



**Universidad Nacional
Federico Villarreal**

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**“SUSTITUCIÓN DEL RECURSO AGUA POTABLE EN LA
FABRICACIÓN DEL CONCRETO POR AGUA RESIDUAL TRATADA EN
LIMA NORTE”.**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

AUTOR:

FERNANDO CÁRDENAS SAAVEDRA

ASESOR:

DR. AGURTO RAMIREZ DANY M.

JURADO:

DR. PAZ FERNANDEZ RODOLFO

DR. MALPARTIDA CANTA ROMEL

MG. MAVILA HINOJOZA DANIEL

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A mi madre, a mi esposa, a mis hijos y a mis hermanos por toda la paciencia y apoyo incondicional dedicado a lo largo de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por conducir mis emociones e incrementar mi fortaleza espiritual en mi lucha laboral, a mi madre que siempre está pendiente de mis esfuerzos, a mi esposa que me apoyo en todo momento, a mis hijos, y a mi asesor, que durante el período del presente estudio accedió voluntariamente a revisar este trabajo de investigación, mi reconocimiento por el apoyo brindado.

RESUMEN

El presente trabajo de Investigación trata acerca del estudio del comportamiento del concreto, tanto en su estado fresco como en su estado endurecido, cuando en su fabricación se usa agua residual tratada.

El objetivo de este trabajo de investigación es demostrar que se puede fabricar concreto utilizando agua residual tratada.

Para realizar esta investigación se elaboraron 54 probetas de concreto en total, de las cuales 12 probetas de concreto se elaboraron con agua potable para una resistencia de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, así mismo se elaboraron 12 probetas de concreto utilizando agua residual tratada de la planta de tratamiento Santa Rosa de igual modo se elaboraron 12 probetas de concreto usando agua residual tratada de la planta de tratamiento CITRAR UNI, y para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se fabricaron 12 probetas de concreto con agua potable, 12 probetas de concreto con agua residual tratada de la planta de tratamiento Santa Rosa y 12 probetas de concreto con agua residual tratada de la planta de tratamiento CITRAR UNI. También se fabricaron 06 vigas de concreto para una resistencia de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, de las cuales 02 vigas de concreto se elaboraron con agua potable, 02 vigas de concreto con agua residual tratada del PTAR Santa Rosa y 02 vigas de concreto con agua residual tratada del PTAR CITRAR UNI. Se realizaron ensayos al concreto en su estado fresco tales como: Peso Unitario, Asentamiento, Exudación y Temperatura y ensayos en su estado endurecido: como también lo expresa Flores (2005); su “Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días y su resistencia a la tracción por flexión (Ensayo a la Tracción por Flexión)” (págs. 115,116).

Se llegó a la conclusión que podemos fabricar concreto con agua residual tratada procedente de las plantas de tratamiento de Santa Rosa y CITRAR UNI, ya que estas aguas residuales tratadas utilizadas en la fabricación del concreto no disminuyen su resistencia a la compresión.

Palabras claves: concreto, agua residual tratada, resistencia a la compresión

ABSTRACT

The present work of Investigation deals with the study of the behavior of the concrete, both in its fresh state and in its hardened state, when in its manufacture treated waste water is used.

The objective of this research work is to evaluate the possibility of replacing the potable water used in the elaboration of concrete by treated wastewater.

In order to carry out the present work 54 concrete specimens were made in total, of which 12 concrete specimens were made with potable water for a resistance of $f'c = 175 \text{ kg / m}^2$, as well as 12 concrete specimens were made using water Treated waste from the Santa Rosa treatment plant, 12 concrete specimens were processed using treated wastewater from the CITRAR UNI treatment plant, and for a resistance of $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, 12 specimens of concrete were made with Potable water, 12 concrete samples with treated wastewater from the Santa Rosa treatment plant and 12 concrete specimens with treated wastewater from the CITRAR UNI treatment plant. Also, 06 concrete beams were produced for a resistance of $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$, of which 02 concrete beams were made with potable water, 02 concrete beams with treated waste water from the Santa Rosa WWTP and 02 concrete beams With treated waste water from the CITRAR UNI WWTP. Tests were carried out on the concrete in its fresh state such as: Unit Weight, Settling, Exudation and Temperature and tests in its hardened state: as its Compression Resistance at 7, 14 and 28 days and its flexural tensile strength.

It was concluded that we can produce concrete with treated wastewater from the treatment plants of Santa Rosa and CITRAR UNI, as these treated wastewater does not cause negative effects such as reduction of the compressive strength of the concrete.

Keywords: concrete, treated wastewater, compressive strength

INDICE

DEDICATORIA -----	ii
AGRADECIMIENTO -----	iii
RESUMEN -----	iv
ABSTRACT-----	vi
INTRODUCCIÓN -----	x
CAPÍTULO I-----	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA -----	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA -----	2
1.3 OBJETIVOS -----	2
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:-----	3
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES -----	3
CAPÍTULO II-----	4
MARCO TEÓRICO -----	4
TEORÍAS GENERALES RELACIONADAS CON EL TEMA -----	4
2.1 ANTECEDENTES -----	4
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LIMA NORTE -----	5
2.3 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES-----	13
2.3.1.1.1 Ensayos Físico Químico y Microbiológico a las Aguas Residuales y Agua Potable. -----	16
2.4 PRODUCCIÓN DEL CONCRETO -----	37
CAPÍTULO III-----	43
METODOLOGÍA -----	43
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN -----	43
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN -----	43

3.3 VARIABLES: -----	44
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO: -----	45
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS -----	46
3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN -----	46
CAPÍTULO IV -----	47
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS -----	47
4.1 CONCRETO EN ESTADO FRESCO -----	47
4.2 CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO-----	55
4.3 ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS-----	64
CAPÍTULO V-----	92
5.1 DISCUSIÓN-----	92
5.2 CONCLUSIONES-----	93
5.3 RECOMENDACIONES-----	94
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	95
ANEXO N° -----	99
Anexo n° 01 matriz de consistencia	
Anexo n° 02 ensayos del agregado fino	
Anexo n° 03 ensayo del agregado grueso	
Anexo n° 04 analisis físico, químico y microbiológico del agua residual tratada y del agua potable.	
Anexo n° 05 diseño de mezcla	
Anexo n° 06 ensayos del concreto	

INTRODUCCIÓN

La presente tesis es una investigación que tiene por objeto demostrar que se puede fabricar concreto utilizando agua residual tratada.

Para lo cual, se seleccionó el agua residual tratada de dos plantas de Tratamiento de Lima Norte: La planta de Tratamiento de Agua Residual del Distrito de Santa Rosa, administrado por SEDAPAL y la planta de tratamiento del CITRAR UNI administrado por la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, con las cuales se fabricó concreto para una resistencia de $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que luego fueron comparados con un concreto fabricado con agua potable.

Las normas Técnicas Peruanas (N.T.P. 339.088) nos definen los requisitos de calidad del agua para el concreto, componente que se utiliza para generar las reacciones químicas en los cementantes del concreto hidráulico o del mortero de cemento Portland.

Vásquez, Gonzales, Rocha y Bustamante (2001) refieren que “una práctica bastante común consiste en utilizar el agua potable para fabricar concreto sin ninguna verificación previa, suponiendo que toda agua que es potable es apropiada para elaborar concretos” (párr.53); sucede en que hay ocasiones en que esta conjetura no se cumple.

Vásquez et al. (2001) encontraron que “ciertamente hay aguas potables en las cuales están presentes altas concentraciones de sales que no afectan su potabilidad, pero pueden hacerlas inadecuadas para la fabricación de concreto” (párr.55).

Vásquez et al., (2001) concluyeron “que el agua para la elaboración de concreto no necesariamente requiere ser potable, aunque sí debe satisfacer determinados requisitos mínimos de calidad” (párr. 56), así también lo establecen las normas técnicas peruanas (N.T.P 339.088). Para lo cual se realizaron los análisis correspondientes a las aguas residuales tratadas a fin de obtener información sobre los daños que podrían ocasionar al concreto al utilizar estos tipos de agua en su fabricación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Papa Francisco (2015) en su Encíclica Laudato Si sostiene lo siguiente:

El agua potable y limpia representa una cuestión de primera importancia, porque es indispensable para la vida humana y para sustentar los ecosistemas terrestres y acuáticos. Las fuentes de agua dulce abastecen a sectores sanitarios, agropecuarios e industriales. La provisión de agua permaneció relativamente constante durante mucho tiempo, pero ahora en muchos lugares la demanda supera a la oferta sostenible, con graves consecuencias a corto y largo término. Grandes ciudades que dependen de un importante nivel de almacenamiento de agua, sufren períodos de disminución del recurso, que en los momentos críticos no se administra siempre con una adecuada gobernanza y con imparcialidad (p.25).

Papa Francisco (2015) en su Encíclica Laudato Si afirma:

Una mayor escasez de agua provocará el aumento del costo de los alimentos y de distintos productos que dependen de su uso. Algunos estudios han alertado sobre la posibilidad de sufrir una escasez aguda de agua dentro de pocas décadas si no se actúa con urgencia. Los impactos ambientales podrían afectar a miles de millones de personas, pero es previsible que el control del agua por parte de grandes empresas mundiales se convierta en una de las principales fuentes de conflictos de este siglo (p.27).

En el año 2015 la producción del concreto en el País fue de 29, 109,194 m³, en Lima Metropolitana fue de 10, 263,405 m³, para fabricar esta cantidad de concreto se hicieron uso de aproximadamente 2, 237, 422,290 litros de agua potable.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA PRINCIPAL

¿De qué manera la utilización de agua residual tratada afecta los estados de fabricación del concreto en comparación al uso de agua potable?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

1. ¿De qué manera la utilización de agua residual tratada afecta el estado fresco en la fabricación del concreto en comparación al uso de agua potable?
2. ¿De qué manera la utilización de agua residual tratada afecta el estado de endurecimiento en la fabricación del concreto en comparación al uso del agua potable?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Demostrar que se puede fabricar concreto utilizando agua residual tratada.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Evaluar y comparar las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto fabricado con agua potable con las de un concreto fabricado con agua residual previamente tratada.
2. Proporcionar información de las aguas residuales sobre los daños que puedan ocasionar al concreto al utilizar estos tipos de agua en su fabricación.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:

La investigación realizada en este trabajo se sustenta en la falta de un estudio en el País respecto a la utilización de las aguas residuales en la fabricación del concreto, a fin de ahorrar el recurso agua potable ya que son miles de litros que se usan cada año en la fabricación de concreto, protegiendo también de esta manera las fuentes naturales de este líquido, Diéguez (2011) nos indica que “son poco los trabajos realizados en esta área y estos no presentan resultados concluyentes, al menos en lo que a las propiedades del concreto” (pág. 1), con agua residual tratada se refieren, para lo cual se realizaran los ensayos correspondientes a las aguas residuales tratadas a fin de obtener información sobre los daños que pueden ocasionar al concreto al utilizar estos tipos de agua en su fabricación.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 ALCANCES

La presente investigación se circunscribe en tratar un tema que va más allá del plano normativo y moral, es un asunto pragmático y palpable; en este sentido se pudo observar que si bien existe conocimientos previos como parte de la formación profesional, encontramos limitaciones en antecedentes así como en las facilidades brindadas por las empresas a cargo con la finalidad de poder realizar los respectivos ensayos.

1.5.2 LIMITACIONES

En un inicio, la poca habilidad en metodología de la investigación científica demoró la realización del estudio, la misma que se superó con el asesoramiento respectivo, del asesor Dr. Dany Miguel Agurto Ramírez.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

TEORÍAS GENERALES RELACIONADAS CON EL TEMA

2.1 ANTECEDENTES

Vásquez et al. (2001) concluyeron que:

Como componente del concreto convencional, el agua suele representar aproximadamente entre 10 y 25 por ciento del volumen del concreto recién mezclado, dependiendo del tamaño máximo de agregado que se utilizó y del revenimiento que se requiera. Esto le concede una influencia importante a la calidad del agua de mezclado en el comportamiento y las propiedades del concreto, pues cualquier sustancia dañina que contenga, aun en proporciones reducidas, puede tener efectos adversos significativos en el concreto. (párr.50)

En México la UAM Azcapotzalco investigo al respecto, realizando comparación entre concretos elaborados con agua potable y concreto elaborado con agua residual tratada, Vásquez et al., (2001) en dicha investigación “midieron propiedades tales como la resistencia a la compresión y a la tensión”. (párr. 1)

El Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Kuwait realizó estudios de concreto con agua residual en el año 2001, Diéguez (2011) nos indica: “el estudio concluyo que la resistencia se ve afectada con la utilización del agua residual tratada, pero cuando el agua residual proviene de un tratamiento terciario se obtiene resistencias mayores que las de un concreto realizado con agua potable” (pag.3).

Dieguez (2011) precisa que:

En el año 2005 en el Instituto de Ciencias Ambientales e Ingeniería de la Universidad Nacional de Ciencias y Tecnología de Rawalpindi, Pakistan, en sus

estudios realizados concernientes a este tema, demostró que la resistencia no se ve afectada modificando la mezcla del concreto con agua residual tratada” (pag.3).

Dieguez (2011) expresa que:

En la Universidad Federal de Ceará, Brasil, en el año 2008, que realizaron mezclas de concreto con agua residual tratada proveniente de un sistema de lagunas de estabilización. Concluyeron que es posible obtener concreto de buena calidad con un efluente de aguas residuales en lugar de agua potable ya que en muchos de los casos las resistencias fueron superiores que las obtenidas en las mezclas realizadas con agua potable. (pág. 4)

Los resultados de las investigaciones en dichos países fueron favorables y esperanzadores sobre todo en lo referente a la resistencia y durabilidad del concreto endurecido.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LIMA NORTE

Lima Norte está conformada por los siguientes distritos: Carabayllo, Ancón, Puente Piedra, San Martín de Porres, Santa Rosa, Comas, Independencia y Los Olivos.

2.2.1 UBICACIÓN

Lima Norte se encuentra situada en la parte norte de Lima Metropolitana y tienen como punto extremo las coordenadas siguientes:

LATITUD SUR : 11° 34' 22.73''

LATITUD OESTE : 77° 03' 50.73''

Sus límites son por el Norte con la Provincia de Huaral, por el Este con la provincia de Huarochiri, distrito de San Juan de Lurigancho y Provincia de Canta, por el Sur con el distrito del Rímac y el Cercado de Lima y por el Oeste con la Provincia Constitucional del Callao y el Océano Pacífico.

Lima Norte tiene una superficie de 835.75 Km² (representa el 31.28 % del territorio de Lima Metropolitana), desagregado por los distritos el territorio corresponde a: Carabaylo, Ancón, Puente Piedra, San Martín de Porres, Santa Rosa, Comas, Independencia y Los Olivos.



Figura 1. Mapa Regional del Perú
Fuente: Atlas del Perú



Figura 2. Mapa de la Provincia de Lima
Fuente: Atlas del Perú

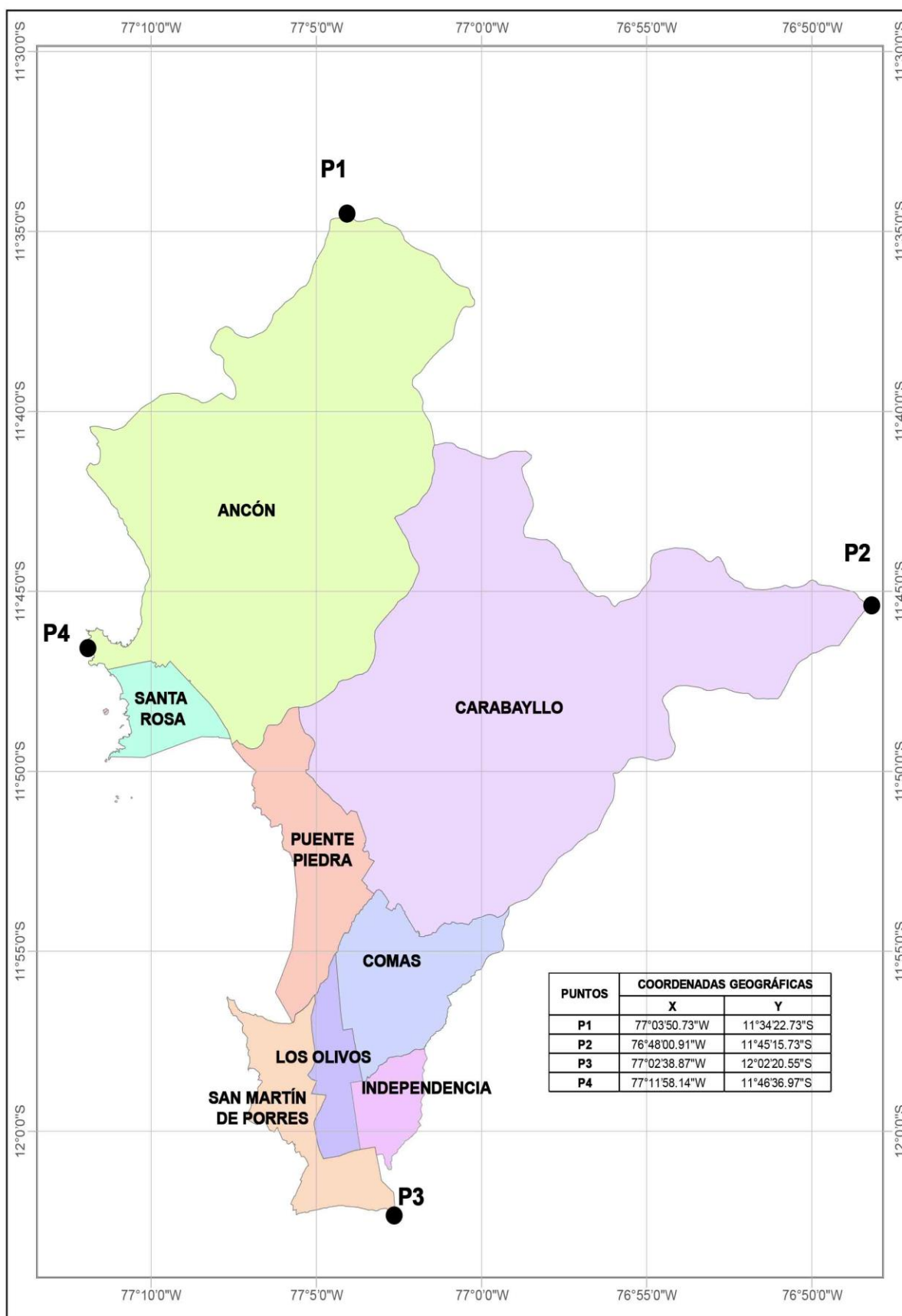


Figura 3. Mapa de Lima Norte
Fuente: Atlas del Perú

2.2.2 CLIMA

Lima Norte se ubica entre los 200 y 300 msnm, lo cual lo hace estar a más altura que el centro de Lima. Su temperatura media es de 22 grados, con un mínimo de 14 en invierno y un máximo de 30 en verano. Su humedad promedio del año es de casi 86%, aunque en invierno llega hasta el 95% producto de la presencia de las neblinas.

2.2.3 HIDROGRAFÍA

Los ríos principales de Lima Norte son: El Rímac y el Chillón, estos dos ríos y sus tributarios pertenecen a la vertiente del Pacífico.

RÍO CHILLÓN

Sus aguas provienen de los glaciares de la cordillera de los Andes y desembocan en el océano Pacífico. El volumen del río se incrementa durante los meses del verano austral (desde diciembre a marzo). Su valle es fértil, como se evidencia por la presencia de varios asentamientos humanos desde épocas prehispánicas hasta la actualidad, en la que su valle junto con el valle del Rímac y Lurín forma parte de la ciudad de Lima. A lo largo de su recorrido las actividades humanas han generado una contaminación, lo que provoca que ecosistemas aledaños sean dañados de manera que todos se ven afectados directamente.

RÍO RÍMAC

El río Rímac es un río del Perú, perteneciente a la vertiente del Pacífico, en el que desemboca tras bañar las ciudades de Lima y el Callao, conjuntamente con el río Chillón, por el norte, y el río Lurín, por el sur. Tiene una longitud de 160 km y una cuenca de 3.312 km², de la cual 2,237.2 km² es cuenca húmeda. La cuenca tiene en total 191 lagunas, de las cuales solamente 89 han sido estudiadas.

2.2.4 POBLACIÓN

La población de Lima Norte según el INEI-SISFHO 2012-2013 es de 1845041 habitantes y representa el 6.05 por ciento de la población peruana; la densidad poblacional es de 2207 habitantes por Km².

Los menores de 15 años representan el 24.5 % de la población total de Lima Norte y la población entre los 15 a 25 años representan el 25.78 %.

La población de Lima Norte que no tiene ningún grado de instrucción llega a 1.57 %, y la que solamente tiene estudios a nivel primario es de 12.8 %, tal como se aprecia en la tabla N° 2.3

Tabla 2.1.
Población Total de Lima Norte

N°	Distrito	Población Habitantes	%
1	ANCON	39992	2.17
2	CARABAYLLO	224616	12.17
3	COMAS	417070	22.60
4	LOS OLIVOS	269269	14.59
5	INDEPENDENCIA	167328	9.07
6	PUENTE PIEDRA	229503	12.44
7	SAN MARTIN DE PORRES	479050	25.96
8	SANTA ROSA	18213	0.99
TOTAL		1845041	100.00

Fuente: INEI-SISFHO 2012-2013
Elaboración Propia

Tabla 2.2.
Población Total y por grupos quinquenales de Lima Norte

Districtos	Menores de un año	1-14 años	15-29 años	30-44 años	45-64 años	65 a más años	TOTAL
Ancón	866	10681	10777	8875	6722	2071	39992
Carabayllo	4253	58992	58735	53012	37537	12087	224616
Comas	6395	92612	103188	97319	79650	37906	264608
Los olivos	4073	54871	71809	61464	55198	21854	269269
Independencia	2541	36892	41445	38313	32059	16078	167328
Puente piedra	4472	61353	63829	53281	37015	9553	436597
San Martín de Porres	7250	102367	121019	106468	102190	39756	479050
Santa rosa	421	5067	5012	4170	2826	717	18213
TOTAL	30271	422835	475814	422902	353197	140022	1845041

Fuente: INEI-SISFHO 2012-2013
Elaboración Propia

Tabla 2.3
Población de Lima Norte por nivel educativo alcanzado

NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO								
Districtos	Ningún Nivel	Inicial	Primaria	Secundaria	Superior Universitario	No Superior Universitario	Posgrado u otro similar	Total Distrital
Ancón	546	100	4378	17215	4727	2145	19	29130
	1.87	0.34	15.03	59.10	16.23	7.36	0.07	100
Carabayllo	3481	233	23916	94198	25229	18239	213	165509
	2.10	0.14	14.45	56.91	15.24	11.02	0.13	100
Comas	5235	686	41704	170536	56361	49445	689	324656
	1.61	0.21	12.85	52.528	17.36	15.23	0.21	100
Los Olivos	2138	238	18829	92912	41504	57559	1055	214235
	1.00	0.11	8.79	43.37	19.37	26.87	0.49	100
Independencia	2927	192	18827	70864	20499	16934	259	130502
	2.24	0.15	14.43	54.30	15.71	12.98	0.20	100
Puente Piedra	3786	313	25796	97842	25665	14210	235	167847
	2.26	0.19	15.37	58.29	15.29	8.47	0.14	100
San Martín de Porres	3935	320	36472	181044	72671	81189	1390	377021
	1.04	0.08	9.67	48.02	19.28	21.53	0.37	100
Santa Rosa	215	83	1837	7300	2351	1196	31	13013
	1.65	0.64	14.12	56.10	18.07	9.19	0.24	100
TOTAL	22263	2165	171759	731911	249007	240917	3891	1421913
	1.57	0.15	12.08	51.47	17.51	16.94	0.27	100

Fuente: INEI-SISFHO 2012-2013
Elaboración Propia

2.2.5 ASPECTO SOCIO-ECONÓMICO

En Lima Norte, el aspecto socio-económico se enmarca en la industria como actividad principal, la que genera mano de obra no calificada.

