con este trabajo se proporciona una guía sobre el estado del arte para el control de calidad del concreto. Los planteamientos están acompañados de fórmulas y parámetros de control estadístico. Inicialmente se plantea el concepto de calidad, seguido de los criterios para el diseño de una mezcla de concreto y los factores que producen variabilidad en la mezcla. **Se enfoca la calidad desde el punto de vista de la durabilidad y resistencia.** Posteriormente, se plantean los parámetros estadísticos que se utilizan en el diseño y control de calidad del concreto. Finalmente se plantean los límites permitidos, según las normas, para determinar el grado de calidad del concreto, incluyendo ejemplos de situaciones reales.

3.1.1. Descripción del Problema

Uno de los problemas, inherentes a la industria de la construcción es la **omisión o escaso control de calidad de los materiales de construcción en la preparación del concreto en obra en las diversas obras civiles**, pese a que dicho control se encuentra estipulado en las diferentes normas técnicas peruanas e internacionales, así como en las especificaciones técnicas de los proyectos, acción que conlleva a obtener un **concreto de muy baja calidad**, el mismo que no logra alcanzar el esfuerzo a la compresión deseada generando un periodo de diseño menor al proyectado; dicho control de calidad y gestión de calidad muchas veces ha quedado rezagada en comparación con los avances en diseño estructural y procesos constructivos; se debe entender que **el concreto es el material más importante en la**

¹ Organización basada en el comportamiento del concreto reforzado, construido en sitio

² Evaluación de los Resultados de los ensayos a compresión del concreto de obra

³ American Society for Testing and Materials

construcción a nivel mundial debido a su consistencia en estado fresco y su gran resistencia y durabilidad que presenta en su estado endurecido.

Como es sabido, desde mucho tiempo atrás, las construcciones han sido ejecutadas elaborando el concreto al pie de la obra (concreto *in situ*), al inicio esta aplicación fue netamente empírica y sin llevar un control que haya sido comprobado científicamente. Esta realidad, con el transcurrir del tiempo y el avance de la tecnología ha variado significativamente, puesto que, investigaciones han demostrado de manera fehaciente que **el comportamiento estructural del concreto se encuentra íntimamente ligada a un buen diseño de mezclas, a realizar buenas prácticas en su preparación, colocación y curado, y al control de calidad durante todos estos procesos.** En ese sentido, **llevar un adecuado control de calidad en la preparación del concreto es un hecho de vital importancia que debe efectuarse en cualquier tipo de obra civil,** debe ser controlado en todo momento, esto quiere decir desde conocer las propiedades del material (agregado fino, agregado grueso, agua, aditivos según sea el caso), el diseño tomando en cuenta dichas propiedades, ensayos en concreto fresco y endurecido, colocación del concreto en la estructura y el curado.

3.1.2. Formulación del Problema

3.1.2.1. Problema General

- ¿En qué medida la aplicación de un adecuado control de calidad en la preparación del concreto en obra, influye en la resistencia a la compresión del concreto endurecido, en la nueva Central Térmica de la ciudad de Iquitos - 2019?

3.1.2.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera influye la aplicación adecuada de las Normas Técnicas Peruanas en el control de calidad de los materiales constituyentes del concreto?

- ¿De qué manera influye una adecuada dosificación de los materiales conglomerantes constituyentes de la mezcla de concreto fresco en la resistencia a la compresión del concreto endurecido?
- ¿De qué manera una óptima relación agua - cemento en la elaboración de la mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto endurecido?
- ¿De qué manera influye una adecuada compactación en la colocación del concreto fresco en la resistencia a la compresión del concreto endurecido?
- ¿De qué manera influye un adecuado curado del concreto en obra en la resistencia a la compresión del concreto endurecido?

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo General

- Determinar la influencia de la aplicación de un adecuado control de calidad en el proceso de producción, colocación y curado del concreto, en su resistencia a la compresión del concreto endurecido, en la obra Nueva Central Térmica de la ciudad de Iquitos – 2019.

3.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la influencia de la aplicación adecuada de las Normas Técnicas Peruanas en el control de calidad de los materiales constituyentes del concreto.
- Determinar la influencia de una adecuada dosificación de los materiales conglomerantes constituyentes de la mezcla de concreto fresco en la resistencia a la compresión del concreto endurecido.

- Determinar la relación agua – cemento óptimo en la elaboración de la mezcla a fin de obtener una adecuada resistencia a la compresión del concreto endurecido.
- Establecer la influencia de una adecuada compactación en la colocación del concreto fresco en la resistencia a la compresión del concreto endurecido.
- Determinar la influencia en la resistencia a la compresión del concreto endurecido de un adecuado curado del concreto en obra.

3.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Un adecuado control de calidad en el proceso de selección de materiales, preparación, colocación y curado del concreto en obra, permite alcanzar resultados de resistencia a la compresión óptimos, en la Nueva Central Térmica de la ciudad de Iquitos.

CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO

4.1. Datos generales de la obra en la que se aplicó Gestión de la Calidad

Tabla 12. Datos generales de la obra en la que se aplicó Gestión de la Calidad

Obra	Construcción y ejecución de las obras civiles en planta eléctrica, ubicado en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto”.
Cliente (Propietario)	TELEMENIA PERÚ SAC
Constructor	SERGEPIN SAC
Ubicación	Distrito de Punchana, provincia de Maynas, región Loreto
Presupuesto	S/ 5 218 507.91
Plazo	367 días útiles (de lunes a sábado)
Modalidad	Precios Unitarios
Accesibilidad	Vía fluvial
Clima	Tropical húmedo: Temperatura mín media entre 20-22°C; Temperatura máx media entre 29 – 31 °C. Viento: 4- 5 m/seg Humedad relativa: 80 – 90 % Precipitación anual total: 2400 – 3100 mm Evaporación: potencial: 1040.60 mm/año Radiación solar: 381. 1 cal/cm día
Fisiografía	Terraza baja: Cotas comprendidas entre 119.50msnm y 126.70 msnm

Fuente. Expediente Técnico de la Obra Planta Eléctrica en mención

4.2. Ensayos para la selección de materiales, elaboración y colocación del concreto y determinación de sus propiedades físicas y mecánicas

- 4.2.1. Colección de las muestras: Cumpliendo la norma técnica correspondiente
- 4.2.2. Procedencia de los agregados: Agreg. grueso y arena gruesa de Canteras Yurimaguas
- 4.2.3. Preparación de las muestras: Cumpliendo la norma técnica correspondiente Número de muestras para cada tipo de ensayo: tres (03)
- 4.2.4. Acondicionamiento y Plan de curado de probetas en obra: Poza para 48 probetas
- 4.2.5. Ensayo de propiedades físicas de agregados

Atendiendo las recomendaciones de Chávez y Pinchi (2015), quienes señalan, entre otros aspectos, que, las características físicas más importantes de los agregados son: **peso unitario, peso específico, contenido de humedad, porosidad y la distribución granulométrica de las partículas, (conocida como granulometría), el módulo de finura;** para las cuales existen una serie de ensayos de laboratorio estandarizados, para su comparación con valores de referencia establecidos en las normas o para establecerlo en los diseños de mezclas de concreto; asimismo, lo señalado por Rivva (2007), quien señala que la granulometría es un elemento fundamental en la preparación del concreto, al estar relacionado con su trabajabilidad en estado fresco y en las propiedades del concreto endurecido, como la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad; se optó por determinar esas propiedades aplicando las normas técnicas que se señalan a continuación:

Tabla 13. Ensayos de agregados y normativa aplicada

ENSAYO	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Muestreo de los agregados	NTP 400.010	ASTM C 702
Requisitos para clasificación de agregados		ASTM C-33

Límites de gradación del agregado fino	NTP 400.037	ASTM C-33
Peso unitario o peso aparente del agregado fino: Peso Unitario Suelto (P.U.S.) y Peso Unitario Compactado o varillado (P.U.C.)	NTP 400.017	ASTM C -29
Peso específico, gravedad específica o densidad real; y, absorción de agregados finos	NTP 400.022	ASTM C-128
Contenido de humedad del agregado fino	NTP 339.185	ASTM C-566
Granulometría del agregado fino	NTP 400.012	
Módulo de finura	NTP 400.011	
Material fino que pasa la malla N° 200 (o sustancias perjudiciales)	NTP 400.018	ASTM C-117
Límites de gradación del agregado grueso	NTP 400.037	ASTM C-33
Peso unitario o peso aparente del agregado grueso: Peso Unitario Suelto (P.U.S.) y Peso Unitario Compactado o varillado (P.U.C.)	NTP 400.017	ASTM C- 29
Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso	NTP 400.022	ASTM C-127
Contenido de Humedad del agregado grueso	NTP 339.185	ASTM C-566
Granulometría del agregado grueso	NTP 400.012	ASTM C-136
Módulo de finura del agregado grueso	NTP 400.011	
Agregado Global (mezcla de agregado grueso y fino participante en la mezcla): Curvas Teóricas y Husos Totales		ASTM C-33 Husos DIM 1045

Tabla 14. Ensayos químicos de agregados según normas

Ensayo químico	Norma NTP	Norma ASTM	Norma AASHTO
Cloruros con ion Cl	NTP 339.177	ASTM D-512	AASHTO T 290
Sulfatos con ion SO ₄	NTP 339.178	ASTM D-516	AASHTO T 290
Sales solubles totales	NTP 339.152	ASTM D-1888	AASHTO T 290
Impurezas orgánicas totales	MTC E 213	ASTM C 40	
pH	NTP 339.176		AASHTO T 290

4.2.6. Ensayo de propiedades del concreto en estado fresco

Tabla 15. Propiedades del concreto en estado fresco y normativa aplicada

Ensayo	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Peso unitario	NTP 339.046	ASTM C-138
Consistencia (Asentamiento)	NTP 339.035	ASTM C- 143
Contenido de aire	NTP 339.046	
Exudación	NTP 339.077	

4.2.7. Ensayo de propiedades del concreto en estado endurecido

Tabla 16. Propiedades del concreto en estado endurecido y normativa aplicada

Ensayo	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Refrentado de testigos	NTP 339.037 (2008)	
Resistencia a la compresión	NTP 339.034	
Resistencia a la flexión en viga		ASTM C293
Módulo de elasticidad estático		ASTM C 469 - 94

4.2.7.1. Métodos de ensayo y equipo utilizado

Se efectuaron los ensayos indicados líneas arriba, para lo cual se utilizaron los equipos disponibles del laboratorio de ensayo de materiales y control de calidad "AMAZONIAN SOIL".

