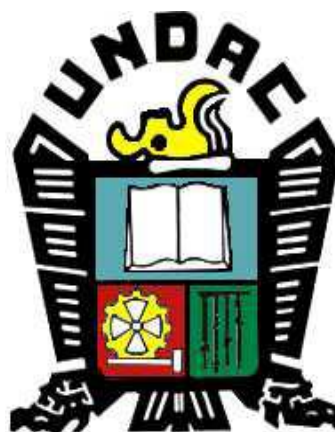


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**



**TESIS:**

**BENEFICIOS AL INCORPORAR ADITIVO  
PLASTIFICANTE E INCORPORADOR DE AIRE EN EL  
CONCRETO EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE  
PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO -  
PASCO**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. ARMANDO RODRÍGUEZ CUSTODIO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**Ingeniero Civil.**

**ASESOR:**

**Arq° José German Ramírez Medrano**

**Cerro de Pasco, mayo de 2018**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**BENEFICIOS AL INCORPORAR ADITIVO PLASTIFICANTE E  
INCORPORADOR DE AIRE EN EL CONCRETO EN LA EJECUCIÓN DE  
PROYECTOS DE PISTAS Y VEREDAS DEL DISTRITO DE VICCO –  
PASCO**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. ARMANDO RODRÍGUEZ CUSTODIO**

**SUSTENTADO Y PROBADO ANTE LA COMISIÓN DE JURADOS**

---

**DOCTOR. HILDEBRANDO ANIVAL CONDOR GARCÍA**  
**PRESIDENTE**

---

**MG. LUIS ALBERTO PACHECO PEÑA**  
**MIEMBRO**

---

**MG. CAYO PALACIOS ESPÍRITU**  
**MIEMBRO**

Dedico esta investigación a mi hijo,  
porque verlo cada mañana me da fuerzas para  
hacer todo lo que no podría sin su existencia.

## RESUMEN

La presente investigación, se basa en Implementar en el Concreto aditivos para mejorar la resistencia al concreto, el costo del Proyecto, la durabilidad del proyecto y obtener un Proyecto de Buena Calidad, La muestra de la presente investigación es la obra: MEJORAMIENTO DE LAS CALLES EN EL JR. CAJAMARCA CDRA. 01, JR. HUANCVELICA CDRAS. 1-3, JR. AREQUIPA CDRAS. 1-2, JR. APURIMAC CDRAS 1-2, JR. ANDRES A. CACERES CDRAS. 1-3 JR. PUNO CDRAS. 1-3 Y R. CERRO DE PASCO CDRAS. 1-4 EN EL CENTRO POBLADO DE COCHAMARCA, DISTRITO DE VICCO – PASCO – PASCO, donde en el Primer Capítulo indicamos la formulación del Problema, definiendo los objetivos y la importancia de la presente investigación. En el Segundo Capítulo abordaremos los conceptos básicos para entender el diseño de mezcla. En El capítulo tres indicaremos la metodología de estudio, indicando cuáles serán las técnicas de procesamiento de datos. En el Cuarto Capítulo describiremos a la empresa que se implementara y al proyecto investigado. En el Quinto capítulo se describirá la aplicación y diseño de mezcla con aditivos propuestos. En el Sexto Capítulo mencionaremos los resultados de la aplicación con indicadores en cada caso. Y por último realizaremos las discusiones del proyecto de investigación indicando las conclusiones y recomendaciones finales. Todos estos capítulos serán indicados para su entendimiento general sin necesidad de ser expertos en conocimiento de concreto y diseño de mezclas.

## ABSTRACT

The present investigation is based on the implementation of additives in concrete to improve the resistance to concrete, the cost of the project, the durability of the project and obtain a project of good quality. The sample of the present investigation is the work: MEJORAMIENTO DE LAS CALLES EN EL JR. CAJAMARCA CDRA. 01, JR. HUANCVELICA CDRAS. 1-3, JR. AREQUIPA CDRAS. 1-2, JR. APURIMAC CDRAS 1-2, JR. ANDRES A. CACERES CDRAS. 1-3 JR. PUNO CDRAS. 1-3 Y R. CERRO DE PASCO CDRAS. 1-4 EN EL CENTRO POBLADO DE COCHAMARCA, DISTRITO DE VICCO – PASCO – PASCO, where in the First Chapter we indicate the formulation of the Problem, defining the objectives and the importance of the present investigation. In the second chapter we will approach the basic concepts to understand the mix design. In Chapter Three we will indicate the study methodology, indicating what the data processing techniques will be. In the Fourth Chapter we will describe the company that will be implemented and the project investigated. In the fifth chapter the application and design of mixture with proposed additives will be described. In the Sixth Chapter we will mention the results of the application with indicators in each case. And finally we will carry out the discussions of the research project indicating the final conclusions and recommendations. All these chapters will be indicated for your general understanding without the need to be experts in concrete knowledge and mix design.

## INDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT .....	6
INTRODUCCIÓN .....	11
CAPÍTULO I .....	13
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	14
1.4. OBJETIVOS.....	15
1.4.1. <i>Objetivos Generales</i> .....	15
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.6. IMPORTANCIA .....	16
1.7. LIMITACIONES .....	17
CAPÍTULO II .....	18
MARCO TEÓRICO .....	18
2.1. ANTECEDENTES .....	18
2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICOS .....	21
2.2.1. <i>Cementos</i> .....	21
2.2.1.1. <i>Antecedentes Históricos</i> .....	21
2.2.1.2. <i>Definiciones</i> .....	22
2.2.1.3. <i>Materias primas del cemento Pórtland</i> .....	22
2.2.1.4. <i>Proceso de Fabricación</i> .....	23
2.2.1.5. <i>Propiedades de los compuestos principales</i> .....	27
2.2.1.6. <i>Propiedades del Cemento</i> .....	29
2.2.1.7. <i>Tipos de cementos</i> .....	31
2.2.1.8. <i>Los Cementos en el Perú</i> .....	32
2.2.1.9. <i>Usos y aplicaciones de los cementos Pórtland</i> .....	32
2.2.1.10. <i>Almacenamiento del cemento</i> .....	33
2.2.2. <i>Agua para el concreto</i> .....	37
2.2.2.1. <i>Requisitos de calidad</i> .....	38
2.2.2.2. <i>Limitaciones</i> .....	39
2.2.2.3. <i>Requisitos del comité 318 del ACI</i> .....	40
2.2.3. <i>Agregados Para El Concreto</i> .....	41
2.2.3.1. <i>Agregado</i> .....	42
2.2.3.2. <i>Tamaño Máximo</i> .....	42
2.2.3.3. <i>Tamaño Nominal Máximo</i> .....	43
2.2.3.4. <i>Módulo de Fineza</i> .....	43
2.2.3.5. <i>Funciones del agregado</i> .....	43
2.2.3.6. <i>Proceso de Producción</i> .....	44
2.2.3.7. <i>Canteras</i> .....	45
2.2.3.8. <i>Especificaciones Técnicas de los Agregados</i> .....	46
2.2.4. <i>Aditivos para el concreto</i> .....	47
2.2.4.1. <i>Condiciones De Empleo</i> .....	48

2.2.4.2.	<i>Razones de Empleo</i> .....	48
2.2.4.3.	<i>Consideraciones En El Empleo De Aditivos</i> .....	50
2.2.4.4.	<i>Clasificación</i> .....	51
2.2.4.5.	<i>Requisitos De La Norma</i> .....	52
2.2.4.6.	<i>Almacenamiento De Los Aditivos</i> .....	52
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	53
2.3.1.	<i>Procedimiento</i> .....	53
2.3.2.	<i>Proceso</i> .....	53
2.3.3.	<i>Normas</i> .....	53
2.3.4.	<i>Normalización</i> .....	53
2.3.5.	<i>Certificación</i> .....	54
2.3.6.	<i>Empresa Constructora</i> .....	54
2.3.7.	<i>Proyecto de construcción</i> .....	54
2.3.8.	<i>Cliente</i> .....	55
2.3.9.	<i>Supervisión</i> .....	55
2.3.10.	<i>Proyectistas</i> .....	55
2.3.11.	<i>Proveedor</i> .....	55
2.4.	HIPÓTESIS .....	56
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES .....	56
2.5.1.	<i>Variable independiente</i> .....	56
2.5.2.	<i>Variable dependiente</i> .....	57
2.5.3.	<i>Variables intervinientes</i> .....	57
<b>CAPÍTULO III</b> .....		<b>58</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....		<b>58</b>
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	58
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	58
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	59
3.3.1.	<i>Población</i> .....	59
3.3.2.	<i>Muestra</i> .....	59
3.4.	MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	59
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	59
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	59
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		<b>61</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....		<b>61</b>
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA EJECUTORA Y SUPERVISORA.....	61
4.2.	SOBRE EL PROYECTO .....	61
4.3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	62
4.4.	METAS DEL PROYECTO .....	64
4.5.	UBICACIÓN .....	65
4.6.	CLIMA Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL.....	65
4.7.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA.....	66
4.8.	PRESUPUESTO DE OBRA Y MODALIDAD DE EJECUCIÓN: .....	68
4.9.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:.....	68
<b>CAPÍTULO V</b> .....		<b>70</b>
<b>APLICACIÓN DE DISEÑO DE MEZCLAS CON ADITIVO PLASTIFICANTE E INCORPORADOR DE AIRE</b> .....		<b>70</b>





ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE CANTERA COCHAMARCA, FUENTE: PROPIA .....	71
TABLA 2: ASENTAMIENTO, FUENTE: ACI .....	78
TABLA 3: CANTIDAD DE AGUA, FUENTE: ACI.....	79
TABLA 4: RELACIÓN DE AGUA - CEMENTO, FUENTE: ACI.....	79
TABLA 5: VOLUMEN DE GRAVA, FUENTE: ACI.....	79
TABLA 6: VOLUMEN DE GRAVA, FUENTE: PROPIA .....	80
TABLA 7: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO, FUENTE: PROPIA .....	80
TABLA 8: PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO, FUENTE: PROPIA.....	81
TABLA 9: PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO, FUENTE: PROPIA.....	81
TABLA 10: GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO, FUENTE: PROPIA .....	82
TABLA 11: PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO, FUENTE: PROPIA.....	82
TABLA 12: CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO FINO, FUENTE: PROPIA.....	83
TABLA 13: GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO, FUENTE: PROPIA .....	83
TABLA 14: DISEÑO CON ADITIVOS, FUENTE: PROPIA .....	86
TABLA 15: RQUISITOS Y NORMAS PARA EL AGUA, FUENTE: ACI .....	91
TABLA 16: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION, FUENTE: PROPIA .....	96
TABLA 17: COSTO DE EJECUCION DE PROYECTO, FUENTE: PROPIA.....	97

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ILUSTRACIÓN 1: TIPO DE CEMENTO Y SU VALOR DE FINURA, FUENTE: ANA TORRE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO.....	30
ILUSTRACIÓN 2: CEMENTOS EN EL PERÚ, FUENTE: PROPIA .....	32
ILUSTRACIÓN 3: REQUISITOS DE CALIDAD PARA AGUA, FUENTE: ING. ANA TORRE, TECNOLOGÍA DE CONCRETO .....	39
ILUSTRACIÓN 4: CANTIDADES DE ION CLORURO, FUENTE: ING. ANA TORRE, TECNOLOGÍA DE CONCRETO .....	40
ILUSTRACIÓN 5: PAÑOS CON FISURAS OBRA COCHAMARCA (FUENTE: PROPIA).....	97
ILUSTRACIÓN 6: VERIFICACIÓN DE CANTERA COCHAMARCA POR PARTE DEL ING. SUPERVISOR DE OBRA	109
ILUSTRACIÓN 7: VERTIDO DE CONCRETO MASIVO.....	109
ILUSTRACIÓN 8: VERTIDO DE CONCRETO EN PAVIMENTOS.....	110
ILUSTRACIÓN 9: DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS CON FISURAS .....	110
ILUSTRACIÓN 10: AV. AREQUIPA CULMINADA AL 100% .....	111
ILUSTRACIÓN 11: EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL.....	111
ILUSTRACIÓN 12: MUESTREO DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA COCHAMARCA.....	112

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: PESO ESPECÍFICO DE MASA .....	75
ECUACIÓN 2: PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO CON SUPERFICIE SECA.....	75
ECUACIÓN 3: PESO ESPECÍFICO APARENTE .....	75
ECUACIÓN 4: ABSORCIÓN .....	75
ECUACIÓN 5: CANTIDAD DE FINOS .....	76
ECUACIÓN 4: PORCENTAJE DE DESGASTE.....	77

## INTRODUCCIÓN

El diseño de mezclas, consiste en aplicar técnicamente los conocimientos sobre sus componentes para obtener requerimientos particulares del concreto requerido en el Proyecto u Obra.

Como se sabe el Diseño de Mezclas de Concreto ha estado enfocado muy a menudo de acuerdo a las “Normas” que debiera cumplir cada elemento del diseño, pero estas Normas están enfocadas a un cierto número de condiciones específicas que muchas veces, van en contra de las nuevas circunstancias que se generan en el desarrollo de la Tecnología del Concreto a nivel mundial.

En la actualidad una variedad de Métodos de Diseño de Mezclas Normalizados, pero que solamente se usan en circunstancias que necesitamos un certificado que nos dé un organismo a nivel nacional para fines administrativos y técnicos de las obras.

El Método Tradicional como sabemos especifica que al mezclar el cemento, el agua, el aire atrapado, el agregado (arena y piedra y/o agregado grueso y agregado fino) y en algunos casos aditivos, obtendremos finalmente un sólo material El CONCRETO. Pero observamos que los agregados son parte del concreto y por lo tanto no tenemos por que separarlos en su estudio.

Debido a la gran variedad de usos que se da al concreto es que surge la necesidad de probar nuevos productos que mejoren sus características para así poder tener un mejor conocimiento de modo de empleo y de los

resultados que se obtienen. En el mercado encontramos diferentes tipos de aditivos que mejoran las características del concreto

En nuestro país, no es frecuente el empleo de aditivos por la creencia generalizada de que su alto costo no justifica su utilización; y de la economía en mano de obra, horas de operación y mantenimiento del equipo, reducción de plazos de ejecución de las labores, mayor vida útil de las estructuras, etc. Se concluye en que el costo extra es sólo aparente en la mayoría de los casos, en contraposición a la gran cantidad de beneficios que se obtienen

## **Capítulo I**

### **El Problema De Investigación**

#### **1.1. Determinación del problema**

El concreto desde siglos atrás ha desempeñado un papel crucial, fue un material empleado sistemáticamente en múltiples termas, acueductos y puertos romanos para contener el agua, existiendo así un contacto concreto/agua que se considera como una frontera donde un material termina y el otro comienza, puesto que el agua penetra la matriz porosa del concreto, debido a que existen factores externos al material mismo (presión del líquido, espesor del elemento, etc.) que determinan si una estructura de concreto permite o no el paso del agua a través de todo su espesor (Hermida, 2009). Un estudio reveló que en Francia solo el 58% de los usuarios de tanques de agua elevados, reservorios y tanques enterrados están satisfechos con su desempeño. Los que más problemas han evidenciado con respecto a infiltraciones son los tanques elevados. Dentro

del levantamiento de las causas de los problemas estaba en primer lugar la fisuración (22%) seguida de la permeabilidad de los recubrimientos o el material (18%) y la abrasión (10%) (Hermida, 2013)

Debido a la gran variedad de usos que se da al concreto es que surge la necesidad de probar nuevos productos que mejoren sus características para así poder tener un mejor conocimiento de modo de empleo y de los resultados que se obtienen. En el mercado encontramos diferentes tipos de aditivos que mejoran las características del concreto.

En nuestro país, no es frecuente el empleo de aditivos por la creencia generalizada de que su alto costo no justifica su utilización; y de la economía en mano de obra, horas de operación y mantenimiento del equipo, reducción de plazos de ejecución de las labores, mayor vida útil de las estructuras, etc. Se concluye en que el costo extra es sólo aparente en la mayoría de los casos, en contraposición a la gran cantidad de beneficios que se obtienen.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuáles son los Beneficios al Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco?