La población en edad de trabajar, 14 a 64 años, representa el 67 % de la población total de Lima Norte, concentrándose en mayor proporción entre menores de 30 años y las personas de la tercera edad llegan a 7 %.

Según los valores de la tabla N° 2.4 se observa que el 29.51 % son trabajadores dependientes, el 26 % son trabajadores independientes y el 0.85% son trabajadores desempleados.

Observando los valores de la tabla N° 2.5 tenemos que en Lima Norte la actividad económica con mayor número de ocupados es el de los servicios con 57.09 %, le siguen en importancia el comercial con 17.15 % y otras actividades con 15.64 %.

Tabla 2.4
Población económicamente activa de 14 años a más por categoría de ocupación de Lima Norte

Distrito	CATEGORIA DE OCUPACION										
	Trab. Depend	Trab. Indep.	Empleado	Trab. del Hogar	Trab. Fam. no Rem.	Trab. Desemp	Dedicado a los que hacen del hogar	Estud.	Jubilado	Sin actividad	Total
Ancón	7670	8076	101	329	70	171	6741	4460	522	990	29130
	26.33	27.72	0.35	1.13	0.24	0.59	23.14	15.31	1.79	3.40	100
Carabayllo	44135	47581	498	1433	296	1089	35121	26591	3371	5394	165509
	26.67	28.75	0.30	0.87	0.18	0.66	21.22	16.07	2.04	3.26	100
Comas	91471	87358	1292	2272	947	2639	63666	49657	12576	12778	324656
	28.17	26.91	0.40	0.70	0.29	0.81	19.61	15.30	3.87	3.94	100
Los Olivos	70689	50999	886	1350	381	1825	36454	34914	9769	6968	214235
	33.00	23.81	0.41	0.63	0.18	0.85	17.02	16.30	4.56	3.25	100
Independencia	36104	36905	351	976	165	1126	26425	18832	5324	4294	130502
	27.67	28.28	0.27	0.75	0.13	0.86	20.25	14.43	4.08	3.29	100
Puente Piedra	47975	45004	571	1684	348	1198	36022	27483	2115	5483	167883
	28.58	26.81	0.34	1.00	0.21	0.71	21.46	16.37	1.26	3.27	100
San Martín de Porres	118072	90244	1108	2597	435	3920	70261	61389	17224	11771	377021
	31.32	23.94	0.29	0.69	0.12	1.04	18.64	16.28	4.57	3.12	100
Santa Rosa	3517	3538	22	105	20	54	3117	1970	327	343	13013
	27.03	27.19	0.17	0.81	0.15	0.41	23.95	15.14	2.51	2.64	100
TOTAL	419633	369705	4829	10746	2662	12022	277807	225296	51228	48021	1421949
	29.51	26.00	0.34	0.76	0.19	0.85	19.54	15.84	3.60	3.38	100

Fuente: INEI-SISFHO 2012-2013
Elaboración Propia

Tabla 2.5

Población económicamente activa de 14 años a más por actividad Económica de Lima Norte

DISTRITO	ACTIVIDAD ECONOMICA										Total
	Agrícola	Pecuaria	Forestal	Pesquera	Mineral	Artesanal	Comercial	Servicios	Otros	Estado (Gobierno)	
Ancón	77	38	18	388	69	140	2414	9636	2218	1248	16246
	0.47	0.23	0.11	2.39	0.42	0.86	14.86	59.31	13.65	7.68	100
Carabayllo	2148	400	88	318	513	824	14766	49091	19793	6002	93943
	2.29	0.43	0.09	0.34	0.55	0.88	15.72	52.26	21.07	6.39	100
Comas	691	461	106	381	631	1157	30761	106639	29282	13231	183340
	0.38	0.25	0.06	0.21	0.34	0.63	16.78	58.16	15.97	7.22	100
Los Olivos	412	186	80	236	682	729	23373	71085	16478	11044	124305
	0.33	0.15	0.06	0.19	0.55	0.59	18.80	57.19	13.26	8.88	100
Independencia	171	107	26	130	199	482	12485	41598	14452	4851	74501
	0.23	0.14	0.03	0.17	0.27	0.65	16.76	55.84	19.40	6.51	100
Puente Piedra	645	261	92	324	378	921	16967	51750	18600	5608	95546
	0.68	0.27	0.10	0.34	0.40	0.96	17.76	54.16	19.47	5.87	100
San Martín de Porres	709	318	115	498	838	1252	36716	127046	24235	20723	212450
	0.33	0.15	0.05	0.23	0.39	0.59	17.28	59.80	11.41	9.75	100
Santa Rosa	44	24	11	64	36	62	1046	4180	1221	514	7202
	0.61	0.33	0.15	0.89	0.50	0.86	14.52	58.04	16.95	7.14	100
TOTAL	4897	1795	536	2339	3346	5567	138528	461025	126279	63221	807533
	0.61	0.22	0.07	0.29	0.41	0.69	17.15	57.09	15.64	7.83	100

Fuente: INEI-SISFHO 2012-2013

Elaboración Propia

2.2.6 ASPECTO DEMOGRÁFICO

Lima Norte tiene una superficie de 835.75 km², representa el 31.28 % de Lima Metropolitana: desagregado por los distritos el territorio corresponde a: Los Olivos 18.25 km², a Comas 48.75 km², a Carabayllo 346.88 km², a Ancón 299.22 km², a Puente Piedra 71.18 Km², a San Martín de Porres 36.91 Km², a Independencia 14.56 Km² y a Santa Rosa 21.5 km².

2.2.7 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

A partir del 2001 Lima Norte adquiere mayor popularidad esto debido a su crecimiento económico. Tal es así que los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres han subido sus categorías de sectores socio-económicos C y D hacia B y C respectivamente.

Este incremento económico se vislumbra en un gran número de negocios que ha aumentado en las inmediaciones del centro comercial Mega Plaza, considerado uno de los más grandes y prósperos de Lima. También se ubica en Lima Norte el mall Plaza Norte, el más grande construido en el Perú y uno de los más grandes de Latinoamérica. Otros mall de formato menor, es el Real Plaza Pro ubicado al extremo norte del distrito de San Martín de Porres. Existen muchos centros comerciales dispersos por toda Lima Norte.

Un nuevo eje de desarrollo económico se viene dando en el distrito de Puente Piedra donde el comercio se incrementa rápidamente.

2.3 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

2.3.1 COMPONENTES DEL CONCRETO INVESTIGADO.

Los materiales usados en la fabricación del concreto fueron los siguientes:

- Agua Residual tratada de las plantas de Tratamiento: Santa Rosa y del CITRAR UNI.
- Cemento tipo I
- Agregado Fino: Cantera “Gloria”
- Agregado Grueso: Cantera “Trapiche”
- Agua potable

Para lo cual se realizaron los siguientes ensayos:

- a) Agua Residual Tratada y Agua Potable.
 - Análisis físico químico y bacteriológico.
- b) Agregado fino
 - Granulometría
 - Módulo de Fineza
 - Contenido de Humedad
 - Peso Especifico

- Grado de Absorción
 - Peso Unitario Volumétrico.
- c) Agregado grueso
- Granulometría
 - Contenido de Humedad
 - Peso Especifico
 - Grado de Absorción
 - Peso Unitario Volumétrico.

2.3.1.1 AGUA RESIDUAL TRATADA

Las aguas residuales de las plantas de tratamiento de Santa Rosa y del CITRAR UNI son las que se usaron en este trabajo de investigación, cuyos datos se muestran en la tabla N° 2.6:

Tabla 2.6.
Plantas de tratamiento

Planta	Proceso de Tratamiento	Volumen tratado (m ³ /año)	Capacidad (lts/seg)
Santa Rosa	Filtro Percolador	303.41	18
CITRAR UNI	Reactor Anaeróbico y Lagunas Facultativas		7.5

Fuente: Sedapal, CITRAR UNI
Elaboración Propia



Foto 1. Planta de Tratamiento de Aguas residuales Santa Rosa
Fuente: Sedapal



Foto 2. Planta de Tratamiento de Aguas residuales Citrar UNI
Fuente: CITRAR UNI

2.3.1.1.1 Ensayos Físico Químico y Microbiológico a las Aguas Residuales y Agua Potable.

Los ensayos físicos químicos a las aguas residuales tratadas y al agua potable se llevaron a cabo en el laboratorio químico de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Para realizar los ensayos físico químico, se recogió un litro de agua por planta de tratamiento y una muestra de un litro de agua potable obtenida como nos indica también Loayza (2012) del “Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería”(pag.5).

Las muestras del agua en las plantas de tratamiento fueron obtenidas de la toma de salida.

Vásquez et al. (2001) afirman sobre las plantas de tratamiento:

Gran parte de la calidad en el agua tratada de estas plantas se debe a que ésta no contiene sustancias de origen industrial, ya que en su mayoría recoge descargas domiciliarias y por lo tanto, no se presentan altas concentraciones de sulfatos, sulfuros, sales amoniacas, azúcares, ácido sulfúrico, clorhídrico, nítrico, acéticos que son los elementos más perjudiciales para el concreto. (párr. 109)

Los resultados de los ensayos físicos químicos se muestran en el siguiente cuadro 2.7, ahí se muestran los datos de las dos plantas de tratamiento seleccionadas y del agua potable:

Tabla 2.7
Análisis físico químico de las aguas en estudio

Parámetro	PTAR Santa Rosa	PTAR CITRAR UNI	Agua Potable
Sólidos suspendidos			
totales ppm	37	30	21
Carbonatos (ppm)	268	234	124
Bicarbonatos (ppm)	546	486	352
Alcalinidad (ppm)	912	831	546
Cloruros	273	128	156
Sulfatos	2738	2009	1861
Sales solubles totales	2936	2273	2173
Materia orgánica	5.43	5.27	2.96
PH	7.81	7.66	7.54

Fuente: Laboratorio FIC UNI
Elaboración Propia

Los análisis microbiológicos al agua residual tratada y potable, fueron realizados en el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Los resultados de tales análisis se muestran en la siguiente tabla 2.8:

Tabla 2.8
Análisis microbiológico de las aguas en estudio

Parámetro	PTAR Rosa	Santa UNI	PTAR CITRAR	Agua Potable	Agua de consumo (DIGESA)
Reencuentro de heterótrofos (UFC/ml)	16 x 10 (3)	36 x 10 (2)		51 x 10	5 x 10
Enumeración de coliformes totales (NMP/100 ml)	4,5	< 1,8		2,0	< 2,2
Enumeración de coliformes fecales (NMP/100 ml)	4,5	< 1,8		2,0	< 2,2
Enumeración en Escherichia coli (NMP/100 ml)	< 1,8	< 1,8		2,0	< 2,2

Fuente: Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso”
Elaboración Propia

2.3.1.1.2 FUNCIONES DEL AGUA EN EL CONCRETO.

Las funciones del agua en el concreto son las siguientes:

1. Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
2. Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
3. Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

2.3.1.1.3 LÍMITES PERMISIBLES PARA EL AGUA DE MEZCLA Y CURADO SEGÚN LA NORMA NTP 339.088

Loayza (2012) también nos indica lo siguiente:

Descripción	Límite	Permisible
Sólidos en suspensión	5,000 ppm	Máximo
Materia Orgánica	3 ppm	Máximo
Alcalinidad (HACHCO ₃)	1,000 ppm	Máximo
Sulfatos (ION SO ₄)	600 ppm	Máximo
Cloruro (ION CL ⁻)	1,000 ppm	Máximo
PH	5 a 8 ppm	Máximo (pág. 30)

2.3.1.1.4 UTILIZACIÓN DE AGUA NO POTABLES

Cuando el agua utilizada no cumple uno o varios de los requisitos ya conocidos, deberá realizarse ensayos comparativos empleando el agua en estudio y agua potable, con similares materiales y procedimientos.

Estos ensayos incluirán la determinación del tiempo de fraguado de las pastas y la resistencia a la compresión de morteros a edades de 7 y 28 días.

Al exceder la concentración de sales los límites establecidos, se realizara ensayos de compresión a edades de 180 y 365 días.

Las aguas no potables, podrán utilizarse, si además de cumplir con los requisitos establecidos, cumplen con:

- Las impurezas no alteren las propiedades del concreto, ni del acero de refuerzo.
- El agua debe, de ser limpia y libre de cantidades nocivas de ácidos, aceite, etc.
- Las proporciones de la mezcla se basara en resultados de ensayos de resistencia de concretos, que ha sido preparado con agua de la fuente elegida.

2.3.1.1.5 AGUAS PROHÍBIDAS

- Aguas ácidas
- Aguas calcáreas, minerales; carbonatados, o naturales.
- Aguas provenientes de minas o relaves.
- Aguas que contengan residuos industriales.
- Agua con contenido de NaCl > 3%, o SO₄ > 1%.
- Aguas que contengan algas; materia orgánicas; humus; partículas de carbono; turbas; azufre; o de carga de desagües.
- Agua que contengan azúcares o sus derivadas.
- Agua con porcentaje significativos de sales de sodio o potasio derivados, disueltos, en especial en todo aquellos casos en que el posible la reacción álcali-agregado.

2.3.1.1.6 LIMITACIONES

Las sustancias dañinas que puede aportar el agua de mezclado, deben sumarse a las que pueden estar presentes en los agregados y el deductivo; a fin de evaluar el total de sustancias inconvenientes que puedan dañar el concreto, el acero o elemento metales embebecidos.

Las cantidades; de ion cloruro en el agua, para preparar concretos que tengan elementos de aluminio o fierro galvanizado embebecidos, no serán mayores del 0.6% en piso del cementos.

2.3.1.1.7 LIMITACIONES PARA EL IÓN CLORURO

El total de ion cloruro, presente en el agua, no deberán exceder nunca los porcentajes indicados a continuación:

TIPO DE CONCRETO	PORCENTAJE
▪ Concreto prees forzado.	0.06%
▪ Concreto armado con elementos.	

De elemento de aluminio o fierro galvanizado.	0.06%
▪ Concreto armado expuesto a lo acción de cloruros	0.10%
▪ Concreto armado sometida a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros.	0.15%
▪ Concreto armado seca o protegido de la humedad durante su vida útil por medio de un recubrimiento Impermeable.	0.80%

2.3.1.1.8 REQUISITOS DEL COMITÉ 318 DEL ACI

El ACI en su capítulo 3, acápite 3.4, fija lo siguientes requisitos:

- El agua deberá estar limpia y libre de cantidades, de sustancia nocivas.
- El agua que contenga elementos de aluminio embebidos, no deberá contener cantidades nocivas de ion cloruro.
- No deberá emplear en el concreto, agua no potable.

2.3.1.1.9 NORMAS DE ENSAYO PARA EL AGUA.

NTP 339.070 Toma de muestra de agua para la preparación y curado de morteros y concreto de cemento portable.

NTP 339.071 Ensayo para determinar en residuos sólido, y el contenido de materia orgánica de las aguas.

339.072 Método de ensayo para determinar, por oxida vialidad conteniendo del materia orgánicas de la aguas.

NTP 339.073 Método de ensayo para determinar el pH de las aguas.

NTP 339.074 Método de ensayo, para determinar el contenido de sulfatos de las aguas.

NTP 339.075 Método de ensayo para determinar el contenido de hierro de las aguas.

2.3.1.2 EL CEMENTO.

Castro (2009) nos dice que:

Según la Norma Técnica Peruana, 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 pequeña cantidad (3 a 5) % de sulfato de calcio, como adición durante la molienda, es decir: cemento pórtland= Clinker + yeso

El Clinker Portland es un producto semiacabado de forma de piedras negruzcas de tamaño de $\frac{3}{4}$ " aproximadamente, obtenido de la calcinación de una mezcla de materiales calcáreos y arcillosos en proporciones convenientes, hasta llegar a una fusión incipiente (Clinkerización) a 1450°C .está compuesto químicamente por silicatos de calcio, aluminatos de calcio, ferro aluminatos de calcio y otros en pequeñas cantidades, los cuales se forman por la combinación del óxido de calcio (Cao) con los otros óxidos: dióxido de Silicio (SiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3) y óxido férrico (Fe_2O_3).

El Clinker Pórtland se enfría rápidamente y se almacena en canchas al aire libre.

El cemento Pórtland es un polvo muy fino de color verdoso, al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad (pag.9).

De acuerdo a los datos estadísticos de la Asociación de Productores de Cemento – ASOCEM, la producción anual de cemento a nivel nacional en el 2015 fue de 10 770 402 Toneladas de cemento y en Lima Metropolitana fue de 3797 460 Toneladas.

2.3.1.2.1 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO

Las especificaciones de las características y propiedades del cemento, se encuentran en las Normas Técnicas Peruanas NTP 334.009.2002, donde clasifica al cemento en los siguientes tipos:

Tipo I: Para uso general que no necesita propiedades especiales.

Tipo II: Para uso general y especificaciones cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.

Tipo III: Para ser usado cuando se requiere altas resistencias iniciales o en climas fríos por su elevado calor de hidratación.

Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación. En concreto masivo.

Tipo V: Vargas (2004) indica “alta resistencia a los sulfatos: Para ambientes muy agresivos (pag.5).

Vargas (2004) explica “cuando a los tres primeros tipos de cemento se les agrega el sufijo A significa que son cementos a los que se les ha añadido incorporadores de aire en su composición, manteniéndose las propiedades originales” (pag.5).

Es interesante destacar los cementos denominados “adicionados”.

Tipo IS: Vargas (2004) define: “cemento al que se le ha añadido 25% a 70% de escoria de altos hornos, referido al peso total” (pag.5).

Tipo ISM: Vargas (2004) expresa “cemento al que se añadió entre un 25% a 70% de escoria de altos hornos, referido al peso total” (pag.5).

Tipo IP: Cemento al que se le ha añadido Puzolana entre 15% a 40% del peso total.

Tipo IPM: Cemento al que se le ha añadido Puzolana hasta el 15% del peso total.

Todos estos cementos tienen variantes en las que se les ha añadido aire incorporado (subfijo A).

Subfijo M = Moderada resistencia a los sulfatos.

Subfijo H = Moderado calor de hidratación.

La resistencia moderada a sulfatos, moderado calor de hidratación o alguna combinación puede ser especificada por adición de los sufijos (MS) o (MH).

2.3.1.2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO

COMPOSICIÓN QUÍMICA	TIPO DE CEMENTO				
	TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	TIPO V
Dióxido de silicio (SiO ₂), % min.					-
Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃), % máx					-
Óxido Férrico (Fe ₂ O ₃), % máx	-	20	-	-	-
Óxido de Magnesio (MgO), % max.	-	6.0	-	-	6.0
Trióxido de Azufre (SO ₃), % máx	-	6.0	-	5.5	2.3
Pérdida por Ignición, % máx	0.0	6.0	6.0	6.0	2.3
Residuo insoluble, % máx	3.0	3.0	3.5	2.3	0.75
Silicato Tricálcico, (C ₃ S), % máx.	3.0	3.0	3.0	2.5	-
Silicato Dicálcico, (C ₂ S), %, min	0.75	0.75	0.75	0.75	-
Aluminato Tricálcico (C ₃ A), % máx	-		-	35	5
Alumino-ferrito tetracálcico, más	-		-	40	
dos veces el aluminato tricálcico o	-	8	15	7	
Solución sólida (C ₄ AF + 2C ₃ S), % máx.					25

Fuente: N.T.P 334.009

2.3.1.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO TIPO I:

De acuerdo a las normas ASTM C-1157 y las Normas Técnicas Peruanas N.T.P 334.082, especifican las propiedades físicas y químicas del cemento Tipo I y con las cuales las empresas fabrican dicho cemento, estas propiedades son las siguientes:

Tabla 2.9
Propiedades físicas y químicas del cemento Tipo I

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO TIPO I ASTM C - 1157 NTP 334.082
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	(kg/cm ²)
A los 3 días mínimo	100
A los 7 días mínimo	170
A los 28 días mínimo	200
TIEMPO DE FRAGUADO	Minutos
Inicial, mínimo	46
Final, máximo	420
RESISTENCIA A LOS SULFATOS	%
% máximo de expansión	0.10 (6 meses)
PESO ESPECÍFICO	3.10 (gr/cm ³)

Fuente: ASTM C- 1157 NTP 334.082

Elaboración propia

2.3.1.3 AGREGADOS

Tacusi (2016) 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. 037. Los agregados son la fase discontinua del concreto” (p. 16), y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75 % de su volumen. Para que un agregado se considere de resistencia adecuada, debe ser capaz de desarrollar toda la resistencia propia del aglomerante, el agregado debe ser duro y tenaz.

La densidad de los agregados influye en el peso del concreto, produciendo concreto de pesos normales o livianos.

2.3.1.3.1 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO

El agregado fino empleado en este trabajo proviene de la cantera “El Trapiche” (deposito fluvio – aluvial).

El material que hasta allí fue arrastrado es producto de la meteorización, principalmente de intrusivos intermedios (granodioritas).

El agregado fino debe ser durable, resistente, duro, limpio y libre de materia orgánica, sus partículas deben de tener un tamaño menor a ¼” y no deben de tener más del 5% de arcillas o limos ni más del 1.5% de materia orgánica.

Su gradación debe de satisfacer los requisitos propuestos en la norma ASTM-C-33, los cuales se muestran el siguiente cuadro:

Tabla 2.10
Porcentaje del material que pasan los tamices

MALLA N°	% EN PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N°
3/8”	100
N° 4	95 – 100
N° 8	80 – 100
N° 16	50 – 85
N° 30	25 – 60
N° 50	10 – 30
N° 100	2 – 10

Fuente: ASTM C- 1157 NTP 334.082
Elaboración propia

2.3.1.3.1.1 GRANULOMETRÍA

Granulometría es la distribución porcentual de los distintos tamaños de los granos (partículas) de una muestra, con relación a su peso total; y para analizarla se lleva a cabo un

análisis del tamaño y distribución de los granos componentes del agregado fino, mediante un juego de tamices.

Una granulometría ideal es importante ya que mejora las propiedades del concreto como su trabajabilidad, dosificación, resistencia, etc.

Análisis Granulométrico es un ensayo que consiste en dividir Loayza (2012) dice” una muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados” (pag.34), con el fin de analizar su granulometría.

El ensayo granulométrico para el agregado fino, se realizó mediante las normas ASTM C-136 y las normas NTP 400.12: 2013 que indican las cantidades y los parámetros que se deben de tener en consideración.

Tabla 2.11
Granulometría del agregado fino

N° MALLA	% RET.	% ACUM.	RET	% PASA
3/8	1.7	1.7		98.3
N°4	1.3	3.0		97
N° 8	7	10.1		89.9
N°16	20.2	30.2		69.8
N°30	26.3	56.5		43.5
N°50	21.1	77.6		22.4
N°100	11.9	89.6		10.4
FONDO	10.4	100		0.0

Fuente: LEM FIC UNI
Elaboración propia

La granulometría de este material, satisface los requisitos propuestos en la norma ASTM C-33, por lo tanto, es un material que tiene un uso aceptable.