4.2.7.2. Ensayo de rotura a la compresión

Se realizaron ensayos a la compresión a las probetas de la mezcla de diseño a los 28 días; y, a los especímenes de las mezclas utilizadas en la construcción de los diversos elementos estructurales, se le sometió a la prueba a los siete (7) y veintiocho (28) días de edad del concreto.

4.3. Variables

4.3.1. Identificación de las Variables

Por su función dentro del problema son:

4.3.1.1. Variable Independiente

Control de Calidad en la preparación del concreto en obra

4.3.1.2. Variable Dependiente

Resistencia a la Compresión del Concreto

4.3.2. Definición de las Variables

4.3.2.1. Control de Calidad en la Preparación del Concreto en Obra

Conjunto de mecanismos, acciones y herramientas realizadas para detectar la presencia de errores, y de cierta forma comprobar el cumplimiento de los requisitos exigidos, para ello se deben verificar los procedimientos que tienen que ver, por ejemplo, con las Normas Técnicas de diseño de concreto.

4.3.2.2. Resistencia a la Compresión del Concreto

Magnitud máxima de la resistencia a carga axial de compresión de especímenes de concreto.

4.3.3. Operacionalización de las Variables

Tabla 17. Operacionalización de las Variables

VARIABLE E INDICADORES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
I. Variable Independiente X. Control de Calidad en la preparación del concreto en obra	Conjunto de mecanismos, acciones y herramientas realizadas para detectar la presencia de errores.	a) Ensayo de Materiales para el concreto	- Agua NTP 339.088 - Agregados NTP 400.010 y ASTM C702 - Granulometría NTP 400.012; 400.037 y ASTM C702 - Contenido de Humedad NTP 339.185 y ASTM C566 - Resistencia a los sulfatos NTP 400.016 y ASM C88

		b) Ensayos del Concreto en Estado Fresco	- Concreto en estado fresco NTP 339.116 ASTM C172 y MT C701 - Temperatura NTP 339.184 y ASTM C1064 - Asentamiento NTP 339.035 y ASTM C670 y MTC 705 - Peso Unitario, Rendimiento y Contenido de aire del concreto NTP 339.046; ASTM C 138 y MTC 705
II. Variable Dependiente Y. Resistencia a la Compresión del Concreto	Se puede definir como la magnitud máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto	a) Ensayos del Concreto en Estado Endurecido	- Elaboración y curado de probetas cilíndricas NTP 339.033 1999 - Refrentado de Testigos NTP 339.037 2008 - Resistencia a la compresión NTP 339.034 2008

Fuente: Loa Autores, 2018.

4.4. Método

4.4.1. Tipo de Investigación

La investigación fue de tipo cuantitativo

4.4.2. Diseño de Investigación

Diseño descriptivo correlacional

4.4.3. Población y Muestra

La población se circunscribe a las diversas obras civiles que se ejecutaron en las instalaciones de la Nueva Central Térmica de la ciudad de Iquitos. La muestra está conformada por cuarenta y ocho (48) especímenes obtenidos de las diversas obras civiles que se ejecutaron en dicha central.

4.5. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de recolección de datos

Observación y Análisis Documental

4.6. Procesamiento y Análisis de la Información

Para el procesamiento de la información se utilizó el paquete estadístico de Excel - Microsoft.

En el análisis de la información secundaria se tuvo en cuenta casuística de textos académicos y los hallazgos de trabajos de investigación efectuados en otras universidades y se comparó con los resultados encontrados de los ensayos del concreto efectuados en la presente obra (Alvarado, 2005), (López y Zare, 2014).

CAPITULO V: RESULTADOS

Tabla 18. Moldeo de especímenes por apisonado. Requisitos

Diámetro de Cilindros (mm)	Número de capas de igual Altura	Número de golpes por Capa
100	2	25
150	3	25
225	4	50

FUENTE: NTP 339.209

Tabla 19. Moldeo de especímenes por vibración. Requisitos

Diámetro de Cilindros (mm)	Número de capas de igual Altura	Número de inserciones de vibrado Capa por Capa	Altura aproximada de capa (mm)
100	2	1	Mitad de altura de especimen
150	2	2	Mitad de altura de especimen
225	2	4	Mitad de altura de especimen

FUENTE: NTP 339.209

RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N. T. P. 339.034 – A.S.T.M. C 39

f'_c de diseño: 255 kg/cm²

Tabla 20. Cuadro de resultados de ensayos de resistencia a la compresión

Nº Muestra	Estructura o Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)
1	Viga Water Tank 1000M3 y losa paño 6	26/02/2016	04/03/2016	7	228
2		26/02/2016	04/03/2016	7	236
3		26/02/2016	04/03/2016	7	223
1	Viga Water Tank 1000M3 y losa paño 6	26/02/2016	25/03/2016	28	334
2		26/02/2016	25/03/2016	28	306
3		26/02/2016	25/03/2016	28	294
1	Losa del Radiator FARM	23/03/2016	30/03/2016	7	218
2		23/03/2016	30/03/2016	7	201
3		23/03/2016	30/03/2016	7	198
1		28/03/2016	04/04/2016	7	205

2	Losa radiadores, Vigas B2 y B5- ANNEX y Muro Contención 62 Paño 1	28/03/2016	04/04/2016	7	198
3		28/03/2016	04/04/2016	7	211
1	Losa radiadores eje 22 – 24; M – L y Uña Muro de Contención 62	30/03/2016	06/04/2016	7	210
2		30/03/2016	06/04/2016	7	182
3		30/03/2016	06/04/2016	7	218
1	Losa Boiler	05/04/2016	12/04/2016	7	218
2		05/04/2016	12/04/2016	7	222
3		05/04/2016	12/04/2016	7	223
1	Losa Boiler	05/04/2016	03/05/2016	28	287
2		05/04/2016	03/05/2016	28	296
3		05/04/2016	03/05/2016	28	294
1	Viga tanque 200M3 Water Tank	27/04/2016	04/05/2016	7	219
2		27/04/2016	04/05/2016	7	196
3		27/04/2016	04/05/2016	7	194
1	Losa Boiler	07/05/2016	14/05/2016	7	226
2		07/05/2016	14/05/2016	7	231
3		07/05/2016	14/05/2016	7	224
1	Muro Annex: Zapata Sub estación y Pedestal de Boiler	17/05/2016	24/05/2016	7	229
2		17/05/2016	24/05/2016	7	221
3		17/05/2016	24/05/2016	7	231
1	Zapata de rampa Zona de Main Building	18/05/2016	05/05/2016	7	232
2		18/05/2016	05/05/2016	7	229
3		18/05/2016	05/05/2016	7	222
1	Muros Blower- Main Building	21/05/2016	28/05/2016	7	237
2		21/05/2016	28/05/2016	7	232
3		21/05/2016	28/05/2016	7	230
1	Losa ampliación de zona de Blower: Muro tanque cota 95.15	17/06/2016	24/06/2016	7	231
2		17/06/2016	24/06/2016	7	221
3		17/06/2016	24/06/2016	7	226
1	Muro Blower Losa y Losa Annex cota 93.40	22/06/2016	29/06/2016	7	227
2		22/06/2016	29/06/2016	7	225
3		22/06/2016	29/06/2016	7	231
1	Losa Modelo D: Murto Tank Farm Eje 6. MK: Losa de Blower por Annex	27/06/2016	04/07/2016	7	232
2		27/06/2016	04/07/2016	7	230
3		27/06/2016	04/07/2016	7	219
1	Losa de Blower "Main Building"	26/08/2016	02/09/2016	7	229
2		26/08/2016	02/09/2016	7	231
3		26/08/2016	02/09/2016	7	231

Fuente: Los Autores, 2018.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis de Investigación:

Un adecuado control de calidad en el proceso de selección de materiales en la preparación, colocación y curado del concreto en obra, permite alcanzar resultados de resistencia a la compresión óptima en la nueva central térmica de la ciudad de Iquitos.