## **1.3. Problemas Específicos**

- ¿Cuáles es la resistencia a la compresión del Concreto al Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco?

- ¿Cuánto es la durabilidad de la obra al Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto al ejecutar Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco?
- ¿Cuáles es el costo del Proyecto al Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco?
- ¿Cuáles es la Calidad del Proyecto al Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco?

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivos Generales**

- Determinar los Beneficios al Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto en la Ejecución Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la resistencia a la comprensión del concreto al Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en la Ejecución Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco
- Determinar Durabilidad de la Obra al Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto en la Ejecución Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco
- Determinar el Costo del proyecto al Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto en la Ejecución Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco

- Determinar la calidad del Proyecto al Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto en la Ejecución Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco

### **1.5. Justificación del Problema**

Los aditivos tienen gran importancia en las construcciones, ya que se encargan de mejorar el comportamiento del concreto, existen numerosas investigaciones acerca del uso de diferentes tipos de aditivos y sus propiedades; sin embargo, específicamente del aditivo plastificante y cómo es que éste influye en la permeabilidad del concreto, no se cuenta con mucha información, es por esa razón que en la presente investigación se adicionara aditivo plastificante al concreto en diferentes porcentajes, para comprobar sus beneficios.

### **1.6. Importancia**

Los aditivos son productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto durante el mezclado en porcentajes entre 0.1% y 5%. La función de los aditivos reductores de agua (plastificantes) es reducir el contenido del agua de la mezcla en un 5% a 10 % (según el producto o el efecto deseado) de la masa o peso del cemento, con el propósito de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales o en el comportamiento del concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo en una forma susceptible de ser prevista y controlada. Así el fin de utilizar este tipo de aditivos es permitir una reducción en la relación agua-cemento mientras se conserva la trabajabilidad, los aditivos reductores de agua mejoran las propiedades del concreto fresco hecho con agregado de



granulometría pobre. El concreto que contiene un aditivo plastificante generalmente tiende a bajar su permeabilidad

### **1.7. Limitaciones**

Los límites de esta investigación son:

- Aplicación en Empresas de Gran envergadura
- Rendimientos basados en climas Fríos y en Altura (m.s.n.m)
- Otros tipos de aditivos
- Otros tipos de Edificaciones.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes

“Comportamiento del concreto con el aditivo plastificante reductor de agua y retardante de fragua EUCO WR51A

Autor: Gonzalo Alberto Joo Herrán

El objetivo principal de esta tesis es analizar y evaluar el comportamiento del concreto con el uso del aditivo EUCO WR 51, el cual es un aditivo plastificante- reductor de agua y retardante de fragua. Se ha estudiado solamente en su propiedad de plastificar y retardar la fragua de la mezcla. Primero se hizo una breve introducción teórica acerca de la naturaleza y composición del concreto así como de la participación de los aditivos y adiciones en el mismo. La metodología empleada fue la de tomar muestras de concreto con y sin aditivo en forma inmediata, así como

después de varias horas de haberse realizado el concreto. Obteniendo así medidas de asentamiento y resistencia a compresión, que nos daban información acerca del comportamiento del concreto con respecto al tiempo. Analizando los resultados, concluimos que el uso del aditivo EUCO WR51 es fundamental para los despachos de concreto en mixer pues mejora la trabajabilidad y la resistencia a la compresión. También se expone una serie de recomendaciones para la Planta de Cementos Pacasmayo-Piura y para el público en general acerca del uso del aditivo y de los componentes principales del concreto.

“Permeabilidad de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando diferentes porcentajes de aditivo plastificante, Cajamarca, 2016.”

Autor: Tatiana Enet Abanto Cabellos

El concreto es un material que se utiliza en la construcción de diferentes tipos de edificaciones, en muchos casos se recomienda el uso de aditivos, para mejorar algunas propiedades del concreto, entre una de ellas está la de disminuir la permeabilidad del mismo. Es por ello que en la presente tesis, se va a investigar la permeabilidad del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para lo cual se utilizó aditivo Sika Cem Plastificante, en porcentajes de 2% y 4% que se adicionaron a la mezcla de concreto. Para ello como primer paso se identificó la cantera para la obtención de los agregados, dichos agregados fueron llevados al laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte, en donde se realizaron los diferentes ensayos para determinar sus propiedades y de esta manera verificar que se encuentren dentro de los parámetros establecidos para poder realizar el

diseño de mezclas patrón y determinar la cantidad de aditivo que se va a adicionar, ya sea de 2% y 4%, una vez obtenidos estos valores, se realizaron las probetas de concreto las cuales fueron 15 cm de alto x 10 cm de diámetro. Por cada porcentaje de aditivo se realizaron 24 probetas, obteniendo así 72 probetas en total, las cuales fueron ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, el ensayo que nos permitió determinar la permeabilidad del concreto, se realizó mediante un permeámetro que fue construido siguiendo cada uno de los pasos estipulados en el ACI 522r. Los resultados de cada ensayo fueron anotados en formatos de recolección de datos, que luego fueron procesados, obteniendo para 7 días de curado, valores de 0.000193 m/s para el concreto patrón, 0.000177 m/s para el concreto con 2% de aditivo plastificante y 0.000157 m/s para el concreto con 4% de aditivo plastificante. Para 14 días de curado, obtuvimos valores de 0.000149 m/s para el concreto patrón, 0.000132 m/s para el concreto con 2% de aditivo plastificante y 0.000120 m/s, para el concreto con 4% de aditivo plastificante, a los 21 días de curado, obtuvimos valores de 0.000109 m/s para el concreto patrón, 0.0000962 m/s para el concreto con 2% de aditivo plastificante y 0.0000870 m/s para el concreto con 4% de aditivo plastificante y para 28 días de curado, obtuvimos valores de 0.0000819 m/s para el concreto patrón, 0.0000578 m/s para el concreto con 2% de aditivo plastificante y 0.0000475 m/s para el concreto con 4% de aditivo plastificante, estos valores fueron clasificados en la NTC 4483, para su respectiva clasificación, además con estos valores obtenidos podemos decir que el aditivo plastificante disminuye la permeabilidad del concreto para 7 días de curado en un 8% y 19% con 2% y 4% de aditivo plastificante

respectivamente, a los 14 días de curado presenta una disminución de 11% y 19% respectivamente, para 21 días de curado la permeabilidad disminuye en 12% y 20% y para 28 días de curado presenta una disminución de 29% para 2% de aditivo y 42% para 4% de aditivo.

#### Donde Concluye:

La hipótesis se cumple ya que al incorporar 2% y 4% de aditivo plastificante, la permeabilidad del concreto disminuye para 7 días de curado en un 8% y 19% respectivamente, a los 14 días de curado presenta una disminución de 11% y 19% respectivamente, para 21 días de curado la permeabilidad disminuye en 12% 20% y para 28 días de curado presenta una disminución de 29% para 2% de aditivo y 42% para 4% de aditivo. 2. Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, verificándose que los agregados de la cantera Chávez cumplen con lo establecido en cada norma.

## **2.2. Bases teórico – Científicos**

### **2.2.1. Cementos**

#### **2.2.1.1. Antecedentes Históricos**

Se saben que desde épocas antiguas que los Romanos utilizaron como agregado ladrillos quebrados los que eran embutidos en una mezcla de cal con polvo del ladrillo o la ceniza volcánica de esta forma se construyeron una variedad amplia de estructuras como caminos, acueductos, templos , palacios etc. Se sabe también que se utilizaron losas de concreto en muchas de sus estructuras públicas grandes como el Coliseo y el Partenón. Para lograr concretos de peso ligero, los romanos utilizaron

recipientes de barro que eran embebidos en la estructura generando vacíos en las paredes. Y logrando así su propósito. En 1824, el inglés J. Aspin, elaboró y patentó un producto similar al cemento, obtenido mediante la cocción de una mezcla de calcáreos y arcilla finamente molida. Este ligante permitió confeccionar un hormigón similar al obtenido con la piedra Pórtland (calcáreo muy resistente de la isla de Pórtland) comúnmente utilizado en Inglaterra para la construcción. De aquí la denominación "Cemento Pórtland"

#### **2.2.1.2. Definiciones**

Cemento Pórtland Según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento Pórtland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir: Cemento Pórtland = Clinker Pórtland + Yeso

#### **2.2.1.3. Materias primas del cemento Pórtland**

Las principales materias primas necesarias para la fabricación de un cemento Pórtland son:

- Materiales calcáreos: Deben tener un adecuado contenido de carbonato de calcio ( $\text{Co}_3\text{Ca}$ ) que será entre 60% a 80%, y no deberá tener más de 1.5% de magnesia. Aquí tenemos a las margas, cretas y calizas en general estos materiales suministran el óxido de calcio o cal.
- Materiales arcillosos: Deben contener sílice en cantidad entre 60% y 70%. Estos materiales proveen el dióxido de silicio o sílice y también

el óxido de aluminio o alúmina, aquí tenemos a las pizarras, esquistos y arcillas en general.

- Minerales de hierro: Suministran el óxido férrico en pequeñas cantidades. En algunos casos éstos vienen con la arcilla.
- Yeso: Aporta el sulfato de calcio.

Nota: El yeso se añade al Clinker para controlar (retardar y regular) la fragua. Sin el yeso, el cemento fraguaría muy rápidamente debido a la hidratación violenta del aluminato tricálcico y el ferro aluminato tetracálcico.

#### **2.2.1.4. Proceso de Fabricación**

- Extracción de la materia prima: Esta se realiza con la explotación de los yacimientos a tajo abierto. El material resultante de la voladura es transportado en camiones para su trituración, los mismos que son cargados mediante palas o cargadores frontales de gran capacidad. Esta etapa comprende los procesos de exploración, perforación, carguio y acarreo.
- Trituración de la materia prima: Se realiza en dos etapas, inicialmente se procesa en una chancadora primaria, del tipo cono que puede reducirla de un tamaño máximo de 1.5 m hasta los 25 cm.( Chancado primario) . El material se deposita en una cancha de almacenamiento y luego de verificar su composición química, pasa al chancado secundario reduciéndose a tamaños de hasta  $\frac{3}{4}$ " aproximadamente.
- Pre – homogenización : El material triturado se lleva a la planta propiamente dicha por cintas transportadoras, depositándose en un

parque de materias primas. En algunos casos se efectúa un proceso de pre-homogeneización.

- Molienda de Crudos: Este proceso se realiza por medio de molinos de bolas o prensas de rodillos que producen un material muy fino además de dosificarse adecuadamente los materiales para lograr un crudo óptimo que será el que ingrese al horno.
- Homogenización: El Crudo finamente molido debe ser homogenizado a fin de garantizar que el Clinker sea de calidad constante es decir en esta etapa se debe asegurar la composición química constante del crudo. Una vez homogenizado este material es transportado mediante fajas transportadoras al intercambiador de calor.
- Intercambiador de Calor ( Precalentador): Consiste en edificios que cuentan con una torre de ciclones ubicados uno encima del otro al cual se le denomina precalentador. El crudo que ya fue homogenizado ingresa por el extremo superior de este precalentador pasando a través de los ciclones quienes captan el calor residual evacuados con los gases de combustión salientes del horno en contracorriente con el flujo del material que ingresa, entonces este crudo que se calienta por acción de los gases generados en el quemador del horno e iniciándose de esta manera el proceso de descarbonatación y transformación termo-químico del crudo. En esta etapa se pueden alcanzar temperaturas hasta de 850°C ( en la entrada al horno rotatorio ) , y en la parte alta ( zona de salida de los gases del precalentador ) se alcanzan temperaturas alrededor de 280°C En la base de este edificio se encuentra un sistema de precalcina



previo a su ingreso al horno rotatorio . El intercambio de calor se produce mediante transferencias térmicas por contacto íntimo entre la materia y los gases calientes provenientes del horno, en un sistema de 4 a 6 ciclones en cascada, que se encuentran al interior de una torre de concreto armado de varios pisos, con alturas superiores a los cien metros.

- Clinkerización: Es la zona mas importante del horno rotatorio siendo este el elemento fundamental para la fabricación del cemento, se trata de un tubo cilíndrico de acero con diámetros de 4 a 5 mts. y longitudes de 70 a 80 mts. los mismos que interiormente se encuentran revestidos interiormente con materiales refractarios para la obtención del clinker se debe alcanzar temperaturas alrededor de los 1500°C, el proceso en si es complejo se puede decir que se inicia con el ingreso del crudo descarbonatado al horno rotatorio y que por efecto del calor que genera la combustión del carbón o petróleo en un quemador situado en el extremo de la salida sufre transformaciones físicas y químicas , llegándose a obtener el producto intermedio llamado Clinker esto sucede a temperaturas del orden de los 1400 a 1450°C. El horno rotatorio de Cementos Lima alcanza una longitud de 83 mts y un diámetro de 5.25 mts y una inclinación del 3% que permite el avance del material por deslizamiento , estos hornos giran a velocidades de 4.5 r.p.m y la temperaturas van desde 850°C hasta 1450°C . Sin embargo la fase líquida que nos indica el inicio del proceso de sinterización tiene lugar a temperaturas de 1260°C y que al aumentar la temperatura aumenta también la fase líquida o fundida.

- Enfriamiento: No todos los minerales deseados del clinker , hidráulicamente activos, quedan estables después del proceso de clinkerización por lo que es necesario que el clinker caliente deba ser enfriado rápidamente es decir una vez que el clinker es descargado por el horno pasa a la tercera parte del circuito de clinkerización que se dan en los enfriadores. Estos enfriadores se encuentran a la salida del horno y recibirán toda la carga del material que sale del horno a temperaturas entre 1000 a 1100°C , constan de varias superficies escalonadas compuestas por placas fijas y placas móviles alternadas con unos pequeños orificios por donde pasa el aire que es insuflado por la parte inferior por la acción de ventiladores con el objeto de enfriar el clinker hasta aproximadamente 120°C para ser almacenado posteriormente a esta temperatura el material en las canchas de almacenamiento. Si el clinker formado por el proceso de sinterización se enfría lentamente puede invertirse el sentido de las reacciones de equilibrio y podrían disolverse en la fase líquida una parte del silicato Tricàlcico ( compuesto importante para el desarrollo de resistencias en el cemento ) , por lo tanto un proceso de enfriamiento lento podría bajar la resistencia del cemento por otro lado un proceso de enfriamiento rápido el cual es deseable por los efectos que podrían causar en el cemento tales como: mejor molturabilidad por la existencia de fisuras tensionales en el clinker , menor proporción de alita disuelta.

- Molienda del clinker: Mediante un proceso de extracción controlado el clinker entra a los molinos de bolas o prensa de rodillos donde se obtendrá una superficie específica alta de los granos del cemento.
- Envasado y despacho: Generalmente el cemento se comercializa en bolsas de 42.5 Kg., de acuerdo a los requerimientos del usuario también puede despacharse a granel. Las bolsas, son de en papel krap extensible tipo Klupac con contenido de hojas, entre dos y cuatro de acuerdo a los requerimientos de transporte o manipuleo. Solo en casos muy especiales y necesarios, estas bolsas van provistas de un refuerzo interior de polipropileno.

Estas bolsas de cemento son periódicamente controladas mediante la verificación de su porosidad al aire, absorción, impermeabilidad y resistencias mecánicas. Las fábricas cementeras también comercializan el cemento en bolsones con capacidad de 1.5 toneladas. Dichos bolsones son conocidos como big bag. Todas las fábricas de cementos del Perú despachan cemento a granel. De esta forma se despacha la cantidad mínima de 25 a 30 toneladas. Durante mucho tiempo, el cemento ha sido suministrado en sacos de papel. Sin embargo, la tendencia mundial es el de distribuirlo a granel, transportándolo en camiones cisterna y almacenándose en silos.

#### **2.2.1.5. Propiedades de los compuestos principales**

Silicato Tricálcico (C3S), conocido también como alita.