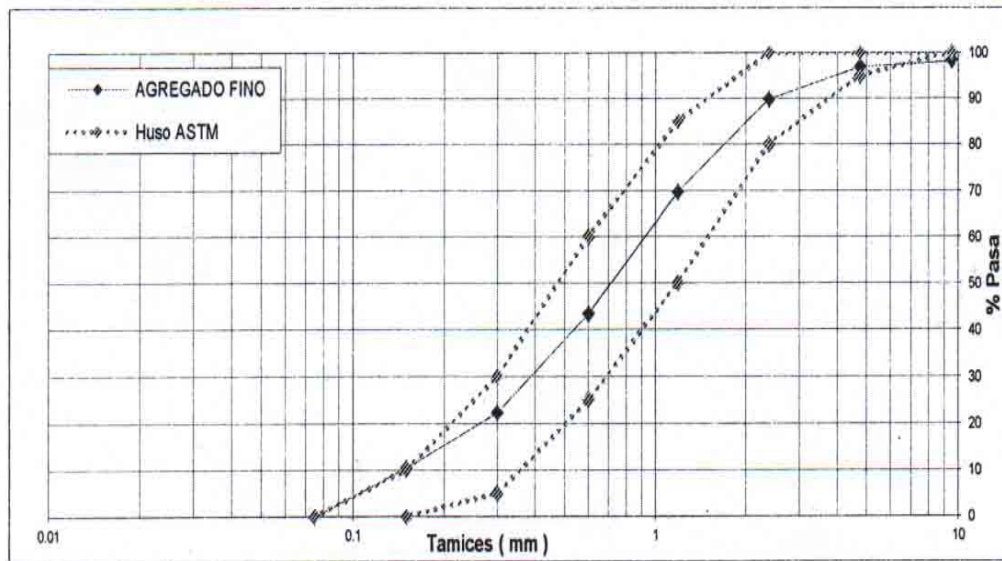


Figura 4. Curva granulométrica del agregado fino
Fuente: LEM – FIC- UNI

2.3.1.3.1.2 MÓDULO DE FINEZA

El Modulo de Fineza (M.F) es un valor empírico que representa el Tamaño Promedio Ponderado de los granos (partículas) de una muestra. Al mismo tiempo es un indicador del valor lubricante del material, estando en relación inversa con este, es decir a mayor módulo de fineza, menor será la cualidad lubricante del material.

El M.F. resulta de sumar los porcentajes retenidos acumulados de la tabla de resultados del análisis granulométrico desde el tamiz N° 4 hasta el N° 100 y dividirlo entre 100. Entonces tenemos que:

$$MF = \frac{\sum_{N^{\circ} 3/8}^{N^{\circ} 100} \% \text{ Retenido Acumulado}}{10} = \frac{(1.7+3.0+10.1+30.2+56.5+77.6+89.6)}{100}$$

$$MF = 2.69$$

La norma N.T.P 400.12 establece que el módulo de fineza debe de encontrarse entre 2.40 – 3.20, por lo que podemos mencionar que la muestra cumple con el requisito de la norma con respecto a este ensayo.

2.3.1.3.1.3 CONTENIDO DE HUMEDAD (%).

Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM C 566, permite determinar la mayor o menor cantidad de agua que posee el agregado fino en su superficie.

$$\% H= 1.63 \%$$

El contenido de humedad no debe de exceder al 3% según la norma por lo que podemos apreciar que el material satisface este requisito; además vemos que su contenido de humedad es pequeño lo cual no alteraría significativamente la corrección por humedad que se tenga que hacer durante el Diseño de Mezcla del concreto.

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el Anexo N° 02.

2.3.1.3.1.4 PESO ESPECÍFICO (Pe)

Es una propiedad física de los agregados y está definida por la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada, lo que significa que depende directamente de las características del grano de agregado.

El ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM C-129 y la norma NTP 400.022.

$$Pe= 2.68 \text{ gr/cm}^3$$

La norma NTP 400.022 indica que el peso específico del agregado fino debe encontrarse dentro del intervalo de 2.50 – 3.00 gr/cm³, por lo tanto, el material cumple con este requisito.

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el Anexo N° 02

2.3.1.3.1.5 GRADO DE ABSORCIÓN (% G.A.)

Este ensayo permite determinar la cantidad de agua que absorbe el agregado fino cuando se sumerge en agua por un periodo de 24 horas.

El ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM C-128 y la norma NTP 400.022.

$$\% \text{ G.A.} = 0.81 \%$$

La norma NTP 400.022 indica que el grado de absorción del agregado fino debe encontrarse entre el siguiente rango: 0.2-2 %, por lo tanto, el material cumple con este requisito.

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el Anexo N° 02.

2.3.1.3.1.6 PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

El peso volumétrico de un agregado es el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Nos permite determinar el rendimiento de la mezcla, contenido de aire, y es un indicador del peso unitario del concreto endurecido. Se realizan dos tipos de ensayos del material:

a) PESO VOLUMÉTRICO SUELTO (P.V.S.)

$$\text{P.V. S} = 1689 \text{ Kg/m}^3$$

La norma NTP 400.017 indica que el peso volumétrico suelto del agregado fino debe estar entre el intervalo de 1400-1800 Kg/m³, por lo tanto, el material cumple con este requisito.

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el Anexo N° 02

b) PESO VOLUMÉTRICO COMPACTADO (P.V.C.)

$$\text{P.V.C} = 1852 \text{ Kg/m}^3$$

La norma NTP 400.017 indica que el peso volumétrico compactado del material debe de encontrarse en el siguiente rango: 1400-1800 kg/m³.

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el Anexo N° 02

2.3.1.3.2 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO

El agregado grueso utilizado en esta investigación proviene de la cantera “La Gloria” la que produce piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ” – $\frac{1}{2}$ ”. Las normas indican que no deben de tener más de 5% de arcillas o limos ni más de 1.5% de material orgánica. Es conveniente que su tamaño máximo sea igual a $\frac{1}{5}$ entre las paredes del encofrado, $\frac{3}{4}$ de la distancia libre de la armadura y $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa.

2.3.1.3.2.1 GRANULOMETRÍA

Granulometría es la distribución porcentual de los distintos tamaños de los granos (partículas) de una muestra, con relación a su peso total; y para analizarla se lleva a cabo un análisis del tamaño y distribución de los granos componentes del agregado grueso, mediante un juego de tamices.

Una granulometría ideal es importante ya que mejora las propiedades del concreto como su trabajabilidad, dosificación, resistencia, etc.

Análisis granulométrico es un ensayo que consiste en dividir una muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño.

El ensayo se realizó mediante las normas ASTM C- 136 y la norma NTP 400.037, la que indica las cantidades y los parámetros que se deben de tener en consideración.

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el Anexo N° 03.

Tabla 2.12
Granulometría del agregado grueso

Nº MALLA	% RET.	% ACUM.	RET	% PASA
2 1/2"	0.0	0.0		100.0
2"	0.0	0.0		100.0
1 1/2"	0.0	0.0		100.0
1"	6.8	6.8		93.2
3/4"	36.1	42.9		57.1
1/82"	40.3	83.2		16.8
3/8"	10.3	93.5		6.5
Nº4	6.2	99.7		0.3
FONDO	0.3	100.0		0.0

Fuente: LEM FIC UNI
Elaboración propia

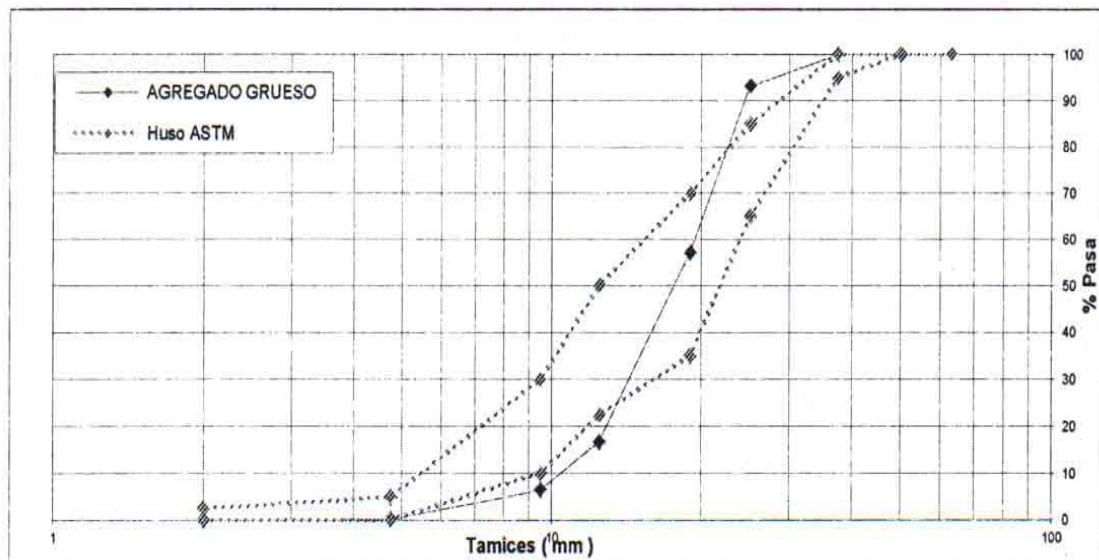


Figura 5. Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: LEM FIC-UNI

2.3.1.3.2.2 CONTENIDO DE HUMEDAD (% H)

La norma NTP 400.022 indica que el contenido de humedad del agregado grueso no deberá exceder del 3%, por lo que podemos mencionar que el material cumple con este requisito, adicionalmente a ello podemos decir que posee una humedad pequeña la cual no afectara significativamente en la corrección del agua en la mezcla

$$\%H = 0.45 \%$$

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el Anexo N° 02

2.3.1.3.2.3 PESO ESPECÍFICO (Pe)

La norma NTP 400.022 indica que el peso específico del agregado grueso deberá encontrarse entre los valores de 2.40- 2.80 gr/cm³, por lo que podemos precisar que el material cumple con los requisitos que especifican las normas.

$$Pe = 2.68 \text{ gr/cm}^3$$

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el Anexo N° 02

2.3.1.3.2.4 GRADO DE ABSORCIÓN (% G.A.)

La norma NTP 400.022 indica que el grado de absorción del agregado grueso no deberá exceder del 2%, por lo que podemos mencionar que el material cumple con el requisito especificado por la norma.

$$\%G. A = 0.77 \%$$

2.3.1.3.2.5 PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el anexo N° 02

a) PESO VOLUMÉTRICO SUELTO (P.V.S.)

$$\boxed{\text{P.V.S.} = 1371 \text{ Kg/m}^3}$$

La norma NTP 400.017 indica que el peso volumétrico suelto del material debe encontrarse en el siguiente rango: 1300-1700 Kg/m³. Por lo tanto, el material cumple con este requisito.

b) PESO VOLUMÉTRICO COMPACTADO (P.V.C.)

La norma NTP 400.017 indica que el peso volumétrico compactado del material se debe encontrar entre 1400-1800 Kg/m³, por lo tanto, el material cumple con este requisito.

$$\boxed{\text{PVC} = 1559 \text{ Kg/m}^3}$$

Tabla 2.12
Resumen de los ensayos físicos de los agregados grueso y fino

PROPIEDADES FISICAS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Volumétrico suelto	1689 Kg/m ³	1371 kg/m ³
Peso Volumétrico compactado	1852 kg/m ³	1559 kg/m ³
Peso específico	2.68	2.67
Absorción	0.81	0.77
Humedad	1.63	0.45
Módulo de Fineza	2.69	7.3

Fuente: LEM FIC UNI
Elaboración propia

Tabla 2.13
Valores exigidos por las normas

PROPIEDADES FISICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	NORMA ASTM	NORMA N.T.P
Peso Volumétrico Suelto	1300-1700 kg/m ³	1400-1800 kg/m ³	C29	400.017
Peso Volumétrico Compactado	1400-1800 kg/m ³	2.50-3.00 g/m ³	C128	400.022
Peso específico	2.40-2.80 g/m ³	0.20 – 2%	C128	400.022
Absorción	0.20 – 2%	≤ 3%	C566	400.022
Humedad	≤ 3%	2.3-3.10	C33	400.011
Módulo de fineza	Máx. 8			

Fuente: Norma ASTM – INACAL

2.3.1.3.2.6 AGUA

Tacusi (2016) afirma:

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr: la formación de gel; y permitir que el conjunto de la masa adquiera las propiedades que en estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma; y en estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas (pag.22).

Tacusi (2016) concluye que:

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 (pag.27).

Tacusi (2016) afirma que “el agua empleada no deberá contener sustancias que puedan producir efectos sobre el fraguado, la resistencia o durabilidad, apariencia del concreto, sobre los elementos metálicos embebidos” (pag.27), en este.

El agua que se ha utilizado para la preparación de las probetas de concreto para la presente investigación fue tomada de: la planta de tratamiento de aguas residuales Santa Rosa administrado por SEDAPAL, de la planta de tratamiento CITRAR UNI administrado por la Universidad Nacional de Ingeniería y el agua potable fue tomado del Laboratorio de Ensayo de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI.

El análisis Físico, Químico y Microbiológico de las aguas se detalla en el Anexo N° 04.

Tabla 2.14

Producción de agua potable, por fuente en Lima Metropolitana, 2010-2015 (Miles de metros cúbicos)

Año	Total Sedapal	Planta N° 1	Planta N° 2	Planta Chillón	Planta Huachipa	Pozos Sedapal
	(Miles m3) (m3/s)	(Miles m3) (m3/s)	(Miles m3) (m3/s)	(Miles m3) (m3/s)	(Miles m3) (m3/s)	(Miles m3) (m3/s)
2010	680819 21,59	254770 8,08	282656 8,96	25026 1,59		118367 3,75
2011	683246 21,67	254800 8,08	283064 8,98	29580 1,61		115802 3,67
2012	682449 21,58	253566 8,02	283639 8,97	27442 1,49		117801 3,74
2013	679940 21,56	250650 7,95	281547 8,93	25960 1,65		121783 3,86
2014	687580 21,80	261794 8,30	269146 8,53	27215 1,73	4617 0,35	124808 3,96
2015	713459 22,62	255429 8,10	278054 8,82	27796 1,77	29384 0,93	122796 3,89

Fuente: SEDAPAL
Elaboración Propia

Tabla 2.16

Producción de aguas subterráneas, por centro de servicio en Lima Metropolitana, 2010-2015 (Miles de metros cúbicos)

Año	Centro de Servicio							
	Producción Total	Norte		Centro			Sur	
		Comas	Callao	Ate Vitarte	Breña	San Juan de Lurigancho	Surquillo	Villa el Salvador
2010	118367	23830	17824	41877	686	22018	4731	7402
2011	115802	23227	16380	42773	12	21011	4452	7948
2012	117801	24689	16024	43297	4	21123	4444	8320
2013	121783	25250	18400	43779	206	20944	4535	8669
2014	124808	24213	19747	45175	69	22178	4805	8622
2015	122796	20683	17936	47401	347	22034	5177	9217

Fuente: SEDAPAL
Elaboración Propia

2.4 PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

2.4.1 CONCRETO

2.4.1.1 MATERIALES UTILIZADOS

MATERIA PRIMA

- a) Agregado Fino Cantera “El Trapiche”
- b) Agregado Grueso Cantera “La Gloria”
- c) Agua Potable
- d) Agua Residual Tratada PTAR SANTA ROSA
- e) Agua Residual Tratada CITRAR UNI
- f) Cemento Sol Tipo I

EQUIPOS

- 1. Mezcladora de concreto
- 2. Cono de Abrams
- 3. Probetas cilíndricas
- 4. Compresora

2.4.1.2 DOSIFICACIÓN

La dosificación de un concreto depende de la resistencia que se busca y de las proporciones de sus componentes.

Se realizó el diseño de mezcla con el objetivo de conocer las proporciones en peso correspondiente a la materia prima necesaria para la fabricación de los concretos con $f'c = 175$ kg/cm² y $f'c = 210$ kg/cm² en las cantidades necesarias para la elaboración de las probetas respectivas. Se obtuvo una dosificación en peso para:

Concreto $f'c = 175$ kg/cm²

1	: 2.55	:	3.17	:	28.4
---	--------	---	------	---	------

Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

1	:	1.96:	2.65	:	26.40
---	---	-------	------	---	-------

Se diseñaron tres tipos de concreto, uno de ellos llamado “concreto Patrón” cuyos componentes fueron: cemento tipo I, arena, piedra chancada y agua potable, el segundo a base de cemento, arena, piedra chancada y agua residual tratada de la planta de tratamiento de Santa Rosa y el tercero a base de cemento, arena, piedra chancada y agua residual tratada del CITRAR UNI.

El desarrollo de los diseños de Mezcla para los dos tipos de concreto: $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, se detallan en el anexo N° 05.

2.4.1.3 PROCESO DE PREPARACIÓN

El proceso de preparación para la fabricación de las probetas de concreto, Loayza (2012) “se efectuaron los ensayos en el laboratorio de ensayo de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA” (pag.5), con la directa participación y supervisión del responsable del presente trabajo y con el apoyo del personal que allí trabaja.

La fabricación del concreto patrón se realizó utilizando agua potable y se fabricó concreto utilizando las aguas residuales tratadas, se realizó de la siguiente manera:

1. Se pesaron los materiales como la piedra chancada, cemento, arena, y se colocaron en la mezcladora en movimiento en el siguiente orden: agua (10% aprox.), luego la piedra, cemento, arena y agua (80 % aprox.); y finalmente el resto del agua (10 % aprox.) requerida para el diseño. Durante dos minutos.
2. Luego se colocó la mezcla en los moldes.

3. Para observar el asentamiento se colocó la mezcla en el Cono de Abrams en tres capas, en cada una de ellas se compactó con una barra de acero liso de 5/8" de diámetro, dándole 25 golpes en cada capa, este proceso se realizó también para los concretos fabricados con agua residual tratada. Se determinó el asentamiento mediante el Ensayo del cono de Abrams, cuyos detalles se dan en el anexo N° 06.

Al día siguiente se desencofraron las probetas y se pusieron en agua hasta conseguir la edad indicada del ensayo.



Foto 3. Mezcladora de concreto

2.4.1.4 CURADO DEL CONCRETO

El curado es el proceso por el cual se busca mantener saturado el concreto hasta que los espacios de cemento fresco, originalmente llenos de agua sean reemplazados por los productos de hidratación del cemento. La falta de curado del concreto reduce drásticamente su resistencia a la compresión, es por ello que a mayor tiempo de curado la resistencia alcanzada por el concreto es mayor.

Existen diversos métodos de curado: con agua, con materiales selladores y curados a vapor. El curado que se realizó con las probetas de concreto que se fabricaron, se hizo con agua potable, obtenida en el laboratorio de ensayo de materiales de la UNI, cada probeta se

introdujo en un recipiente impermeable especialmente acondicionado para tal fin y que permitió que permanezca totalmente saturada para su respectivo ensayo a la compresión.

Para una determinada pila de probetas, se programó su curado para los 7, 14,28, días.

Si se usa cementos de fragua lenta, el periodo de curado debe incrementarse, si se utilizan cementos de fragua rápida, puede disminuirse, pero nunca a menos de tres días.

En caso de concretos de alta resistencia, el curado debe iniciarse a edad temprana para conseguir resultados satisfactorios. El proceso de curado en general, no se suspenderá hasta que se logre alcanzar el 70% de la resistencia a la compresión en las probetas curadas bajo las condiciones que el concreto vaciado en obra.

2.4.1.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:

- **AGUA RESIDUAL:** Se consideran aguas residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domesticas, comerciales, industriales y de servicios).
- **AGUA RESIDUAL TRATADA:** Las aguas residuales son conducidas a una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) donde se realiza la remoción de los contaminantes, a través de métodos biológicos o fisicoquímicos. La salida (efluentes) del sistema de tratamiento es conocido como Aguas Residuales Tratadas.
- **CEMENTO.** Aglomerante hidráulico normalizado que se obtiene pulverizando el Clinker, que consiste esencialmente en silicatos cálcicos a los que se agregan sulfatos de calcio.
- **AGREGADOS:** Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos, constituyen alrededor de 75% del volumen de una mezcla de concreto.

- **AGREGADO FINO:** Los agregados finos o arenas consisten en arena natural extraída de los ríos, los lagos, depósitos volcánicos o arenas artificiales, estos es, que han sido trituradas. Estos agregados abarcan normalmente partículas entre 4.75 y 0.075mm.
- **AGREGADO GRUESO:** Consiste de materiales extraídos de rocas de cantera, triturados o procesados, piedra bola o canto rodado, cuyas partículas comprenden tamaños desde 4.75 mm hasta 6 pulgadas, para los segmentos más grandes.
- **GRAVA:** Agregado grueso proveniente del intemperismo de las rocas y su posterior desintegración natural.
- **PIEDRA CHANCADA:** Es el agregado grueso obtenido por trituración mecánica de las rocas.
- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:** Es la capacidad que tiene un material para soportar cargas y esfuerzos de este tipo de sollicitación mecánica. El concreto tiene un mejor comportamiento en compresión en comparación con su comportamiento a la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.
- **DURABILIDAD DEL CONCRETO:** Según el ACI, es la habilidad para resistir la acción del intemperismo, al ataque químico, la abrasión, o cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzca el deterioro del concreto.

2.4.1.6 HIPÓTESIS PRINCIPAL:

La utilización de agua residual tratada no causa efectos negativos en los estados de fabricación del concreto en comparación al uso de agua potable, por lo que podría ser sustituto en la fabricación de concreto.

2.4.1.6.1 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

1. La utilización de agua residual tratada no causa efectos negativos en el estado fresco de fabricación del concreto en comparación al uso de agua potable.
2. La utilización de agua residual tratada no causa efectos negativos en el estado de endurecimiento de fabricación del concreto en comparación al uso de agua potable.



Foto 4. Fabricación de probetas de concreto

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación utilizado corresponde a un Prospectivo Experimental de corte longitudinal

3.1.1 DE ACUERDO CON EL PERÍODO EN QUE SE CAPTA LA INFORMACIÓN

Es prospectivo porque la información se obtuvo mediante la aplicación de guías de observaciones y ensayos.

3.1.2 DE ACUERDO CON LA EVOLUCIÓN DEL FENÓMENO ESTUDIADO:

Es de corte longitudinal; al haberse obtenido medidas en diferentes momentos con respecto a la misma unidad de análisis.

3.1.3 DE ACUERDO CON LA INTERFERENCIA DEL INVESTIGADOR EN EL FENÓMENO QUE SE ANALIZA:

Es de carácter experimental, al manipularse la variable independiente en unidades de análisis que ya se encuentra dispuesta en la realidad y que no necesariamente hemos escogido como investigador los elementos que conformaran al grupo de control y al grupo experimental.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Diseños Experimentales

Diseños Experimentales



3.3 VARIABLES:

Variable de estudio

Tomando en cuenta el tipo y diseño de investigación, las variables principales de estudio son:

3.3.1 VARIABLE-INDEPENDIENTE:

Agua residual tratada

3.3.2 VARIABLE -DEPENDIENTE:

Fabricación del concreto

3.3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

Tabla 3.1
Operacionalización de variables para los ensayos

TIPO DE VARIABLES	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
A. NO MODIFICABLE		
1. Materiales		
- Cemento	Tipo I	Propiedades físicas y químicas
- Agregado fino	Cantera El Trapiche	Propiedades físicas y químicas
- Agregado grueso	Cantera La Gloria	Propiedades físicas y químicas
- Agua	Potable	Propiedades físicas y químicas
- Agua residual PTAR Santa Rosa	Agua Residual Tratada	Propiedades físicas y químicas
- Agua residual PTAR CITRAR UNI	Agua Residual Tratada	Propiedades físicas y químicas
2. Clima	T° = 25°-30°C	Propiedades físicas y químicas
3. Concreto	En estado fresco En estado endurecido	Propiedades físicas y químicas
Temperatura de la zona Peso unitario, Asentamiento, Exudación, Temperatura		
B. MODIFICABLE		
- Concreto: curado	Tiempo de curado	A los 7, 14 y 28 días

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO:

3.4.1 POBLACIÓN

El universo de la investigación está conformado por los especímenes de concreto, entre probetas y vigas de concreto, de acuerdo a la normatividad existente.

3.4.2 MUESTRA

La muestra será no probabilística, se elegirá los mejores especímenes.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

3.5.1 TÉCNICAS

- Observación de la situación actual.
- Entrevistas a las diferentes áreas gestoras que intervienen en los procesos productivos del concreto.
- Revisión documental de las normas del concreto.

3.5.2 INSTRUMENTOS

- Equipos de las plantas de tratamientos de aguas residuales del PTAR Santa Rosa y del CITRAR UNI.
- Equipos del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.
- Equipo de cómputo.
- Cámara fotográfica.
- Calculadora.

3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes serán directas e indirectas.

- Las fuentes directas serán provistas por los gestores involucrados en el estudio y a la observación de la situación actual.
- Las fuentes indirectas serán tomadas de trabajos anteriores.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS ENSAYOS DEL CONCRETO

4.1 CONCRETO EN ESTADO FRESCO

El concreto en estado fresco, es aquel recién preparado cuyo estado es plástico y moldeable en el cual no se produce el fraguado ni el endurecimiento y adopta la forma del encofrado. El proceso de la forma de la muestra esta normado por ASTM C-172.