VI: Control de calidad en la preparación del concreto en obra

VD: Resistencia a la compresión del concreto

Tabla 21. Datos de estadísticas de grupo

Resistencia a la Compresión N.T.P.339.034 - A.S.T.M. C39	Edad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Resistencia obtenida	7	42	220,880	12,8900	1,9890
	28	6	301,830	16,9050	6,9010
Resistencia de diseño	7	42	178,500	0,0000 ^a	0,0000
	28	6	178,500	0,0000 ^a	0,0000

Fuente: Los Autores, 2018.

Hipótesis Estadística

La resistencia a la compresión en kg/cm^2 , de diseño es igual a la resistencia a la compresión obtenida, evaluadas en el periodo de 7 y 28 días.

La resistencia a la compresión en kg/cm^2 , de diseño es diferente a la resistencia a la compresión obtenida, evaluadas en el periodo de 7 y 28 días.

Para la verificación de la hipótesis, primero se verificó si las muestras son homogéneas, para lo cual se utiliza el análisis de igualdad de varianzas de las muestras de especímenes de concreto utilizando la prueba de Levene.

Análisis

Hipótesis nula: La variabilidad de la resistencia de diseño es igual a la resistencia obtenida medida en kg/cm^2

Hipótesis alternativa: La variabilidad de la resistencia de diseño es diferente a la resistencia obtenida medida en Kg/cm^2

Nivel de significación: 5%

Estadística de prueba: prueba de Levene

Decisión: Se rechaza la hipótesis si p valor, es menor que el nivel de significación especificado

Tabla 22. Análisis de la hipótesis

Resistencia obtenida	Análisis Levene		Decisión
	F	Significación	
Se asume varianzas iguales	0.393	0,534	P valor >0.05
No se asumen varianzas iguales			

Fuente: Los Autores, 2018.

Conclusión: p valor es mayor que el nivel de significación, lo que indica que las muestras de especímenes de concreto son homogéneas.

Verificación de la hipótesis de igualdad de promedios de la resistencia

Hipótesis nula: La resistencia a la compresión en kg/cm^2 , de diseño **es igual** a la resistencia a la compresión obtenida evaluadas en el periodo de 7 y 28 días.

Hipótesis alternativa: La resistencia a la compresión en kg/cm^2 , de diseño **es diferente** a la resistencia a la compresión obtenida, evaluadas en el periodo de 7 y 28 días.

Nivel de significación: 5%

Estadística de prueba: t de student para muestras independientes

Análisis: prueba de muestras independientes

Tabla 23. Análisis: prueba de muestras independientes

Prueba	Grados de libertad	Significación bilateral
t		
- 13,858	46	0.000

Fuente: Los Autores, 2018.

Decisión: Si P valor es menor del 5%, se rechaza la hipótesis nula

Conclusión: La resistencia a la compresión en kg/cm², de diseño es **diferente** a la resistencia a la compresión obtenida, evaluadas en el periodo de 7 y 28 días.

Las muestras de los especímenes son homogéneas, las resistencias obtenidas son mayores a las resistencias de diseño, lo que verifica que el adecuado control durante los procesos de selección de materiales, preparación, colocación y curado del concreto en obra, permitió alcanzar resultados de resistencia a la compresión óptimas en la Construcción y ejecución de las obras civiles en planta eléctrica, ubicada en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

Los cuadros que se presentan fueron elaborados en base a las Fichas de Evaluación de Control de Calidad que la Constructora hacía uso permanentemente; y, se adjuntan en los Anexos.

Inicialmente se muestra la Tabla que muestra la localización de las muestras e incluye el tipo de elemento estructural para el cual se elaboró el concreto.

En la Tabla se observa la codificación de la muestra hecha por el personal investigador, la fecha en la que se sacó la muestra, las fechas en las que se elaboraron los ensayos de resistencia a la compresión, así como los resultados de las mismas.

Como se puede ver en las tablas, el 100% de las muestras ensayadas a las edades de 7 días sobrepasan el 70 % de la resistencia del concreto a esa edad. Por su parte, también el 100% de las muestras ensayadas a los 28 días pasan a la resistencia del concreto de diseño.

Ambos porcentajes obtenidos son muy similares por lo que se puede llegar a obtener un pronóstico muy acertado con los valores de resistencia alcanzados a los 7 días.

Realizando un análisis comparativo en función de la similitud de diseños de mezclas, podemos deducir que el diseño empleado en obra es similar al diseño originalmente planteado, y que la relación agua cemento fue también controlada a partir del cuidado de los contenidos de humedad de los agregados y midiendo el slump; por lo que, se logra la resistencia requerida sin necesidad de incorporar algún tipo de aditivo.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

De la evaluación de los resultados del presente trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- Un adecuado control de calidad en el proceso de selección de materiales en la preparación, colocación y curado del concreto en obra, permite alcanzar resultados de resistencia a la compresión óptimos en la Nueva Central Térmica de la ciudad de Iquitos. La Hipótesis de Investigación ha quedado confirmada.
- El control de calidad a la elaboración del concreto, respetaba mínimamente los criterios técnicos establecidos; lo cual ha sido garantía para que las resistencias encontradas hayan estado por encima de lo esperado, con lo que se comprueba y alcanza el objetivo del trabajo de investigación.
- Proveer de un diseño de mezclas específico según las propiedades de cada agregado que se va a usar en campo, aumenta las probabilidades de obtener un concreto cuya resistencia sea lo más próximo a lo esperado a los 28 días, es decir que no llegue a un valor menor, ni tampoco se encuentre sobredimensionado.
- No es estrictamente necesario requerir concreto premezclado para garantizar un buen resultado en la resistencia del concreto, pues como se demostró, en aquellas obras donde el control de calidad era adecuado, los resultados fueron favorables.
- Los resultados de ensayos de resistencia a la compresión a los 7 días son muy predictivos al momento de estimar si la resistencia del concreto llegaría a alcanzar al valor esperado a los 28 días.
- Una variación en exceso o en defecto del asentamiento (slump) medido en campo con respecto al esperado, determina que los valores de la resistencia sean más dispersos en relación a lo proyectado.
- La presencia de un profesional responsable de la calidad en obra no siempre garantiza obtener resultados favorables, si este profesional no está totalmente capacitado sobre

los procedimientos adecuados para elaborar un concreto que cumpla con los requerimientos técnicos necesarios. En diversas obras públicas que demandan de la presencia de profesionales responsables, al menos el 15% de las probetas ensayadas no alcanzan la resistencia requerida; y, en obras privadas los resultados desfavorables alcanzan valores muy superiores, pues, los procesos de elaboración de concreto no cuentan con la supervisión de un profesional capacitado, ni con diseños de mezcla previos o realizados durante la ejecución, dado a que simplemente hacen uso de una sola dosificación para toda la obra, exista o no variación de granulometría o humedad de los agregados.

- La obtención de buenos resultados en la resistencia del concreto no implica que tenga la misma característica en los elementos estructurales, pues el mal vibrado o el tamaño nominal excesivo del agregado genera "cangrejas" produciendo la no distribución uniforme del concreto.

7.2. RECOMENDACIONES

- Aplicar las normas técnicas y emplear los procedimientos mínimos de control de calidad en la elaboración de concreto; estudiar y conocer el origen y las propiedades de los agregados; y, respetar el diseño de mezcla que se realice; garantiza la obtención de óptimas resistencias.
- Contar con la presencia de un ingeniero civil como responsable de la gestión de la calidad, capacitado en concretos, a fin de obtener resultados óptimos en la resistencia del concreto y que garantice la capacidad y el desempeño de cada uno de los elementos estructurales integrantes del sistema estructural a construirse.
- Realizar los ensayos de Resistencia a la Compresión, con la finalidad de verificar si los procesos de elaboración del concreto son correctos y responden a las especificaciones técnicas previstas en los expedientes.
- Realizar el ensayo de Asentamiento del Concreto para controlar la relación agua - cemento y, tener la certeza de que la cantidad de agua usada no es excesiva o insuficiente en la elaboración del concreto.

- Proteger bajo cobertura a los agregados. Atender, asimismo, los requerimientos de la Norma Técnica Peruana E-060 referente al concreto del Reglamento Nacional de edificaciones, pues el agregado debe estar protegido, no mezclado, ni contaminado, así como también tener el tamaño máximo nominal adecuado.
- Marcar los depósitos que serán empleados para el abastecimiento de los agregados, señalando el nivel con las cantidades aproximadas según el diseño de mezcla, de este modo al ser abastecidos a la máquina mezcladora, se disminuye el riesgo de alterar los parámetros de diseño.
- Se recomienda estudiar en próximas investigaciones, las consecuencias de utilizar más cemento de lo requerido, cuando se use arena solamente en la elaboración del concreto.