- Se hidrata y endurece rápidamente
- Es el más importante de los compuestos del cemento

- Determina la rapidez o velocidad de fraguado
- Determina la resistencia inicial del cemento
- Libera gran cantidad de calor de hidratación es equivalente a 120 cal/gr. Este compuesto tiene mucha importancia en el calor de hidratación de los cementos
- Contribuye una buena estabilidad de volumen
- Contribuye a la resistencia al intemperismo

#### Silicato Dicálcico (C2S), conocido también como velita

- Contribuye con las resistencias a edades mayores a una semana
- Por su porcentaje en el clinker es el segundo en importancia
- Se hidrata y endurece con lentitud
- Alcanza elevada resistencia a la compresión a largo plazo (después de prolongado endurecimiento)
- El valor de hidratación es equivalente a 63 cal/gr
- Contribuye a la resistencia al intemperismo junto al C3S
- Su contribución a la estabilidad de volumen es regular.

#### Aluminato Tricálcico (C3A)

- Es el primero en hidratarse, o sea fragua con mucha rapidez (hidratación violenta)
- Libera gran cantidad de calor durante los primeros días de la hidratación
- Incide levemente en la resistencia mecánica
- Tiene baja resistencia al intemperismo (acción del hielo y deshielo)
- Tiene mala estabilidad de volumen

- Escasa resistencia a la acción del ataque de los sulfatos y ataques químicos
- Calor de hidratación equivalente a 207 cal /gr

#### Ferro Alumínato Tetra calcico (C4AF)

- Reduce la temperatura de formación del Clinker
- Rápida velocidad de hidratación
- El calor de hidratación es equivalente a 100 cal/gr (moderado)
- En la resistencia mecánica no esta definida su influencia
- La estabilidad de volumen es mala
- Influye en el color final del cemento

#### **2.2.1.6. Propiedades del Cemento**

##### Finura o Fineza

Referida al grado de molienda del polvo, se expresa por la superficie específica, en m<sup>2</sup>/kg. En el laboratorio existen 2 ensayos para determinarlo:

- Permeabilmetro de Blaine
- Turbidimetro de Wagner

Importancia: A mayor finura, crece la resistencia, pero aumenta el calor de hidratación y cambios de volumen. A mayor finura del cemento mayor rapidez de hidratación del cemento y mayor desarrollo de resistencia.

Ejemplo:

Tipo de cemento	Finura Blaine m <sup>2</sup> / kg
I	370
II	370
III	540
IV	380
V	380

Ilustración 1: Tipo de cemento y su Valor de Finura, Fuente: Ana Torre

### Tecnología del Concreto

#### Peso Específico

Referido al peso del cemento por unidad de volumen, se expresa en gr/cm<sup>3</sup>. En el laboratorio se determina por medio de:

- Ensayo del Frasco de Le Chatelier (NTP 334.005)

Importancia: Se usa para los cálculos en el diseño de mezclas. Los pesos específicos de los cementos Pórtland son de aproximadamente 3.15

#### Tiempo de Fraguado

Es el tiempo entre el mezclado (agua con cemento) y la solidificación de la pasta. Se expresa en minutos. Se presenta como: El tiempo de Fraguado Inicial y El tiempo de Fraguado Final. En el laboratorio existen 2 métodos para calcularlo

- Agujas de Vicat : NTP 334.006 (97)
- Agujas de Gillmore : NTP 334.056 (97)

Importancia: Fija la puesta correcta en obra y endurecimiento de los concretos y morteros.

#### Estabilidad de Volumen

Representa la verificación de los cambios volumétricos por presencia de agentes expansivos, se expresa en %. En el laboratorio se determina mediante:

- Ensayo en Autoclave: NTP 334.004 (99)

#### Resistencia a la Compresión

Mide la capacidad mecánica del cemento a soportar una fuerza externa de compresión. Es una de las más importantes propiedades, se expresa en Kg/cm<sup>2</sup>. En el laboratorio se determina mediante:

- Ensayo de compresión en probetas cúbicas de 5 cm de lado (con mortero cemento-arena normalizada): NTP 334. 051 (98)

#### Calor de Hidratación

Es el calor que se genera por la reacción ( agua + cemento ) exotérmica de la hidratación del cemento, se expresa en cal/gr.y depende principalmente del C3A y el C3S . En el laboratorio se determina mediante:

- Ensayo del Calorímetro de Langavant o el de la Botella Aislante. Se emplea morteros estándar: NTP 334.064

#### **2.2.1.7. Tipos de cementos**

Constituidos por Clinker Pórtland y la inclusión solamente de un determinado porcentaje de sulfato de calcio (yeso). Aquí tenemos según las Normas Técnicas:

- Tipo I: Para usos que no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo

- Tipo II: Para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación
- Tipo III: Para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales
- Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación
- Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

#### 2.2.1.8. Los Cementos en el Perú

En el Perú, actualmente tenemos las siguientes empresas cementeras

NOMBRE	UBICACIÓN
Cementos Lima S A	Atocongo – Lima
Cementos Pacasmayo S A A	Pacasmayo - La Libertad
Cemento Andino S A	Condorcocha - Tarma ( Junin )
Yura SA	Yura - Arequipa
Cemento Sur S A	Caracote - Juliaca ( Puno )
Cemento Rioja	Pucallpa - Ucayali

Ilustración 2: Cementos en el Perú, Fuente: Propia

#### 2.2.1.9. Usos y aplicaciones de los cementos Pórtland

- Tipo I Para construcciones de concreto y mortero de uso general y cuando no se requiera propiedades específicas, se utiliza en concretos que no estén sujetos al ataque de factores agresivos como podría ser la presencia de sulfatos en el suelo o en el agua.
- Tipo II: En obras donde se requiera resistencia moderada a la acción de los sulfatos ( ejm. Estructuras de drenaje) y/o moderado Calor de hidratación (consecuencia de la hidratación del cemento). Se recomienda en edificaciones, estructuras industriales, puentes, obras



portuarias, perforaciones y en general en todas aquellas estructuras de volumen considerable, y en climas calidos

- Tipo III: Para obras que requiera alta resistencia elevadas a edades tempranas, normalmente a menos de una semana ( ejm: adelanto de la puesta en servicio) y también en obras de zonas frías su uso permite reducir el curado controlado .
- Tipo IV: Para Estructuras se requiera bajo Calor de Hidratación, caso de represas, centrales hidroeléctricas y obras de grandes masas de concreto, también debe tenerse en cuenta que este cemento desarrolla resistencias a una velocidad inferior a la de los otros cementos .
- Tipo V: Además de las cualidades del Tipo II, es recomendado para obras donde se requiera elevada resistencia a los sulfatos. Es el caso de obras portuarias expuesta al agua de mar También en canales, alcantarillas, túneles, suelos con alto contenido de sulfatos. estos cementos desarrollan resistencias mas lentamente que los cementos tipo I, incrementan su resistencia a los sulfatos.

#### **2.2.1.10. Almacenamiento del cemento**

La buena disposición que se adopte para el almacenamiento de los insumos del concreto, contribuirá en la buena marcha de la obra, además de una producción eficiente del concreto de calidad. El diseño general de las instalaciones de almacenamiento, se efectúa en la etapa previa de la construcción, teniendo en cuenta entre otros los siguientes parámetros:

- Ubicación y características del área donde se asienta la construcción.
- Espacios disponibles.

- Consumo promedio de concreto de acuerdo al cronograma de la obra
- Consumo máximo y duración del periodo en el cual se realiza la mayor producción de concreto.
- Forma y medios de aprovisionamiento de los materiales.
- Stock mínimo que es conveniente mantener.
- Ubicación de las mezcladoras o central de mezcla.
- Alternativas y costos para las diferentes instalaciones de almacenamiento.

El cemento que se mantiene seco conserva todas sus características. Almacenado en latas estancas o en ambientes de temperatura y humedad controlada, su duración será indefinida. En las obras se requieren disposiciones para que el cemento se mantenga en buenas condiciones por un espacio de tiempo determinado. Lo esencial es conservar el cemento seco, para lo cual debe cuidarse no sólo la acción de la humedad directa sino además tener en cuenta la acción del aire húmedo. En obras grandes o en aquellos casos en que el cemento deba mantenerse por un tiempo considerable se deberá proveer una bodega, de tamaño adecuado sin aberturas ni grietas, ventilados a fin de evitar la humedad tal que se pueda mantener el ambiente lo más seco que sea posible si se puede se debe planificar el empleo de extractores de aire. En los casos en que sea previsible la presencia de lluvias, el techo tendrá la pendiente adecuada. El piso deberá ser de preferencia de tablas, que se eleven 10 cm. sobre el suelo natural para evitar el paso de la humedad. Eventualmente se pueden usar tarimas de madera. Las bolsas se deberán apilar juntas, de manera de minimizar la circulación del aire, dejando un espacio alrededor de las

paredes de al menos 50 cm. Las puertas y las ventanas deberán estar permanentemente cerradas. El apilamiento del cemento, por periodos no mayores de 60 días, podrá llegar hasta una altura de doce bolsas. Para mayores periodos de almacenamiento el limite recomendado es el de ocho bolsas, para evitar la compactación del cemento. Las bolsas de cemento se dispondrán de manera que se facilite su utilización de acuerdo al orden cronológico de recepción, a fin de evitar el envejecimiento de determinadas partidas. No deberá aceptarse, de acuerdo a lo establecido en la norma, bolsas deterioradas o que manifiesten señales de endurecimiento del cemento. En obras pequeñas o cuando el cemento va a estar almacenado en periodos cortos, no más de 7 días, puede almacenarse con una mínima protección, que puede consistir en una base afirmada de concreto pobre y una cobertura con lonas o láminas de plástico. Las cubiertas deberán rebasar los bordes para evitar la penetración eventual de la lluvia a la plataforma. El recubrimiento deberá afirmarse en la parte inferior y si es posible en la superior para evitar que sea levantada por el viento. En todos los casos el piso deberá estar separado del terreno natural y asegurar que se mantenga seco. En caso de largas periodos de almacenamiento se recomienda además, de lo anterior, rotar periódicamente la posición de los sacos, aprovechando el cambio para dar golpes de canto a los sacos y soltando así las partículas de cemento que se aprieta durante el apilado. Además de cubrir los sacos con una lámina de polietileno que llegue hasta el piso. Y no arrojar las bolsas desde lo alto ni arrastrarlas por el piso. Las bolsas inferiores podrían presentar grumos blandos por efecto de la compactación recuerde siempre que al abrir la bolsa de cemento la

aparición debe ser harinosa, sin grumos. De observarse grumos que con la presión de las yemas de los dedos no se deshacen podrían haberse producido proceso de hidratación y debería realizarse algunos ensayos a fin de confirmar su utilidad.

Para los casos específicos de almacenamiento en silos : Los silos de cemento, son elementos verticales, de forma generalmente cilíndrica y sección circular, de gran altura con respecto a su diámetro. Los silos se caracterizan generalmente, por el tonelaje almacenado, que varía entre los 15 y 50 m<sup>3</sup> . El silo se compone de un cuerpo, constituido por un fuste cilíndrico metálico cerrado, de 2.40 a 2.80 de diámetro. Generalmente, en la parte superior, se dispone de una chimenea o respiradero para la descompresión, la entrada de la tubería de carga y una escotilla para ingreso de personas con cierre estanco. La parte inferior tiene forma de cono y en la zona más estrecha, una abertura con dispositivo de cierre. El diseño del cono prevé limitar la formación de bóvedas. Finalmente, los apoyos están constituidos por tubos y perfiles de acero, que son anclados debidamente, para contrarrestar la acción del viento cuando el silo está vacío, que genera esfuerzos de basculamiento que producen tracciones en los pies. Eventualmente los silos cuentan con indicadores del nivel del cemento, filtros para eliminar el polvo dispositivos antibóveda y distribuidores de cemento .El cuerpo de los silos pequeños por lo general es enteramente soldado, lo que permite ponerlo en obra rápidamente. Silos de mayores dimensiones, que hacen difícil su transporte, se fabrican en secciones desmontables empernadas. Los de este tipo son más caros y eventualmente sujetos a la humedad. El cuerpo de los silos pequeños por lo general es enteramente

soldado, lo que permite ponerlo en obra rápidamente. Silos de mayores dimensiones, que hacen difícil su transporte, se fabrican en secciones desmontables empernadas. Los de este tipo son más caros y eventualmente sujetos a la humedad. El cuerpo de los silos pequeños por lo general es enteramente soldado, lo que permite ponerlo en obra rápidamente. Silos de mayores dimensiones, que hacen difícil su transporte, se fabrican en secciones desmontables empernadas. Los de este tipo son más caros y eventualmente sujetos a la humedad. La chimenea se instala en la parte superior del silo y permite que penetre el aire para reemplazar el cemento que se descarga y que en el momento de llenado puedan escapar tanto el aire del silo como el proveniente de la alimentación. Inspeccionar periódicamente la estanqueidad de las compuertas a fin de minimizar el deterioro y formación de grumos obsérvese principalmente las compuertas de carga, el techo, las uniones soldadas. Mantener las compuertas cerradas cuando no se las usa..Usar sistemas de aire comprimido con trampas de agua. Inspeccionar regularmente los silos por posibles grumos o pegas, evitar la contaminación del cemento con sustancias que podrían afectar el fraguado tales como azúcar, almidón compuestos de plomo zinc, cobre etc.

### **2.2.2. Agua para el concreto**

Las aguas potables y aquellas que no tengan sabores u olores pueden ser utilizadas para preparar concreto, sin embargo algunas aguas no potables también pueden ser usadas si cumplen con algunos requisitos , en nuestro país es frecuente trabajar con aguas no potables sobre todo cuando se tratan de obras en las afueras de las ciudades.

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 por experiencia se conozcan que pueden ser utilizadas en la preparación del concreto. Debe recordarse, que no todas las aguas inadecuadas para beber son inconvenientes para preparar concreto. En general, dentro de las limitaciones, el agua de mezclado deberá estar libre de sustancias colorantes, aceites y azúcares. El agua empleada no deberá contener sustancias que puedan producir efectos sobre el fraguado, la resistencia o durabilidad, apariencia del concreto, o sobre los elementos metálicos embebidos en éste. Previamente a su empleo, será necesario investigar y asegurarse que la fuente de provisión no está sometida a influencias que puedan modificar su composición y características con respecto a las conocidas que permitieron su empleo con resultados satisfactorios.

#### **2.2.2.1. Requisitos de calidad**

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. La Norma Peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE		
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5,000	ppm	Máximo
Materia Orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1,000	ppm	Máximo
Sulfatos ( ión SO <sub>4</sub> )	600	ppm	Máximo
Cloruros ( ión Cl <sup>-</sup> )	1,000	ppm	Máximo
pH	5 a 8		Máximo

Ilustración 3: Requisitos de Calidad para agua, Fuente: Ing. Ana Torre, Tecnología de Concreto

#### Recomendaciones Adicionales:

- Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ión férrico, será de 1 ppm.
- El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados. Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio.
- Si se utiliza aguas no potables, la calidad del agua, determinada por análisis de Laboratorio, deberá ser aprobada por la Supervisión.
- La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basará en resultados en los que se ha utilizado en la preparación del concreto el agua de la fuente elegida.