Las propiedades del concreto en estado fresco son de vital importancia porque nos brinda información sobre el peso unitario, asentamiento, exudación y temperatura, propiedades que dependen del tipo de materiales a utilizar.

4.1.1 PESO UNITARIO

Peso de una muestra representativa de concreto, a la que se le ha sometido al procedimiento de varillado, expresado en kilos por metro cubico, se emplea principalmente para:

- Determinar o comprobar el rendimiento de la mezcla.
- Determinar el contenido de materiales (cemento, agua y agregado) por metro cubico de concreto, así como el contenido de aire.
- Formarnos como nos dice Vargas (2004),”una idea de la calidad del concreto y su grado de compactación” (pag.97).

La determinación del peso unitario promedio para cada caso se encuentra en un cuadro que se muestra a continuación:

Tabla 4.1
Peso unitario del concreto fresco $f'c = 175 \text{ k/cm}^2$

TIPOS DE AGUA	PESO DEL BALDE + MEZCLA (Kg)	PESO DEL BALDE (Kg)	PESO DE LA MEZCLA (Kg)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO (Kg/m ³)
AGUA POTABLE	50.12	12.29	37.83	2672
AGUA PTAR SANTA ROSA	50.28	12.29	37.99	2683
AGUA PTAR CITRAR UNI	49.71	12.29	37.42	2643

Fuente: LEM FIC- UNI
Elaboración propia
Volumen del Balde: 0.01416 m³

Tabla 4.2
Peso unitario del concreto fresco $f'c = 210 \text{ k/cm}^2$

TIPOS DE AGUA	PESO DEL BALDE + MEZCLA (Kg)	PESO DEL BALDE (Kg)	PESO DE LA MEZCLA (Kg)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO (Kg/m ³)
AGUA POTABLE	50.38	12.29	38.09	2690
AGUA PTAR SANTA ROSA	50.22	12.29	37.93	2679
AGUA PTAR CITRAR UNI	50.29	12.29	38.00	2684

Fuente: LEM FIC- UNI
Elaboración propia
Volumen del Balde: 0.01416 m³

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el anexo N° 06.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De las tablas 4.1 y 4.2 se observa que el peso unitario del concreto elaborado con agua residual tratada proveniente de la planta de tratamiento del CITRAR UNI, es menor tanto para el concreto con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ como para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que los concretos preparados con agua residual tratada de la planta de tratamiento Santa Rosa y el concreto elaborado con agua potable, esto quiere decir que se logra un concreto más ligero.

4.1.2 ASENTAMIENTO (Slump)

Para el caso, en nuestro País rige la NTP 339.035 y el ensayo se denomina de asentamiento. Se mide tradicionalmente por lo que se conoce como “Ensayo de Cono de Abrams” o “slump” el cual permite una aproximación numérica de la consistencia del concreto o sea su capacidad para adaptarse a los moldes e indirectamente resulta un indicador de su trabajabilidad.

Es común que esta prueba sea un condicionante de aprobación o desaprobación del concreto fresco. Se han establecido 3 tipos de asentamientos característicos:

Normal o Verdadero: Es el propio de una mezcla rica y con una correcta cantidad de agua. En este caso el concreto no sufre grandes deformaciones, sus componentes permanecen unidos debido al cemento que los liga.

Corte: Se produce por un exceso de agua, la pasta pierde su poder aglutinante produciendo asentamiento mayor y reduciendo el coeficiente de rozamiento.

Desplomado: Se produce cuando el concreto tiene mucha cantidad de agua y es pobre en arena, en lugar de asiento se produce rotura por derrumbamiento y algunas veces por corte.

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el anexo N° 06.

La determinación del asentamiento para el concreto Patrón y para el concreto con aguas residuales tratadas, se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 4.3
Asentamiento del concreto ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$)

AGUA POTABLE	AGUA RESIDUAL TRATADA SANTA ROSA	AGUA RESIDUAL TRATADA CITRAR UNI	SLUMP DE DISEÑO (Pulgadas)
3 1/4"	4 1/2"	3 1/4"	4 – 6

Fuente: LEM FIC UNI
Elaboración propia

Tabla 4.4
Asentamiento del concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)

AGUA POTABLE	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	SLUMP DE DISEÑO (Pulgadas)
5 1/2"	4 3/4"	4 1/4"	4 - 6

Fuente: LEM FIC UNI
Elaboración propia

INTERPRETRACIÓN DE RESULTADOS

Como se puede apreciar de los valores de las tablas N° 4.3 y 4.4 el asentamiento para el concreto patrón como para el concreto con las aguas residuales cumple con los límites de diseño; tanto para el concreto con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ así como para el concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, esto indica que no se ha modificado la cantidad de agua en el diseño de la mezcla. Asimismo se aprecia que el concreto elaborado para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con las aguas residuales tiende a tener un slump más bajo que el concreto patrón.

4.1.3 EXUDACIÓN

Este ensayo esta normado por la N.T.P N° 339.077 y es un caso particular de segregación en el que parte del agua de la mezcla tiende a subir a la superficie del concreto recién colocado. Esto se debe a que los componentes solidos de la mezcla no pueden retener toda el agua de mezclado cuando se asientan en el fondo.

Por causa de la exudación la superficie del concreto puede quedar demasiado húmeda y así, el agua queda atrapada entre elementos superpuestos de concreto, el resultado puede ser un concreto poroso débil y poco durable.

Las siguientes tablas N° 4.5, N°4.6, N°4.7, N°4.8, N°4.9, N°4.10 presentan el comportamiento de una muestra de concreto fresco con respecto a la exudación de la misma, en función del tiempo: Volumen total de agua de la mezcla: 2900 ml.

Los detalles sobre materiales, equipo o procedimiento se dan en el Anexo N° 06.

Tabla 4.5

Exudación del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ - agua potable

HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
8:55	0	0	0	0
9:05	10.00	10.00	11.00	11.00
9:15	10.00	20.00	10.00	21.00
9:25	10.00	30.00	9.00	29.00
9:35	10.00	40.00	11.50	40.50
10:05	30.00	70.00	19.00	59.50
10:35	30.00	100.00	11.50	71.00
11:05	30.00	130.00	7.50	78.50

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración propia

Tabla 4.6

Exudación del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ - PTAR Santa Rosa

HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
9:10	0	0	0	0
9:20	10.00	10.00	7.00	7.00
9:30	10.00	20.00	10.00	17.00
9:40	10.00	30.00	11.00	28.00
9:50	10.00	40.00	11.50	39.50
10:20	30.00	70.00	20.00	59.50
10:50	30.00	100.00	12.00	71.50
11:20	30.00	130.00	0.00	71.50

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración propia

Tabla 4.7

Exudación del concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ - PTAR CITRAR UNI

HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL Min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
9:25	0	0	0	0
9:35	10.00	10.00	7.00	7.00
9:45	10.00	20.00	9.50	16.50
9:55	10.00	30.00	12.00	28.50
10:05	10.00	40.00	10.00	38.50
10:35	30.00	70.00	22.00	60.50
11:05	30.00	100.00	13.50	74.00
11:35	30.00	130.00	2.00	76.00

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración propia

Tabla 4.8

Exudación del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ – agua potable

HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL Min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
9:45	0	0	0	0
9:55	10.00	10.00	1.10	1.10
10:05	10.00	20.00	6.00	7.10
10:15	10.00	30.00	7.50	14.60
10:25	10.00	40.00	7.00	21.60
10:55	30.00	70.00	18.50	40.10
11:25	30.00	100.00	14.00	54.10
11:55	30.00	130.00	0.20	54.30

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración propia

Tabla 4.9

Exudación del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ - PTAR Santa Rosa

HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
10:45	0	0	0	0
10:55	10.00	10.00	11.05	11.05
11:05	10.00	20.00	8.05	19.10
11:15	10.00	30.00	14.00	33.10
11:25	10.00	40.00	32.00	65.10
11:55	30.00	70.00	57.00	122.10
12:25	30.00	100.00	21.00	143.10

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración propia

Tabla 4.10

Exudación del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ - PTAR CITRAR UNI

HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
10:25	0	0	0	0
10:35	10.00	10.00	5.00	5.00
10:45	10.00	20.00	10.00	15.00
10:55	10.00	30.00	7.50	22.50
11:05	10.00	40.00	6.05	28.55
11:35	30.00	70.00	25.00	53.55
12:05	30.00	100.00	18.05	71.60
12:35	30.00	130.00	8.00	79.60

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración propia

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

De las tablas N°4.05, N° 4.06 y N° 4.07 se aprecia que el concreto Patrón elaborado con agua potable tiende a exudar con mayor facilidad alcanzando un volumen de exudación de 78 ml que el concreto elaborado con aguas residuales.

De las tablas N° 4.08, N° 4.09 y N°4.10, se observa que el concreto elaborado con agua residual de la planta de tratamiento de Santa Rosa alcanza mayor volumen de exudación que el concreto patrón y que el concreto elaborado con agua residual tratada del CITRAR UNI.

4.1.4 TEMPERATURA

Está regulada por la norma ASTM C- 1064, que indica la manera de medir la temperatura del concreto con un termómetro de 0.5 °C de precisión y que el tiempo que este introducido en la mezcla sea de 2 minutos como mínimo y 5 minutos como máximo.

El termómetro utilizado para este ensayo fue proporcionado tal como nos dice Loayza (2012) por “el laboratorio de Ensayo de Materiales de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería” (pag.168), con una precisión de 0.1 °C y con intervalos de temperatura desde los 0°C hasta los 67°C.

Los detalles sobre materiales equipo o procedimiento se dan en el Anexo N° 05.

La temperatura del concreto en cada uno de los casos es la siguiente:

Tabla 4.11
Temperatura del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

TIPO DE AGUA	TEMPERATURA °C
AGUA POTABLE	29.3
AGUA PTAR SANTA ROSA	29.5
AGUA PTAR CITRAR UNI	29.2

Fuente: LEM FIC UNI
Elaboración propia

Tabla 4.12
Temperatura del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$

TIPO DE AGUA	TEMPERATURA °C
AGUA POTABLE	27.9
AGUA PTAR SANTA ROSA	28.3
AGUA PTAR CITRAR UNI	28.6

Fuente: LEM FIC UNI
 Elaboración propia

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Observando los valores de las tablas N°4.11 y N°4.12 se puede apreciar que al reemplazar al agua potable por el agua residual tratada en la fabricación del concreto para una resistencia de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ su temperatura disminuye en 0.1 °C , mientras que para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la temperatura del concreto aumenta en 0.7 °C aproximadamente.

4.2 CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

4.2.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Vargas (2004) nos define:

La resistencia a la compresión es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos de este tipo, siendo su mejor comportamiento en comparación con la resistencia a la tracción, ya que esta última depende básicamente de las propiedades adherentes de la pasta de cemento (pag.64).

La resistencia mecánica del concreto se identifica frecuentemente con su resistencia a la compresión, porque el concreto tiene mayor capacidad de resistir esfuerzos en esta condición. La norma que reglamenta este ensayo para especímenes de laboratorio es la ASTM C-39 y la norma peruana NTP 339.034.

Este parámetro es obtenido a través del ensayo de un cilindro estándar de 6" de diámetro y 12" de altura, el espécimen debe permanecer en el molde por un periodo de 24 horas después

del vaciado y posteriormente debe ser curado bajo agua hasta el momento del ensayo. El procedimiento estándar requiere que la probeta tenga 28 días de vida para ser ensayada, sin embargo este periodo puede alterarse si se especifica.

La resistencia a la compresión se define como el promedio de un mínimo de dos probetas tomadas de la misma muestra ensayadas a los 28 días según norma ASTM C-192 M y ASTM C39.

En ocasiones un periodo de 28 días para determinar la resistencia del concreto, puede resultar muy largo, por lo que se suele utilizar ensayos a los 7 días, la resistencia obtenida a los 7 días debe representar el 67% de la resistencia a los 28 días.

El ensayo de resistencia a la compresión de las probetas de concreto se programó para distintas edades, lo que permitió tabular todos los datos y obtener el comportamiento de la misma en función del tiempo.

Se prepararon probetas de concreto con agua potable, que lo hemos denominado “Concreto Patrón “mediante una mezcla de cemento-arena-piedra chancada, con una dosificación en peso de: 1: 2.55: 3.17 para concreto con $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ y de 1: 1.96: 2.65 para el concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$. Posteriormente se fabricaron probetas de concreto con distintas aguas residuales tratadas las cuales fueron sometidas al proceso de curado para 7, 14 y 28 días.

Tabla 4.13

Resistencia promedio a la compresión del concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$

DIAS	AGUA POTABLE	AGUA TRATADA SANTA ROSA	RESIDUAL PTAR	AGUA TRATADA UNI	RESIDUAL PTAR CITRAR
7	177	187		169	
14	251	271		218	
28	276	284		255	

Fuente: LEM FIC UNI
Elaboración propia

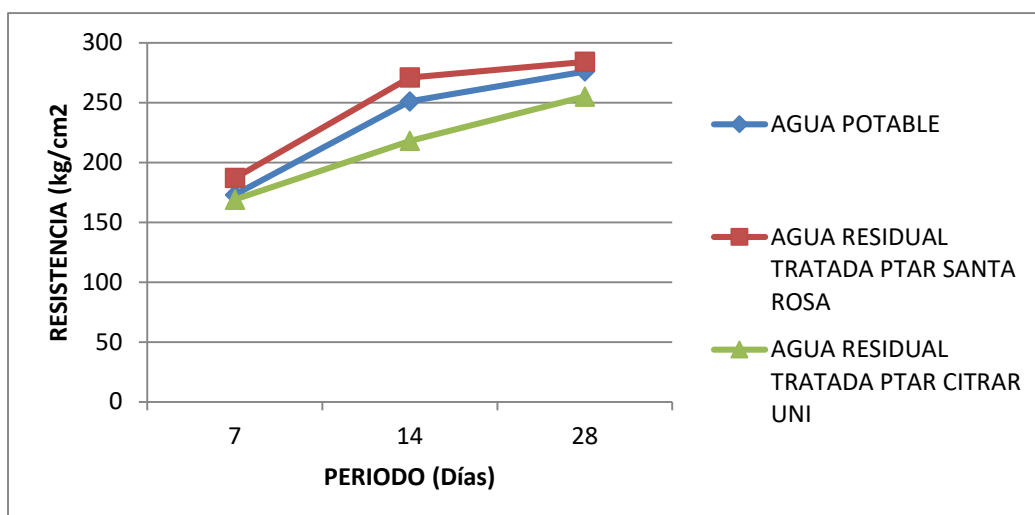


Figura 6. Resistencia a la compresión vs tiempo (concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$)

Tabla 4.14

Resistencia promedio del concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)

TIEMPO DE CURADO	AGUA POTABLE	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI
7	219	230	235
14	295	305	333
28	331	319	327

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración propia

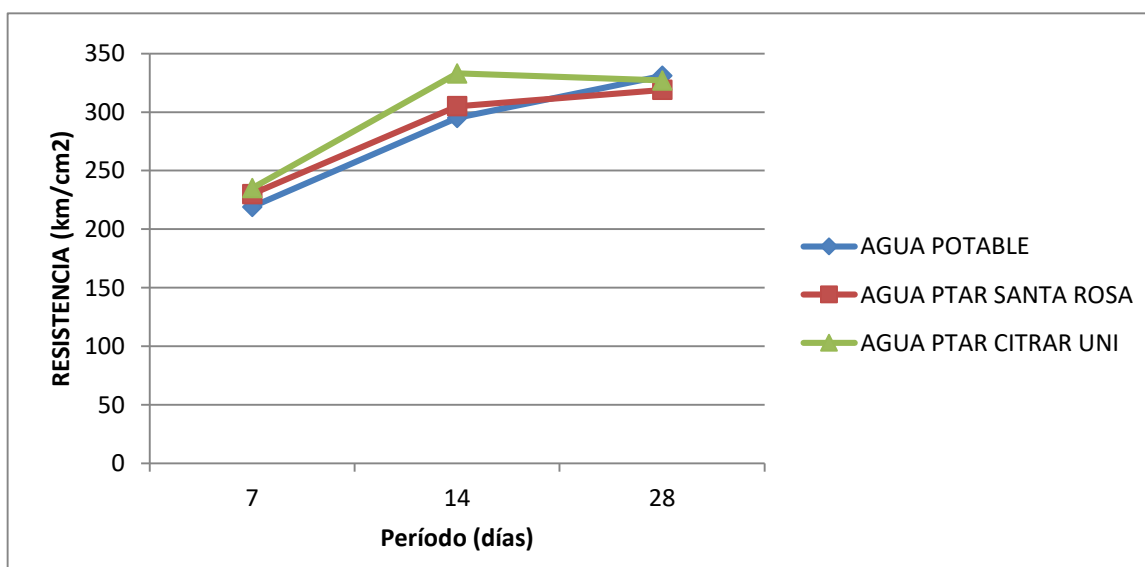


Figura 7. Resistencia a la compresión vs tiempo (concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- **Concreto Elaborado con Agua Potable.**

Vásquez et al. (2001) en su investigación concluyeron: “los resultados obtenidos de las resistencias a la compresión de los especímenes de concreto con agua potable fueron tomados como base de comparación, contra las resistencias de concretos elaborados con agua residual tratada” (párr. 40).

Observando los valores de las tablas N° 4.13 y 4.14 podemos afirmar que el concreto elaborado con agua potable alcanzo su resistencia esperada.

- **Concreto Elaborado con Agua Residual Tratada de la Planta de Tratamiento Santa Rosa:**

Las resistencias a la compresión obtenidas de las probetas de concreto elaborados con agua residual tratada de la planta de tratamiento Santa Rosa, es un claro ejemplo demostrativo de la elaboración de concretos con agua residual tratada, ya que la resistencia de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, como $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7,14 y 28 días fue la esperada, según diseño realizado.

- **Concreto Elaborado con Agua Residual Tratada de la Planta de Tratamiento CITRAR UNI.**

De los valores de las tablas 4.13 y 4.14 se aprecia que las probetas de concreto elaborado con agua residual tratada de la planta de tratamiento CITRAR UNI, las resistencias de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, como $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, llegaron a los valores esperados de diseño.

Observando los valores de los mismos tablas se tiene que las probetas de concreto elaborado con esta agua residual del PTAR CITRAR UNI, la resistencia para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se obtiene a los 14 días de curado, incrementando su valor a los 28 días.



Foto 5. Ensayo a la compresión

4.2.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Calonge (2011) manifiesta:

La resistencia del concreto a la tracción es una propiedad que requiere consideración específica en el diseño de las estructuras en que tienen mayor influencia, tal es el caso de las presas de arco, o de pavimentos de concreto hidráulico cuyo diseño se efectúa con base en la resistencia del concreto por flexión.

Al diseñar las estructuras, se procura que el concreto trabaje a tracción directa, sin embargo, casi siempre es inevitable que el concreto en las estructuras deba soportar esfuerzos a tracción ya sea como consecuencia de determinadas cargas que involucran flexión y cortante, o como resultado de las contracciones que se producen en el concreto por secado o por temperatura.

Un factor que tiende a producir variaciones significativas en la determinación de la resistencia del concreto a tracción, se refiere al grado de humedad del espécimen en el

momento del ensayo. Se debe que el concreto completamente seco manifiesta mayor resistencia a la tracción que en estado saturado, tanto si se le ensaya a tensión directa como a tensión por flexión, pero hallándose parcialmente seco puede producir una disminución de un 40% en su resistencia a la tracción, con respecto al mismo concreto saturado cuando se le ensaya a flexión.

Los tipos de resistencia a tracción son:

1. Tracción directa
2. Tracción indirecta
3. Tracción por flexión

En el presente trabajo, abordaremos tracción por flexión ya que este tiene mayor aplicación en la industria de la construcción.(pag.61)

ENSAYO A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN

Calonge (2011) indica:

El ensayo se encuentra normalizado conforme a los métodos de prueba ASTM C 293 y ASTM C 78, y el ensayo consiste en la aplicación de cargas concentradas en el centro de la luz de una viga o en los tercios de la misma. El ensayo se realizó con cargas verticales aplicadas en los tercios de la luz de la viga ya que los momentos máximos de flexión se produce cuando la viga se encuentra en estas condiciones. Las dimensiones de la viga esta normalizado por la ASTM C 31 y ASTM C 192, y es como sigue:

La sección puede ser rectangular o cuadrada, si es rectangular el peralte (h) no debe exceder a 1.5 veces el ancho (b).

1. La longitud del espécimen debe ser por lo menos 50mm mayor que el triple del peralte, a fin de que el claro de prueba sea exactamente igual a 3h.

2. El ancho (b) debe ser igual o mayor que tres veces el tamaño máximo del agregado que contenga el concreto.
 3. La norma considera como espécimen estándar una viga de sección cuadrada con dimensiones mínimas de (152x 152) mm (6"x6") y una longitud de 508 mm (20").
- (pag.62)

Cumpliendo con las dimensiones mínimas, con la misma dosificación de mezcla con resistencias de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ como para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, se fabricaron 06 vigas usando agua potable, agua residual tratada de la PTAR Santa Rosa y de la planta de tratamiento PTAR CITRAR UNI con las siguientes medidas:

- Ancho: 15.00 cm
- Altura: 15.00 cm
- Luz: 50.00cm

El espécimen (viga) de concreto se encofro en un molde con las medidas adecuadas. La viga estuvo sometida a cargas concentradas como se muestra en el siguiente esquema:

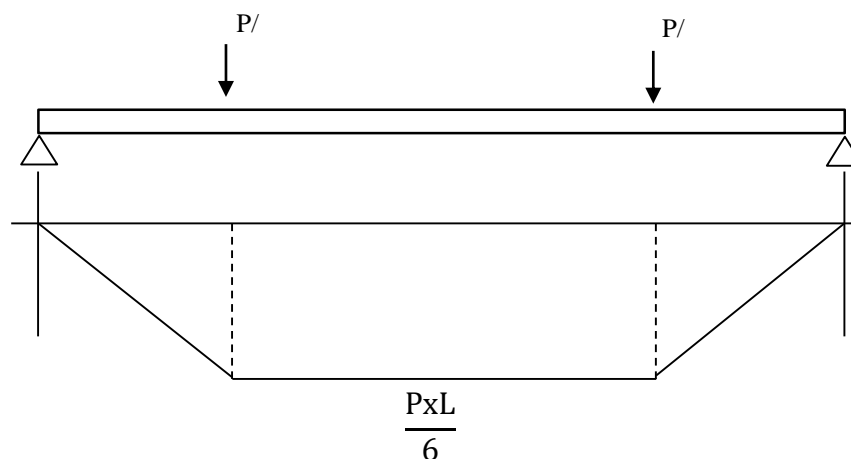


DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR

El esfuerzo elástico en este ensayo se le denomina “Modulo de Rotura por flexión del concreto.

Al esfuerzo máximo de este ensayo se le denomina “Modulo de Rotura por Flexión” del concreto. En condiciones normales la falla debe ocurrir en el tercio central de la luz de la viga y su módulo de rotura se determina en kg/cm² por la expresión:

$$Mr = PL / b \cdot h^2$$

Donde:

P : Carga máxima en kg

L: Luz en cm.

b: Ancho en cm.

h: Altura en cm.

El módulo de Rotura por flexión del concreto se puede determinar en función del momento flector con la siguiente expresión:

$$Mr = 6Mf / bh^2$$

Donde:

Mf = Máximo momento de flexión.

Calonge (2011) nos dice que:

El ACI menciona que el Modulo de Rotura del concreto en función de la resistencia a la compresión se encuentra en el intervalo comprendido entre: $1.99 \cdot f'c$ y $3.18 \cdot f'c$, pero con el ensayo realizado para cada caso se obtendría el módulo de rotura a la flexión experimental del concreto en función de su resistencia a la compresión. (Pág. 63)

En el Anexo N° 05 se dan los detalles sobre los procedimientos.