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarado Jorge. "Supervisión de obras de Concreto". Editorial Planeta. Lima-Perú.2005.
2. ASTM INTERNATIONAL. "Normas ASTM C702". Editorial ASTM International. USA. 1998
3. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Norma Técnica Peruana NTP 339.185. Indecopi. Lima-Perú. 2001
4. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Norma Técnica Peruana NTP 339.047. Indecopi. Lima-Perú. 1979
5. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Norma Técnica Peruana NTP 400.010. Indecopi. Lima-Perú. 2001
6. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Norma Técnica Peruana NTP 400.012. Indecopi. Lima-Perú. 2002
7. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Norma Técnica Peruana NTP 400.017. Indecopi. Lima-Perú. 2002
8. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Norma Técnica Peruana NTP 400.021. Indecopi. Lima-Perú. 2002
9. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Norma Técnica Peruana NTP 400.022. Indecopi. Lima-Perú. 2002
10. Comité ACI 318. "Requisitos de reglamento para concreto estructural ACI 318S-08 y comentario". Editorial Farmington Hills. Michigan-USA. 2008
11. Chuquival N.A. y Marín J.A. (2017). "Sistema Integrado de Gestión (SIG) para la construcción de la carretera Santo Tomás y acceso a la comunidad de Santa Clara, distrito San Juan Bautista – Maynas". Tesis para optar al título de ingeniero civil. Programa de Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Iquitos – Perú.
12. López V. y Zare C. M. 2014. Influencia del control de calidad en la resistencia del concreto preparado en obra y en el concreto premezclado de Chimbote y Nuevo Chimbote. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad

- Nacional del Santa. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional Ingeniería Civil.
13. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. "Manual de ensayos de materiales (EM-2000)". Editorial ICG. Lima-Perú. 2003
 14. Normas ASTM. Designation C685/C 685M - O: Standard Specification Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixings.
 15. Pasquel Carbajal Enrique. "Tópicos de tecnología del concreto". Editorial Consejo Nacional CIP. Segunda Edición. Lima-Perú.1998.
 16. Pasquel Carbajal Enrique. "Supervisión de Obras de concreto". Editorial Capítulo Peruano del ACI. Primera Edición. Lima-Perú.2004
 17. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. 2009.
 18. Rivva López Enrique. "Diseño de mezclas". Editorial Lima Fondo. Lima-Perú. 2004
 19. Rivva López Enrique. "Naturaleza y materiales del concreto". Editorial Capítulo Peruano del ACI. Primera Edición. Lima-Perú. 2000.
 20. Constructora Landa S.A.S, (1993). Reseña Histórica. Página consultada el 19 de mayo de 2017. En: <http://www.landa.com.co/html/10>.
 21. Cuba V. A., (2014). Diseño de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2004, para una empresa constructora. Universidad Internacional Iberoamericana, UNINI. Tesis de Maestría, México.
 22. Cuba V. A., (2015). Sistema integrado para empresas de construcción en Cusco. Universidad Europea de Energía y Medio Ambiente (UEMA).
 23. Observatorio Medioambiental 2015, vol. 18 41-56, ISSN:1139-1987.
 24. Dasa Bedoya, Aura Mery y Pérez Zorro, Ana Victoria. 2012. Propuesta para la implementación de un sistema integrado de gestión en la constructora LANDA SAS, bajo el enfoque de las normas internacionales ISO 9001: 2008, ISO 14001:2007 y

OSHAS 18001:2008. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería.
Dirección de Post Grados. Especialización en Gerencia Integral de Proyectos.

25. Salgado, Q.R. (2010) "Sistema Integrado de Gestión (S.I.G.) para la Construcción de Obras Civiles, Aplicado a la Construcción de Puentes". Universidad Austral de Chile, Chile. Valdivia: Escuela Ingeniería en Construcción. Obtenido de:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcis164s/doc/bmfcis164s.pdf>

ANEXOS

Anexo N° 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo N° 2. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD: “Construcción y ejecución de las obras civiles en planta eléctrica, ubicado en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, departamento de Loreto”

Anexo N° 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "INFLUENCIA DEL CONTROL DE CALIDAD EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PREPARADO EN OBRA, EN LA NUEVA CENTRAL TÉRMICA DE LA CIUDAD DE IQUITOS - 2019"					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problemas Generales	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	X ₀ :	Tipo de Investigación
¿En qué medida la aplicación de un adecuado control de calidad en la preparación del concreto en obra, influye en la resistencia a la compresión del concreto endurecido, en la nueva Central Térmica de la ciudad de Iquitos - 2019?	Determinar la influencia de la aplicación de un adecuado control de calidad en el proceso de producción, colocación y curado del concreto, en su resistencia a la compresión del concreto endurecido, en la obra Nueva Central Térmica de la ciudad de Iquitos – 2019.	H₀: Un adecuado control de calidad en el proceso de selección de materiales, preparación, colocación y curado del concreto en obra, permite alcanzar resultados de resistencia a la compresión óptimos, en la Nueva Central Térmica de la ciudad de Iquitos.	X₀: Control de Calidad en la preparación del concreto en obra	- Agua NTP 339.088 - Agregados NTP 400.010 y ASTM C702 - Granulometría NTP 400.012; 400.037 y ASTM C702 - Contenido de Humedad NTP 339.185 y ASTM C566 - Resistencia a los sulfatos NTP 400.016 y ASM C88 - Concreto en estado fresco NTP 339.116 ASTM C172 y MT C701 - Temperatura NTP 339.184 y ASTM C1064 - Asentamiento NTP 339.035 y ASTM C670 y MTC 705 - Peso Unitario, Rendimiento y Contenido de aire del concreto NTP 339.046; ASTM C 138 y MTC 705	La investigación fue de tipo cuantitativo
Problemas específicos	Objetivos específicos		Variable Dependiente	Y ₀ :	Diseño de Investigación
¿De qué manera influye la aplicación adecuada	Determinar la influencia de la aplicación adecuada de las		Y ₀ :	Elaboración y curado de probetas cilíndricas NTP	Diseño descriptivo correlacional

de las Normas Técnicas Peruanas en el control de calidad de los materiales constituyentes del concreto? • ¿De qué manera influye una adecuada dosificación de los materiales conglomerantes constituyentes de la mezcla de concreto fresco en la resistencia a la compresión del concreto endurecido? • ¿De qué manera una óptima relación agua - cemento en la elaboración de la mezcla influye en la resistencia a la compresión del concreto endurecido? • ¿De qué manera influye una adecuada compactación en la colocación del concreto fresco en la resistencia a la compresión del concreto endurecido? • ¿De qué manera influye un adecuado curado del concreto en obra en la resistencia a la compresión del concreto endurecido?	Normas Técnicas Peruanas en el control de calidad de los materiales constituyentes del concreto. • Determinar la influencia de una adecuada dosificación de los materiales conglomerantes constituyentes de la mezcla de concreto fresco en la resistencia a la compresión del concreto endurecido. • Determinar la relación agua – cemento óptimo en la elaboración de la mezcla a fin de obtener una adecuada resistencia a la compresión del concreto endurecido. • Establecer la influencia de una adecuada compactación en la colocación del concreto fresco en la resistencia a la compresión del concreto endurecido. • Determinar la influencia en la resistencia a la compresión del concreto endurecido de un adecuado curado del concreto en obra.		Resistencia a la Compresión del Concreto	339.033 1999 - Refrentado de Testigos NTP 339.037 2008 - Resistencia a la compresión NTP 339.034 2008	
--	---	--	---	--	--

Fuente: Los Autores, 2018.

Anexo N° 2. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	
CLIENTE: TELEMENIA	Doc. N° PPCC-001
<u>SERGEPIN SAC</u>	Rev: 2 Fecha: 17/06/2017



CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA
ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE
MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

El presente Plan de Calidad define la forma en que SERGEPIN SAC, realiza las actividades necesarias para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad, aplicables a la ejecución de todos los procesos de construcción, según las Normas y especificaciones técnicas correspondientes, para el Proyecto del Cliente TELEMENIA PERU SAC.

La documentación que sustente el desarrollo de las diferentes actividades constructivas, permitirá finalmente dar la confiabilidad al cliente de que los trabajos que realice SERGEPIN SAC serán concordantes con las exigencias de calidad aplicables a dichos procesos, en la realización del presente Proyecto.



1.1. POLÍTICA

SERGEPIN S.A.C. es una Compañía que brinda servicios generales para la construcción y realiza construcciones para todos los diversos tipos de industria, con logística especializada en lugares remotos, como son la selva. Para lo cual adopta esta política como parte integral de sus actividades y asume el compromiso de proveer servicios con altos niveles de Calidad, preservando el Medio Ambiente en el que desarrolla sus actividades, así como la Seguridad y Salud de su personal y comunidades vecinas.

Para lograr esto, conducirá todas sus actividades acorde a los siguientes principios:

11. Implementar Sistemas de Gestión de Calidad, Seguridad, Medio Ambiente y Salud Ocupacional, de modo tal que aseguren la satisfacción de los clientes, la prevención de la

	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001 Versión 1 Página 2 de 140
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	

contaminación, la respuesta planeada a emergencias. Todo ello dentro de un marco de mejora continua acorde con la naturaleza, escala e impactos de las actividades, productos y servicios involucrados y descritos en los documentos que conforman nuestro Sistema de Gestión Integrado.