#### 2.2.2.2. Limitaciones

Las sales u otras sustancias dañinas que puedan estar presentes en los agregados y/o aditivos, deberán sumarse a la cantidad que pudiera aportar el agua de mezclado a fin de evaluar el total de sustancias inconvenientes que pueden ser dañinas al concreto, el acero de refuerzo, o los elementos metálicos embebidos. El agua empleada en la preparación del

concreto para elementos presforzados, o en concretos que tengan embebidos elementos de aluminio o de fierro galvanizado, incluyendo la porción del agua de la mezcla con la que contribuyen la humedad libre del agregado o las soluciones de aditivos, no deberá contener cantidades de ión cloruro mayores del 0.6% en peso del cemento. La suma total de las cantidades de ión cloruro presentes en el agua, agregados y aditivos, no deberá nunca exceder, expresada en porcentajes en peso del cemento, de los porcentajes indicados a continuación:

TIPO DE CONCRETO	PORCENTAJE
Concreto preesforzado	0.06%
Concreto armado con elementos de aluminio o fierro galvanizado	0.06%
Concreto armado expuesto a la acción de cloruros	0.10%
Concreto armado sometido a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros	0.15%
Concreto armado seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de un recubrimiento impermeable	0.80%

Ilustración 4: Cantidades de Ion Cloruro, Fuente: Ing. Ana Torre,  
Tecnología de Concreto

### 2.2.2.3. Requisitos del comité 318 del ACI

- El agua empleada en el mezclado del concreto deberá estar limpia y libre de cantidades peligrosas de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica, u otras sustancias peligrosas para el concreto o el refuerzo.
- El agua de mezclado para concreto premezclado o para concreto que deberá contener elementos de aluminio embebidos, incluida la porción



del agua de mezclado que es contribuida en forma de agua libre sobre el agregado, no deberá contener cantidades peligrosas de ión cloruro.

- No deberá emplearse en el concreto aguas no potables, salvo que las siguientes condiciones sean satisfechas.
- La selección de las proporciones del concreto deberá basarse en mezclas de concreto en las que se ha empleado agua de la misma fuente.
- Los cubos de ensayo de morteros preparados con aguas de mezclado no potables deberán tener a los 7 y 28 días resistencias iguales a por lo menos el 90% de la resistencia de especímenes similares preparados con agua potable. Los ensayos de comparación de resistencia deberán ser preparados con morteros, idénticos con excepción del agua de mezclado, preparados y ensayados de acuerdo con la Norma ASTM C 109 "Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar" (Empleando especímenes cúbicos de 2" ó 50 mm).

### **2.2.3. Agregados Para El Concreto**

Antiguamente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas, la tecnología moderna establece que siendo este material el que mayor % de participación tendrá dentro de la unidad cúbica de concreto sus propiedades y características diversas influyen en todas las propiedades del concreto. La influencia de este material en las propiedades del concreto tiene efecto importante no sólo en el acabado y calidad final del

concreto sino también sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como sobre la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios volumétricos y peso unitario del concreto endurecido. La norma de concreto E-060, recomienda que a pesar que en ciertas circunstancias agregados que no cumplen con los requisitos estipulados han demostrado un buen comportamiento en experiencias de obras ejecutadas, sin embargo debe tenerse en cuenta que un comportamiento satisfactorio en el pasado no garantiza buenos resultados bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones, en la medida de lo posible deberán usarse agregados que cumplan con las especificaciones del proyecto.

Los agregados en el concreto ocupan alrededor de las tres cuartas partes del volumen, de ahí la justificación para su adecuada selección, además que agregados débiles podrían limitar la resistencia del concreto por otro parte son estos elementos los que proporcionan una estabilidad volumétrica al concreto y durabilidad.

#### **2.2.3.1. Agregado**

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto

#### **2.2.3.2. Tamaño Máximo**

Corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado.

### 2.2.3.3. Tamaño Nominal Máximo

Corresponde al menor tamiz en el cual se produce el primer retenido.

### 2.2.3.4. Módulo de Fineza

Criterio Establecido en 1925 por Duff Abrams a partir de las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material utilizando la siguiente expresión:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados retenidos (1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100)}}{100}$$

### 2.2.3.5. Funciones del agregado

El agregado dentro del concreto cumple principalmente las siguientes funciones:

- Como esqueleto o relleno adecuado para la pasta (cemento y agua), reduciendo el contenido de pasta en el metro cúbico.
- Proporciona una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.
- Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta.

Los agregados finos son comúnmente identificados por un número denominado Módulo de finura, que en general es más pequeño a medida que el agregado es más fino. La función de los agregados en el concreto es la de crear un esqueleto rígido y estable lo que se logra uniéndolos con

cemento y agua (pasta). Cuando el concreto está fresco, la pasta también lubrica las partículas de agregado otorgándole cohesión y trabajabilidad a la mezcla. Para cumplir satisfactoriamente con estas funciones la pasta debe cubrir totalmente la superficie de los agregados

Si se fractura una piedra, como se observa en la figura, se reducirá su tamaño y aparecerán nuevas superficies sin haberse modificado el peso total de piedra. Por la misma razón, los agregados de menor tamaño tienen una mayor superficie para lubricar y demandarán mayor cantidad de pasta. En consecuencia, para elaborar concreto es recomendable utilizar el mayor tamaño de agregado compatible con las características de la estructura.

#### **2.2.3.6. Proceso de Producción**

La producción de los agregados generalmente se realiza a cielo abierto, y se suelen seguir las siguientes actividades:

- Eliminación de las capas no exportables (rocas estériles, degradadas, alteradas, cubierta vegetal etc).
- Extracción de los materiales: -Extracción de los materiales sin consolidar -Explotación mixta.
- Extracción de materiales consolidados: suele utilizarse materiales explosivos para lograr la fragmentación de la roca los cuales son transportados después en dumpers o fajas transportadoras.
- Transporte a la planta de tratamiento: generalmente se trata que las canteras se encuentren lo más cerca posible a la obra de ser necesario el transporte este puede ser: mediante fajas transportadoras o con camiones y/o dumpers.

- Tratamiento de los agregados: A fin de obtener los agregados con las características deseadas se pueden seguir las siguientes etapas:
- El chancado o trituración, para disminuir el tamaño de las partículas empleando para ello equipos como chancadoras de mandíbula, percusión, giratorios , molinos de bolas u otros.
- Intercalados entre la actividades de chancado se aparecen los equipos de clasificación que nos permitirán seleccionar las partículas del material de acuerdo a sus tamaños separándolas entre las que pasan y las que no pasan.
- Muchas veces va ser necesario lavar el material para eliminar el exceso de finos que puede alterar la adherencia del material, así como la resistencia principalmente.
- Almacenamiento y envío.

#### **2.2.3.7. Canteras**

En algunos casos corresponderá al contratista la ubicación y selección de las canteras de agregados disponibles en la zona, esta deberá incluir estudios geológicos, petrográficos, composición mineral del material propiedades físicas, resistentes, costo de operación, rendimiento, potencialidad, accesibilidad etc. Estas canteras seleccionadas deberán ser aprobadas por la inspección previa presentación de certificados de ensayos en laboratorio. En la búsqueda y selección de la cantera el ingeniero debe tener en cuenta sobre la ubicación, cantidad de agregado requerido el tamaño máximo a ser empleado y las características generales de construcción, asimismo debe estar informado sobre los efectos que sobre las propiedades del concreto tienen la granulometría, las características físicas y

la composición del agregado. El laboratorio seleccionado para la evaluación de las propiedades de los agregados deberá contar con equipos calibrados, y conocer de los procedimientos normalizados. La selección y aprobación final de la cantera será hecha por el inspector previa presentación por el contratista de los certificados de un Laboratorio Oficial. Mediante el estudio cuidadoso y selección adecuada de las canteras a ser utilizadas, el proyectista podrá conocer que agregados existen o pueden ser disponibles en la zona de trabajo y la conveniencia o no de su utilización.

#### **2.2.3.8. Especificaciones Técnicas de los Agregados**

Los agregados a utilizar en la obra deberán cumplir las especificaciones técnicas que aseguren la calidad final de la obra. Aquellos agregados que no cumplan algunos requisitos podrán ser empleados siempre que se demuestre con pruebas de laboratorio o experiencia en obra que se pueden producir concretos de la calidad especificada. Los requisitos que deben cumplir los agregados para uso en concreto se encuentran estipulados en ASTM C33 así como en NTP 400.037. Los agregados que van estar sometidos a humedecimiento, exposición prolongada a atmósferas húmedas, o en contacto con suelos húmedos no deberán tener ningún material que sea potencialmente reactivo con los álcalis del cemento a fin de evitar expansiones. El ensayo de estabilidad de volumen se recomienda para agregados que van a ser empleados en concretos sometidos a procesos de congelación y deshielo. Aquellos agregados que no pasen esta prueba podrán ser usados sólo demostrando que un concreto de características similares en la zona tiene un registro de servicio satisfactorio en esas condiciones de intemperismo. Asimismo, es necesario utilizar

agregados con contenido de sales solubles totales en porcentajes menores del 0.015% en peso del cemento.

#### **2.2.4. Aditivos para el concreto**

Un aditivo es definido, tanto por el Comité 116R del ACI como por la Norma ASTM C 125, como “un 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”.

Nuestra Norma técnica peruana NTP 339.086 define a los aditivos como sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades .

Los aditivos se añaden a las mezclas de concreto generalmente durante el proceso de mezclado con el propósito de:

- Modificar una o algunas de sus propiedades NTP, a fin de permitir que sean más adecuados para el trabajo solicitado.
- Mejorar su trabajabilidad facilitando su proceso de colocación.
- Posibilitar el rendimiento en la elaboración, transporte, y puesta en obra del concreto.:
- Lograr mayor economía y mejores resultados, por cambios en la composición o proporciones de la mezcla.

#### **2.2.4.1. Condiciones De Empleo**

Los aditivos utilizados deberán cumplir con los requisitos de las Normas ASTM o NTP correspondientes.

Su empleo deberá estar indicado en las especificaciones del proyecto, o ser aprobado por la Supervisión. La norma establece para cada uno de los aditivos requisitos para comprobar las modificaciones aportadas por el aditivo en las siguientes propiedades del concreto:

- Cantidad de agua
- Tiempo de fragua
- Resistencia a compresión
- Resistencia a flexión
- Deformación por contracción
- Inalterabilidad ( durabilidad)

Indicándonos en cada caso valores mínimos esperados según la clasificación o tipo de aditivo que se esté usando

Para al caso de los aditivos incorporadores de aire este es obligatorio en concretos que, en cualquier etapa de su vida, pueden estar expuestos a temperaturas ambiente menores de 0°C. En otros casos, el empleo de estos aditivos es opcional ya criterio del especialista.

#### **2.2.4.2. Razones de Empleo**

Entre las principales razones de empleo de aditivos, para modificar las propiedades del concreto fresco, se puede mencionar:



- Reducción en el contenido de agua de la mezcla, que trae como consecuencia ahorro en la cantidad de cemento para una misma relación a/c (caso de los plastificantes y superplastificantes).
- Se logra obtener algunas propiedades en el concreto de manera mas efectiva que utilizando otros medios.
- Incremento en la trabajabilidad sin modificación del contenido de agua; o disminución del contenido de agua sin modificación de la trabajabilidad.
- Reducción, incremento o control del asentamiento
- Aceleración o retardo del tiempo de fraguado inicial.
- Modificación de la velocidad y/o magnitud de la exudación
- Reducción o prevención de la segregación; o desarrollo de una ligera expansión
- Mejora en la facilidad de colocación y/o bombeo de las mezclas.
- Asegurar la calidad de concreto durante las etapas de mezclado, transporte, colocación y curado del concreto.

Entre las principales razones de empleo de los aditivos para modificar las propiedades de los concretos, morteros o lechada endurecidos se puede mencionar:

- Retardo en el desarrollo del calor de hidratación o reducción en la magnitud de éste durante el endurecimiento inicial
- Aceleración en la velocidad de desarrollo de la resistencia inicial y/o final del concreto y en el incremento de la misma.
- Incremento en la durabilidad (resistencia a condiciones severas de exposición).

- Disminución de la permeabilidad del concreto
- Control de la expansión debida a la reacción álcali-agregados;
- Incremento en las adherencias acero-concreto; y concreto antiguo-concreto fresco
- Incremento en las resistencias al impacto y/o la abrasión
- Control de la corrosión de los demonios metálicos embebidos en el concreto
- Producción de concretos o morteros celulares
- Producción de concretos o morteros coloreados.

#### **2.2.4.3. Consideraciones En El Empleo De Aditivos**

Los aditivos deben cumplir con los requisitos de las Normas seleccionadas y las especificaciones de obra, debiendo prestarse especial atención a las recomendaciones del fabricante y/o distribuidor del aditivo. Las siguientes normas ASTM cubren los tipos o clases de aditivos de uso corriente:

- Aditivos incorporadores de aire (ASTMC 260)
- Aditivos reductores de agua y controladores de fragua (ASTMC 494)
- Cloruro de Calcio (ASTM D 98)
- Aditivos a ser empleados en la producción de concretos muy sueltos (ASTM C 1017)

Considerado cuando se evalúa la acción del aditivo, los beneficios resultantes, y los mayores costos debidos a su empleo, en el análisis económico del empleo de un aditivo se debe considerar:

- El costo de utilizar un ingrediente extra y el efecto de ello sobre los costos de puesta en obra del concreto
- Los efectos económicos del aditivo sobre la trabajabilidad y consistencia del concreto; así como sobre la magnitud y velocidad de ganancia de resistencia
- La posibilidad de emplear procedimientos menos costosos, o diseños más avanzados
- Todos aquellos aspectos que puedan justificar el mayor costo del concreto debido al empleo del aditivo.

#### **2.2.4.4. Clasificación**

No es fácil clasificar los aditivos, debido a que ellos pueden ser clasificados genéricamente o con relación a los efectos característicos derivados de su empleo; pueden modificar más de una propiedad del concreto; así como a que los diversos productos existentes en el mercado no cumplen las mismas especificaciones. Adicionalmente debe indicarse que los aditivos comerciales pueden contener en su composición materiales los cuales, separadamente podrían ser incluidos en dos o más grupos, o podrían ser cubiertos por dos o más Normas ASTM o recomendaciones ACI.

De acuerdo a la Norma ASTM C 494, los aditivos se clasifican en

- TIPO A: Reductores de agua.
- TIPO B: Retardadores de fragua.
- TIPO C: Acelerantes.
- TIPO D: Reductores de agua-retardadores de fragua.
- TIPO E: Reductores de agua - acelerantes.
- TIPO F: Super Reductores de agua.

- TIPO G: Super Reductores de agua – acelerante
- 

#### **2.2.4.5. Requisitos De La Norma**

La norma establece para cada uno de los aditivos mencionados, los requisitos para comprobar las modificaciones aportadas por un aditivo sobre alguna de las siguientes propiedades del concreto:

- Requerimiento de agua.
- Tiempo de fraguado.
- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la flexión.
- Deformación por contracción.
- Inalterabilidad (durabilidad)

#### **2.2.4.6. Almacenamiento De Los Aditivos**

Los aditivos se almacenarán siguiendo las recomendaciones del fabricante a fin de evitar la contaminación, evaporación y deterioro de estos, para esto se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Los aditivos líquidos serán protegidos del congelamiento o cambios de temperatura que puedan afectar sus características.
- No deberán ser almacenados por un periodo mayor a 6 meses desde la fecha del último ensayo de aceptación, debiéndose evaluar su calidad antes del empleo.
- No se utilizarán aditivos deteriorados, contaminados o aquellos cuya fecha de vencimiento se haya cumplido.

## **2.3. Definición de Términos**

### **2.3.1. Procedimiento**

manera o forma especificada de realizar una actividad. Por lo general es el listado de una serie de pasos claramente definidos, disminuyendo la probabilidad de errores o accidentes.

### **2.3.2. Proceso**

es la forma y orden de ejecutar las actividades o procedimientos de una tarea, en especial trata de prever la calidad del producto de dicho proceso. Se puede señalar que el uso de los procedimientos escritos podría mejorar enormemente el resultado de los procesos.

### **2.3.3. Normas**

es un documento que establece las condiciones mínimas que debe reunir un producto o servicio para que sirva al uso al que está destinado, establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que establece; para usos comunes y repetidos; reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados. Las normas son un instrumento de transferencia de tecnología, aumentan la competitividad de las empresas y mejoran y clarifican el comercio internacional.

### **2.3.4. Normalización**

consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas. La normalización de las diversas herramientas de gestión así como las de calidad, favorece el progreso técnico, el desarrollo económico y la mejora de

la calidad de vida. Para el caso de esta tesis estudiaremos la normalización de las herramientas de gestión utilizadas en la industria.