Tabla N° 4.15

Módulo de rotura experimental del concreto (Mre)

TIPO DE AGUA	CONCRETO F'c = 175 kg/cm2 (Mre)	CONCRETO F'c = 210 kg/cm2 (Mre)
Agua Potable	3.26 $\sqrt{f'c}$	2.28 $\sqrt{f'c}$
Agua PTAR Santa Rosa	2.81 $\sqrt{f'c}$	2.83 $\sqrt{f'c}$
Agua PTAR CITRAR UNI	3.17 $\sqrt{f'c}$	2.45 $\sqrt{f'c}$

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Este ensayo muestra que el módulo de rotura del concreto Patrón es mayor que el módulo de rotura del concreto con aguas residuales para una resistencia de $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$, mientras que para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ el módulo de rotura del concreto con agua residual tratada del PTAR Santa Rosa es el mayor.

De los valores de la tabla N° 4.15 podemos indicar que el módulo de rotura del concreto en función de su resistencia a la compresión esta entre los rangos de ACI.



Foto 6. Fabricación de vigas

4.3 ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS

4.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONCRETOS

A) CONCRETO PATRÓN:

Proporciones	C	:	A F	:	A G	:	W
f'c= 175 kg/ cm ²	1	:	2.55	:	3.17	:	30.0
f'c= 210 kg/ cm ²	1	:	1.96	:	2.65	:	26.4
Cemento	:		Tipo I Sol				
AF= Agregado Fino	:		Arena gruesa Cantera “El Trapiche”				
AG= Agregado Grueso	:		Piedra Chancada Cantera “La Gloria”				
W= Agua Potable							

B) CONCRETO CON AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA:

Proporciones	C	:	A F	:	A G	:	WSR
f'c= 175 kg/ cm ²	1	:	2.55	:	3.17	:	30.0
f'c= 210 Kg/cm ²	1	:	1.96	:	2.65	:	26.4
Cemento	:		Tipo I Sol				
AF= Agregado Fino	:		Arena gruesa Cantera “El Trapiche”				
AG= Agregado Grueso	:		Piedra Chancada Cantera “La Gloria”				
WSR= Agua Residual Tratada PTAR Santa Rosa.							

C) CONCRETO CON AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI:

Proporciones	C	:	A F	:	A G	:	WCU
f'c= 175 kg/ cm ²	1	:	2.55	:	3.17	:	30.0
f'c= 210 Kg/cm ²	1	:	1.96	:	2.65	:	26.4
Cemento	:		Tipo I Sol				
AF= Agregado Fino	:		Arena gruesa Cantera “El Trapiche”				
AG= Agregado Grueso	:		Piedra Chancada Cantera “La Gloria”				
WCU= Agua Residual Tratada	:		PTAR CITRAR UNI.				

Para realizar los análisis de costos se contó con la siguiente información:

ITEM	FUENTE
Rendimiento Mínimo de Mano de Obra	CAPECO
En Lima Norte	CAPECO
Costo de Mano de Obra	CAPECO
Costo de Maquinaria	CAPECO
Materiales	Mercado Local

4.3.2 COSTO DEL CONCRETO PATRÓN CON AGUA POTABLE

El Análisis de Costo Unitario, desarrollado, determinara el costo del concreto para cada una de las partidas, donde se requiera colocar concreto, usando agua potable, ya sea para el concreto con $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, como para el concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

4.3.3 COSTO DEL CONCRETO INVESTIGADO CON AGUA RESIDUAL

El Análisis de Costo Unitario, desarrollado, determinara el costo del concreto para cada una de las partidas, usando agua residual tratada de las plantas de tratamiento: PTAR Santa Rosa y del CITRAR UNI, donde se requiera colocar concreto, ya sea para el concreto con $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, como para el concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

4.3.3.1 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS ($F'C = 175 \text{ kg/cm}^2$) CONCRETO

PATRÓN

Partida	02.01.00	CONCRETO EN SARDINELES F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	12.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 300.14				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.67	13.12	8.75
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.67	13.12	8.75
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.67	11.70	7.80
470104	PEON	HH	6.00	4.00	10.58	42.32
						67.62
	Materiales					
050004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	M3		0.91	73.53	66.91
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.00	17.74	141.92

Partida	02.04.00	CONCRETO EN COLUMNAS F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	10.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 385.47				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.40	13.12	31.49
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	8.00	6.40	10.58	67.71
						129.55
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.90
						233.63
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	129.55	3.89
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.80	8.00	6.40
						22.29
Partida	02.05.00	CONCRETO EN VIGAS F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	24.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 296.90				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.00	13.12	13.12
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.67	13.12	8.75
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.33	11.70	3.90
470104	PEON	HH	8.00	2.67	10.58	28.21
						53.98
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.90
						233.63
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	53.98	1.62
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.33	5.00	1.67
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.33	10.00	3.33
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.33	8.00	2.67
						9.29

Partida	02.06.00	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS F'C=175 kg/cm2
Rendimiento	25.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 309.54

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470102	OPERARIO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.64	11.70	7.49
470104	PEON	HH	10.00	3.20	10.58	33.86
						66.55
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.90
						233.63
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	66.55	2.00
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.32	5.00	1.60
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.32	10.00	3.20
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.32	8.00	2.56
						9.36

Partida	02.07.00	CONCRETO EN LOSAS MACIZAS F'C=175 kg/cm2
Rendimiento	20.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 319.85

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.20	13.12	15.74
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.80	13.12	10.50
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.40	11.70	4.68
470104	PEON	HH	12.00	4.80	10.58	50.78
						81.70
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.76	73.53	55.88
050104	ARENA GRUESA	M3		0.51	31.51	16.07
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.66	17.74	153.63
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.92
						226.50
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	81.70	2.45
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.40	5.00	2.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.40	10.00	4.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.40	8.00	3.20
						11.65

Partida	02.08.00	CONCRETO EN ESCALERAS F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	12.50 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 383.01				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.92	13.12	25.19
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.28	13.12	16.79
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.64	11.70	7.49
470104	PEON	HH	12.00	7.68	10.58	81.25
						130.72
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.92
						233.65
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	130.72	3.92
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.64	5.00	3.20
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.64	10.00	6.40
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.64	8.00	5.12
						18.64
Partida	02.09.00	CONCRETO EN CISTERNA F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	10.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 396.00				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	12.00	9.60	10.58	101.57
						152.91
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.76	73.53	55.88
050104	ARENA GRUESA	M3		0.51	31.51	16.07
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.66	17.74	153.63
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.92
						226.50
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	152.91	4.59
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
						16.59

CONCRETO CON AGUA RESIDUAL PTAR SANTA ROSA (F'C = 175 kg/cm2

Partida	03.01.00	CONCRETO EN SARDINELES AG.TRAT-2 F'C=175 kg/cm2				
----------------	----------	--	--	--	--	--

Rendimiento	12.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3					299.54
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.67	13.12	8.75	
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.67	13.12	8.75	
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.67	11.70	7.80	
470104	PEON	HH	6.00	4.00	10.58	42.32	
						67.62	
Materiales							
050004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	M3		0.91	73.53	66.91	
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76	
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.00	17.74	141.92	
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.21	1.43	0.30	
						224.89	
Equipos							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	67.62	2.03	
						2.03	

Partida	03.02.00	CONCRETO EN VEREDAS AG.TRAT-2 F'C=175 kg/cm2					
Rendimiento	12.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3					299.54
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	0.67	13.12	8.75	
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.67	13.12	8.75	
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.67	11.70	7.80	
470104	PEON	HH	6.00	4.00	10.58	42.32	
						67.62	
Materiales							
050004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	M3		0.91	73.53	66.91	
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76	
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.00	17.74	141.92	
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.21	1.43	0.30	
						224.89	
Equipos							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	67.62	2.03	
						2.03	

Partida	03.03.00	CONCRETO EN ZAPATAS AG.TRAT-2 F'C= 175 kg/cm2					
Rendimiento	25.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3					279.69
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	0.64	13.12	8.40	
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.64	13.12	8.40	
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.32	11.70	3.74	
470104	PEON	HH	8.00	2.56	10.58	27.08	
						47.62	
Materiales							

050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.76	73.53	55.88
050104	ARENA GRUESA	M3		0.51	31.51	16.07
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.66	17.74	153.63
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						225.84

Equipos

370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	47.62	1.43
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.32	5.00	1.60
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.32	10.00	3.20
						6.23

Partida	03.04.00	CONCRETO EN COLUMNAS AG. TRAT-2 F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	10.00 M3/DIA					Costo unitario directo por : M3 384.83

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.40	13.12	31.49
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	8.00	6.40	10.58	67.71
						129.55

Materiales

050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						232.99

Equipos

370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	129.55	3.89
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.80	8.00	6.40
						22.29

Partida	03.05.00	CONCRETO EN VIGAS AG. TRAT-2 F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	24.00 M3/DIA					Costo unitario directo por : M3 296.26

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.00	13.12	13.12
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.67	13.12	8.75
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.33	11.70	3.90
470104	PEON	HH	8.00	2.67	10.58	28.21
						53.98

Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						232.99

Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	53.98	1.62
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.33	5.00	1.67
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.33	10.00	3.33
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.33	8.00	2.67
						9.29

Partida	03.06.00	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS AG.TRAT-2 F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	25.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 308.90				

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470102	OPERARIO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.64	11.70	7.49
470104	PEON	HH	10.00	3.20	10.58	33.86
						66.55

Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						232.99

Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	66.55	2.00
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.32	5.00	1.60
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.32	10.00	3.20
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.32	8.00	2.56
						9.36

Partida	03.07.00	CONCRETO EN LOSAS MACIZAS AG.TRAT-2 F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	20.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 319.19				

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.20	13.12	15.74
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.80	13.12	10.50
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.40	11.70	4.68
470104	PEON	HH	12.00	4.80	10.58	50.78

						81.70
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.76	73.53	55.88
050104	ARENA GRUESA	M3		0.51	31.51	16.07
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.66	17.74	153.63
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						225.84
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	81.70	2.45
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.40	5.00	2.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.40	10.00	4.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.40	8.00	3.20
						11.65

Partida	03.08.00	CONCRETO EN ESCALERAS AG.TRAT-2 F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	12.50 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 382.35				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.92	13.12	25.19
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.28	13.12	16.79
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.64	11.70	7.49
470104	PEON	HH	12.00	7.68	10.58	81.25
						130.72
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						232.99
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	130.72	3.92
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.64	5.00	3.20
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.64	10.00	6.40
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.64	8.00	5.12
						18.64
Partida	03.09.00	CONCRETO EN CISTERNA AGUA TRATADA 2- F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	10.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 395.34				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	12.00	9.60	10.58	101.57

							152.91
Materiales							
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.76	73.53	55.88	
050104	ARENA GRUESA	M3		0.51	31.51	16.07	
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.66	17.74	153.63	
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26	
							225.84
Equipos							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	152.91	4.59	
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00	
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00	
							16.59

CONCRETO CON AGUA RESIDUAL PTAR CITRAR UNI (F'C = 175 kg/cm2)

Partida	01.01.00	CONCRETO EN SARDINELES AG.TRAT-1 F'C=175 kg/cm2
Rendimiento	12.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 299.29

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	0.67	13.12	8.75
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.67	13.12	8.75
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.67	11.70	7.80
470104	PEON	HH	6.00	4.00	10.58	42.32
67.62						
Materiales						
050004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	M3		0.91	73.53	66.91
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.00	17.74	141.92
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.21	0.26	0.05
224.64						
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	67.62	2.03
2.03						

Partida	01.02.00	CONCRETO EN VEREDAS AG.TRAT-1 F'C=175 kg/cm2
Rendimiento	12.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 299.29

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	0.67	13.12	8.75
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.67	13.12	8.75
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.67	11.70	7.80
470104	PEON	HH	6.00	4.00	10.58	42.32
67.62						
Materiales						
050004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	M3		0.91	73.53	66.91
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.00	17.74	141.92

390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.21	0.26	0.05
						224.64

	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	67.62	2.03
						2.03

Partida	01.03.00	CONCRETO EN ZAPATAS AG. TRAT-1 F'C= 175 KG/CM2
Rendimiento	25.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 279.48

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	0.64	13.12	8.40
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.64	13.12	8.40
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.32	11.70	3.74
470104	PEON	HH	8.00	2.56	10.58	27.08
						47.62
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.76	73.53	55.88
050104	ARENA GRUESA	M3		0.51	31.51	16.07
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.66	17.74	153.63
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						225.63
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	47.62	1.43
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.32	5.00	1.60
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.32	10.00	3.20
						6.23

Partida	01.04.00	CONCRETO EN COLUMNAS AG. TRAT-1 F'C=175 kg/cm2
Rendimiento	10.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 384.62

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.40	13.12	31.49
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	8.00	6.40	10.58	67.71
						129.55
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						232.78
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	129.55	3.89
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00

491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.80	8.00	6.40
						22.29
Partida	01.05.00	CONCRETO EN VIGAS AG.TRAT-1 F'C=175 KG/CM2				
Rendimiento	24.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 296.05				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.00	13.12	13.12
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.67	13.12	8.75
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.33	11.70	3.90
470104	PEON	HH	8.00	2.67	10.58	28.21
						53.98
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						232.78
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	53.98	1.62
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.33	5.00	1.67
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.33	10.00	3.33
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.33	8.00	2.67
						9.29
Partida	01.06.00	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS AG.TRAT-1 F'C=175 KG/CM2				
Rendimiento	25.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 308.69				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470102	OPERARIO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.64	11.70	7.49
470104	PEON	HH	10.00	3.20	10.58	33.86
						66.55
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						232.78
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	66.55	2.00
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.32	5.00	1.60

491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.32	10.00	3.20
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.32	8.00	2.56
						9.36

Partida 01.07.00 CONCRETO EN LOSAS MACIZAS AG.TRAT-1 F'C=175
kg/cm2
Rendimiento 20.00 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3 318.98**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.20	13.12	15.74
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.80	13.12	10.50
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.40	11.70	4.68
470104	PEON	HH	12.00	4.80	10.58	50.78
						81.70

Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.76	73.53	55.88
050104	ARENA GRUESA	M3		0.51	31.51	16.07
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.66	17.74	153.63
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						225.63

Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	81.70	2.45
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.40	5.00	2.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.40	10.00	4.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.40	8.00	3.20
						11.65

Partida 01.08.00 CONCRETO EN ESCALERAS AG.TRAT-1 F'C=175
kg/cm2
Rendimiento 12.50 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3 382.14**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.92	13.12	25.19
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.28	13.12	16.79
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.64	11.70	7.49
470104	PEON	HH	12.00	7.68	10.58	81.25
						130.72

Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.90	73.53	66.18
050104	ARENA GRUESA	M3		0.50	31.51	15.76
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						232.78

Equipos

370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	130.72	3.92
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.64	5.00	3.20
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.64	10.00	6.40
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.64	8.00	5.12

18.64

Partida	01.09.00	CONCRETO EN CISTERNA AGUA TRATADA 1- F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	10.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 395.13				

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	12.00	9.60	10.58	101.57
						152.91
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.76	73.53	55.88
050104	ARENA GRUESA	M3		0.51	31.51	16.07
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.66	17.74	153.63
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						225.63
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	152.91	4.59
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
						16.59

4.3.3.2 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS (F'C = 210 kg/cm2) CONCRETO PATRÓN

Partida	02.02.00	CONCRETO EN VEREDAS F'C=210 kg/cm2				
Rendimiento	16.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 307.54				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	3.00	1.50	13.12	19.68
470103	OFICIAL	HH	3.00	1.50	11.70	17.55
470104	PEON	HH	6.00	3.00	10.58	31.74
						68.97
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.47	31.51	14.81
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.90
						229.00
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	68.97	2.07
490701	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	HM	1.00	0.50	5.00	2.50
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR	HM	1.00	0.50	10.00	5.00

18HP 11P3

9.57

Partida	02.03.00	CONCRETO EN ZAPATAS F'C= 210 kg/cm2				
Rendimiento	25.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 303.29				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	0.64	13.12	8.40
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.64	13.12	8.40
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.32	11.70	3.74
470104	PEON	HH	8.00	2.56	10.58	27.08
						47.62
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.92
						249.44
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	47.62	1.43
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.32	5.00	1.60
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.32	10.00	3.20
						6.23
Partida	02.04.00	CONCRETO EN COLUMNAS F'C=210 kg/cm2				
Rendimiento	10.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 436.15				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.40	13.12	31.49
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	12.00	9.60	10.58	101.57
						163.41
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.92
						249.44
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	163.41	4.90
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.80	8.00	6.40
						23.30
Partida	02.05.00	CONCRETO EN VIGAS F'C=210 kg/cm2				
Rendimiento	20.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 342.79				

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.20	13.12	15.74
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.80	13.12	10.50
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.40	11.70	4.68
470104	PEON	HH	12.00	4.80	10.58	50.78
						81.70
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.92
						249.44
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	81.70	2.45
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.40	5.00	2.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.40	10.00	4.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.40	8.00	3.20
						11.65
Partida	02.06.00	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS F'C=210 kg/cm2				
Rendimiento	25.00 M3/DIA	Costo unitario directo por M3: 335.80				

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470102	OPERARIO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.64	11.70	7.49
470104	PEON	HH	13.00	4.16	10.58	44.01
						76.70
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.92
						249.44
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	76.70	2.30
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.32	5.00	1.60
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.32	10.00	3.20
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.32	8.00	2.56
						9.66

Partida 02.07.00 CONCRETO EN LOSAS MACIZAS F'C=210 kg/cm2
Rendimiento 20.00 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3** 342.79

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.20	13.12	15.74
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.80	13.12	10.50
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.40	11.70	4.68
470104	PEON	HH	12.00	4.80	10.58	50.78
						81.70
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.92
						249.44
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	81.70	2.45
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.40	5.00	2.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.40	10.00	4.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.40	8.00	3.20
						11.65

Partida 02.08.00 CONCRETO EN ESCALERAS F'C=210 kg/cm2
Rendimiento 10.00 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3** 436.15

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.40	13.12	31.49
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	12.00	9.60	10.58	101.57
						163.41
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.92
						249.44
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	163.41	4.90
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.80	8.00	6.40
						23.30

Partida 02.09.00 CONCRETO EN CISTERNA F'C=210 KG/CM2
Rendimiento 10.00 M3/DIA **Costo unitario directo por M3:** 418.94

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	12.00	9.60	10.58	101.57
						152.91
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390500	AGUA	M3		0.18	5.00	0.92
						249.44
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	152.91	4.59
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
						16.59

CONCRETO CON AGUA RESIDUAL PTAR SANTA ROSA (F'C = 210 kg/cm2)

Partida	03.01.00	CONCRETO EN SARDINELES AG.TRAT-2 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento	16.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 306.90

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	3.00	1.50	13.12	19.68
470103	OFICIAL	HH	3.00	1.50	11.70	17.55
470104	PEON	HH	6.00	3.00	10.58	31.74
						68.97
Materiales						
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.47	31.51	14.81
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						228.36
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	68.97	2.07
490701	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	HM	1.00	0.50	5.00	2.50
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.50	10.00	5.00
						9.57

Partida	03.02.00	CONCRETO EN VEREDAS AG.TRAT-2 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento	16.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 306.90

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	3.00	1.50	13.12	19.68
470103	OFICIAL	HH	3.00	1.50	11.70	17.55

470104	PEON	HH	6.00	3.00	10.58	31.74
						68.97
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.47	31.51	14.81
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						228.36
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	68.97	2.07
490701	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	HM	1.00	0.50	5.00	2.50
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.50	10.00	5.00
						9.57

Partida	03.03.00	CONCRETO EN ZAPATAS AG.TRAT-2 F'C= 210 kg/cm2				
Rendimiento	25.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 302.63				

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	0.64	13.12	8.40
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.64	13.12	8.40
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.32	11.70	3.74
470104	PEON	HH	8.00	2.56	10.58	27.08
						47.62
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						248.78
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	47.62	1.43
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.32	5.00	1.60
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.32	10.00	3.20
						6.23

Partida	03.04.00	CONCRETO EN COLUMNAS AG.TRAT-2 F'C=210 kg/cm2				
Rendimiento	10.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 435.49				

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.40	13.12	31.49
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	12.00	9.60	10.58	101.57
						163.41
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA	M3		0.85	73.53	62.50

	DE 1/2"					
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						248.78

	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	163.41	4.90
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.80	8.00	6.40
						23.30

Partida 03.05.00 CONCRETO EN VIGAS AG.TRAT-2 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento 20.00 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3 342.13**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.20	13.12	15.74
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.80	13.12	10.50
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.40	11.70	4.68
470104	PEON	HH	12.00	4.80	10.58	50.78
						81.70

	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						248.78

	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	81.70	2.45
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.40	5.00	2.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.40	10.00	4.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG) M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.40	8.00	3.20
						11.65

Partida 03.06.00 CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS AG.TRAT-2 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento 25.00 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3 335.14**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470102	OPERARIO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.64	11.70	7.49
470104	PEON	HH	13.00	4.16	10.58	44.01
						76.70

	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23

210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						248.78

Equipos

370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	76.70	2.30
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.32	5.00	1.60
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.32	10.00	3.20
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG) M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.32	8.00	2.56
						9.66

Partida	03.07.00	CONCRETO EN LOSAS MACIZAS AG.TRAT-2 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento	20.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 342.13

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.20	13.12	15.74
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.80	13.12	10.50
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.40	11.70	4.68
470104	PEON	HH	12.00	4.80	10.58	50.78
						81.70

Materiales

050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						248.78

Equipos

370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	81.70	2.45
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.40	5.00	2.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.40	10.00	4.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.40	8.00	3.20
						11.65

Partida	03.08.00	CONCRETO EN ESCALERAS AG.TRAT-2 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento	10.00 M3/DIA	Costo unitario directo por : M3 435.49

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.40	13.12	31.49
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	12.00	9.60	10.58	101.57
						163.41

Materiales

050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79

390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						248.78
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	163.41	4.90
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.80	8.00	6.40
						23.30

Partida 03.09.00 CONCRETO EN CISTERNA AG.TRAT-2 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento 10.00 M3/DIA **Costo unitario directo por M3:** 418.28

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	12.00	9.60	10.58	101.57
						152.91
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390512	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	M3		0.18	1.43	0.26
						248.78
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	152.91	4.59
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
						16.59

CONCRETO CON AGUA RESIDUAL PTAR CITRAR UNI (F'C = 210 kg/cm2)

Fórmula 02 USO DEL AGUA RESIDUAL EN LA PRODUCCION DE CONCRETO FC 210 KG/CM2 **Fecha** 24/06/2017
Partida 01.01.00 CONCRETO EN SARDINELES AG.TRAT-1 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento 16.00 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3** 306.69

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470102	OPERARIO	HH	3.00	1.50	13.12	19.68
470103	OFICIAL	HH	3.00	1.50	11.70	17.55
470104	PEON	HH	6.00	3.00	10.58	31.74
						68.97
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.47	31.51	14.81

210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						228.15

Equipos

370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	68.97	2.07
490701	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	HM	1.00	0.50	5.00	2.50
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.50	10.00	5.00
						9.57

Partida	01.02.00	CONCRETO EN VEREDAS AG.TRAT-1 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento	16.00 M3/DIA	Costo unitario directo por M3: 306.69

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470102	OPERARIO	HH	3.00	1.50	13.12	19.68
470103	OFICIAL	HH	3.00	1.50	11.70	17.55
470104	PEON	HH	6.00	3.00	10.58	31.74
						68.97

Materiales

050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.47	31.51	14.81
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.50	17.74	150.79
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						228.15

Equipos

370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	68.97	2.07
490701	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	HM	1.00	0.50	5.00	2.50
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.50	10.00	5.00
						9.57

Partida	01.03.00	CONCRETO EN ZAPATAS AG.TRAT-1 F'C= 210 kg/cm2
Rendimiento	25.00 M3/DIA	Costo unitario directo por M3: 302.42

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	0.64	13.12	8.40
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.64	13.12	8.40
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.32	11.70	3.74
470104	PEON	HH	8.00	2.56	10.58	27.08
						47.62

Materiales

050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79

390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						248.57
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	47.62	1.43
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.32	5.00	1.60
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.32	10.00	3.20
						6.23

Partida 01.04.00 CONCRETO EN COLUMNAS AG.TRAT-1 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento 10.00 M3/DIA **Costo unitario directo por M3: 435.28**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.40	13.12	31.49
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	12.00	9.60	10.58	101.57
						163.41
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						248.57
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	163.41	4.90
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.80	8.00	6.40
						23.30

Partida 01.05.00 CONCRETO EN VIGAS AG.TRAT-1 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento 20.00 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3 341.92**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.20	13.12	15.74
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.80	13.12	10.50
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.40	11.70	4.68
470104	PEON	HH	12.00	4.80	10.58	50.78
						81.70
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23

210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						248.57

Equipos

370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	81.70	2.45
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.40	5.00	2.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.40	10.00	4.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.40	8.00	3.20
						11.65

Partida	01.06.00	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS AG.TRAT-1 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento	25.00 M3/DIA	Costo unitario directo por M3: 334.93

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470102	OPERARIO	HH	3.00	0.96	13.12	12.60
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.64	11.70	7.49
470104	PEON	HH	13.00	4.16	10.58	44.01
						76.70

Materiales

050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						248.57

Equipos

370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	76.70	2.30
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.32	5.00	1.60
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.32	10.00	3.20
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.32	8.00	2.56
						9.66

Partida	01.07.00	CONCRETO EN LOSAS MACIZAS AG.TRAT-1 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento	20.00 M3/DIA	Costo unitario directo por M3: 341.92

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	1.20	13.12	15.74
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.80	13.12	10.50
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.40	11.70	4.68
470104	PEON	HH	12.00	4.80	10.58	50.78

						81.70
	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						248.57

	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	81.70	2.45
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.40	5.00	2.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.40	10.00	4.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.40	8.00	3.20
						11.65

Partida 01.08.00 CONCRETO EN ESCALERAS AG.TRAT-1 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento 10.00 M3/DIA **Costo unitario directo por M3: 435.28**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.40	13.12	31.49
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.60	13.12	20.99
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.80	11.70	9.36
470104	PEON	HH	12.00	9.60	10.58	101.57
						163.41

	Materiales					
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.85	73.53	62.50
050104	ARENA GRUESA	M3		0.42	31.51	13.23
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.74	17.74	172.79
390511	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	M3		0.18	0.26	0.05
						248.57

	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	163.41	4.90
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.80	5.00	4.00
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.80	10.00	8.00
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.80	8.00	6.40
						23.30

Partida 01.09.00 CONCRETO EN CISTERNA AG.TRAT-1 F'C=210 kg/cm2
Rendimiento 10.00 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3 418.07**

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
---------------	---------------------------	---------------	------------------	-----------------	---------------	----------------

CAPÍTULO V

5.1 DISCUSIÓN

1. Para determinar la calidad de las aguas residuales y del agua potable utilizados en este trabajo de investigación, se realizaron análisis físico y químico en el Laboratorio Químico de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, y los análisis bacteriológicos se realizó en el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
2. Debemos mencionar que la calidad en el agua residual tratada de estas plantas de tratamiento utilizados en este trabajo de investigación casi en su totalidad provienen de desagüe domiciliario.
3. Comparando los resultados obtenidos por los laboratorios con los parámetros dados por la N.T.P.339.088 se puede afirmar que el agua residual tratada posee buena calidad.