12. Cumplir con la legislación y normativa aplicable a sus actividades, así como con otros requisitos que la organización pudiera suscribir (contratos, acuerdos, convenios, etc.).
13. Promover la calidad de vida de los empleados, previniendo las lesiones y enfermedades ocupacionales en los respectivos lugares de trabajo.
14. Identificar y evaluar los aspectos e impactos ambientales, e identificar los peligros y evaluar los riesgos de seguridad y salud ocupacional en los proyectos y negocios en que se participa, así como implementar las acciones y medidas de control necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de los procesos involucrados.
15. Planificar objetivos anualmente para evaluar la mejora mediante metas mensurables. Para ello, los lineamientos de esta Política brindan el marco de referencia de los objetivos.
16. Asegurar la competencia de todos sus empleados, para cumplir con sus tareas y Responsabilidades en base a una adecuada capacitación.
17. Establecer un plan de auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de esta política y demostrar la mejora del desempeño.
18. Proveer los recursos necesarios para el cumplimiento de esta Política y de los Objetivos establecidos.
19. Establecer un canal de comunicación para analizar y gestionar las inquietudes de las partes interesadas. Esta Política deberá estar disponible para las partes interesadas.
20. Asegurar la difusión, comprensión y cumplimiento de esta política a todo el personal que labora bajo el control de la organización; a fin de asegurar su adecuada concientización.

Roger Chong Villacorta
Gerente General

	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001 Versión 1 Página 3 de 140
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	

ÍNDICE

1. OJBETIVO
2. ALCANCE
3. DOCUMENTACION DE REFERENCIA
4. REQUISITOS DE LA DOCUMENTACION
5. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA
6. ORGANIZACIÓN DE LA OBRA
7. PROCEDIMIENTOS Y NORMAS
 - 7.1. Registros
 - 7.2. Aprobación de Registro
 - 7.3. Tratamiento de No Conformidades
8. CONSTRUCCIONES Y LABORES
 - 8.1. Trabajos Provisionales
 - Instalación de Oficinas, almacenes, patio de máquinas, área de lavados y sistema de tratamiento de agua.
 - 8.2. Trabajos Preliminares
 - Transporte de Materiales y Maquinarias
 - Acopio de material: Piedra, arena, cemento, acero.
 - Trazo, niveles y replanteo
 - Desbroce y limpieza.
 - Almacenamiento de top soil.
 - 8.3. Movimiento de Tierra
 - Corte de Terreno con Maquinaria
 - Refine y Nivelación de la Sub-rasante (Relleno).
 - Eliminación de Material Excedente
 - 8.4. Otras actividades.
 - Habilitación de acero de construcción
 - Encofrado y desencofrado de estructura
 - Vaciado de concreto
 - Curado de concreto

	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001 Versión 1 Página 4 de 140
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	

CONTROL DE LA CALIDAD

- Plan de control de calidad, tienen procedimientos de toma de muestras y periodicidad, determinaciones que se realizan, métodos de análisis, especificaciones de calidad de los productos y destino de los productos que no superen las especificaciones.
- Datos del laboratorio externos que realiza el control de calidad: métodos de análisis y técnicas acreditadas de acuerdo al trabajo a realizar.
- Muestroteca: procedimiento de envasado, identificación, conservación y almacenamiento de las muestras.
- Medidas que garantizan la trazabilidad de los productos.

1. OBJETIVO

El presente Plan de Calidad tiene por objetivo establecer y definir toda la metodología y documentación que SERGEPIN SAC realizará para el Control de Calidad en las Obras para la construcción y ejecución del Proyecto “CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES EN LA PLANTA ELÉCTRICA UBICADA EN EL DISTRITO DE PUCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO”.

2. ALCANCE

El presente Plan de Calidad es aplicable a todas las actividades que comprenden la ejecución y construcción del presente proyecto.

3. DOCUMENTACION DE REFERENCIA

- Normas Técnicas y Códigos aplicables ASTM, ANSI, AISC, AISI, ASME, ACI, AWS, SSPC
- NPT ISO 8402 Gestión de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad - Vocabulario.
- NPT ISO 9001 Sistemas de la Calidad. Modelo para el Aseguramiento de la Calidad en el Diseño, Producción, Instalación y Servicio Postventa.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Decreto Supremo n°011-2006-Vivienda.
- Especificaciones Técnicas del Proyecto.
- Sistema Integrado de Gestión SERGEPIN SAC

4. REQUISITOS DE LA DOCUMENTACION

SERGEPIN SAC establece, documenta y mantiene un Sistema Integrado de Gestión donde involucra el Control de Calidad y Efectúa la mejora continua de su eficacia, en todas las actividades que desarrolla.

Los documentos en los que se establece el Sistema de Control de calidad son los siguientes:

- **Política de Calidad**

	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001 Versión 1 Página 5 de 140
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	

En la Política de Calidad, definida por la Gerencia General, se plasman las directrices y objetivos generales en relación al Sistema de Control de Calidad.

➤ **Planes de Inspección y Ensayo**

Son documentos específicos que describen los puntos de control y liberación de actividades, describiendo quien, como, cuando, donde, debe realizarse una determinada actividad para darle conformidad.

➤ **Procedimientos de Trabajo Seguro**

Son documentos complementarios del Manual de Calidad, Seguridad- Salud en el Trabajo y Medio Ambiente, en los que se describe, con el nivel necesario en cada caso, quien, como, cuando, donde, para que y con que debe realizarse una determinada actividad contemplada en el Manual.

➤ **Registros**

Son documentos que SERGEPIN SAC establece y mantiene donde se proporciona evidencia de la conformidad a la operación del Sistema de Control de Calidad, Seguridad-Salud en el Trabajo, Medio Ambiente y/o desarrollo de un procedimiento.

➤ **Planes de Custodia de Muestras**

Documento complementarios que indican el Sistema de protección de muestras desde su obtención hasta la información de resultados de ensayos contemplados en los Planes de Calidad.

➤ **Instrucciones Técnicas / Estándares de Seguridad**

Documentos Complementarios de los Procedimientos, similares a ellos, en el sentido que determinan igualmente la forma de realizar las actividades relativas al Sistema de Control en Calidad.

➤ **Documentos que definen el producto**

El Producto se define, a partir de los requerimientos del cliente, por medio de planos, Especificaciones Técnicas, Normas Nacionales y/o Internacionales, normas particulares de clientes, etc.

5. DESCRIPCION DE LA OBRA

El proyecto consiste en la construcción y ejecución de las obras civiles en la planta eléctrica, ubicada en el Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, con las siguientes actividades dispuestas en el cronograma que se menciona a continuación:

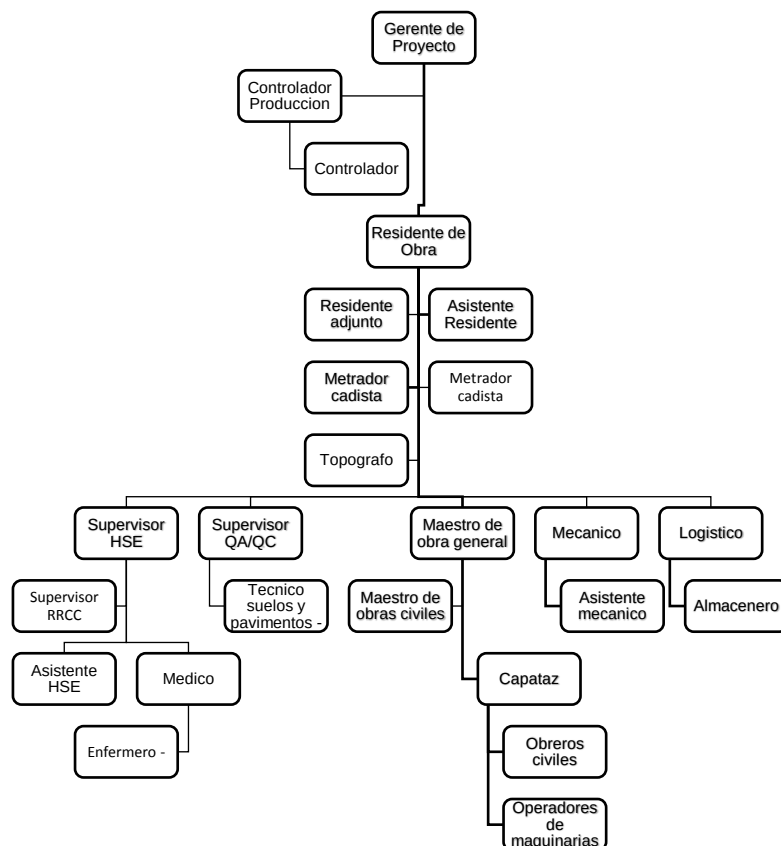
CRONOGRAMA DE AVANCE DE OBRAS

CRONOGRAMA DE AVANCE DE OBRAS							
EDIFICIOS	OBRAS	1	2	3	4	5	6
Movimientos de tierras	Earthworks						
Cercas y caminos de acceso	civil						
Edificio principal	civil						
Annex Building	civil						
Radiadores	civil						

	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001 Versión 1 Página 6 de 140
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	

Gases de escape	civil	
Patio de tanques	civil	
casa para bombas	civil	
sitio de puentes	civil	
Tratamiento de aguas	civil	
Alojamiento	civil	
Sub Estación	civil	
Pre Puesta en marcha	civil	

6. ORGANIZACIÓN DE LA OBRA



La organización de la obra fue dispuesta según las necesidades de control, requisitos por parte del cliente, restricciones del EIA así como por iniciativa propia, siempre cumpliendo con el objetivo de realizar nuestras actividades con la calidad esperada, y acordes con los lineamientos dispuestos en toda la documentación de referencia (Contrato, Procedimientos, EIA, Normas Técnicas, etc).