### **2.3.5. Certificación**

la certificación es la forma de demostrar que una empresa cumple con los requisitos de la norma.

### **2.3.6. Empresa Constructora**

es una institución o agente económico que realiza una actividad productiva que consiste en la transformación de bienes intermedios, materias primas, en proyectos de construcción terminados y que toma las decisiones sobre la utilización de factores de la producción para obtener los bienes y servicios que se ofrecen en el mercado. Debe adoptar una organización y forma jurídica que le permita realizar contratos, captar recursos financieros, y ejercer sus derechos sobre los bienes que produce

### **2.3.7. Proyecto de construcción**

Es una célula o parte de un todo que conforma la organización o empresa, en este caso particular sería una parte de la gerencia de operaciones de una empresa constructora. Su característica empresarial es operar con autonomía a base de objetivos y resultados. Dentro de esa autonomía debe poder perfeccionar y propiciar el perfeccionamiento del personal humano que la compone, así como planear su futuro y programar sus actividades de acuerdo a sus estrategias para alcanzar sus objetivos

### **2.3.8. Cliente**

persona física o jurídica que realiza transacciones mediante contratos de compra-venta de productos o servicios con otras personas o empresas del mercado. Para el caso de estudio de esta tesis nos enfocaremos en los clientes de las empresas constructoras o contratistas, quienes tienen la necesidad de mejorar o incrementar su infraestructura.

### **2.3.9. Supervisión**

Los clientes o propietarios de los proyectos no suelen ser especialistas en proyectos de construcción, por lo que normalmente se encuentran representados en el proyecto por una empresa supervisora o profesionales encargados de supervisar la correcta ejecución de los trabajos del contratista, de acuerdo al expediente técnico elaborado por los proyectistas.

### **2.3.10. Proyectistas**

empresa o profesionales responsables del diseño del proyecto, encargados de transformar las necesidades o requerimientos de los propietarios en un expediente técnico que contenga especificaciones técnicas y planos de detalle en las diferentes especialidades necesarias

### **2.3.11. Proveedor**

Empresa industrial, comerciante, profesional, o cualquier otro agente económico que proporciona a otra empresa o persona un bien o servicio a cambio de una retribución con fines comerciales

## **2.4. Hipótesis**

Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto resulta beneficioso en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco – Pasco

### Hipótesis Específicas.

- Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto Mejora la resistencia a la compresión del concreto en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco
- Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto Mejora la Durabilidad de la Obra en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco
- Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto Mejora el Costo en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco
- Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto mejora la Calidad en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco – Pasco

## **2.5. Identificación de las variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

La variable independiente: “Resistencia a la compresión, Durabilidad de la Obra, Costo del Proyecto, Calidad del Proyectos”

### Dimensiones

- Resistencia a la compresión del concreto
- Durabilidad de la Obra



- Costo del Proyecto
- Calidad del Proyecto

### **2.5.2. Variable dependiente**

La variable dependiente es: Beneficios en la Ejecución de Proyectos

#### Dimensiones

- Resultados Alcanzados
- Recursos Utilizados

### **2.5.3. Variables intervinientes**

- Residente de obras
- Asistentes
- Ingenieros de Producción

### Capítulo III

#### Metodología

##### 3.1. Tipo de investigación

Se tendrá los siguientes tipos de investigación.

###### Experimental:

Corresponde a las investigaciones experimentales o aplicadas dentro de las ciencias sociales.

Analizamos el efecto producido por la acción y manipulación de las variables Independientes sobre la dependiente

##### 3.2. Diseño de la investigación

El diseño es denominado el pre experimental por tener un solo grupo de trabajo que se representa de la siguiente manera:  $G = O_1 - X - O_2$

Dónde:  $O_1 =$  Pre – Test,  $X =$  Tratamiento,  $O_2 =$  Post - Test

### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población**

Ejecución de Proyectos de pavimentos en Pasco

#### **3.3.2. Muestra**

Un proyecto de ejecución de pavimentos en el Distrito de Vicco

### **3.4. Métodos de la investigación**

Cuantitativo-Cualitativo de datos estadístico.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas serán: Preparar las mediciones obtenidas siendo analizadas correctamente, medir el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante clasificación y/o cuantificaciones y medir las variables contenidas en la hipótesis.

### **3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

- Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.
- Contenido de humedad del agregado fino y grueso
- Peso Unitario de los agregados fino y grueso.
- Peso específico y absorción de agregado grueso.
- Peso específico del agregado fino
- Cantidad finos que pasan por el tamiz N° 200 por lavado en agregados

- Resistencia a la degradación de agregado grueso por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles Determinación de la permeabilidad mediante el permeámetro de carga variable

Al recolectar los datos se tiene los siguientes procesamientos y análisis de datos:

- Estadístico
- Computacional

## **Capítulo IV**

### **Descripción Del Proyecto**

#### **4.1. Descripción de la empresa ejecutora y supervisora**

La empresa es Consorcio Cochamarca Vicco donde cumple su misión poniendo a disposición de sus clientes la experiencia adquirida en el transcurso de más de 10 años de trabajo serio y profesional, ofreciendo un gran equipo de profesionales altamente capacitados para desarrollarse exitosamente en el campo de la construcción. Somos una empresa, que, en el transcurso del tiempo, ha logrado posicionarse no solo como una de las compañías más importantes del país, sino que, además, hemos logrado obtener prestigio y reconocimiento de nuestros clientes. Disponemos de una flota de equipos de alto rendimiento para realizar trabajos complejos, modernos y de tecnología avanzada.

#### **4.2. Sobre el proyecto**

El presente estudio es la elaboración de los documentos técnicos de ingeniería, socio-económico y ambientales que permitan ejecutar la obra

“MEJORAMIENTO DE LAS CALLES EN EL JR. CAJAMARCA CDRA. 01, JR. HUANCVELICA CDRAS. 1-3, JR. AREQUIPA CDRAS. 1-2, JR. APURIMAC CDRAS 1-2, JR. ANDRES A. CACERES CDRAS. 1-3 JR. PUNO CDRAS. 1-3 Y R. CERRO DE PASCO CDRAS. 1-4 EN EL CENTRO POBLADO DE COCHAMARCA, DISTRITO DE VICCO – PASCO – PASCO”.

Con la finalidad de convertirla esencialmente en una vía central urbana, con pavimento rígido, cunetas, veredas, sardineles y obras ornamentales con áreas verdes que contrarresten el impacto ambiental dentro de la localidad de Cochamarca, distrito de Vicco, posibilitando un tránsito cómodo y fluido al servicio de los usuarios, vehicular y peatonal interurbano

#### **4.3. Objetivos del Proyecto**

Son objetivos del presente estudio:

- Dotar a los pobladores aledaños a esta vía urbana y área de influencia del proyecto, con pavimento rígido, cunetas, veredas, sardineles y obras ornamentales con áreas verdes.
- Mejorar el tránsito vehicular, posibilitando un tránsito cómodo y fluido en el Jr. Cajamarca Tramo Jr. Ayacucho –Jr. Huancavelica, Jr. Arequipa Tramo Jr. Ayacucho –Jr. Libertad, Jr. Apurimac Tramo Jr. Ayacucho –Jr. Libertad, Jr. Huancavelica Tramo Jr. Cajamarca –Av. 12 de Mayo, Jr. Cerro de Pasco Tramo Av. 12 de Mayo –Jr. Andrés A. Cáceres, Jr. Puno tramo Av. 12 de Mayo – Carretera Pasco Huayllay y Jr. Andrés A. Cáceres tramo Av. 12 de Mayo – Jr. Cerro de Pasco. reduciendo la producción de Polución.

- Mejorar el tránsito peatonal, posibilitando un tránsito cómodo y fluido, reduciendo la producción de Polución.
- Disminuir la contaminación ambiental dentro de la Localidad de Cochamarca, distrito de Vicco, Provincia y Región Pasco..
- Aliviar la situación de pobreza de los sectores más deprimidos de la ciudad a través de la generación de empleos temporales.
- Contribuir a la reactivación y modernización del sector urbano dentro de la Región Pasco.
- Mejorar la seguridad en el transporte de peatones.
- Aumento en el valor de los predios (plusvalía) de la zona.
- Ahorro de costos de operación vehicular.
- Estimular una dinámica de revitalización de los centros urbanos como parte de una reestructuración de espacios, que tienda a una utilización más racional de las vías existentes mediante el uso del transporte colectivo.
- Estimular la economía y desarrollo de los centros comerciales.
- Mejorar los accesos de locomoción colectiva, debido a la presencia de la vía vehicular y peatonal con niveles definidos.
- Reducción de la incidencia de enfermedades respiratorias y trasmisibles; al disminuir drásticamente las partículas de polvo en suspensión en la avenida.

#### 4.4. Metas del proyecto

- Construcción de Pavimento de Concreto  $e=20$  cm,  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con un área de 18,780.32 m<sup>2</sup>. Las cuales están asentados en una base granular de 20 cm. Debidamente compactado y nivelado.
- Demolición de veredas de concreto existentes construidas artesanalmente y mal estado de conservación, las cuales suman en total 714.75 m<sup>2</sup>.
- Construcción de Veredas de concreto  $e=10$  cm,  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> con un área de 8935.60 m<sup>2</sup>. Asentados en una base granular de 10cm. Debidamente nivelado y compactado.
- Construcción de 2704.04 ml. De cunetas con un espesor de 0.30 cm de la cual tiene una forma trapezoidal, esta cuneta está diseñada con un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.
- Construcción de Sardineles de concreto de  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> en todos los bordes de las veredas y jardineras.
- Creación de Jardineras y Áreas Verdes en los bordes de la veredas en un área total de 1387.05 m<sup>2</sup>, en las cuales realizara el sembrado de Grass en Champa y plantación de especies ornamentales.
- La plantación de Especies ornamentales de arbustos serán cada 3.00m. ascendiendo a un total de 281 unidades, respetando la cultura ambiental trazado por esta gestión.
- Construcción de Rampas de Minusválidos en todas las Intersecciones involucradas en dicho proyecto.
- Colocación de una correcta señalización horizontal en el pavimento con pintura de tráfico. El pintado de los sardineles con pintura amarilla



e instalación de señalización vertical (señalización tipo reglamentaria, señales tipo Preventivas e Informativas).

#### **4.5. Ubicación**

El Distrito de Vicco está situado en la vertiente de los andes sudamericanos, en la zona central del Perú, en la llanura intra montaña de la meseta de Bombón.

Ubicación General

- Localidad : Cochamarca.
- Distrito : Vicco.
- Provincia : Pasco.
- Región : Pasco

#### **4.6. Clima y Precipitación Pluvial**

De acuerdo a la evaluación climatológica, se determinan que los factores más importantes del clima están dados por la latitud y la altitud, las que definen las características particulares del clima, el efecto orográfico y las amplias oscilaciones de temperaturas de los vientos.

La zona presenta un clima frígido, la temperatura media anual oscila entre los 0°C y 7°C, con máximas de 15°C a 22°C, registradas entre los meses de setiembre y abril; y las mínimas entre los meses de mayo y agosto que llega a 9°C y menos. Por las noches la temperatura desciende a menos de 0°C. Hay presencia de lluvias (con granizo) durante las estaciones de otoño, primavera y verano.

Las precipitaciones varían según la temporada, siendo más intenso en los meses de noviembre a marzo, pudiendo excederse en los meses más

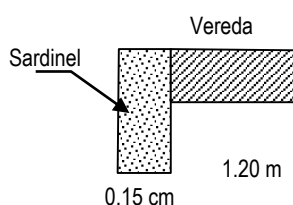
lluviosos los 169.30 mm y durante una fuerte lluvia puede caer en una hora 41 mm o más.

#### 4.7. Características geométricas de la vía

##### Vereda:

Las secciones están definidas por un módulo de 1.20 m para la sección más angostas, y de 2.00 m en las partes más amplias. Su altura o espesor es de 10 cm apoyada sobre terreno compactado, fabricada con concreto  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ .

##### Sardinel:



El Sardinel es una estructura de concreto simple de  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$  con un espesor de 15 cm, sirve de protección a las aceras o veredas y protege al terreno para evitar deslizamientos hacia el pavimento. Es una estructura de confinamiento que forma parte de las vedas o los jardines de las áreas verdes.

##### Cuneta:

Es una estructura diseñada para la evacuación de aguas pluviales, que recoge la esorrentía de la lluvia sobre el pavimento. Su dimensión para este proyecto es de 30 cm de ancho, por 15 cm de peralte en la parte que

coincide con el sardinel y 25 cm. La cara adyacente al pavimento, fabricada con concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . Su forma geométrica es trapezoidal.

#### Calzada:

La calzada viene a ser el pavimento específicamente, representado por la carpeta de rodadura fabricada a partir de concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , con un  $MR = 45 \text{ Kg/cm}^2$  y que es por donde circularán los vehículos que transiten por estas calles. Su geometría está definida por una plataforma de 20 cm de alto y 7.40 m de ancho en todas las vías, con un peralte de 2 cm al centro para facilitar la escorrentía de las aguas pluviales. Esta losa se encuentra apoyada sobre una sub base granular de 20 cm de espesor y adecuadamente compactada para soportar las cargas transmitidas por los vehículos hacia el terreno. Presentan juntas longitudinales y transversales de acuerdo al diseño presentado en los planos y adecuadamente reforzadas con acero liso de  $\varnothing 1/2''$  entre las juntas, pintadas y engrasadas, los cuales ayudarán a la transmisión homogénea de las cargas hacia el terreno. La sección puede verse complementada en las progresivas que tengan estacionamiento, con la construcción de bermas de concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  adyacentes a la calzada.

#### Jardineras:

Son elementos ornamentales que se añaden al diseño principal como parte del diseño geométrico de la vía, donde se colocarán las áreas verdes. Su dimensión es de 1.20 m.; en dichas jardineras se colocarán especies ornamentales y se realizara la colocación de Grass en Champa.

#### 4.8. Presupuesto de Obra y Modalidad de Ejecución:

La Modalidad de Ejecución del Proyecto “mejoramiento de las calles en el jr. Cajamarca Cdra. 01, Jr. Huancavelica Cdras. 1-3, Jr. Arequipa Cdras. 1-2, Jr. Apurimac Cdras 1-2, jr. Andres A. Caceres Cdras. 1-3 Jr. Puno Cdras. 1-3 y r. Cerro de Pasco Cdras. 1-4 en el centro poblado de cochamarca, distrito de vicco – pasco – pasco” lo ha definido la Municipalidad Distrital de Vicco, el cual será por el sistema de Contrato a Suma Alzada.

El desagregado de los presupuestos de cada etapa es la siguiente:

<b>Costo Directo</b>	:	<b>S/. 3, 673,311.52</b>
Gastos Generales (6.5%)	:	238,765.25
Utilidad (6.00%)	:	<u>220,398.69</u>
<b>Sub Total</b>	:	<b>S/. 4, 132,475.46</b>
Impuesto General a las Ventas (18%)	:	<u>743,845.58</u>
<b>Presupuesto Total Del Proyecto</b>	:	<b>S/. 4, 876,321.04</b>
Supervisión 4%	:	<u>121,908.03</u>
<b>Costo Total de Inversión</b>	:	<b>S/. 4, 998,229.07</b>

son: cuatro millones novecientos noventa y ocho mil doscientos veintinueve con 07/100 soles.

#### 4.9. Cronograma de Actividades:

El proyecto “mejoramiento de las calles en el jr. Cajamarca Cdra. 01, Jr. Huancavelica Cdras. 1-3, Jr. Arequipa Cdras. 1-2, Jr. Apurimac Cdras 1-

2, jr. Andres A. Caceres Cdras. 1-3 Jr. Puno Cdras. 1-3 y r. Cerro de Pasco Cdras. 1-4 en el centro poblado de cochamarca, distrito de vicco – pasco – pasco”, se ejecutará en 120 días calendario (4 meses); considerándose la fecha de inicio real de obra cuando se cumplan con las condiciones definidas en el Reglamento de Contrataciones y Adquisiciones del Estado aprobado mediante D.S. N° 184-2008-EF.