5.2 CONCLUSIONES

Después de realizar los ensayos respectivos del concreto tradicional y del concreto con agua residual tratada, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. El peso unitario del concreto utilizando agua residual tratada es menor que el peso unitario del concreto Patrón (tradicional), esto indica que se conseguirá construcciones más livianas, logrando construcciones más económicas.
2. El asentamiento del concreto para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando agua residual tratada cumple con las especificaciones de diseño, se logrará así una mezcla más consistente.
3. Al evaluar y comparar la exudación del concreto Patrón (78 ml), con el concreto con agua residual tratada (PTAR Santa Rosa = 71.50 ml; PTAR CITRAR UNI = 76.00 ml), se podrá concluir que el segundo tiene un grado de exudación menor que el primero, de esta manera se logrará un concreto más uniforme y menos poroso en su superficie.
4. A partir de los resultados de las probetas de concreto sujetos a compresión, se concluye que se puede elaborar concreto con agua residual tratada procedente de las plantas de tratamiento de Santa Rosa y CITRAR UNI, ya que estas aguas residuales tratadas utilizadas en la fabricación del concreto no disminuyen su resistencia.

5.3 RECOMENDACIONES

1. Utilizar agua residual tratada de las plantas de tratamiento de aguas residuales Santa Rosa y del CITRAR UNI, para la elaboración de concreto con resistencias de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en veredas y sardineles.
2. En futuras investigaciones sobre el tema, utilizar el agua residual tratada para fabricar concreto proveniente de otras plantas de tratamiento.
3. Sugerir a las plantas de tratamiento de agua residual tratada acondicionar sus instalaciones para atender la oferta y demanda del agua residual tratada como componente de fabricación del concreto.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anchayhua, S. (2005). *Hormigón Clasificado de río en la fabricación del Concreto* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Asto, J. (2001). *Estudio del Concreto* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima- Perú.
- Cachay, R. (1995). *Diseño de Mezclas* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Calonge, C. (2011). *Producción de Concretos Puzo Orgánicos* (Tesis de maestría).Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima – Perú.
- Castro, F. (2009). *Efectos de la Fibra de Polipropileno en Concretos con Cemento Portland Tipo V* (Tesis de pregrado).Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.
- Dieguez, V. (2011). *Propiedades Físicas del Concreto Elaborado con Agua Residual Tratada* (Trabajo especial de pregrado).Universidad Central de Venezuela, Caracas – Venezuela.
- Flores, M. (2005). *Estudio de la Propiedades del Concreto Pesado de Alta Resistencia Utilizando Cemento Portland Tipo I y un Aditivo Superplastificante* (Tesis de pregrado).Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.
- Gamarra, R. (2008). *Propiedades del Concreto de Baja Resistencia* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Guerra, R. (1997). *Estudio de Agregados Pétreos* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Huincho, J. (2016). *Planta de Tratamiento de Agua Salobre por Osmosis Inversa- Santa Elena –Lurín* (Trabajo de Suficiencia Profesional). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima- Perú.

- Lapa, A. (2003). *Estudio del Concreto* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Loayza, V. (2012). *Estudio de las Propiedades del Concreto y la Variabilidad de su Resistencia Usando Aditivo Superplastificante y Cemento Portland Tipo I* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Mamani, E. (2002). *Estudio del Concreto de Mediana a baja Resistencia* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Manco, A. (2005). *Concretos con una Adición Mineral (cenizas volantes) con $a/c=0.70$, 0.65 y 0.60* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Meza, E. (2003). *Procesos de Corrosión en Concreto de Mediana a baja resistencia* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Moreyra, Y. (1999). *Características del Concreto de Alta Resistencia* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Papa Francisco, (2015). *Carta Encíclica Laudato Si*, El Vaticano.
- Polo, N. (2006). *Estudio y Explotación del Agregado Global* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Rique, G. (2011). *Estudio del Concreto de Mediana a Baja Resistencia Variando el Modulo de Finura del Agregado Fino* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Tacusi, M. (2016). *Estudio del Concreto con Aditivo Impermeabilizante y Cemento Portland Tipo I* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Taype, R. (2006). *Estudio de las Propiedades del Concreto* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Tesillo, A. (2004). *Propiedades del Concreto en Estado Fresco y Endurecido* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.

- Vargas, D. (2004). *Estudio del Concreto de Mediana a Alta Resistencia Variando el Tamaño del Agregado Grueso de Tipo Canto Rodado de Rio Usando Aditivo Superplastificante de Fraguado Normal* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Vásquez A., Gonzales F., Rocha L. y Flores J. (2001). Elaboración de concretos con aguas tratadas. Recuperado de <http://www.imcyc.com/revista/2001/abril/2001/concretos.htm> [consulta: 2016, abril 25].
- Zabalaga, J. (2007). *Estudio del Concreto de Mediana a alta Resistencia* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.

ANEXOS
ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA
SUSTITUCIÓN DEL RECURSO AGUA POTABLE EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO POR AGUA RESIDUAL TRATADA EN LIMA NORTE

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACION	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INDICES	METODO
<p>Uno de los usos del agua potable es en la industria de la construcción, dentro de esta industria en la fabricación de concreto, y en esta se utilizan millones de litros de agua potable por año; se plantea la posibilidad del uso de las aguas residuales previamente tratadas particularmente en la fabricación de concreto, para ello es necesario realizar las investigaciones que nos proporcionen información sobre los efectos que puedan ocasionar en el concreto con el uso de este tipo de agua.</p>	<p>GENERAL Evaluar la posibilidad de sustituir el agua potable utilizada en la fabricación de concreto por agua residual previamente tratada.</p> <p>ESPECIFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar y comparar las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto fabricado con agua potable con las de un concreto fabricado con agua residual previamente tratada. <p style="margin-left: 20px;">A. ESTADO FRESCO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peso Unitario 2. Asentamiento 3. Exudación 4. temperatura <p style="margin-left: 20px;">B. ESTADO ENDURECIDO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Resistencia a la compresión. 2. Módulo de rotura. <ul style="list-style-type: none"> • Obtener un concreto más económico, sin alterar sus propiedades físicas y químicas. • Proporcionar información sobre los efectos a corto y largo plazo que se puedan presentar en el concreto fabricado con agua residual tratada. 	<ul style="list-style-type: none"> • La investigación realizada en este trabajo se sustenta en la falta de un estudio que con lleve a fabricar un concreto con agua residual tratada, reduciendo su costo de producción y sin alterar sus propiedades físicas del concreto en estado fresco y endurecido, a fin de ahorrar el agua potable y proteger las fuentes naturales. 	<p>Si los resultados de la investigación en la fabricación del concreto utilizando agua residual tratada, no causan efectos negativos tales como la reducción de la resistencia a la compresión, entonces el agua residual tratada podría sustituir al agua potable en la fabricación del concreto.</p>	INDEPENDIENTES Materiales utilizados	Agua tratada	Análisis Físicoquímico y microbiológico.	<p>Muestra: 36 Probetas: $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ 36 Probetas: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 4 Vigas de: $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ 4 Vigas de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental Pura (C° Patrón) ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN: 0 → X → M 0 : Objeto de Estudio: X : Estímulo: M: Medición Gc: Grupo Patrón → X: Con agua Potable → M: Ensayos Ge: Grupo Experimental → X: con Agua residual → M: Ensayos</p> <p>PLAN A SEGUIR:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Acopio de información * Bibliográfica: <ul style="list-style-type: none"> Múltiples datos * Mercado: Materiales a usar 2. Características y Propiedades de los Materiales: <ul style="list-style-type: none"> • Análisis Físico Químico y Microbiológico del agua Tratada. • Granulometría • Módulo de Fineza • Contenido de humedad • Peso específico 3. Producción del Concreto: * Materiales a usarse <ul style="list-style-type: none"> • Dosificación * Proceso de Preparación • Curado del Concreto: 7, 14, 28. 4. Ensayos del Concreto: <ul style="list-style-type: none"> En Estado fresco <ul style="list-style-type: none"> • Peso unitario → AR * Asentamiento → AR • Exudación → AR * Temperatura → AR En Estado endurecido <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la Compresión: AR = Análisis de Resultados • Resistencia a la Tracción.- AR = Análisis de Resultados 5. Estudio Comparativo de Costos: <ul style="list-style-type: none"> • Concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.- AR = Análisis de Resultados • Concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.- AR = Análisis de Resultados 6. Conclusiones y Recomendaciones <p>INSTRUMENTOS: * Equipo de Ensayo de Materiales * Hojas Electrónicas * Calculadora</p>
				Curado del Concreto	Tiempo de Curado (días)	7,14,28	
				DEPENDIENTES En el Concreto Fresco: ° Peso Unitario	Peso Unitario de la muestra	% respecto al peso de la muestra patrón.	
				* Asentamiento	Slump del Ensayo	Slump ACI de Diseño	
				* Exudación	Volumen (Exudado)	% respecto al Volumen de la muestra.	
					Tiempo	5,10,15,20,25,y 30 minutos	
				* Temperatura	Grados	<40°C	
					Tiempo	a los 28 días.	
				En el Concreto Endurecido: * Resistencia a la Compresión	Máxima Carga Soportada	kg/cm^2 $f_c = 175$ kg/cm^2 $f_c = 210$	
				* Resistencia a la Tracción	Módulo de Rotura		

ANEXO N° 02

ENSAYOS DEL AGREGADO FINO

A continuación se detallan los materiales, equipo y el procedimiento en los ensayos realizados para el agregado fino.

1) ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

El ensayo granulométrico para el agregado fino, se realizó mediante la norma ASTM C-136 y la norma NTP 400.012, las que indican las cantidades y los parámetros que se deben de tener en consideración.

MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

1. Agregado Fino 1000 gr.
2. Tamices N° 4, N° 8, N° 16, N°30, N° 50 y N° 100
3. Zarandas
4. Cuarteadora para agregados.
5. Balanza de 0.1 gr de precisión
6. Recipientes metálicos para peso de muestras.
7. Brocha

PROCEDIMIENTO

1. Obtener una muestra representativa del agregado según la norma ASTM C 702 **con ayuda de la cuarteadora.**[a1]
2. Secar la muestra en el horno a una temperatura de 110 +- 5°C
3. **Pesar la muestra con una aproximación al 0.1 % en masa** [a2]

4. El tamizado se hace usando los tamices correspondientes y colocados en orden decreciente según el tamaño de sus aberturas.
5. Se procede a colocar la muestra sobre la malla superior y mediante el empleo de la maquina Vibradora se tamiza la muestra por un tiempo entre uno y dos minutos.
6. Se procede a retirar cada tamiz y pesar el material retenido.

2) MÓDULO DE FINEZA

$$M.F = (1.7+3.0+10.1+30.2+56.5+77.6+89.6)/100 = 2.69$$

3) CONTENIDO DE HUMEDAD (% H)

Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma NTP N° 339.185, permite determinar la mayor o menor cantidad de agua que posee el agregado fino en su superficie.

MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

1. Agregado fino 0.5 kg
2. Cuarteadoras[a3]
3. Lampas
4. Cuchara de metal
5. Recipientes metálicos
6. Horno
7. Balanza electrónica

PROCEDIMIENTO

1. Obtener una muestra representativa del agregado mediante cuarteo (ASTM C-702).
2. Se procede a tomar el peso correspondiente de la muestra[a4].

3. Colocar la muestra en el horno en estado natural, empleando un recipiente adecuado y revolviendo la muestra para evitar un sobrecalentamiento localizado, ello a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 24 horas o hasta conseguir un peso constante.
4. Sacar del horno y dejar al aire por una hora, luego pesar la muestra seca.

CÁLCULOS Y PROCEDIMIENTO

El porcentaje de humedad se obtiene según la ecuación:

$$H (\%) = (W_h - W_s) / W_s * 100$$

Donde:

H(%) : Porcentaje de humedad del agregado ensayado

Wh : Peso del agregado en estado húmedo = 500 gr.

Ws : Peso del agregado en estado seco = 492 gr

Wh- Ws : Peso del agua retenida en el agregado en condiciones naturales= 8 gr

$$\% H = (W_h - W_s) / W_s = 8 / 492 * 100$$

$$\% H = 1.63$$

4) PESO ESPECÍFICO (Pe)

Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma NTP N° 400.021.

MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

1. Agregado fino 500 gr[a5]
2. Lampa
3. Baldes de tamaño medio

4. Balanza de 0.1 gr de precisión
5. Fiola de 500 ml de capacidad.
6. Pipetas.
7. Recipientes metálicos.
8. Horno con capacidad de mantener temperaturas entre $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
9. Hornilla o secador eléctrico.
10. Cono y pisón.
11. Pliegos de plástico transparente.

PROCEDIMIENTO

1. Obtener una muestra por cuarteo según la norma ASTM C 702.
2. Saturar una muestra mayor de 1000 gr por 24 ± 4 horas en un balde de tamaño mediano.
3. Retirar del agua la muestra saturada y dejarla secar al ambiente sobre el pliego de plástico durante 24 horas. Luego, de ser necesario, seque el material usando una hornilla o un secador eléctrico.[a6]
4. Seleccionar 500 gr de muestra saturada superficialmente seca.
5. Pesar la Fiola (picnómetro) e introducir la muestra en estado S.S.S.
6. Llenar la Fiola con agua hasta que el nivel se encuentre por encima del material.
7. Agitar el recipiente para evitar la presencia de burbujas de aire.
8. Llenar la Fiola con agua hasta los 500ml y determinar el peso total.
9. Vaciar el material en un recipiente y dejar reposar por 15 a 20 minutos.
10. Eliminar el agua del recipiente usando una pipeta, teniendo cuidado de no retirar las partículas finas del material.
11. Secar el agregado en el horno por un periodo de 24 horas.

12. Dejar enfriar a temperatura ambiente durante una hora y registrar su peso.
13. Los valores correspondientes a la absorción y los pesos específicos se obtendrán a partir de las siguientes expresiones:

Pesos específicos

P.E. Masa= Peso de la arena secada al horno/ (Volumen del frasco- Peso del agua)

P.E. Masasss= 500 / (Volumen del frasco – Peso del agua)

P.E. Aparente = D/ (Volumen del frasco- Peso del agua) – (500 – Peso de la arena Secada al horno).

PROCEDIMIENTO:

Peso de la muestra en estado s.s.s. (grs)	=	500
Peso muestra s.s.s. +Peso Balon + Peso agua (grs)	=	993.1
Peso del Balón (grs)	=	178.6
Peso del agua (grs) W	=	314.6
Peso de la muestra secada al horno (grs) A	=	496
Volumen del Balón (cc)	=	500

$$Pe = A / V - W = 496 / 500 - 314.6$$

$$Pe = 2.68 \text{ gr/cm}^3$$

5) GRADO DE ABSORCIÓN (% G. A)

El ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM C 128 y la norma NTP N° 400. 022.

% G.A. = Peso del agua de saturación / Peso de la muestra seca al horno.

Peso de la muestra saturada, con superficie seca 500 gr.

Wo= Peso de la muestra seca al horno

$$\% \text{ G.A} = (500\text{gr} - W_o / W_o) * 100$$

$$\% \text{ G.A} = (500 - 496 / 496) * 100$$

$$\% \text{ G.A} = 0.81 \%$$

6) PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

A. PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C)

MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

1. Muestra de 1500 gr.
2. Lampa o cucharon
3. Recipientes cilíndricos metálicos de tamaños normalizados.[a7]
4. Varilla[a8] compactadora de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud.
5. Mazo de goma
6. Balanza, con una precisión de al menos 0.05 Kg.

PROCEDIMIENTO

1. De acuerdo al tamaño máximo del agregado se elige la capacidad del recipiente.[a9]
2. Con cuarteadoras obtener una muestra representativa según la norma ASTM C 702.
3. Con el material seco y adecuadamente seleccionado (método del cuarteo), se llena la tercera parte del recipiente y con ayuda de la varilla de 5/8" se compacta la primera capa con 25 golpes distribuidos uniformemente sobre su superficie. Debe procurarse no golpear el fondo del recipiente durante la compactación.
4. La siguiente capa se llena hasta las 2/3 partes del volumen del recipiente y se compacta de manera análoga.

5. Finalmente, se coloca la última capa excediendo el volumen del recipiente y con ayuda de la varilla se compacta y enrasa su superficie. Al compactar las dos últimas capas la barra debe penetrar hasta 5 cm de la capa anterior.
6. Para una mejor compactación, después de cada capa se dan tres golpes con el martillo de caucho en cada uno de los cuadrantes.[a10]
7. Pesar el recipiente con su contenido y descontar el peso del recipiente, con ello se obtendrá el peso del material compactado. Registrar dichos valores con una precisión de 0.05Kg.
8. El peso unitario compactado (P.U.C) se obtendrá al dividir el peso del material seco compactado entre el volumen del recipiente:

$$\text{P.U.C.} = \text{W compactado (Kg)} / \text{V recipiente (m}^3\text{)}$$

RESULTADOS:

$$\text{V: Volumen del molde} = 2,831.85 \text{ cm}^3$$

$$\text{Peso del molde} = 1559 \text{ gr}$$

$$\text{Peso del molde + la muestra} = 6,803 \text{ gr}$$

$$\text{Peso de la muestra compactada} = 5,244 \text{ gr}$$

$$\text{P.U.C.} = \text{P/V} = 5244/ 2831.85$$

$$\text{P.U.C} = 1.852 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{P.U.C.} = 1,852 \text{ kg/ m}^3$$

B) PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)

1. El recipiente se llena con una pala dejando caer el agregado desde una altura aproximada de 5 cm de la parte superior. Una vez lleno, se enrasa con la varilla.
2. Pesar el recipiente más agregado suelto y restar el peso del recipiente.
3. El peso unitario suelto se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{P.U.S.} = \text{W}_{\text{suelto}} \text{ (Kg)} / \text{V}_{\text{recipiente}} \text{ (m}^3\text{)}$$

RESULTADOS

$$\text{V: Volumen del Recipiente} = 2,831.85 \text{ cm}^3$$

$$\text{Peso del recipiente} = 1559 \text{ gr}$$

$$\text{Peso del recipiente + la muestra} = 6,342 \text{ gr}$$

$$\text{P: Peso de la muestra suelta} = 4783 \text{ gr}$$

$$\text{P.U.S} = \text{P/V} = 4783 / 2,831.85$$

$$\text{P.U.S} = 1.689 \text{ gr /cm}^3$$

$$\text{P.U.S} = 1,689 \text{ KG/M}^3$$

ANEXO N° 03

ENSAYO DEL AGREGADO GRUESO

A continuación se detallan los materiales, equipo y el procedimiento en los ensayos realizados para el agregado grueso.

1) ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

El ensayo se realizó mediante las normas ASTM C 136 y la norma NTP 400.012, la que indica las cantidades y los parámetros que se deben de tener en consideración:

MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

1. Agregado grueso 1000 gr.
2. Tamices 1", 3 /4", 1/2", 3/8", N° 4
3. Zarandas
4. Cuarteadora para agregados[a11].
5. Balanza de 0.5 gr de precisión
6. Recipientes metálicos para peso de muestras.
7. Brocha

PROCEDIMIENTO

1. Obtener una muestra representativa del agregado según la norma ASTM C 702 con ayuda de la cuarteadora.[a12]
2. Secar la muestra en el horno a una temperatura de 110 +- 5°C
3. Pesar la muestra con una aproximación al 0.1 % en masa

4. El tamizado se hace usando los tamices correspondientes y colocados en orden decreciente según el tamaño de sus aberturas.
5. Se procede a colocar la muestra sobre la malla superior y mediante el empleo de la maquina Vibradora se tamiza la muestra por un tiempo entre uno y dos minutos.
6. Se procede a retirar cada tamiz y pesar el material retenido.

2) MÓDULO DE FINEZA

$$M.F = (1.7 + 3.0 + 10.1 + 30.2 + 56.5 + 77.6 + 89.6) / 100 = 2.69$$

3) CONTENIDO DE HUMEDAD (% H)

Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma NTP N° 339.185, permite determinar la mayor o menor cantidad de agua que posee el agregado fino en su superficie.

MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

1. Agregado fino 2 kg
2. Cuarteadoras[a13]
3. Lampas
4. Cuchara de metal
5. Recipientes metálicos
6. Horno
7. Balanza electrónica

PROCEDIMIENTO

- A. Obtener una muestra representativa del agregado mediante cuarteo (ASTM C-702).
- B. Se procede a tomar el peso correspondiente de la muestra.

- C. Colocar la muestra en el horno en estado natural, empleando un recipiente adecuado y revolviendo la muestra para evitar un sobrecalentamiento localizado, ello a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 24 horas o hasta conseguir un peso constante.
- D. Sacar del horno y dejar al aire por una hora, luego pesar la muestra seca.