7. PROCEDIMIENTOS Y NORMAS

Para este proyecto, así como para todas las obras civiles en que SERGEPIN SAC participa, se establecen los distintos procedimientos y registros que darán conformidad a nuestras responsabilidades

	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001 Versión 1 Página 7 de 140
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	

en materia de Seguridad y Salud, Medio Ambiente y Calidad de Obra, es por ello que a continuación se mencionan estos:

Seguridad, Salud y Medio Ambiente:

Los procedimientos de Trabajo seguro, busca describir la mejor forma de realizar las actividades, tomando en cuenta la identificación de riesgos físicos y ambientales, para poder minimizar nuestros impactos hasta evitarlos completamente.

De todos los procedimientos anteriores, siempre tendremos registro de Charlas de seguridad, AST (Análisis Seguro de Trabajo) y PT (Permisos de Trabajo), así como los registros de avance de obra y pruebas de ensayo que deriven de la ejecución de dichas actividades mencionadas en el Procedimiento de Trabajo seguro.

NOMENC LATURAS	PTS (PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO SEGURO)	NOMENCL ATURAS	ESTANDARES DE SEGURIDAD	NOMENCL ATURAS	REGISTROS DE AVANCE EN OBRA	NOMENCL ATURAS	ENSAYOS DE CALIDAD
PTS - 01	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICOS	P-EP-001	Trazo, Control Topográfico y Replanteo	RT-C-001	Trazo y replanteo Topografico	FEC-01	C.R.R.Z.
PTS - 02	DESBROCE (LIMPIEZA, TALA DE ARBOLES Y MOTOASERRADO)	P-EP-002	Revisión de herramientas m. y equipos portátiles	RT-C-002	Verificación Topografica	FEC-02	E. DENSIDAD C.
PTS - 03	TRABAJOS CON MAQUINARIAS PESADAS	P-EP-003	Riesgos prevención de accidentes.	RT-C-003	Conformidad del diseño de Mezcla	FEC-03	GRANULOM
PTS - 04	MOVIMIENTO DE TIERRAS	P-EP-004	Uso de Herramientas, Equipos y EPP	RT-C-004	Liberación de estructuras Post Vaciado	FEC-04	PROCTOR
PTS - 05	RELLENO Y COMPACTACIÓN	P-EP-005	Trabajo de orden y limpieza	RT-C-005	Conformidad de la Compactación	FEC-05	RES PROCT
PTS - 06	PROCEDIMIENTO DE TRAMPA DE GRASA	P-EP-006	Gestión de Medio Ambiente			FEC-06	ENS ROT
PTS - 07	TRATAMIENTO DE AGUA	P-EP-007	Para La Tala De Árboles			FEC-07	R.E.E. ROT
PTS - 08	VACIADO DE MORTERO	P-EP-008	trabajos asociados con el ofidismo				
PTS - 09	CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO	P-EP-009	Para el Transporte De Materiales				
PTS - 10	EXTRACCION DE ARENA TRABAJOS CON DRAGA	P-EP-010	Para la Movilización y Desmovilización de Maquinarias				
		P-EP-011	Para la Excavación Masiva con Excavadora				
		P-EP-012	Para el Relleno Compactado				
		P-EP-013	operaciones de excavación				
		P-EP-014	riesgos prevención de accidentes.				
		P-EP-015	Prevención de Riesgos para Extintores y Contra Incendio				
		P-EP-016	Excavación de Zanjas con Equipo				
		P-EP-017	Para Abastecimiento de Combustible a Equipos				
		P-EP-018	riesgos de obras civiles				
		P-EP-019	Trabajos de Movimiento de Tierra				
		P-EP-020	Para Abastecimiento de Combustible a Equipos				
		P-EP-021	Manipulación de carga				
		P-EP-022	Para el Uso de Mezcladora de Concreto				

7.1. Registro de Pruebas y Ensayos

El ingeniero Residente del Proyecto mantendrá en obra un registro de todas las pruebas realizadas con el objetivo de cumplir con los estándares de calidad propuestos en las especificaciones técnicas.

Todas las pruebas ejecutadas serán registradas, con los datos pertinentes: Identificación del Sitio de Muestreo, coordenadas del sitio de muestreo, fecha y hora, descripciones y clasificaciones, etc; en formatos específicos elaborados (Cadena de Custodia, bitácora, hoja de campo etc). Los registros de las pruebas serán entregados a la supervisión del cliente.

Toda prueba de ensayo será validada por el supervisor QA/QC del proyecto.

Para la ejecución de este proyecto se mantendrá el siguiente PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS CIVILES.

			PROYECTO :	CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN LA PLANTA ELÉCTRICA UBICADA EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO LORETO.		
			DOCUMENTO N°	PRY025-ITP-C-001		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	FRECUENCIA DE PRUEBA Y/O ENSAYO	EQUIPO DE MEDICIÓN	DOCUMENTOS APLICABLES	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	DOCUMENTO GENERADO
2.0						
	Producción y Vaciado de Concreto (PR) Verificación Topográfica (RE) Trazo y Replanteo Topográfico (RE) Conformidad del diseño de Mezclas (RE) Liberación de estructuras post-vaciado (RE) Control de Roturas de probetas de concreto (RE)	Por cada vaciado o por cada 40m ³ de concreto de vaciado	1. Nivel Topográfico 2. Mezcladora de tambor 3. Mezcladora tipo trompo 4. Automixer 3.5 m ³ 5. Prensa Hidráulica 6. Probetas de concreto	Construcción de estructuras de Concreto Armado PRY025-PR-C-002 ASTM C172 C31,C39 ASTM C143 RNE-0.60 ACI	Dosificación en concordancia al diseño de mezclas aprobado. Asentamiento entre 3" - 5" . Toma de 6 nuestras por vaciado. Las mismas que se ensayaran a los 7 y 28 días respectivamente (2 probetas por día indicado) Rotura de probetas de hormigón a los 7 días deberá ser igual o mayor al 65% de la resistencia del diseño del concreto y a los 28 días se tomará como válida aceptada si la resistencia es mayor o igual al 90% de la resistencia de diseño.	Trazo y replanteo topográfico PRY025-RT-C-001 Verificación topográfica PRY025-RT-C-002 Conformidad del diseño de mezcla PRY025-RT-C-003 Liberación de estructuras de post-vaceado PRY025-RT-C-004

Siendo los siguientes documentos, los involucrados en el proceso de desarrollo de pruebas y ensayos.

ITEM	C.E	DESCRIPTION/ DESCRIPCIÓN	DRAWING/ DOCUMENTO	REV.	ESPECIALIDAD
1	CON	PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO CIVIL	PRY025-ITP-C-001	0	C
2	CON	PROCEDIMIENTO DE TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN	PRY025-PR-C-001	0	C
3	CON	PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO	PRY025-PR-C-002	0	C
4	CON	REGISTRO DE TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	PRY025-RT-C-001	0	C
5	CON	REGISTRO DE VERIFICACIÓN TOPOGRÁFICA	PRY025-RT-C-002	0	C
6	CON	REGISTRO DE CONFORMIDAD DE DISEÑO DE MEZCLA	PRY025-RT-C-003	0	C
7	CON	REGISTRO DE LIBERACIÓN DE ESTRUCTURAS POST VACEADO	PRY025-RT-C-004	0	C

Corrección de Documentos:

Los documentos serán llenados con tinta indeleble, cualquier corrección o modificación en los mismos se hará cruzando una línea a través del cambio que se efectuará y se escribirá la información corregida, bajo el cambio firmará la persona que realiza la corrección, indicando nombre y fecha de la misma. Por ningún motivo se efectuarán borrones.

Ningún documento será destruido o desechado, incluso si es ilegible o contiene errores o si es remplazado por otro documento.

7.2. Aprobación de Registro

Cuando se realicen registros que requieran aprobación previa, se continuará con la Supervisión de Construcción del cliente para que se apersona, de ser necesario, a verificar la calidad de las mismas.

El ingeniero Residente llenará los formatos de registro respectivos, en los que deberá registrarse la información indicada.

7.3. Tratamiento de No Conformidades

La resolución de las No Conformidades podrá estar a cargo del personal de supervisión de SERGEPIN SAC, así como del cliente, cumpliendo con lo estipulado en el procedimiento de No Conformidades y Lecciones Aprendidas, que SERGEPIN SAC dispone para la adecuada atención de sus clientes y mejora continua de sus servicios.

8. CONSTRUCCIONES Y LABORES

*Todas las actividades, así como las tareas y las labores, fueron consideradas en el documento de Investigación de Peligros Riesgos y Control "IPERC", documento oficial y necesario para la ejecución de las actividades, así como en su respectivo Procedimiento de Trabajo Seguro (Documentos adjuntos al presente Plan de Calidad).