## Capítulo V

### Aplicación de Diseño de Mezclas con Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire

#### 5.1. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso (Cantera Cochamarca)

- Se seca la muestra a temperatura constante.
- Se coloca el material en los tamices, en la tabla 3 se muestra la cantidad de muestra según su tamaño máximo nominal del agregado.
- Se agitan los tamices por un período suficiente.
- Se determinó la masa de cada incremento de medida sobre una balanza. La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz.

Tamaño Máximo nominal Aberturas cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la muestra de Ensayo Mínimo Kg (lb)
9.5(3/8")	1(2)

12.5(1/2")	2(4)
19.0(3/4")	5(11)
25(1")	10(22)
37.5(1 1/2")	15(33)

Tabla 1: Análisis Granulométrico de Cantera Cochamarca, Fuente:

Propia

## 5.2. Contenido de humedad del agregado fino y grueso. (NTP339.185, 2002)

- Se calculó aproximadamente la cantidad de muestra con la cual se va a trabajar.
- Se pesó correctamente las taras para realizar las prácticas.
- Se colocó en las taras la muestra húmeda y se pesó.
- Se llevó al horno por un tiempo de 24 horas, a una temperatura de 110°C, para la eliminación del agua.
- Cumplidas las 24 horas, se sacaron las muestras del horno y se dejaron enfriar hasta la temperatura ambiente para pesarlas.
- Finalmente se calculó el porcentaje de contenido de humedad, utilizando la siguiente fórmula:  $W(\%) = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$

Donde:

- Ph: Peso de la muestra húmeda
- Ps: Peso de la muestra secada al horno

## 5.3. Peso Unitario de los agregados fino y grueso. (NTP400.017, 1999)

Procedimiento para el agregado en estado suelto (para el agregado fino).

- Se pesó el recipiente en el cual se iba a depositar el agregado.

- Se colocó el recipiente dentro de otra bandeja y con una cuchara se dejó caer el agregado en el recipiente. El agregado sobrante se elimina con una regla.
- Se determinó el peso del recipiente más el contenido del agregado.
- Se repitió todo el proceso tres veces más y se aplicó la siguiente fórmula:  $M=(G-T)/V$

Donde:

- M: Peso unitario del agregado.
- G: Peso del recipiente de medida más el agregado.
- T: Peso del recipiente de medida.
- V: Volumen de la medida.

Procedimiento para el agregado en estado compactado (para el agregado grueso).

- Se tomó la muestra que se encontraba en una bandeja y se la lleva al lugar de trabajo
- Se pesó el recipiente el cual se depositará el agregado
- Se llenó un tercio de la capacidad del recipiente de forma aproximada
- Se llenó un tercio más (sumado con esto dos tercios) de la capacidad del recipiente de forma aproximada.
- Se compactó el material con 25 golpes que se distribuyó de manera uniforme en la superficie de agregado expuesta
- Luego se terminó de llenar el recipiente con el agregado, de tal forma que parte del material sobrepaso la superficie del recipiente.
- Otra vez, se compactó el material con 25 golpes que se distribuyó de manera uniforme en la superficie de agregado expuesta.



- Se niveló la superficie con los dedos y con la ayuda de un enrasado.
- Se pesó el recipiente que contenía el agregado y se anotó su valor.
- Se repitió todo el proceso tres veces más y se aplicó la siguiente fórmula:  $M=(G-T)/V$

Donde:

- M: Peso unitario del agregado.
- G: Peso del recipiente de medida más el agregado.
- T: Peso del recipiente de medida.
- V: Volumen de la medida.

#### **5.4. Peso específico y absorción de agregado grueso. (NTP400.021, 2002)**

- Se pesó la tara
- Luego se pesó la muestra con la tara
- Se colocó la muestra en un balde de metal y se colocó en un gancho para después sumergirla totalmente
- Finalmente se anotó el peso sumergido totalmente de la muestra y se aplicaron las siguientes fórmulas para obtener los resultados:
- Peso específico nominal =  $A/(A-C)$
- Absorción =  $(B-A)/Ax 100$

Donde:

- A: Peso en el aire de la muestra seca en gramos.
- B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- C: Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos.}

**5.5. Peso específico del agregado fino. (NTP400.022, 2002)**

- Se coloca aproximadamente 1000 g del agregado fino, obtenido por el método del cuarteo y secado a peso constante a una temperatura  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Se cubre la muestra con agua y se deja reposar durante 24 horas.
- Se extiende sobre una superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y se remueve con frecuencia, para garantizar un secado uniforme. Se continúa esta operación hasta que los granos del agregado no se adhieran marcadamente entre sí.
- Luego se coloca en el molde cónico, se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levanta el molde verticalmente.
- Si existe humedad libre, el cono de agregado fino mantendrá su forma.
- Se sigue secando, revolviendo constantemente y se prueba a intervalos frecuentes hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde. Esto indica que el agregado fino ha alcanzado una condición de superficie seca
- Se introduce en un frasco una muestra de 500 gramos del material preparado, se llena de agua hasta alcanzar aproximadamente la marca de  $500\text{ cm}^3$  a una temperatura de  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Después se llena con agua hasta los  $500\text{ cm}^3$  y se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.1 g.

- Se saca el agregado fino del frasco, se seca a peso constante a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se enfría a temperatura de ambiente y se pesa.

Utilizamos las siguientes fórmulas para determinar los valores:

- Peso específico de masa (Pem):

Ecuación 1: Peso Específico de Masa

$$Pem = \frac{W_o}{(V - V_a)} \times 100$$

- Peso específico de masa saturado con superficie seca (PeSSS):

Ecuación 2: Peso Especifico de masa saturado con superficie Seca

$$PeSSS = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100$$

- Peso específico aparente (Pea):

Ecuación 3: Peso Específico aparente

$$Pea = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \times 100$$

- Absorción (Ab):

Ecuación 4: Absorción

$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

Donde:

- $W_o$  = Peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr.)
- $V$  = Volumen del frasco en  $\text{cm}^3$
- $V_a$  = Peso en gramos o volumen en  $\text{cm}^3$  de agua añadida al frasco.

**5.6. Cantidad finos que pasan por el tamiz N° 200 por lavado en agregados. (NTP400.018, 2002)**

Tomar una cantidad de muestra adecuada para ser ensayada, según se muestra en la tabla siguiente:

- Se seca la muestra a peso constante y se determina su masa, para ser colocada en el recipiente y adicionar agua suficiente para cubrirla.
- Se agita la muestra vigorosamente, con el fin de separar completamente todas las partículas más finas que el tamiz N° 200 de las partículas gruesas y llevar el material fino a la suspensión.
- Se vierte el agua de lavado conteniendo los sólidos suspendidos y disueltos.
- Retornar todo el material retenido sobre el tamiz mediante un chorro de agua.
- Secar el agregado lavado a peso constante en la estufa por un tiempo de 24 horas y aplicar la fórmula:

Ecuación 5: Cantidad de Finos

$$A = \frac{(P1 - P2)}{P1} \times 100$$

Donde:

- A= Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz normalizado de 75 µm(N 200) por vía húmeda.
- P1= Peso seco de la muestra original, gramos
- P2= Peso seco de la muestra ensayada, gramos

**5.7. Resistencia a la degradación de agregado grueso por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. (NTP400.019, 2002)**

- Lavar y secar al horno la muestra.

- Colocar la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad entre 30 rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones.
- Descargar el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra sobre el tamiz normalizado N° 12.
- Pesar la muestra.

Ecuación 6: Porcentaje de desgaste

$$\% \text{ Desgaste} = 100 \times \frac{(P1 - P2)}{P1}$$

Donde:

- P1= Peso muestra seca antes de ensayo
  - P2= Peso muestra seca después del ensayo.
- Luego de la obtención de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, se realizó el diseño de mezclas patrón para un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , usando el método ACI, y además se determinó la cantidad de aditivo plastificante que será utilizado, el aditivo plastificante a utilizar será de la marca Sika y Chema, además se utilizará el aditivo de incorporador de aire en ambas marcas ya mencionadas

## 5.8. Ubicación de la Cantera Cochamarca

Para llegar a la cantera se llega a la Población de Cochamarca ubicada en el distrito de Vicco.



El Distrito de Vicco está situado en la vertiente de los andes sudamericanos, en la zona central del Perú, en la llanura intra montaña de la meseta de Bombón.

#### Ubicación General

- Localidad : Cochamarca.
- Distrito : Vicco.
- Provincia : Pasco.
- Región : Pasco

### 5.9. Tablas del METODO DE LA A.C.I. (Del Comité 211.1) para diseño de mezcla Patron.

Se ha considerado las siguientes tablas para el diseño de mezcla base

#### Asentamiento:

Tipos de Construcción	Asentamiento [cm]	
	Máximo	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación de hormigon reforzado	8	2
Zapatas simples, cajones y muros de la sub-estructura	8	2
Vigas y muros de hormigon reforzado	10	2
Soportes (pilares)	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Hormigon masivo	5	2

Puede aumentar 2 cm cuando se utilicen metodos de compactación diferentes al de vibración

Tabla 2: Asentamiento, Fuente: ACI

### Agua en litros por metro cubico de hormigón

AGUA EN LITROS POR METRO CUBICO DE HORMIGON				
TMN de la Grava	% de aire natural estimado	ASENTAMIENTO [cm]		
		3 a 5	8 a 10	15 a 18
3/8"	3.0	205	225	240
1/2"	2.5	200	215	230
3/4"	2.0	185	200	210
1"	1.5	180	195	205
1 1/2"	1.0	160	175	185
2"	0.5	155	170	180

Tabla 3: Cantidad de Agua, Fuente: ACI

### Relación Agua Cemento

AGUA EN LITROS POR METRO CUBICO DE HORMIGON				
TMN de la Grava	% de aire natural estimado	ASENTAMIENTO [cm]		
		3 a 5	8 a 10	15 a 18
3/8"	3.0	205	225	240
1/2"	2.5	200	215	230
3/4"	2.0	185	200	210
1"	1.5	180	195	205
1 1/2"	1.0	160	175	185
2"	0.5	155	170	180

Tabla 4: Relación de Agua - Cemento, Fuente: ACI

### Volumen de Grava

AGUA EN LITROS POR METRO CUBICO DE HORMIGON				
TMN de la Grava	% de aire natural estimado	ASENTAMIENTO [cm]		
		3 a 5	8 a 10	15 a 18
3/8"	3.0	205	225	240
1/2"	2.5	200	215	230
3/4"	2.0	185	200	210
1"	1.5	180	195	205
1 1/2"	1.0	160	175	185
2"	0.5	155	170	180

Tabla 5: Volumen de Grava, Fuente: ACI

### 5.10. Peso específico y absorción del agregado fino

Se determinó en base al siguiente cuadro

I. DATOS		
1	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon + peso del agua	994.2
2	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon	<b>676.9</b>
3	Peso del agua ( <b>W = 1-2</b> )	<b>317.3</b>
4	Peso de la arena secada al horno + peso del balon	676.0
5	Peso del balon	176.9
6	Peso de la arena secada al horno ( <b>A = 4-5</b> )	499.1
7	Volumen del balon <b>V =</b>	500
II. RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA [ P.E.M. = $A / (V - W)$ ]	<b>2.73</b>
2	PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO [ P.E.M.S.S.S. = $500 / (V - W)$ ]	<b>2.74</b>
3	PESO ESPECIFICO APARENTE [ P.E.A. = $A / (V - W) - (500 - A)$ ]	<b>2.75</b>
4	PORCENTAJE DE ABSORCION [ $(500 - A) / A * 100$ ]	<b>0.18%</b>

Tabla 6: Volumen de Grava, Fuente: Propia

### 5.11. Peso específico y absorción del agregado grueso

I. DATOS		
1	Peso de la muestra secada al horno ( A )	2287.3
2	Peso de la muestra saturada con superficie seca ( B )	2318
3	Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	3312
4	Peso de la canastilla	1846
5	Peso de la muestra saturada dentro del agua ( C )	<b>1466</b>
II. RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA [ P.E.M. = $A / B - C$ ]	<b>2.685</b>
2	PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO [ P.E.M.S.S.S. = $B / (B - C)$ ]	<b>2.721</b>
3	PESO ESPECIFICO APARENTE [ P.E.A. = $A / (A - C)$ ]	<b>2.785</b>
4	PORCENTAJE DE ABSORCION ( B - A ) / A * 100	<b>1.34%</b>

Tabla 7: Peso Específico y Absorción del Agregado grueso, Fuente: Propia



## 5.12. Peso unitario del agregado Grueso

Se determino con los siguientes datos en laboratorio

### I. PESO APARENTE SUELTO

PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA (kg)	9.178	9.154	9.144
PESO DE LA VASIJA (kg)	0.982	0.982	0.982
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	8.196	8.172	8.162
CONSTANTE	180	180	180
PESO APARENTE SUELTO (kg/cm3)	<b>1475</b>	<b>1471</b>	<b>1469</b>
<b>PROMEDIO PESO APARENTE</b>	<b>1472</b>		
<b>PESO APARENTE CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	<b>1446</b>		

### II. PESO APARENTE COMPACTADO

PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA (kg)	9.922	10.030	10.024
PESO DE LA VASIJA (kg)	0.982	0.982	0.982
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	8.940	9.048	9.042
CONSTANTE	180	180	180
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/cm3)	<b>1609</b>	<b>1629</b>	<b>1628</b>
<b>PROMEDIO PESO APARENTE</b>	<b>1622</b>		
<b>PESO APARENTE CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	<b>1593</b>		

Tabla 8: Peso Unitario del Agregado Grueso, Fuente: Propia

## 5.13. Contenido de Humedad del agregado grueso

Se determino en base a los siguientes datos:

PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg)	120.3
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg)	118.6
TARA	21.2
CONTENIDO DE AGUA (kg)	1.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.75%

<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO</b>	<b>1446</b>	<b>kg/m3</b>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO</b>	<b>1593</b>	<b>kg/m3</b>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>1.75%</b>	

Tabla 9: Peso Unitario del Agregado Grueso, Fuente: Propia

### 5.14. Granulometría Del Agregado Grueso (Norma C-136)

Se determino en base a los siguientes datos:

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA
2"	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	710.0	31.0	31.0	69.0
3/8"	878.8	38.4	69.5	30.5
N°4	690.5	30.2	99.7	0.3
FONDO	7.3	0.3	100.0	0.0

Tabla 10: Granulometria del Agregado Grueso, Fuente: Propia

### 5.15. Peso Unitario Del Agregado Fino

Se determino en base a los siguientes datos:

#### I. PESO APARENTE SUELTO

PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA (kg)	9.764	9.902	9.956
PESO DE LA VASIJA (kg)	0.982	0.982	0.982
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	8.782	8.92	8.974
CONSTANTE	180	180	180
PESO APARENTE SUELTO (kg/cm <sup>3</sup> )	1581	1606	1615
<b>PROMEDIO PESO APARENTE</b>	<b>1601</b>		
<b>PESO APARENTE CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	<b>1526</b>		

#### II. PESO APARENTE COMPACTADO

PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA (kg)	10.542	10.640	10.672
PESO DE LA VASIJA (kg)	0.982	0.982	0.982
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	9.56	9.658	9.690
CONSTANTE	180	180	180
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/cm <sup>3</sup> )	1721	1738	1744
<b>PROMEDIO PESO APARENTE</b>	<b>1734</b>		
<b>PESO APARENTE CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	<b>1654</b>		

Tabla 11: Peso Unitario del Agregado Fino, Fuente: Propia

### 5.16. Contenido de Humedad total del agregado fino

Se determino en base a los siguientes datos:

PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg)	101
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg)	97.5
TARA	21.9
CONTENIDO DE AGUA (kg)	3.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.63%

PESO UNITARIO SUELTO SECO	1526	kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	1654	kg/m <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.63%	

Tabla 12: Contenido de Humedad Total del Agregado Fino, Fuente: Propia

### 5.17. Granulometría Del Agregado Fino (Norma C-136)

Se determino en base a los siguientes datos:

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA
1/2"	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0	0.0	0.0	100.0
N°4	0.7	0.1	0.1	99.9
N°8	212.7	16.3	16.3	83.7
N°16	569.8	43.6	60.0	40.0
N°30	246.3	18.9	78.9	21.1
N°50	132.8	10.2	89.0	11.0
N°100	65.8	5.0	94.1	5.9
* 100	73.6	5.6	99.7	0.3

Tabla 13: Granulometria del Agregado Fino, Fuente: Propia

### 5.18. Diseño de Mezcla Patrón

- Resistencia promedio : 280 kg/cm<sup>2</sup>
- Cemento : Tipo 1
- Resistencia En Compresión : 210 kg/cm<sup>2</sup>
- consistencia : Plástica
- Tamaño Máximo nominal : ½"
- Asentamiento : 3"- 4"

En Base a la indicado al expediente técnico determinados un Diseño de Mezcla con las siguientes dosificaciones.