CÁLCULOS

El porcentaje de humedad se obtiene según la ecuación:

$$H(\%) = (W_h - W_s) / W_s * 100$$

Donde:

H(%) : Porcentaje de humedad del agregado ensayado

W_h : Peso del agregado en estado húmedo.

W_s : Peso del agregado en estado seco.

W_h - W_s : Peso del agua retenida en el agregado en condiciones naturales.

RESULTADOS:

Peso de la muestra húmeda (grs) = 1000

Peso de la muestra secada al horno (grs) = 995.5

Peso del agua = 4.5

$$\% H = (1000 - 995.5) / 995.5$$

$$\% H = 0,45 \%$$

4) PESO ESPECÍFICO (P.e)

Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma NTP N° 400.021

MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

1. Agregado grueso 2000 gr
2. Lampa
3. Baldes de tamaño medio
4. Balanza de 0.1 gr de precisión
5. Balanza hidrostática.[a14]
6. Canastilla metálica.
7. Recipientes metálicos.
8. Horno con capacidad de mantener temperaturas entre $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
9. Franela o trapo seco.
10. Recipientes metálicos.

PROCEDIMIENTO

1. Con cuarteadoras [a15] obtener una muestra representativa según la norma ASTM C 702. Luego, descartar el material que pase a través del tamiz N° 4 por tamizado en seco.
2. Lavar la muestra de ensayo eliminando polvo e impurezas. Posteriormente, seleccionar una porción de la muestra tratada de acuerdo al Tamaño Nominal Máximo del Agregado.
3. Secar el material en el horno [a16], dejarlo enfriar y sumergirlo en un balde con agua por un periodo de 24 ± 4 horas.
4. Retirar la muestra, colocarla sobre una franela y con ayuda de sus extremos secar la superficie de sus partículas. De esta forma se obtendrá la muestra saturada con superficie seca.
5. Registrar su peso con una precisión de 0.5 gr como mínimo.

6. Colocar la muestra saturada con superficie seca en la canastilla de alambre de la balanza hidrostática y determinar su peso sumergido en agua a una temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$.
7. Secar la muestra en el horno hasta obtener un peso constante. Luego, anotar su peso con la misma precisión indicada anteriormente.
8. Los valores correspondientes a los pesos específicos se obtendrán a partir de las siguientes formulas:

Pesos Específicos:

P.E. Masa = $\text{Peso Seco} / \text{Volumen de masa} + \text{volumen de vacíos}$

P.P. Masasss = $\text{Peso de la muestra sss} / \text{Volumen de masa} + \text{volumen de vacíos}$

P.E. Aparente = $\text{Peso seco} / \text{Volumen de la masa}$.

RESULTADOS:

Peso de la muestra en estado s.s.s. (grs) B = 3000

Peso de la muestra sumergida + probeta (grs) V = 2,759

Peso de la muestra sumergida (grs) P = 1885

Volumen desplazado por la muestra (cc) D = 1,115

Peso de la muestra secada al horno A = 2,977

$P.e = A/D = 2,977/1115$

$P.e = 2.67 \text{ gr /cm}^3$

5) GRADO DE ABSORCIÓN (% G.A.)

$\% \text{ (G.A.)} = (\text{Peso de la muestra sss} - \text{Peso seco}) / \text{Peso seco} * 100$

$\% \text{ (G.A.)} = B - A / A * 100 = 3000 - 2977 / 2977 * 100$

$\% \text{ G.A.} = 0,77 \%$

6) PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

A) PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C)

MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

1. Muestra de 1500 gr.
2. Lampa o cucharon
3. Recipientes cilíndricos metálicos de tamaños normalizados.
4. Varilla compactadora de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud.
5. Mazo de goma
6. Balanza, con una precisión de al menos 0.05 Kg.

PROCEDIMIENTO

1. De acuerdo al tamaño máximo del agregado se elige la capacidad del recipiente.
2. Con cuarteadoras obtener una muestra representativa según la norma ASTM C 702.
3. Con el material seco y adecuadamente seleccionado (método del cuarteo), se llena la tercera parte del recipiente y con ayuda de la varilla de 5/8" se compacta la primera capa con 25 golpes distribuidos uniformemente sobre su superficie. Debe procurarse no golpear el fondo del recipiente durante la compactación.
4. La siguiente capa se llena hasta las 2/3 partes del volumen del recipiente y se compacta de manera análoga.
5. Finalmente, se coloca la última capa excediendo el volumen del recipiente y con ayuda de la varilla se compacta y enrasa su superficie. Al compactar las dos últimas capas la barra debe penetrar hasta 5 cm de la capa anterior.
6. Para una mejor compactación, después de cada capa se dan tres golpes con el martillo de caucho en cada uno de los cuadrantes.

7. Pesar el recipiente con su contenido y descontar el peso del recipiente, con ello se obtendrá el peso del material compactado. Registrar dichos valores con una precisión de 0.05Kg.
8. El peso unitario compactado (P.U.C) se obtendrá al dividir el peso del material seco compactado entre el volumen del recipiente:

$$\text{P.U.C.} = \text{W compactado (Kg)} / \text{V recipiente (m}^3\text{)}$$

RESULTADOS

$$\text{Volumen del molde cm}^3 = 9,431.49$$

$$\text{Peso del molde gr} = 4,900$$

$$\text{Peso del molde + muestra gr} = 19,620$$

$$\text{Peso de la muestra compactada gr} = 14,720$$

$$\text{P.U.C.} = \text{P/V} = 14,720 / 9,431.49$$

$$\text{P.U.C.} = 1.559 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{P.U.C.} = 1,559 \text{ kg /m}^3$$

B) PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)

1. El recipiente se llena con una pala dejando caer el agregado desde una altura aproximada de 5 cm de la parte superior. Una vez lleno, se enrasa con la varilla.
2. Pesar el recipiente más agregado suelto y restar el peso del recipiente.
3. El peso unitario suelto se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{P.U.S.} = \text{Wsuelto (Kg)} / \text{Vrecipiente (m}^3\text{)}$$

RESULTADOS:

Volumen del recipiente cm³ = 9431.49

Peso del recipiente = 4,900

Peso del recipiente + la muestra = 17,840

Peso de la muestra seca = 12,400

P.U.S. = $P/V = 12,940 / 9,431.49$

P.U.S. = 1.372gr/cm³

P.U.S. = 1,372 kg/m³

ANEXO 4

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE LAS AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: ING. FERNANDO CARDENAS SAAVEDRA

REGISTRO: LQ16-310

OBRA/PROYECTO: "SUSTITUCIÓN DEL RECURSO AGUA POTABLE EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO POR AGUA RESIDUAL TRATADA EN LIMA NORTE"

UBICACIÓN: INDEPENDENCIA - LIMA

TIPO DE MUESTRA: Agua

Fuente: Agua Potable

Ubicación: Independencia - Lima

Fecha de la toma de muestra: 10-03-16

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 10-03-16

ANÁLISIS DE :	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD
	ASTMD 5907	2320-B METODO ESTÁNDAR	2320-B METODO ESTÁNDAR	NTP: 334.051 MTC E 716
	ppm	ppm	ppm	ppm
TIPO DE MUESTRA :				
Agua				
Fuente: Agua Potable	21	124	352	546
Ubicación: Independencia - Lima				
Fecha de la toma de muestra:				
09-03-16				

Lima, 18 de Marzo del 2016

CARMEN M. REYES CUBAS
MSG/ING. ANALISTA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
MS. ING. JEFA (e) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: ING. FERNANDO CARDENAS SAAVEDRA

REGISTRO: LQ16-310

OBRA/PROYECTO: "SUSTITUCIÓN DEL RECURSO AGUA POTABLE EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO POR AGUA RESIDUAL TRATADA EN LIMA NORTE"

UBICACIÓN: INDEPENDENCIA - LIMA

TIPO DE MUESTRA: Agua

Fuente: Agua Potable

Ubicación: Independencia - Lima

Fecha de la toma de muestra: 10-03-16

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 10-03-16

ANÁLISIS DE :	CLORUROS	SULFATOS	SALES SOLUBLES TOTALES	MATERIA ORGANICA	pH
	NTP: 339.177	NTP: 339.178-	NTP: 339.152-	NTP:339.072	NTP 339.073
	ppm	ppm	ppm	ppm	
TIPO DE MUESTRA :					
Agua					
Fuente: Agua Potable	156	1 861	2 1 73	2,96	7,54
Ubicación: Independencia - Lima					
Fecha de la toma de muestra:					
09-03-16					

Lima, 18 de Marzo del 2016

CARMEN M. REYES CUBAS
MSC. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
MS. ING. JEFA (e) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI



El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

ABET

Accreditation Board for engineering and Technology



ABET

Engineering
Technology
Accreditation
Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: ING. FERNANDO CARDENAS SAAVEDRA

REGISTRO: LQ16-311

OBRA/PROYECTO: "SUSTITUCIÓN DEL RECURSO AGUA POTABLE EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO POR AGUA RESIDUAL TRATADA EN LIMA NORTE"

UBICACIÓN: DISTRITO DE SANTA ROSA - LIMA

TIPO DE MUESTRA: Agua
Fuente: Agua Residual Tratada
Ubicación: Planta Santa Rosa
Fecha de la toma de muestra: 10-03-16

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 10-03-16

ANÁLISIS DE :	CLORUROS	SULFATOS	SALES SOLUBLES TOTALES	MATERIA ORGANICA	pH
	NTP: 339.177	NTP: 339.178-	NTP: 339.152-	NTP:339.072	NTP 339.073
	ppm	ppm	ppm	ppm	
TIPO DE MUESTRA : Agua Fuente: Agua Residual Tratada Ubicación: Planta Santa Rosa Fecha de la toma de muestra: 09-03-16	273	2 738	2 936	5,43	7,81

Lima, 18 de Marzo del 2016

CARMEN M.REYES CUBAS
 MSC/ING. ANALISTA DEL LABORATORIO
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
 MS. ING. JEFA (c) DEL LABORATORIO
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
 Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
 Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: ING. FERNANDO CARDENAS SAAVEDRA

REGISTRO: LQ16-311

OBRA/PROYECTO: "SUSTITUCIÓN DEL RECURSO AGUA POTABLE EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO POR AGUA RESIDUAL TRATADA EN LIMA NORTE"

UBICACIÓN: DISTRITO DE SANTA ROSA - LIMA

TIPO DE MUESTRA: Agua

Fuente: Agua Residual Tratada

Ubicación: Planta Santa Rosa

Fecha de la toma de muestra: 10-03-16

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 10-03-16

ANÁLISIS DE :	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES ASTMD 5907 ppm	CARBONATOS 2320-B METODO ESTÁNDAR ppm	BICARBONATOS 2320-B METODO ESTÁNDAR ppm	ALCALINIDAD NTP: 334.051 MTC E 716 ppm
TIPO DE MUESTRA : Agua Fuente: Agua Residual Tratada Ubicación: Planta Santa Rosa Fecha de la toma de muestra: 09-03-16	37	268	546	912

Lima, 18 de Marzo del 2016

CARMEN M. REYES CUBAS
MSC. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
MS. ING. JEFA (e) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI
Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

ABET
Accreditation Board for engineering and Technology

ABET | Engineering
Technology
Accreditation
Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: ING. FERNANDO CARDENAS SAAVEDRA

REGISTRO: LQ16-312

OBRA/PROYECTO: "SUSTITUCIÓN DEL RECURSO AGUA POTABLE EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO POR AGUA RESIDUAL TRATADA EN LIMA NORTE"

UBICACIÓN: INDEPENDENCIA - LIMA

TIPO DE MUESTRA: Agua

Fuente: Agua Residual Tratada

Ubicación: CITRAR - UNI

Fecha de la toma de muestra: 10-03-16

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 10-03-16

ANÁLISIS DE :	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES ASTMD 5907 ppm	CARBONATOS 2320-B METODO ESTÁNDAR	BICARBONATOS 2320-B METODO ESTÁNDAR ppm	ALCALINIDAD NTP: 334.051 MTC E 716 ppm
TIPO DE MUESTRA : Agua Fuente: Agua Residual Tratada Ubicación: CITRAR - UNI Fecha de la toma de muestra: 09-03-16	30	234	486	831

Lima, 18 de Marzo del 2016

CARMEN M. REYES CUBAS
MSC. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
MS. ING. JEFA (c) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI
Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: ING. FERNANDO CARDENAS SAAVEDRA

REGISTRO: LQ16-312

OBRA/PROYECTO: "SUSTITUCIÓN DEL RECURSO AGUA POTABLE EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO POR AGUA RESIDUAL TRATADA EN LIMA NORTE"

UBICACIÓN: INDEPENDENCIA - LIMA

TIPO DE MUESTRA: Agua
Fuente: Agua Residual Tratada
Ubicación: CITRAR - UNI
Fecha de la toma de muestra: 10-03-16

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 10-03-16

ANÁLISIS DE :	CLORUROS	SULFATOS	SALES SOLUBLES TOTALES	MATERIA ORGANICA	pH
	NTP: 339.177	NTP: 339.178-	NTP: 339.152-	NTP:339.072	NTP 339.073
	ppm	ppm	ppm	ppm	
TIPO DE MUESTRA : Agua Fuente: Agua Residual Tratada Ubicación: CITRAR - UNI Fecha de la toma de muestra: 09-03-16	128	2 009	2 273	5,27	7,66

Lima, 18 de Marzo del 2016

CARMEN M. REYES CUBAS
MSC. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
MS. ING. JEFA (e) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1603166 - LMT

SOLICITANTE : FERNANDO CÁRDENAS SAAVEDRA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO
1603166) AGUA POTABLE

PROCEDENCIA : Lima
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 1000 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 11
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1603166	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Recuento de heterótrofos (UFC/mL)	51 x 10	50 x 10
² Enumeración de coliformes totales (NMP/100mL)	2.0	< 2.2
² Enumeración de coliformes fecales (NMP/100mL)	2.0	< 2.2
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	2.0	< 2.2

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: Los valores <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9215. APHA-AWWA-WEF.

²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.



La Molina, 22 de marzo del 2016

Doris Zúñiga Dávila

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1603165 - LMT

SOLICITANTE : FERNANDO CÁRDENAS SAAVEDRA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO
1603165)

PROCEDENCIA : PTAR: "CITRAR UNI" - Independencia - Lima
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 1000 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 11
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1603165	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Recuento de heterótrofos (UFC/mL)	36 x 10 ²	50 x 10
² Enumeración de coliformes totales (NMP/100mL)	< 1.8	< 2.2
² Enumeración de coliformes fecales (NMP/100mL)	< 1.8	< 2.2
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	< 1.8	< 2.2

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: Los valores <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9215. APHA-AWWA-WEF.

²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.



La Molina, 22 de marzo del 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1603165 - LMT

SOLICITANTE : FERNANDO CÁRDENAS SAAVEDRA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO
1603165)

PROCEDENCIA : PTAR: "CITRAR UNI" - Independencia - Lima
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 1000 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 03 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 03 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 11
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1603165	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Recuento de heterótrofos (UFC/mL)	36 x 10 ²	50 x 10
² Enumeración de coliformes totales (NMP/100mL)	< 1.8	< 2.2
² Enumeración de coliformes fecales (NMP/100mL)	< 1.8	< 2.2
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	< 1.8	< 2.2

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: Los valores <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9215. APHA-AWWA-WEF.
²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.



La Molina, 22 de marzo del 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

ANEXO 05
DISEÑO DE MEZCLAS

A. REQUERIMIENTO

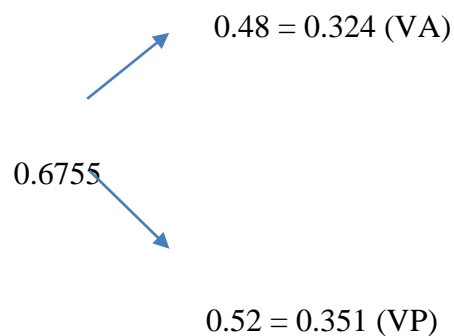
1. Resistencia Especificada : $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$
2. Tipo de Cemento : Sol tipo I
3. Asentamiento : 4" – 6"
4. Tamaño Nominal Máximo : 1"
5. Agregado Fino:
 - Peso específico de masa : 2.68
 - Contenido de humedad : 1.63 %
 - Porcentaje de Absorción : 0.81 %
6. Agregado Grueso
 - Peso específico de masa : 2.67
 - Contenido de humedad : 0.45 %
 - Porcentaje de Absorción : 0.77 %
7. Proporción de Agregados
 - Relación A/P = 47.9/ 52.1
 - Porcentaje de Aire Atrapado : 1.5 % [a17]
 - Volumen de agua neta de mezcla : 211 lt / m³
8. Determinación del contenido de Cemento
 - Tenemos la relación $a/c = 0.68$ [a18] y agua = 211 lt/m³
 - Cemento = $211/0.68 = 310 \text{ kg/m}^3$
 - Factor cemento = $310 / 42.5 = 7.3 \text{ bolas}$
9. Calculo de los pesos Secos de los Agregados

Materiales	Volumen Absoluto	Peso	seco
Cemento	310	0.0985	
Agua	211	0.2220	
Arena	893	0.3092	
Piedra	896	0.3363	
Aire	1.50	0.0150	

$$\text{Sumatoria}[a19] = 0.3245$$

El volumen total de los agregados se obtiene de la suma de los volúmenes absolutos, los cuales se restan de la unidad cubica: $1 - 0.3245 = 0.6755$

$$A/P = 47.9/52.1$$



$$A_s = 0.324 * P_{eA} = 0.324 * 2680 = 868$$

$$P_s = 0.351 * P_{eP} = 0.351 * 2670 = 937$$

Donde:

V_a = Volumen de Arena

V_p = Volumen de Piedra

P_{eA} = Peso específico de masa de Arena

P_{eP} = Peso específico de masa de Piedra

A_s = Peso de Arena Seca

Ps = Peso de Piedra Seca

10. Diseño Unitario Seco (DUS)

Cemento	= 310/310	= 1
Agua	= 211/310	= 0,7
Arena	= 868/310	= 2.8
Piedra	= 937/310	= 3.0

11. Diseño de Obra (D.O.)

- Corrección de Agregados

$$A_o = A_s (1 + CHA/100) = 868 (1 + 1.63/100) = 882$$

$$P_o = P_s (1 + CHP/100) = 937 (1 + 0.45/100) = 941$$

- Corrección del Agua

$$A_o = A_s (CHA - ABA) / 100 = 868 (1.63 - 0.81) / 100 = 7.2$$

$$P_o = P_s (CHP - ABP) / 100 = 937 (0.45 - 0.77) / 100 = -3.0$$

$$\text{Sumatoria} = 4.12$$

Entonces el diseño de agua será:

$$\text{Agua de diseño} = 211 - 4.12 = 207 \text{ lt/m}^3$$

Donde:

CHA = Contenido de Humedad de Arena (%)

C.H.P = Contenido de Humedad de Piedra (%)

ABA = Absorción de la Arena (%)

ABP = Absorción de la Piedra (%)

A_o = Arena de Obra [a20]

P_o = Piedra de Obra [a21]

El diseño de Obra calculado es:

Cemento = 310

Agua = 207 lt/m³

Arena = 882 kg/m³

Piedra = 941 kg/m³

12. Diseño Unitario de Obra (DUO)

Cemento 310/310 = 1

Agua 207/310 = 0,67

Arena 882/310 = 2.85

Piedra 941/310 = 3.04

Sumatoria = 7.56

13. Luego los pesos por tanda se obtienen como se indica:

Entonces: $127.39 / 7.56 = 16.85$

Cemento : $16.85 * 1 = 16.85$ kg

Agua : $16.85 * 0.67 = 11.29$ lt.

Arena : $16.85 * 2.85 = 48.0$ kg

Piedra : $16.85 * 3.04 = 51.2$ kg[a22]

14. Dosificación por bolsa de cemento:

Cemento : 42.5 kg

Agua : 28.4 lt

Arena : 121.1 kg

Piedra : 129.2 kg

15. Dosificación en Volumen

Cemento	: 1
Agua	: 28.4
Arena	: 2.55
Piedra	: 3.17

B. REQUERIMIENTO[a23]

1. Resistencia Especificada : $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
2. Tipo de Cemento : Sol tipo I
3. Asentamiento : 4" – 6"
4. Tamaño Nominal Máximo : 1"
5. Agregado Fino:
 - Peso específico de masa : 2.68
 - Contenido de humedad : 1.63 %
 - Porcentaje de Absorción : 0.81 %
6. Agregado Grueso
 - Peso específico de masa : 2.67
 - Contenido de humedad : 0.45 %
 - Porcentaje de Absorción : 0.77 %
7. Proporción de Agregados

Relación A/P = 47.9/ 52.1

Porcentaje de Aire Atrapado : 1.5 %

Volumen de agua neta de mezcla : 222 lt / m³
8. Determinación del contenido de Cemento

Tenemos la relación $a/c = 0.60$ y agua = 222 lt/m³

$$\text{Cemento} = 222 / 0.60 = 370 \text{ kg/m}^3$$

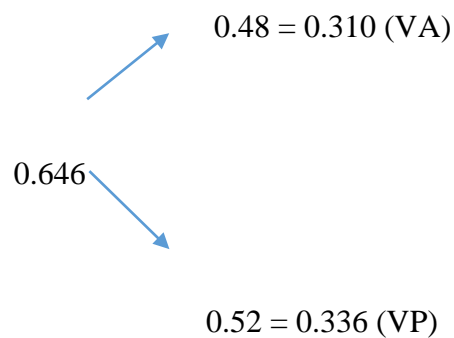
$$\text{Factor cemento} = 310 / 42.5 = 8.7 \text{ bolas}$$

9. Calculo de los pesos Secos de los Agregados

Materiales	Peso seco	Volumen Absoluto
Cemento	370	0.1175
Agua	222	0.2220
Arena	816	0.3092
Piedra	894	0.3363
Aire	1.50	0.0150
		Sumatoria = 0.3545

El volumen total de los agregados se obtiene de la suma de los volúmenes absolutos, los cuales se restan de la unidad cubica: $1 - 0.3245 = 0.646$

$$A/P = 47.9 / 52.1$$



$$A_s = 0.310 * P_{eA} = 0.310 * 2680 = 831$$

$$P_s = 0.351 * P_{eP} = 0.351 * 2670 = 897$$

Donde:

V_a = Volumen Absoluto de Arena

V_p = Volumen Absoluto de Piedra

P_{eA} = Peso específico de masa de Arena

P_{eP} = Peso específico de masa de Piedra

A_s = Peso de Arena Seca

P_s = Peso de Piedra Seca

10. Diseño Unitario Seco (DUS)

Cemento	= 370/370	= 1
Agua	= 211/370	= 0,7
Arena	= 831/370	= 2.25
Piedra	= 897/370	= 2.42

11. Diseño de Obra (D.O.)

- Corrección de Agregados

$$A_o = A_s (1 + \text{CHA}/100) = 831 (1 + 1.63/100) = 848$$

$$P_o = P_s (1 + \text{CHP}/100) = 897 (1 + 0.45/100) = 901$$

- Corrección del Agua

$$A_o = A_s(\text{CHA}-\text{ABA})/100 = 831 (1.63-0.81)/100 = 6.81$$

$$P_o = P_s(\text{CHP}- \text{ABP})/100 = 897 (0.45-0.77)/100 = -2.87$$

$$\text{Sumatoria} = 3.94$$

Entonces el diseño de agua será:

$$\text{Agua de diseño} = 222 - 3.94 = 218.1 \text{ t/m}^3$$

Donde:

CHA = Contenido de Humedad de Arena (%)

C.H.P = Contenido de Humedad de Piedra (%)

ABA= Absorción de la Arena (%)

ABP= Absorción de la Piedra (%)

Ao= Arena de Obra

Po = Piedra de Obra

El diseño de Obra calculado es:

Cemento	= 370
Agua	= 218 t/m ³
Arena	= 848 kg/m ³
Piedra	= 901 kg/m ³

12. Diseño Unitario de Obra (DUO)

Cemento	370/370	= 1
Agua	218/370	= 0,59
Arena	848/370	= 2.29
Piedra	901/370	= 2.44
	Sumatoria	= 6.32

13. Luego los pesos por tanda se obtienen como se indica:

Entonces: $127.39 / 6.32 = 20.16$

Cemento	: 20.16 * 1	= 20.16 kg
Agua	: 20.16 * 0.67	= 11.90 lt.
Arena	: 20.16 * 2.29	= 46.17 kg
Piedra	: 20.16 * 2.44	= 49.18 kg

14. Dosificación por bolsa de cemento:

Cemento	: 42.5 kg
Agua	: 25.10 lt
Arena	: 97.32 kg
Piedra	: 103.7 kg

15. Dosificación en Volumen

Cemento : 1

Agua : 28.4

Arena : 1.96

Piedra : 2.65

ANEXO N° 06**ENSAYOS DEL CONCRETO****1. CONCRETO EN ESTADO FRESCO****1.1 ASENTAMIENTO (NTP 339.035)**

También conocido como “slump” o índice de consistencia, se realiza con el fin de obtener una medida de la trabajabilidad de la mezcla. En obra, esta prueba se realiza durante la descarga del concreto, dentro de los cinco minutos siguientes de haber obtenido una muestra representativa del mismo. No es aplicable en concretos no plástico y no cohesivo. Asimismo, si el agregado grueso del concreto es mayor a 1 ½” se deberá separar la fracción de concreto retenida en la malla de 1 ½” y ensayar sólo la fracción que pasa por dicha malla.