8.1. Trabajos Provisionales

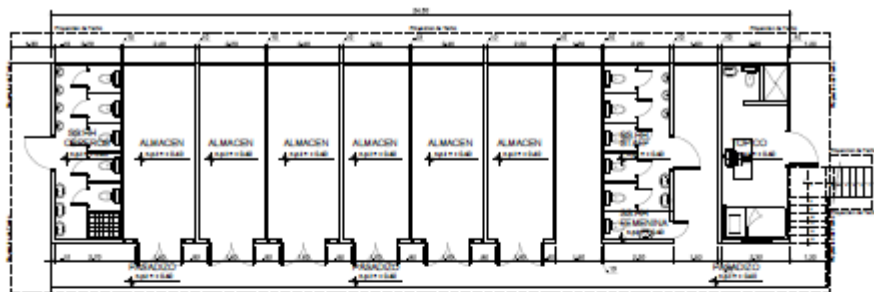
-Oficinas, Almacenes, patio de Maquinas, áreas de lavado y sistema de tratamiento de agua:

Consiste en habilitar ambientes provisionales para la correcta ejecución del proyecto, habilitando las zonas necesarias para trabajar y almacenar los materiales, así como para dar mantenimiento y lavado a las maquinas, siempre dando cumplimiento a los estándares establecidos en el EIA (VER ANEXO "PLANO CONSTRUCCIONES PROVISIONALES").

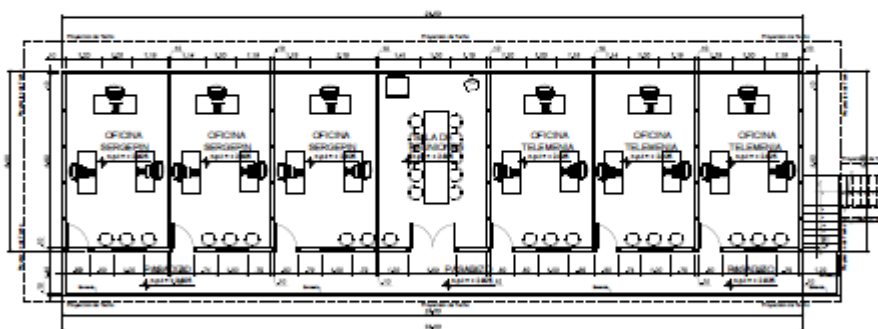
Oficinas y Almacenes:

Se fabricarán en un área de 47m², en una construcción de dos niveles en la cual, el primer nivel será destinado para almacenes, unidad médica, y servicios higiénicos; el segundo nivel estará conformado por oficinas para el personal staff. (VER ANEXO"PLANO DE OFICINAS").

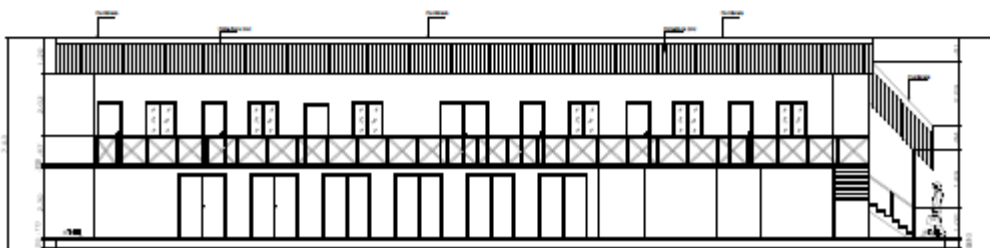
	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	Versión 1 Página 10 de 140



PLANO DE DISTRIBUCION-1er PISO
E.C. 1/100



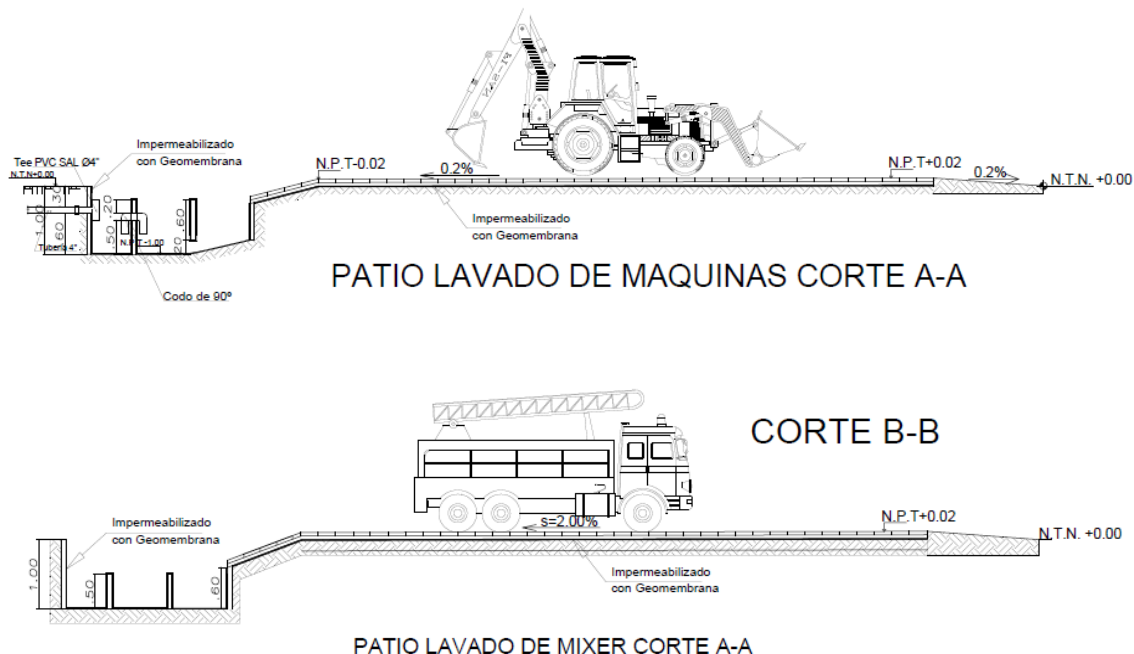
PLANO DE DISTRIBUCION-2do PISO
E.C. 1/100



Patio de Máquinas y Lavado.

Esta estructura mantendrá un área de 240m², en su diseño y construcción preservara los lineamientos básicos que se mencionan en el EIA, en dimensión y en otras restricciones como lo es la impermeabilización del área con el objeto de evitar la contaminación de los suelos y vertientes de agua por combustibles. Es por ello que se utilizará Geosintético HDPE para poder cumplir con la adecuada impermeabilización, siempre verificando que se mantenga la adecuada pendiente y el diseño de las cunetas, que serán necesarias para trasladar el agua contaminada, producto de las limpiezas o las precipitaciones naturales a la trampa de grasa, trampa que separara las grasas del flujo de corriente, para que al final pueda culminar su vertimiento en un sistema de filtración por espina de pescado, todo liquido contaminante que se acumule en la trampa de grasa será recolectado por medio de paños absorbentes, que al finalizar serán empaquetados adecuadamente y dispuestos ante la EPS (Empresa prestadora de servicios) para su adecuada disposición final (VER ANEXO "PATIO DE MAQUINA Y LAVADO")

	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	Versión 1 Página 11 de 140



Sistema de Tratamiento de Aguas.

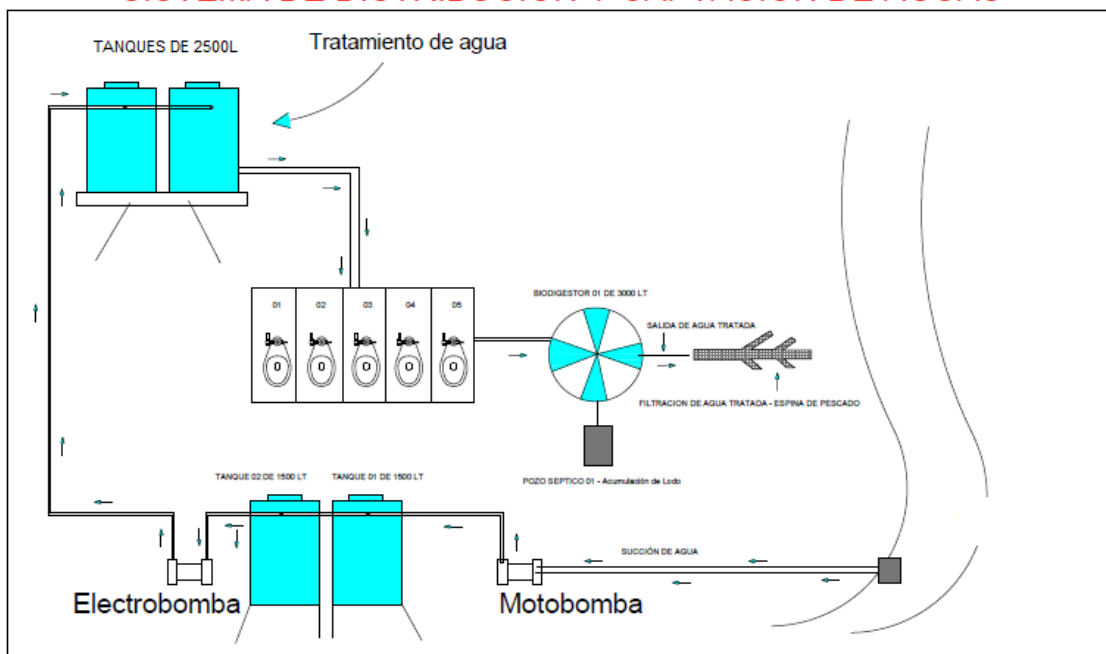
Se refiere al diseño y construcción del sistema de acopio y tratamiento para del agua que se utilizará para el proceso constructivo, así como para las que se distribuirán en la red de servicios.