- Cemento : 395 kg
- Agua : 194 l
- Agregado fino : 916 kg
- Agregado grueso : 956 kg

Obteniendo resultados superiores a 300Kg/cm<sup>2</sup> en la rotura de probetas con certificado de rotura anexado en el capítulo final, es por ello que se decide realizar un nuevo diseño de mezclas menos conservador y que se asemeje más a la resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>

### 5.19. Dosificación Con Aditivo

Actualmente, el concreto es el elemento más usado en el ámbito mundial para la construcción, lo que conlleva a la evolución de las exigencias para cada uso del mencionado elemento

La demanda del concreto ha sido la base para la elaboración de los diferentes diseños de mezcla, ya que estos métodos permiten a los usuarios

conocer no sólo las dosis precisas de los componentes del concreto, sino también la forma más apropiada para elaborar la mezcla. Los métodos de diseño de mezcla están dirigidos a mejorar calificativamente la resistencia, la calidad y la durabilidad de todos los usos que pueda tener el concreto

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, conocida como diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuada. En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, se debe recordar que la composición de la misma está determinada por: Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, las cuales son determinadas por el ingeniero estructural y se encuentran indicadas en los planos y/o especificaciones de obra. Las propiedades del concreto al estado no endurecido, las cuales generalmente son establecidas por el ingeniero constructor en función del tipo y características de la obra y de las técnicas a ser empleadas en la colocación del concreto.

En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto es necesario conocer, además de las propiedades que se requieren y del empleo que se va a dar al concreto, información básica sobre las propiedades de los materiales integrantes del mismo. La selección de las proporciones de la unidad cúbica de concreto deberá permitir que este alcance a los 28 días, o a la edad seleccionada, la resistencia en compresión promedio elegida. En este sentido y como cuestión fundamental, la selección de las proporciones

de la mezcla deberá basarse en la información obtenida de los resultados de los ensayos de laboratorio de los materiales a ser utilizados. Otro factor que debe tenerse en cuenta para seleccionar las proporciones de la mezcla son las condiciones de colocación, la calidad y experiencia del personal profesional y técnico, la interrelación entre las diversas propiedades del concreto; así como la consideración de que el concreto debe ser económico no solo en su primer costo sino también en sus futuros servicios.

El diseño de mezclas es una secuencia ordenada de procedimientos que forman un método de diseño con el objetivo de calcular las proporciones de los materiales componentes de la mezcla. Se aplican criterios teóricos según sus características físicas y mecánicas de los agregados, el tipo de cemento, las características del concreto que se requiere y así con esas pautas calcular la cantidad óptima del cemento, los agregados, el agua y aditivos. Los criterios para seguir en un diseño de mezclas son según sean las condiciones de los materiales, clima, temperatura y obra del que será parte el concreto, por lo que se necesita del conocimiento de los materiales para realizar un diseño de mezcla que obtenga un concreto satisfactorio.

Determinando en base a las Pruebas en Obra la siguiente dosificación de concreto con los aditivos Chema Plast y entranpaire:

MATERIALES	Pe. Kg/m <sup>3</sup>	Volumen	Diseño Seco	Correccion por Humedad	Diseño Corregido	Relacion en Bolsas de Cnto.
CEMENTO	3150	0.095	298.00 kg		298 kg	1.00
AGUA	1000	0.096	134.00 kg		134 kg	19.11 lt/saco
ARENA	2610	0.544	1087.27 kg	4.10	1132	3.80
PIEDRA	2820	0.263	705.00 kg	2.00	719	2.41
CHEMAPLAST	1170	0.002	2.34 kg		2.34 kg	
ENTRANPAIRE	1000	0.0003	0.30 kg		0.30 kg	
		1.0000	2226.91 kg		2286 kg	

Tabla 14: Diseño Con Aditivos, Fuente: Propia

Comparando con el diseño anterior de por lo menos dos bolsas de cemento menos pero con la misma resistencia y mejor trabajabilidad.

## **5.20. Propiedades de los Materiales utilizados para el nuevo diseño de mezcla**

### **5.20.1. Aditivo Plastificante (Características en Sika)**

Sika® Cem Plastificante es un aditivo súper plastificante para mezclas de concreto, permite una reducción de agua de hasta 20% según la dosificación utilizada. Sika® Cem Plastificante no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

Sus usos son para Todo tipo de mezclas de concreto o mortero que requiera reducir agua, mejorar la trabajabilidad (fluidez del concreto) o ambos casos para lograr reducir costos de: mano de obra, materiales (cemento) y/o tiempo.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® Cem Plastificante tiene las siguientes ventajas:

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Mejores acabados.
- Mayor adherencia al acero.
- Mejor trabajabilidad (fluidez) en el tiempo.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Ayuda a reducir la formación de cangrejeras

### CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico

### CONSUMO / DOSIS

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
- Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

#### **5.20.2. Cemento**

Según la norma ASTM C-150, el cemento pórtland es definido como el producto obtenido de la pulverización del clinker, el cual consiste principalmente en silicatos de calcio hidráulico. El clinker también contiene algunos aluminatos de calcio y ferroaluminatos de calcio y una o más formas de sulfato de calcio (yeso) que se muele conjuntamente con el clinker para la fabricación del producto final. La norma ASTM C-150 clasifica el cemento pórtland en cinco diferentes tipos de acuerdo a las propiedades de los cuatro compuestos principales: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV, Tipo V. Se presenta en forma de un polvo fino, de color gris que, mezclado con agua, forma una pasta que endurece tanto bajo agua como en el aire. La primera de estas características es que necesita agua para el fraguado y se define como un aglomerante hidráulico. Es obtenido mediante un proceso de fabricación que utiliza principalmente dos materias primas: una caliza, con un alto contenido de cal en forma de óxidos de calcio, y un componente en sílice, constituido normalmente por arcilla o eventualmente por una escoria de alto horno.



Estos componentes son mezclados en proporciones adecuadas y sometidos a un proceso de fusión incipiente en un horno rotatorio, del cual se obtiene un material granular denominado clinker, constituido de 4 componentes básicos:

Silicato Tricálcico C3S (30% a 60%)

Se hidrata y se endurece rápidamente y es responsable, en gran parte, por el inicio del fraguado y la resistencia temprana Define la resistencia inicial en la primera semana y tiene mucha importancia en el proceso de hidratación.

Silicato Dicálcico C2S (15% a 37%)

Se hidrata y se endurece lentamente y contribuye grandemente, para el aumento de resistencia en edades más allá de una semana. y tiene menor incidencia en el calor de hidratación.

Aluminato Tricálcico C3A (7% a 15%)

Acelera el endurecimiento en las primeras horas, también es responsable de la resistencia del cemento y los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce sulfoaluminatos con propiedades expansivas.

Aluminio-Férrico Tetracálcico C4AF (8% a 10%)

Es el producto del resultante del uso de las materias primas de hierro y aluminio para la reducción de la temperatura de clinkerización (clinkerización o cocción) durante la fabricación del cemento

Estos son presentados en forma de cuatro fases mineralizadas, en conjunto con una fase vítrea, integrada por los dos últimos. Estas fases constituyen

un 95% del peso total del Clinker, siendo el 5 % restante componentes menores, principalmente óxidos de sodio, potasio, titanio, residuos insolubles y otros. El clinker es sometido a molienda mediante molinos de bolas hasta convertirlo en el polvo finísimo ya mencionado, adicionándose en esta etapa una proporción de yeso alrededor de un 5% de su peso, destinado a regular el proceso de fraguado de la pasta de cemento, la que de otra manera endurecería en forma casi instantánea.

### **5.20.3. Agua**

Se entiende por agua de mezclado a la cantidad de agua total contenida en el concreto fresco. Esta cantidad es utilizada para el cálculo de la relación agua/cemento (a/c) y está compuesta por el agua agregada a la mezcla y la humedad superficial de los agregados. El agua de amasado cumple una doble función en el concreto; por un lado permite la hidratación del cemento y por el otro es indispensable para asegurar la trabajabilidad y la buena compactación del concreto. Está prohibido el empleo de aguas ácidas, calcáreas, minerales ya sea carbonatadas o minerales; aguas provenientes de minas o relaves, aguas que contengan residuos industriales, agua con contenido de sulfatos mayor del 1%, agua que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües, aguas que contengan azúcares o sus derivados, igualmente aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o la durabilidad del concreto o sobre las armaduras. Podrá utilizarse aguas naturales no potables, únicamente si están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que

puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elemento embebidos. Al seleccionar el agua deberá recordarse que aquellas con alta concentración de sales deberán ser evitadas en la medida que no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y su estabilidad de volumen, sino que, adicionalmente, pueden originar eflorescencias o corrosión del acero de refuerzo.

#### Requisitos y normas

El agua empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma N.T.P. 339.088 y ser de preferencia, potable. Se considerarán aptas para el mezclado del concreto el empleo de aguas no potables cuyas propiedades y contenidos en sustancias disueltas sean como máximo la siguiente:

REQUISITOS	UNIDAD	MÁXIMO
Cloruros	ppm	300
Sulfatos	ppm	300
Sales de magnesio	ppm	125
Sales solubles	ppm	500
PH		mayor de 7
Sólidos en suspensión	ppm	500
Materia orgánica expresada en oxígeno	ppm	10

Tabla 15: Requisitos y Normas para el Agua, Fuente: ACI

#### **5.20.4. Agregado Fino**

Se define como agregado fino a aquél proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9.4 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 ó ASTM C 33. El

agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes; libres de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas para el concreto. La selección de las canteras deberá incluir estudios del origen geológico; clasificación petrográfica y composición mineral del material; propiedades y comportamiento del material como agregado. En la presente investigación se utilizó arena lavada proveniente de la Cantera Cochamarca

#### GRANULOMETRÍA DE LA ARENA

La granulometría más deseable para el agregado fino depende del tipo de obra, si la mezcla es rica y del tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas más pobres, o cuando se usan agregados gruesos de pequeñas dimensiones, es conveniente para que logre una buena trabajabilidad, que la granulometría se aproxime al porcentaje máximo recomendado que pasa por cada tamiz. El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la Norma NTP 400.012 o ASTM C33. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme o continua, con valores retenidos en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y a N° 100 de la serie Tyler. Se recomiendan para el agregado los siguientes límites

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%. Si el agregado es empleado en concretos con aire incorporado o un contenido de cemento mayor de 255 kg/m<sup>3</sup>; o si una adición mineral aprobada es

empleada para suplir las deficiencias en el porcentaje que pasa dichas mallas. El porcentaje indicado para las mallas N° 50 y N° 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente. El módulo de fineza no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1 obteniendo ser mantenido dentro de los límites de más o menos 0,2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla. Si se sobrepasa el valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla.

#### **5.20.5. Agregado Grueso**

Se define como agregado grueso al material proveniente de la desintegración natural o artificial, reténido en el tamiz 4,75 mm (No 4) y que cumple con los límites establecidos en la Norma N.T.P. 400.012 ó ASTM C 33. Para la siguiente investigación se trabajó con piedra chancada cuya procedencia es de la Cantera de Cochamarca.

#### **5.20.6. Aditivo Incorporador de Aire**

Aditivo elaborado a base de agentes tensoactivos que adicionado al concreto genera microburbujas que se reparten uniformemente en la masa del concreto. No contiene cloruros.

#### USO

- Concreto sometido a bajas temperaturas.
- Concreto de subterráneos, cimientos, sobrecimientos, obras hidráulicas en general (represas, canales, etc).
- Concreto en carreteras, aeropuertos, entre otros.
- Transporte del concreto en camión tolva.

- Concreto a la vista, concreto bombeado.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

#### En Concreto fresco:

- Permite un aumento en la trabajabilidad y/o una disminución en el agua de amasado.
- Reduce la segregación en el concreto, especialmente en las faenas de transporte.
- Reduce la exudación en el concreto.
- Incrementa la cohesión interna de la masa del concreto.
- Permite reducir el tiempo de vibración y colocación.
- Mejora el aspecto superficial del concreto.
- Incremento de la impermeabilidad.

#### En Concreto endurecido:

- Aumento de las resistencias a la acción de aguas agresivas.
- Incremento de las resistencias a ciclos de hielo y deshielo.
- Rompe la capilaridad.

## Capítulo VI

### Resultado de la Aplicación

#### 6.1. Resistencia a la Compresión del Concreto

La resistencia a la compresión del concreto en base al diseño planteado en la presente investigación resulta en base al siguiente cuadro:

N° Prueba	Resultado
1	288 kg/cm <sup>2</sup>
2	295 kg/cm <sup>2</sup>
3	288 kg/cm <sup>2</sup>
4	298 kg/cm <sup>2</sup>
5	292 kg/cm <sup>2</sup>
6	315 kg/cm <sup>2</sup>
7	285 kg/cm <sup>2</sup>
8	290 kg/cm <sup>2</sup>
9	313 kg/cm <sup>2</sup>
10	283 kg/cm <sup>2</sup>
11	297 kg/cm <sup>2</sup>
12	292 kg/cm <sup>2</sup>
13	281 kg/cm <sup>2</sup>
14	300 kg/cm <sup>2</sup>
15	281 kg/cm <sup>2</sup>

16	300 kg/cm <sup>2</sup>
17	290 kg/cm <sup>2</sup>
18	295 kg/cm <sup>2</sup>
19	280 kg/cm <sup>2</sup>
20	289 kg/cm <sup>2</sup>

Tabla 16: Resultados de Resistencia a la Compresion, Fuente: Propia

Que tiene como promedio el valor de 293 Kg/cm<sup>2</sup>, y el Valor que según indicaba las especificaciones técnicas del proyecto es: La ejecución de esta partida se efectuará mediante la colocación de una capa de 20cm de concreto aplicado directamente sobre una base granular debidamente compactada.

La losa será mezcla de concreto simple tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de  $F' c = 210 \text{Kg} / \text{cm}^2$ . Por lo que podemos decir que nuestro diseño de mezcla determinar un concreto con resistencia a la compresión superior a lo indicado en el expediente técnico, soportando mayor capacidad de carga en el pavimento.

Se Anexará en la presente tesis los certificados de resistencia a la compresión del cuadro mencionado líneas arriba.

## 6.2. Durabilidad del concreto en Obra

De los 18,780.32m<sup>2</sup> del proyecto, 4 paños de 3m x 4m han sufrido fisuras que a la fecha no se ha podido identificar la causa que corresponde a un 0.25% de todos los paños de la obra.

En la obra se ha demolido los mencionados paños por lo que consideramos en esta presente investigación que fue una mala dosificación en la planta de concreto. Teniendo un 99.75 % de paños correctos que a la



fecha no ha sufrido ninguna fisura ni grieta que afecta la durabilidad del proyecto y el malestar de la población.