MATERIALES Y EQUIPOS:

- Barra de acero de 16mm (5/8") de diámetro y 600mm (24") de largo, con una superficie lisa y un extremo en forma de punta semiesférica.
- Cuchara metálica.
- Wincha.
- Cono de Abrams.

1.2 PROCEDIMIENTO:

1. Humedecer el interior del molde.
2. Colocar el cono de Abrams sobre una superficie plana no absorbente (plancha de metal) y pisar firmemente las aletas.

3. Colocar un accesorio en la parte superior, a fin de evitar la pérdida innecesaria de la mezcla durante el llenado de cono.
4. Llenar un tercio del volumen del cono (aproximadamente 67mm de altura) con la muestra de concreto. Compactar la primera capa con 25 golpes en forma de espiral, inclinando un poco la barra y dando la mitad de los golpes alrededor del perímetro.
5. Llenar el cono hasta las 2/3 de su volumen total (la mitad de la altura). Compactar segunda capa con 25 golpes distribuidos en forma de espiral procurando penetrar ligeramente la capa anterior.
6. Llenar la última capa en exceso y compactarla de la misma forma que la anterior.
7. Enrasar la superficie del cono utilizando la varilla de acero o un badilejo.[a24]
8. Retirar el accesorio de la parte superior y devolver el material retenido al bugui carretilla.
9. Levantar cuidadosamente el cono en dirección vertical, en un tiempo de 5 a 10 segundos evitando movimientos laterales. El tiempo transcurrido desde el llenado de la mezcla hasta la remoción del molde no deberá ser mayor a 2 minutos. Inmediatamente después de retirar el cono colocarlo a un lado de mezcla en forma invertida.
10. Colocar la varilla de acero horizontalmente sobre la base mayor del cono y usando una wincha o regla metálica, medir la diferencia de la parte inferior de la varilla y centro original del cono deformado. Registrar esta medida como asentamiento de la mezcla.

1.3 RESULTADOS

AGUA POTABLE	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	SLUMP DE DISEÑO (Pulgadas)
3 1/4"	4 1/2"	3 1/4"	4-[a25]6

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración propia

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (F' C= 210KG/CM2)			
AGUA POTABLE	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR SANTA ROSA	AGUA RESIDUAL TRATADA PTAR CITRAR UNI	SLUMP DE DISEÑO (Pulgadas)
5 1/2"	4 3/4"	4 1/4"	4-6[a26]

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración propia

2. DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046)

2.1. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Balanza con una precisión del 0,1 % de peso de la muestra que se va a ensayar.
- Barra de acero de 16mm (5/8") de diámetro y 600mm de largo, con una superficie lisa y un extremo redondeado.
- Recipiente cilíndrico de acero.
- Martillo de goma.
- Cuchara metálica.
- Badilejo.

2.2. PROCEDIMIENTO:

A) PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

El concreto se preparará de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Peruana 339.183 (Elaboración y curado de especímenes de concreto hechos en el Laboratorio).[a27]

B) DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO:

1. Seleccionar el recipiente a emplear de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso usado en la mezcla.
2. Registrar el peso del recipiente con una precisión de 0.01 Kg.
3. Para una mayor precisión se suele llenar el recipiente con agua y colocar una placa de vidrio en la parte superior a fin de determinar su verdadero volumen, dicho resultado deberá ser registrado con una precisión de 0.01L.
4. Llenar la tercera parte del recipiente comenzando por el perímetro interior del molde para un mejor acomodo de las partículas.

TABLA N° 2: TAMAÑO DE RECIPIENTE EN FUNCIÓN**AL T.M.N. DEL AGREGADO GRUESO**

CAPACIDAD		TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO	
pie ³	L	pulg	mm
0.2	6	1	25.0
0.4	11	1 ½	37.5
0.5	14	2	50
1.0	28	3	75
2.5	70	4 ½	112

5. Con ayuda de la varilla de 5/8" compactar la primera capa con 25 golpes distribuidos progresivamente en forma de espiral. Procurar no golpear el fondo del recipiente durante la compactación.
6. Llenar la siguiente capa hasta las 2/3 partes del volumen del recipiente y compactar de manera análoga.
7. Colocar la última capa excediendo el volumen del recipiente y con ayuda de la varilla de acero compactar y enrasar su superficie. Al compactar las dos últimas capas la barra deberá penetrar hasta un máximo de 5cm de la capa anterior.
8. Después de llenar cada capa se darán tres golpes con el martillo de caucho en cada uno de los cuadrantes de la sección y a la altura correspondiente a cada capa.
9. Alisar la superficie superior con la varilla de acero.
10. Limpiar el concreto adherido a los bordes y paredes exteriores del recipiente.
11. Finalmente, registrar el peso del recipiente con su contenido considerando una precisión de 0.01 Kg.

2.3. CÁLCULOS Y RESULTADOS:

Determinar el Peso Unitario (P.U.) del concreto a partir de la siguiente expresión:

$$P.U. = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

Donde:

M_c = Peso del recipiente lleno de concreto, en Kg.

M_m = Peso del recipiente, en Kg.

V_m = Volumen del recipiente, en m^3 .

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO F'C= 175 K/CM2				
TIPOS DE AGUA	PESO DEL BALDE + MEZCLA (Kg)	PESO DEL BALDE (Kg)	PESO DE LA MEZCLA (Kg)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO (Kg/m3)
AGUA POTABLE	50.12	12.29	37.83	2672
AGUA PTAR SANTA ROSA	50.28	12.29	37.99	2683
AGUA PTAR CITRAR UNI	49.71	12.29	37.42	2643

Fuente: LEM FIC- UNI

Elaboración propia

Volumen del Balde: 0.01416 m3

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO F'C= 210 K/CM2				
TIPOS DE AGUA	PESO DEL BALDE + MEZCLA (Kg)	PESO DEL BALDE (Kg)	PESO DE LA MEZCLA (Kg)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO (Kg/m3)
AGUA POTABLE	50.38	12.29	38.09	2690
AGUA PTAR SANTA ROSA	50.22	12.29	37.93	2679
AGUA PTAR CITRAR UNI	50.29	12.29	38.00	2684

Fuente: LEM FIC- UNI

Elaboración propia

Volumen del Balde: 0.01416 m3

3. PRUEBA DE EXUDACIÓN (NTP 339.077)

3.1. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Balanza sensible al 0,1 % del peso de la muestra que se va a ensayar.
- Barra de acero de 16mm (5/8") de diámetro y 600mm (24") de largo, con una superficie lisa y un extremo en forma de punta semiesférica.
- Recipiente cilíndrico de metal, con una capacidad de pie³.
- Martillo de goma.
- Pala o cuchara metálica.
- Pipeta.
- Probeta graduada.

3.2. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

- Preparar una mezcla de concreto de acuerdo a lo establecido en la N.T.P. 339.183 (Elaboración y curado de especímenes de concreto hechos en el Laboratorio), [a28]ver Apartado I. Si el concreto ha sido elaborado en campo se deberá tener en cuenta lo indicado en la N.T.P. 339.036 (Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco).[a29]
- Solo se ensayarán las muestras cuyo agregado grueso no sea mayor a 50mm. Si la mezcla contiene agregados mayores a 37.5mm (1 ½") ésta será tamizada por el tamiz de dicho tamaño.
- Para la colocación del concreto se llenará el recipiente de la misma forma que el ensayo de Peso Unitario, hasta una altura de 254mm ± 3mm. Luego se nivelará la superficie hasta que ésta se encuentre completamente lisa.

3.3. PROCEDIMIENTO:

1. Inmediatamente después de alisar la superficie, registrar la hora de inicio del ensayo, el peso del recipiente con su contenido y la temperatura del ambiente, ésta última deberá mantenerse entre 18 y 24°C.
2. Colocar el recipiente sobre una superficie plana, rígida y libre de vibraciones.
3. Cubrir el recipiente a fin de evitar la evaporación del agua de exudación.
4. Utilizando una pipeta retirar el agua acumulada sobre la superficie en intervalos de 10 minutos, depositar el agua extraída en una probeta graduada y registrar su peso después de cada transferencia.
5. Luego de las primeras 4 mediciones retirar el agua en intervalos de 30 min hasta que cese la exudación.

V.4. CÁLCULOS Y RESULTADOS:

Calcular el volumen del agua de exudación por unidad de superficie (V) a partir de la siguiente expresión:

$$V = \frac{V_e}{A}$$

Donde:

V_e = Volumen del agua de exudación durante un determinado intervalo, en cm^3 .

A = Área de la sección de concreto, en cm^2 .

Calcular la cantidad de agua de exudación (E), expresada como porcentaje del agua de mezclado contenido en el recipiente, a partir de las siguientes expresiones:

$$C = \frac{w}{W} \times S$$

$$E = \frac{D}{E} \times 100$$

Donde:

C = Peso del agua en la muestra de ensayo, en gr.

W = Peso total de la tanda de mezcla, en Kg.

w = Cantidad de agua usada en la mezcla (sin considerar aquella absorbida por los agregados), en gr.

s = Peso de la mezcla contenida en el recipiente, en Kg.

D = Peso total del agua de exudación, en gr.

EXUDACIÓN DEL CONCRETO F'c= 175 KG/CM2 - AGUA POTABLE				
HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
8:55	0	0	0	0
9:05	10.00	10.00	11.00	11.00
9:15	10.00	20.00	10.00	21.00
9:25	10.00	30.00	9.00	29.00
9:35	10.00	40.00	11.50	40.50
10:05	30.00	70.00	19.00	59.50
10:35	30.00	100.00	11.50	71.00
11:05	30.00	130.00	7.50	78.50

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración

propia

EXUDACIÓN DEL CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 - PTAR SANTA ROSA				
HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
9:10	0	0	0	0
9:20	10.00	10.00	7.00	7.00
9:30	10.00	20.00	10.00	17.00
9:40	10.00	30.00	11.00	28.00
9:50	10.00	40.00	11.50	39.50
10:20	30.00	70.00	20.00	59.50
10:50	30.00	100.00	12.00	71.50
11:20	30.00	130.00	0.00	71.50

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración propia

EXUDACIÓN DEL CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 - PTAR CITRAR UNI				
HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
9:25	0	0	0	0
9:35	10.00	10.00	7.00	7.00
9:45	10.00	20.00	9.50	16.50
9:55	10.00	30.00	12.00	28.50
10:05	10.00	40.00	10.00	38.50
10:35	30.00	70.00	22.00	60.50
11:05	30.00	100.00	13.50	74.00
11:35	30.00	130.00	2.00	76.00

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración

propia

EXUDACIÓN DEL CONCRETO F'c= 210KG/CM2 - AGUA POTABLE				
HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
9:45	0	0	0	0
9:55	10.00	10.00	1.10	1.10
10:05	10.00	20.00	6.00	7.10
10:15	10.00	30.00	7.50	14.60
10:25	10.00	40.00	7.00	21.60
10:55	30.00	70.00	18.50	40.10
11:25	30.00	100.00	14.00	54.10
11:55	30.00	130.00	0.20	54.30

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración

propia

EXUDACIÓN DEL CONCRETO F'c= 210KG/CM2 - PTAR SANTA ROSA				
HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
10:45	0	0	0	0
10:55	10.00	10.00	11.05	11.05
11:05	10.00	20.00	8.05	19.10
11:15	10.00	30.00	14.00	33.10
11:25	10.00	40.00	32.00	65.10
11:55	30.00	70.00	57.00	122.10
12:25	30.00	100.00	21.00	143.10
12:55	30.00	130.00	2.05	145.15

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración

propia

EXUDACIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 - PTAR CITRAR UNI				
HORA DEL ENSAYO	TIEMPO PARCIAL min	TIEMPO ACUMULADO min	VOLUMEN PARCIAL ml	VOLUMEN ACUMULADO ml
10:25	0	0	0	0
10:35	10.00	10.00	5.00	5.00
10:45	10.00	20.00	10.00	15.00
10:55	10.00	30.00	7.50	22.50
11:05	10.00	40.00	6.05	28.55
11:35	30.00	70.00	25.00	53.55
12:05	30.00	100.00	18.05	71.60
12:35	30.00	130.00	8.00	79.60

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración

propia

4. TEMPERATURA

4.1 MATERIALES UTILIZADOS

Cemento Tipo I

Arena

Agua Potable

Agua Residual Tratada

Piedra chancada

4.2 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Termómetro de 0.1 °C de precisión

Varilla de acero liso de 5/8"

Franela.

4.3 PROCEDIMIENTO

- Preparar y sumergir al menos 3 pulgadas (75mm)
- Presione suavemente el concreto alrededor del dispositivo.
- Dejar el termómetro mínimo 2 minutos o hasta que la lectura se establezca.

4.4 RESULTADOS

TEMPERATURA DEL CONCRETO F' C= 175 KG/CM2	
TIPO DE AGUA	TEMPERATURA °C
AGUA POTABLE	29.3
AGUA PTAR SANTA ROSA	29.5
AGUA PTAR CITRAR UNI	29.2

Fuente: LEM FIC UNI

Elaboración propia

A) CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

1.- RESISTENCIA A LA COMPRESION

MATERIAL UTILIZADO

Cemento Tipo I

Arena

Agua Potable

Agua Residual

Piedra Chancada

Aceite lubricante

Azufre

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Moldes para probetas

Mezcladora

Maquina Compresora

CONCRETO $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$

MEMORIA DE CÁLCULO

A) CURADO Y ENSAYO A LOS 7 DIAS

➤ Concreto Patrón

$$\text{Área} = 81.9 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 14,500 \text{ Kg}$$

$$f'c = 14,500 / 81.9$$

$$f'c = 177 \text{ kg / cm}^2$$

➤ Con Agua Residual Tratada PTAR Santa Rosa

$$\text{Área} = 83.3 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 15,500 \text{ Kg}$$

$$f'c = 15,500 / 83.3$$

$$f'c = 187 \text{ kg / cm}^2$$

➤ Con Agua Residual Tratada PTAR CITRAR UNI

$$\text{Área} = 82.5 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 13950 \text{ Kg}$$

$$f'c = 13950 / 82.5$$

$$f'c = 169 \text{ kg / cm}^2$$

B) CURADO Y ENSAYO A LOS 14 DÍAS

➤ Concreto Patrón

$$\text{Área} = 81.7 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 20540 \text{ Kg}$$

$$f'c = 20540 / 81.7$$

$$f'c = 251 \text{ kg / cm}^2$$

➤ Con Agua Residual Tratada PTAR Santa Rosa

$$\text{Área} = 80.1 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 21712 \text{ Kg}$$

$$f'c = 21712 / 80.1$$

$$f'c = 271 \text{ kg / cm}^2$$

➤ Con Agua Residual Tratada PTAR CITRAR UNI

$$\text{Área} = 80.9 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 17642 \text{ Kg}$$

$$f'c = 17642 / 80.9$$

$$f'c = 218 \text{ kg / cm}^2$$

C) CURADO Y ENSAYO A LOS 28 DÍAS

➤ Concreto Patrón

$$\text{Área} = 81.8 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 22557 \text{ Kg}$$

$$f'c = 22557 / 81.8$$

$$f'c = 276 \text{ kg / cm}^2$$

➤ Con Agua Residual Tratada PTAR Santa Rosa

$$\text{Área} = 82.1 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Carga de Rotura = 23327 Kg

$f'c = 23327 / 82.1$

$f'c = 284 \text{ kg / cm}^2$

- Con Agua Residual Tratada PTAR CITRAR UNI

Área= 83.0 (cm²)

Carga de Rotura = 21124 Kg

$f'c = 21124 / 83.0$

$f'c = 255 \text{ kg / cm}^2$

CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

MEMORIA DE CÁLCULO

A) CURADO Y ENSAYO A LOS 7 DIAS

- Concreto Patrón

Área= 80.9 (cm²)

Carga de Rotura = 17700 Kg

$f'c = 17700 / 80.9$

$f'c = 219 \text{ kg / cm}^2$

- Con Agua Residual Tratada PTAR Santa Rosa

Área= 80.9 (cm²)

Carga de Rotura = 18600 Kg

$f'c = 18600 / 80.9$

$f'c = 230 \text{ kg / cm}^2$

- Con Agua Residual Tratada PTAR CITRAR UNI

Área= 80.9 (cm²)

Carga de Rotura = 19000 Kg

$$f'c = 19000 / 80.9$$

$$f'c = 235 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

B) CURADO Y ENSAYO A LOS 14 DÍAS

➤ Concreto Patrón

$$\text{Área} = 80.1 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 23643 \text{ Kg}$$

$$f'c = 23643 / 80.1$$

$$f'c = 295 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

➤ Con Agua Residual Tratada PTAR Santa Rosa

$$\text{Área} = 80.1 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 24396 \text{ Kg}$$

$$f'c = 24396 / 80.1$$

$$f'c = 305 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

➤ Con Agua Residual Tratada PTAR CITRAR UNI

$$\text{Área} = 81.7 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 27243 \text{ Kg}$$

$$f'c = 27243 / 81.7$$

$$f'c = 333 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

C) CURADO Y ENSAYO A LOS 28 DÍAS

➤ Concreto Patrón

$$\text{Área} = 81.9 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 27111 \text{ Kg}$$

$$f'c = 27111 / 81.9$$

$$f'c = 331 \text{ Kg / cm}^2$$

- Con Agua Residual Tratada PTAR Santa Rosa

$$\text{Área} = 81.8 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 26090 \text{ Kg}$$

$$f'c = 26090 / 81.8$$

$$f'c = 319 \text{ kg / cm}^2$$

- Con Agua Residual Tratada PTAR CITRAR UNI

$$\text{Área} = 81.6 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Carga de Rotura} = 26699 \text{ Kg}$$

$$f'c = 26699 / 81.6$$

$$f'c = 327 \text{ kg / cm}^2$$

4.4 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN:

MATERIALES UTILIZADOS

Cemento Tipo I

Arena

Agua Potable

Agua Residual Tratada

Piedra Chancada

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Mezcladora

Encofrado de madera

Maquina Compresora

A. Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

1) Concreto Patrón

$$P = 3.650 \text{ kg} \quad b = 15 \text{ cm}$$

$$L = 50 \text{ cm} \quad h = 15 \text{ cm}$$

Módulo de Rotura a flexión

$$M_r = \frac{PL}{b \cdot h^2} = \frac{3,650 \times 50}{15 \times (15)^2} = \frac{182,500}{3,375}$$

$$M_r = 54.07 \text{ kg/cm}^2$$

Módulo de Rotura Experimental (M_{re})

$$M_{re} = K\sqrt{f'c} \quad K = \frac{M_r}{\sqrt{f'c}}$$

$$K = \frac{54.07}{\sqrt{175}} = \frac{54.07}{13.23} = 4.08$$

$$M_{re} = 4.08 \sqrt{175}$$

2) Con Agua Residual Tratada del PTAR Santa Rosa

$$P = 3.200 \text{ kg} \quad b = 15 \text{ cm}$$

$$L = 50 \text{ cm} \quad h = 15 \text{ cm}$$

Módulo de Rotura a flexión

$$M_r = \frac{PL}{b \cdot h^2} = \frac{3,200 \times 50}{15 \times (15)^2} = \frac{160,000}{3,375}$$

$$M_r = 47.41 \text{ kg/cm}^2$$

Módulo de Rotura Experimental (Mre)

$$Mre = K\sqrt{f'c} \quad K = \frac{Mr}{\sqrt{f'c}} = \frac{47.41}{\sqrt{284}}$$

$$Mre = \frac{47.41}{16.85} = 2.81$$

$$Mre = 2.81 \times \sqrt{f'c}$$

3) Con Agua Residual Tratada del PTAR CITRAR UNI

$$P = 3.420 \text{ kg} \quad b = 15 \text{ cm}$$

$$L = 50 \text{ cm} \quad h = 15 \text{ cm}$$

Módulo de Rotura a flexión

$$Mr = \frac{PL}{b \cdot h^2} = \frac{3,420 \times 50}{15 \times (15)^2} = \frac{171,000}{3,375} = 50.67$$

Módulo de Rotura Experimental (Mre)

$$Mre = K\sqrt{f'c} \quad K = \frac{Mr}{\sqrt{f'c}} = \frac{50.67}{\sqrt{255}}$$

$$Mre = \frac{50.67}{15.97} = 3.17$$

$$Mre = 3.17 \times \sqrt{f'c}$$

B. Concreto $f'c$ 210 kg/cm²

1) Concreto Patrón

$$P = 2.800 \text{ kg} \quad b = 15 \text{ cm}$$

$$L = 50 \text{ cm} \quad h = 15 \text{ cm}$$

Módulo de Rotura por flexión (Mr)

$$Mr = \frac{PL}{b \cdot h^2} = \frac{2,800 \times 50}{15 \times (15)^2} = \frac{140,000}{3,375} = 41.48$$

Módulo de Rotura Experimental (Mre)

$$Mre = K\sqrt{f'c} \quad K = \frac{Mr}{\sqrt{f'c}} = \frac{41.48}{\sqrt{331}} = Mre = \frac{41.48}{18.19}$$

$$K = 2.28$$

$$Mre = 2.28 \times \sqrt{f'c}$$

1) Con Agua Residual Tratada del PTAR Santa Rosa

$$P = 3.450 \text{ kg} \quad b = 15 \text{ cm}$$

$$L = 50 \text{ cm} \quad h = 15 \text{ cm}$$

Módulo de Rotura a flexión (mr)

$$Mr = \frac{PL}{b \cdot h^2} = \frac{3,450 \times 50}{15 \times (15)^2} = \frac{172,000}{3,375} = 51.11$$

Módulo de Rotura Experimental (Mre)

$$Mre = K\sqrt{f'c} \quad K = \frac{Mr}{\sqrt{f'c}} = \frac{51.11}{\sqrt{327}} = \frac{51.11}{18.08}$$

$$K = 2.83$$

$$Mre = 2.83 \times \sqrt{f'c}$$

2) Con Agua Residual Tratada del PTAR CITRAR UNI

$$P = 2.950 \text{ kg} \quad b = 15 \text{ cm}$$

$$L = 50 \text{ cm} \quad h = 15 \text{ cm}$$

Módulo de Rotura a flexión

$$M_r = \frac{PL}{b \cdot h^2} = \frac{2,950 \times 50}{15 \times (15)^2} = \frac{147,500}{3,375} = 43.70$$

Módulo de Rotura Experimental (Mre)

$$M_{re} = K\sqrt{f'c} \quad K = \frac{M_r}{\sqrt{f'c}} = \frac{43.70}{\sqrt{319}}$$

$$M_{re} = \frac{43.70}{17.86} = 2.45$$

$$M_{re} = 2.45 \times \sqrt{f'c}$$