La primera fase de este sistema comprende de dos tanques de 2500L, en el primer tanque se llevara a cabo un proceso de aclaración y eliminación de material en suspensión al agregar un químico decantador (Sulfato de Aluminio) en una dosificación de 30g por cada 1000L de agua de río.

Una vez que se ha concluido el proceso de decantación (6 hrs tiempo optimo) todo el líquido pasara al segundo tanque de 2500L en el que se definirá su utilización; si se utilizará para el proceso de construcción se dirigirá al recipiente correspondiente, en el área que se necesite; si se utilizará para los servicios higiénicos y cocina, se dirigirá a otro tanque cercano a las oficinas y al comedor, en el que recibirán un último proceso que corresponde al de cloración, eliminando con esto el riesgo de contaminación y enfermedades causadas por bacterias y otros tipos (VER ANEXOS"PTS-07" y "PLANO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA").

	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	Versión 1 Página 12 de 140

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUAS



*En todo momento se vigilara que la calidad de agua para el uso en el proceso de concretos, no supere los límites máximos permisibles de concentración de las siguientes sustancias:

Límites Máximos:

Cloruros 300ppm
 Sulfatos 200ppm
 Sales de Magnesio 125ppm
 Sales Solubles 300ppm
 Sólidos en suspensión 10ppm
 Materia orgánica expresada en oxígeno consumido 0.001ppm
 Ph $6 < \text{pH} < 8$

8.2. Trabajos Preliminares

-Transporte de Materiales y Maquinarias:

Se refiere al traslado a obra de materiales, equipos y herramientas del lugar de origen hasta el campamento de la obra y luego de haber concluido con la Ejecución de la obra retornarlo a su lugar de origen.

-Acopio de Material (Piedra, arena, cemento, acero):

Proceso de adquisición y almacenamiento de materiales insumos para la fase de construcción. Todas las áreas de acopio guardaran las restricciones en seguridad y medio ambiente necesarios para su adecuado almacenamiento.

	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	Versión 1 Página 13 de 140

- 1.- Toda el área será señalizada y delimitada.
- 2.- Se tomarán las medidas de contención necesarias para evitar la contaminación de los materiales acopiados.
- 3.- Se construirán barreras de confinamiento, para evitar mermas en volúmenes grandes.

Piedra: Área de acopio designada de 258m².

Arena: Área de acopio designada de 517m².

La arena que se usara para el proceso de construcción de morteros provendrá de canteras de Iquitos, y la que se utilizará para rellenos y cimentaciones provendrá del río extrayéndose según el procedimiento (PTS) Extracción de Arena y traslado.

Cemento: Área de almacenamiento 585m².

Al ser un producto sensible a cambios por el ambiente en el que se almacena, se determinó un área de acopio techado y cerrado dentro de la infraestructura existente, sin embargo se vigilará que se cumplan las siguientes recomendaciones:

- 1.- Vigilar en lo posible que la humedad relativa dentro del almacén y reducirla.
- 2.- Vigilar que no existan grietas y aberturas en el techo que protege directamente al cemento.
- 3.- Los sacos de cemento no deberán nunca almacenarse sobre pisos húmedos, siempre sobre tarimas de madera (Parihuelas).
- 4.- Los sacos de cemento se deben apilar juntos para reducir la circulación de aire, pero nunca apilar contra las paredes exteriores.
- 5.- Los sacos se deben cubrir con mantas o alguna cubierta impermeable.
- 6.- Los sacos se deben apilar de manera tal que los primeros sacos en entrar sean los primeros en salir.
- 7.- Se debe evitar sobreponer más de 12 sacos si el periodo de almacenamiento es menor a 60 días.

Aceró: Se ubicaran en almacenes provisionales cerca de cada frente de trabajo.

-Trazo, niveles y replanteo:

El trazo consiste en llevar al terreno los ejes y niveles establecidos en los planos.

El replanteo consiste en la ubicación e identificación de todos los elementos que Se detallaron en la etapa de diseño.

VER ANEXO "PTS-10 (PTS) Topografía y Georreferenciación".

-Desbroce y limpieza:

Se refiere a la limpieza y desbroce de los arbustos y maleza existente en el área de trabajo con la finalidad de tener el terreno limpio y libre de arbustos y maleza para el inicio de los trabajos, tomando en cuenta las consideraciones enunciados en el EIA y el Permiso de Desbosque.

Para esta actividad se tomaran en cuenta las recomendaciones y lineamientos enunciados en el procedimiento de trabajo PTS-02 (PTS) DESBROCE (LIMPIEZA, TALA DE ARBOLES Y MOTOASERRADO).

-Almacenamiento de Top soil:

	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	Versión 1 Página 14 de 140

El Top Soil también conocido como suelo superficial o suelo orgánico es en realidad la primera capa de suelo de la superficie. Esta capa requiere ser removida y preservada para su futura utilización en la etapa de cierre o regeneración.

El Top Soil requiere excavare cuidadosamente para su adecuada preservación ambiental. Para ello se requiere controlar la operación de acumulación para evitar que el Top Soil removido pueda perderse por un manejo inapropiado. La acumulación del Top Soil se realizara de forma sistemática preparando pilas o depósitos adecuadamente identificados y desarrollados con la adecuada estabilidad física y con los canales de coronación y derivación necesarios, todo con el fin de evitar que el acceso de aguas superiores pueda erosionar el Top Soil acumulado. Así también se ejercerá un control operacional para evitar la mezcla del Top Soil con otros materiales que puedan hacer que se pierda, se vigilará que el depósito se realice con especies locales para mantener la actividad de la vida orgánica del suelo preservado.

Este proceso se realizará vigilando lo establecido en el EIA y en el procedimiento PTS-04 (PTS) MOVIMIENTO DE TIERRAS.

8.3. Movimiento de Tierra

-Corte de Terreno con Maquinaria:

Esta partida consiste en la excavación y corte con maquinaria del material suelto para la explanación del área de trabajo, en conformidad con el alineamiento, rasantes y dimensiones indicados en los planos.

Tomando en cuenta las restricciones enunciadas en el EIA y en el Procedimiento de PTS-04 (PTS) MOVIMIENTO DE TIERRAS.

-Refine y Nivelación de la Subrasante (Relleno):

Esta partida se refiere a la excavación del material suelto hasta los niveles indicados en los planos del proyecto. Luego de cortar el terreno con tractor se procederá a refinar, nivelar y compactar la base de la Sub rasante con rodillo liso.

-Eliminación de Material Excedente:

Esta partida consiste en la eliminación del material excedente después de la ejecución de las partidas de corte. Se eliminara el material excedente a una distancia y lugar que indique el cliente.

8.4. Otras Actividades

-Habilitación de Acero de construcción:

Todo acero debe ser corrugado a menos que indique lo contrario los planos del proyecto en los cuales se podrá utilizar liso. Las barras de acero corrugado deberán cumplir con las ASTM A 615M o NTP 341-031.

	MEMORIA DESCRIPTIVA: PLAN DE CALIDAD	PPCC-001
	TELEMENIA OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES EN PLANTA ELECTRICA, UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNCHANA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO	Versión 1 Página 15 de 140

Se deberá verificar que los aceros de refuerzos estén libres de óxido, para lo cual se procederá en talleres de herrería al retiro y limpieza del mismo.

-Encofrado y desencofrado de estructuras

El objeto de los encofrados es obtener una estructura que cumpla con la forma, los niveles y las dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos del proyecto y en las especificaciones técnicas. Los parámetros a inspeccionar en los encofrados, previo al vertido de concreto serán los mencionados a continuación y que se encuentran mejor descritos en el procedimiento "PRY025-PR-C-002 Rev. 0 Construcción de Estructuras de Concreto Armado"

- Condiciones de uso: Encofrados en vida útil.
- Niveles dimensiones: Los encofrados cubrirán los niveles y tienen los alineamientos y dimensiones así como forma geométricas específicas según planos.
- Amarres, arriostres, verticalidad y alineación: Se verificara la ubicación correcta de los amarres, arriostres, apuntalamientos, verticalidad y alineamiento de aristas y superficies, pies derechos, riostras, cuñas, estacas, soleras, montantes, espaciadores, templadores o tórtolas, largueros, pernos, arandelas, etc.
- Estanqueidad y Juntas: Toda junta será segura, parejas y herméticas.
- Rigidez del encofrado.
- Recubrimiento: Se inspeccionara que el espaciamiento entre el extremo de la armadura y la superficie de los encofrados, coincidan con las indicaciones de las especificaciones técnicas.

-Vaciado de Concreto

El concreto deberá depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar segregación debida a su manipulación o desplazamiento.

La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento, fluya y fácilmente dentro de los espacios entre la armadura o refuerzo.

El vaciado de las cimentaciones se deberá realizar como máximo en capas de 30cm de espesor, asegurando que el concreto no presente segregación ni juntas frías.

El acomodo y reacomodo de la mezcla será permitido solo en estado plástico.

Se evitará en lo posible programar los vaciados en las horas de mayor temperatura ambiental. En todo caso se procurará crear un microclima apropiado para que la mezcla en estado fresco y en edades tempranas pueda desarrollar adecuadamente su resistencia.