Ilustración 5: Paños con fisuras Obra Cochamarca (Fuente: propia)

### 6.3. Costo de Ejecución del Proyecto al Incorporar aditivo Plastificante e Incorporador de Aire

el Costo de ejecución del proyecto con la propuesta de diseño de mezcla es:

Descripción	Monto de Obra	Proyecto Propuesto con nuevo Diseño
Costo Directo	3,673,311.52	3,342,713.48
Gastos Generales	238,765.25	238,765.25
Utilidad	220,398.69	220,398.69
Sub Total	4,132,475.46	3,801,877.42
IGV	743,845.58	684,337.94
Total	4,876,321.04	4,486,215.36

Tabla 17: Costo de Ejecucion de Proyecto, Fuente: Propia

Determinando un monto de rentabilidad sin contabilizar la utilidad de S/.390,105.68 Inc./IGV por lo que genera ganancias a la empresa,

recomendando el uso de mencionados aditivos en la construcción de pistas y veredas

#### **6.4. Calidad del Proyecto**

Cuando hablamos de calidad mencionamos que es una herramienta básica e importante para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que la misma sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La palabra calidad tiene múltiples significados. De forma básica, se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades. Por tanto, debe definirse en el contexto que se esté considerando, por ejemplo, la calidad del servicio postal, del servicio dental, del producto, de vida, etc.

En tal sentido para cumplir con los estándares de calidad se elaboró la matriz de seguimiento de Control de Calidad (Anexos) para cumplir con todos los procedimientos, instructivos, Tolerancias y otros en relación al concreto, identificando los responsables por cada actividad.

Cumpliendo en su totalidad La validación de los procesos constructivos como sigue:

1. El proceso de Revisión y actualización de planos se valida con:  
! Planos As-Built.(Post-Constructivos)

2. El proceso de Trazo, Replanteo y Nivelación Topográfica se valida con:
  - ! Protocolo de Control Topográfico.
  - ! Registros de Nivelación
3. El proceso de Movimiento de Tierra se valida con los siguientes registros:
  - ! Informe de ensayos de densidad de campo y/o suelos.
  - ! Protocolos de control de calidad.
4. El proceso de Estructuras considera dos tipos y se validan con los siguientes registros, respectivamente:
  - ! Estructuras de Concreto
    - § Análisis físico químico del agua para diseño.
    - § Análisis físico químico del agregado grueso y fino.
    - § Informe de Diseño de mezcla de concreto.
    - § Informes de ensayos de Concreto.
    - § Protocolos de control de calidad.
  - ! Estructuras Metálicas
    - § Inspección Visual de Soldadura.
    - § Protocolos de Control de Calidad.
5. El proceso de Albañilería se valida con los siguientes registros:
  - ! Inspección de tarrajeos y derrames
6. El proceso de Instalaciones Sanitarias se valida con los siguientes registros:
  - ! Inspección de Tuberías.
  - ! Protocolos de Pruebas hidráulicas
  - ! Protocolos de Estática de Fluidos
  - ! Pruebas de Estanqueidad.
  - ! Otras pruebas que se consideren necesarias.
7. El proceso de Instalaciones Eléctricas se valida con los siguientes registros:
  - ! Inspección de Instalaciones Eléctricas.
  - ! Pruebas de Aislamiento – Tableros.
  - ! Pruebas de Aislamiento – Cableado y conexionado

- ! Pruebas de continuidad
- ! Otras pruebas que se consideren necesarias.

8. El proceso de Acabados se valida con el siguiente registro:

- ! Protocolos de Arquitectura – Acabados.

9. El proceso de Equipamiento se valida con los siguientes registros:

- ! Inspección de equipo.
- ! Prueba de funcionamiento.

Otras pruebas que se consideren necesarias

## **Capítulo VII**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **7.1. Conclusiones**

Al culminar la presente investigación se determina que aplicar diferentes tipos de aditivos no solo mejora la parte técnica del proyecto en relación a la ejecución con elementos de concreto, también mejora la calidad, la rentabilidad al ejecutar el proyecto y otros. de las experiencias acumuladas en muchos Proyectos se ha evidenciado que los resultados en relación a la resistencia a la compresión del concreto han sido positivos. Antes de ejecutar un proyecto, se deben plantear las diferentes posibilidades de diseñar un adecuado concreto para poder obtener mayores beneficios económicos sin contar con la utilidad con la que se ha contratado para la ejecución del proyecto. Es fundamental la identificación de las partidas de concreto de un proyecto y conocer sus principales requerimientos ya que es una partida que índice directamente en la ejecución de obras de pavimentos y veredas.

Como conclusión General se puede decir que incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto resulta beneficioso en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas ya que la resistencia al concreto es superior a lo que indica en la mayoría de especificaciones técnicas de concreto en pavimentos, además tenemos proyectos mas duraderos con pocas deficiencias y menor Costo.

A continuación, describiremos una serie de conclusiones emanadas en la implementación del nuevo diseño de mezclas “MEJORAMIENTO DE LAS CALLES EN EL JR. CAJAMARCA CDRA. 01, JR. HUANCVELICA CDRAS. 1-3, JR. AREQUIPA CDRAS. 1-2, JR. APURIMAC CDRAS 1-2, JR. ANDRES A. CACERES CDRAS. 1-3 JR. PUNO CDRAS. 1-3 Y R. CERRO DE PASCO CDRAS. 1-4 EN EL CENTRO POBLADO DE COCHAMARCA, DISTRITO DE VICCO – PASCO – PASCO, siendo:

#### En relación a la Resistencia a la compresión del concreto

A lo largo de la historia, los constructores siempre han buscado perfeccionar los procesos de construcción y utilizar materiales de alta resistencia, siendo el concreto uno de los más preferidos. Como sabemos, el concreto hoy cumple un papel importante en la estructura de casi todas las obras. Justamente, porque una de sus principales propiedades es su alta capacidad para soportar diversas cargas de compresión. La resistencia a la compresión que requiere un determinado tipo de concreto la podemos encontrar en los planos estructurales con el símbolo:  $f'c$ , acompañado de un número que el ingeniero estructural siempre coloca (ejemplo:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), y que señala la resistencia que debe alcanzar el concreto a los 28

días de su elaboración en obra. En el Proyecto: MEJORAMIENTO DE LAS CALLES EN EL JR. CAJAMARCA CDRA. 01, JR. HUANCVELICA CDRAS. 1-3, JR. AREQUIPA CDRAS. 1-2, JR. APURIMAC CDRAS 1-2, JR. ANDRES A. CACERES CDRAS. 1-3 JR. PUNO CDRAS. 1-3 Y R. CERRO DE PASCO CDRAS. 1-4 EN EL CENTRO POBLADO DE COCHAMARCA, DISTRITO DE VICCO – PASCO – PASCO, se ha determinado una resistencia a la compresión de 293 Kg/cm<sup>2</sup> (Promedio), 280 Kg/cm<sup>2</sup> (Mínimo) y 315 (Máximo), superando en todos los casos la resistencia a la compresión solicitado en las especificaciones técnicas del Proyecto. Por lo tanto, Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto Mejora la resistencia a la compresión del concreto en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas del Distrito de Vicco - Pasco

#### En relación al costo de ejecución

El presupuesto de obra determina de antemano un pronóstico de los valores que puede tener un proyecto que origina la construcción, remodelación, reparación, conservación o demolición de bienes inmuebles. Se realiza con base en los planos y en las especificaciones técnicas de un proyecto, además de otras condiciones de ejecución, se elaboran los cómputos de los trabajos a realizar, se hacen los análisis de precios unitarios de los diversos ítems y se establecen los valores parciales de los capítulos en que se agrupan los ítems, y así obtener el valor total de la obra, para nuestro caso el Proyecto se Contrato con un monto de S/.4,876,321.04 (Cuatro millones ochocientos setenta y seis mil trescientos veintiuno con 04/100 soles), al aplicar el nuevo diseño de concreto se ha tenido ahorros de dos bolsas de cemento por cada metro cubico de concreto, lo que

correspondería a un aproximado de S/50.00 (Cincuenta con 00/100 soles) de ahorro por cada cubo de concreto, Siendo un monto considerable para obras que su partida principal son actividades de concreto. Por lo tanto, Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto Mejora el Costo en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas con un ahorro de S/.390,105.68 Inc./IGV

#### En relación a la Durabilidad de la obra

El ACI define la durabilidad del concreto de cemento Pórtland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto. La conclusión primordial que se desprende de esta definición es que la durabilidad no es un concepto absoluto que dependa sólo del diseño de mezcla, sino que está en función del ambiente y las condiciones de trabajo a las cuales lo sometamos. En este sentido, no existe un concreto “durable” por sí mismo, ya que las características físicas, químicas y resistentes que pudieran ser adecuadas para ciertas circunstancias, no necesariamente lo habilitan para seguir siendo “durable” bajo condiciones diferentes. Tradicionalmente se asoció la durabilidad a las características resistentes del concreto, y particularmente a su resistencia en compresión, pero las experiencias particularmente a su resistencia en compresión, pero las experiencias prácticas y el avance de la investigación en este campo han demostrado que es sólo uno de los aspectos involucrados, pero no el único ni el suficiente para obtener un concreto durable. En consecuencia, el problema de la durabilidad es sumamente complejo en la medida en que cada situación de exposición



ambiental y condición de servicio ameritan una especificación particular tanto para los materiales y diseño de mezcla, como para los aditivos, la técnica de producción y el proceso constructivo, por lo que es usual que en este campo las generalizaciones resulten nefastas. Para el caso del proyecto se ha visto que menos del 0.25 % de los paños ejecutados han sido fisurados por diversos factores que en nuestra investigación consideramos que ha sido por el diseño de mezcla, por lo tanto, se aduce que el 99.75% resultara beneficioso y duradero de los pavimentos ejecutados con el diseño de mezcla propuesto. Entonces, Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto Mejora la Durabilidad de la Obra en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas.

#### En relación a la calidad

El concepto de calidad de la construcción identifica las características de diseño y de ejecución que son críticas para el cumplimiento del nivel requerido para cada una de las etapas del proyecto de construcción y para su vida útil, así como los puntos de control y los criterios de aceptación aplicables a la ejecución de las obras. El proyecto debe indicar la documentación necesaria para garantizar el cumplimiento de las normas de calidad establecidas para la construcción, así como las listas de verificación, controles, ensayos y pruebas, que deben realizarse de manera paralela y simultánea a los procesos constructivos. Los proyectos implican la ejecución de una diversidad de procesos, y cada uno de ellos está constituido por una secuencia de actividades que tiene como resultado un producto intermedio. El conjunto de estos productos intermedios da como resultado el producto final de la construcción. Las especificaciones que se establezcan para los

proyectos deben incluir una descripción de los requisitos de calidad que serán aplicables a los productos intermedios y finales y definir los diferentes ensayos y pruebas, que serán de aplicación obligatoria a los procesos para asegurar la calidad del producto final. Aplicando el uso de aditivo incorporador de aire se ha determinado el 5% de aire que el Comité del ACI sugiere para climas fríos, cumpliendo al 100% con lo indicado en la matriz de seguimiento de la calidad en relación a las actividades de concreto. Por lo tanto, Incorporar Aditivo Plastificante e Incorporador de Aire en el Concreto mejora la Calidad en la Ejecución de Proyectos de Pistas y Veredas.

## **7.2. Recomendaciones**

Actualmente en la ciudad de Pasco, el uso de aditivos es limitado, por miedo a la obtención de resultados en relación a la resistencia a la comprensión del concreto, por lo que la presente tesis es una prueba de que la utilización de aditivos es un beneficio tanto para la resistencia, costo y calidad de los proyectos en relación al concreto. Por lo que se recomienda:

Los Aditivos que se utilizaron para realizar este estudio no son los únicos que existen actualmente en el mercado de la construcción, por lo que es conveniente probar otros materiales para analizar su desempeño en la contracción por secado del concreto

Se recomienda realizar el análisis de los agregados y tener conocimiento de sus características físicas y mecánicas para poder llevar a cabo un buen diseño de mezcla

Se recomienda tener conocimiento de la temperatura y humedad relativa y aplicar el curado que sea más conveniente dependiendo de las

condiciones climáticas, ya que estas afectan de manera directa la contracción.

### **7.3. Referencias Bibliográficas**

- A.C.I. (2002). Manual of Concrete of Practice. American Concrete Institute.
- ACI522, R. (2006). Permeámetro de carga variable.
- Alvarez, R. N. (2008). Diseño por Durabilidad de Estructuras de Concreto. México: Unidad Profesional Adolfo López Matos Zacatenco.
- Arch Daily. (21 de Julio de 2014). Recuperado el 19 de Abril de 2016, de <http://www.archdaily.co/co/624276/materiales-hormigon-impermeable>
- Arciniegas, F. &. (2015). Trabajo de Grado: Análisis del Comportamiento Mecánico, de Permeabilidad y de Deformaciones a Largo Plazo en Concretos de Ultra Alto Desempeño UHPC. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- Arrieta, R. F. (2011). Concreto Permeable. Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad. Portal de revistas académicas Universidad de Costa Rica, 46.
- Celis, R. L. (2006). Durabilidad de la infraestructura de concreto reforzado expuesta a diferentes ambientes urbanos de México. México Coordinación de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural (CIVIE).
- Díaz, V. G. (2009). Manual de prácticas de Concreto Hidraulico. Mexico Tesis FIC Universidad Veracruzana.

- Hermida, G. (2009). Concreto de Baja Permeabilidad. Asociacion Argentina del hormigon elaborado.
- Hermida, G. (31 de Agosto de 2013). Asociación Argentina del Hormigón Elaborado. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de <http://www.hormigonelaborado.com/default.asp?IDSEC=62&IDCONT PRI=1032>
- Luco, L. F. (2009). IMPORTANCIA DEL CURADO EN LA CALIDAD DEL HORMIGÓN DE RECUBRIMIENTO. Scielo, 46.

## 7.4. Anexos

### 7.4.1. Fotografías



Ilustración 6: Verificación de Cantera Cochamarca por Parte del Ing. Supervisor de Obra



Ilustración 7: Vertido de Concreto Masivo

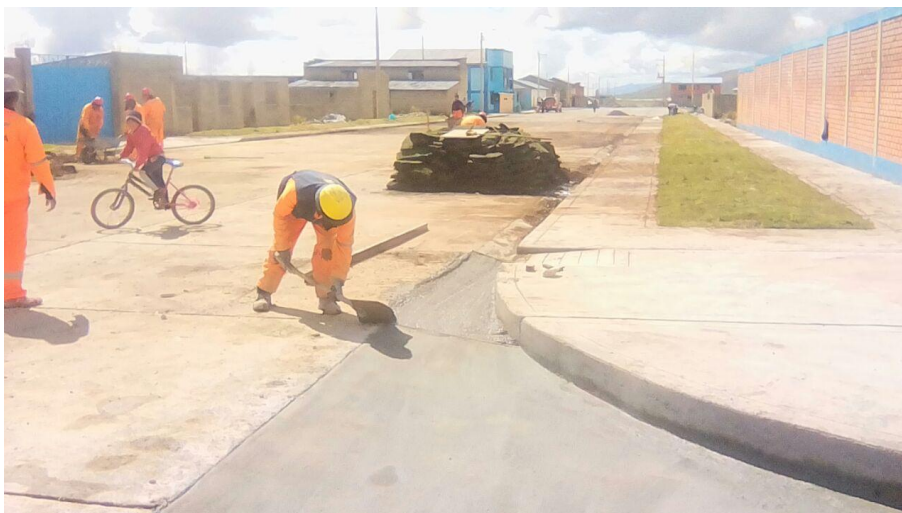


Ilustración 8: Vertido de Concreto en pavimentos



Ilustración 9: Demolición de Pavimentos con Fisuras



Ilustración 10: Av. Arequipa culminada al 100%



Ilustración 11: Evaluación de la Resistencia a la compresión del concreto en laboratorios de la Escuela de Ingeniería Civil



Ilustración 12: Muestreo de los Agregados de la Cantera Cochamarca