

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

**“Elaboración de Listas de Chequeo para la Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural de la Planta de Potabilización de Agua del Casigana, ubicada en la Parroquia Santa Rosa; ante Fenómenos Naturales Potencialmente Peligrosos de la Ciudad de Ambato”**

---

**AUTOR: JAMIL ALEXANDER GARCÍA VAICILLA**

**TUTOR: Ing. RODRIGO ACOSTA**

**Ambato – Ecuador**

**2016**

## **CERTIFICACIÓN**

Yo, Ing. Rodrigo Acosta, con cédula de ciudadanía № 1801950880, en mi calidad de Tutor del trabajo Técnico sobre el tema: “ELABORACIÓN DE LISTAS DE CHEQUEO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL CASIGANA, UBICADA EN LA PARROQUIA SANTA ROSA; ANTE FENÓMENOS NATURALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS DE LA CIUDAD DE AMBATO” .Desarrollado por Jamil García, egresado de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe técnico reúne los requisitos mínimos, tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, de la Universidad Técnica de Ambato. Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el H. Consejo de Pregrado - UTA.

Ambato, 10 de Octubre del 2016

TUTOR

.....  
Ing. Rodrigo Acosta

## **AUTORÍA DEL TRABAJO TÉCNICO**

Yo, Jamil Alexander García Vaicilla, con cédula de ciudadanía № 020196991-2 , tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el informe Técnico, bajo el tema: “ELABORACIÓN DE LISTAS DE CHEQUEO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL CASIGANA, UBICADA EN LA PARROQUIA SANTA ROSA; ANTE FENÓMENOS NATURALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS DE LA CIUDAD DE AMBATO. ”, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis y síntesis de datos y resultados son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo Técnico.

Ambato, 10 de Octubre del 2016

AUTOR

.....  
Egdo. Jamil Alexander García Vaicilla

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que se haga de esta tesis o parte de la misma un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi tesis, con líneas de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción o suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Autor

**JAMIL ALEXANDER GARCÍA VAICILLA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Los miembros del tribunal examinador aprueban el proyecto de investigación sobre el tema:  
**“Elaboración de Listas de Chequeo para la Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural de la Planta de Potabilización de Agua del Casigana, ubicada en la Parroquia Santa Rosa; ante Fenómenos Naturales Potencialmente Peligrosos de la Ciudad de Ambato”**, del egresado Jamil Alexander García Vaicilla, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, Octubre de 2016

Para constancia Firma

.....  
Ing. Mg. LORENA PÉREZ

.....  
Ing. M.Sc. CHRISTIAN MEDINA

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo le dedico con mucho cariño:

A mis padres, Gualberto García y Mariana Vaicilla, por su gran apoyo brindado en los senderos de mi vida, los cuales han sido muy importantes para encontrar el éxito como persona y también como profesional.

Cada segundo de mi vida junto a ellos han sido y seguirán siendo los mejores ya que me han inculcado valores, principios y lo más importante me han brindado su amor incondicional.

Gracias por todo Padre y Madre.

A mi hermano menor Anderson García, le agradezco que a pesar de todas las dificultades en una familia siempre la unión nos ha fortalecido, todos los recuerdos innatos desde que naciste serán los más importantes en mi vida.

Gracias por todo Hermanito.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios en primer lugar a mis Padres Gualberto y Mariana y luego a la vida por darme a elegir un camino fructuoso lo cual me ha llevado a estas instancias llenas de alegría.

A la Carrera de Ingeniería Civil, a cada maestro quienes han sido un gran apoyo y quienes me han brindado los conocimientos necesarios para así poder prepararme de la mejor manera y enfrentar en el día a día los obstáculos de la vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	I
CERTIFICACIÓN .....	II
AUTORÍA DE DESARROLLO TÉCNICO .....	III
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
RESUMEN EJECUTIVO .....	XV
CAPÍTULO 1 .....	17
1.1 Tema.....	17
1.2 Justificación.....	17
1.3 Objetivos .....	19
1.3.1 General .....	19
1.3.2 Específicos.....	19
CAPÍTULO 2 .....	20
2.1 Investigaciones Previas .....	20
2.2 Fundamentación Legal .....	20
2.3 Fundamentación Teórica .....	28
CAPÍTULO 3 .....	34
3.1 Descripción general del área de estudio .....	34
3.1.1 Límites.....	34
3.1.2 Localización Geográfica .....	35
3.2 Riesgos Hidrometeorológicos.....	35
3.3 Temperatura.....	39
3.4 Magnitud .....	39
3.5 Amenaza por Movimientos en Masa .....	40
3.6 Identificación de Factores que generan Vulnerabilidades Físicas, a nivel Cantonal, exposición a Amenazas.....	42
3.7 Factores Físicos.....	42
3.8 Criterios de Evaluación de acuerdo al tipo de vulnerabilidad .....	43
3.8.1 Análisis del Floculador Hidráulico, Mecánico Y Sedimentador.....	43
3.8.2 Análisis del Tanque de Reserva de 2000 m3 .....	54



3.8.3	Análisis del Laboratorio de Producción y Control de Calidad.....	65
3.8.4	Análisis de la Bodega de Químicos .....	76
3.9	Cálculo de Asentamientos Diferenciales.....	86
3.9.1	Cálculo de los Asentamientos del Flocculador Mecánico, Hidráulico y Sedimentador.....	87
3.9.2	Cálculo de los Asentamientos del Tanque de Reserva de 2000m3 .....	89
3.9.3	Cálculo de los Asentamientos del Laboratorio de Control de Calidad y Producción.....	91
3.9.4	Cálculo de los Asentamiento de la Bodega de Químicos .....	93
3.10	Resultados del grado de vulnerabilidad por asentamientos.....	95
3.11	Resultado Total del grado de vulnerabilidad por asentamientos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable ubicada en el Casigana. ....	95
3.12	Valoración de la Amenaza en la Planta de Potabilización de Agua del Casigana ...	97
3.13	Valoración del Riesgo de la Planta de Potabilización de agua de Casigana .....	98
3.14	Valoración del Riesgo Total de Planta de Potabilización de Agua de Casigana....	100
CAPÍTULO 4 .....		101
4.1	Conclusiones.....	101
4.2	Recomendaciones .....	102
Bibliografía.....		103

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Mapa de ubicación del Cantón Ambato en el Ecuador .....	34
GRÁFICO 2	Localización de Estaciones meteorológicas para el Análisis climatológico ....	38
GRÁFICO 3	Ubicación espacial de los diferentes rangos de temperatura identificados en el Cantón Ambato.....	39
GRÁFICO 4	Ubicación de las fallas sísmicas del Cantón Ambato.....	40
GRÁFICO 5	Mapa de Riesgos de Deslizamientos de todo el Ecuador .....	41
GRÁFICO 6	Mapa de Riesgos de Deslizamientos del Cantón Ambato .....	41
GRÁFICO 7	Implantación de Floculadores y Sedimentador.....	44
GRÁFICO 8	Detalle del tipo de cubierta del Sedimentador y Floculadores .....	44
GRÁFICO 9	Detalle del tipo de material que conforma el muro de Hormigón Armado. ....	45
GRÁFICO 10	Detalle del sistema de entrepiso del diseño estructural .....	45
GRÁFICO 11	Detalle de la estructura de un solo piso .....	46
GRÁFICO 12	Detalle de Ubicación del Sedimentador y Floculadores.....	48
GRÁFICO 13	Detalle en planta del Sedimentador y Floculadores .....	49
GRÁFICO 14	Detalle de la forma en Elevación del Sedimentador y Floculadores.....	50
GRÁFICO 15	Implantación del Tanque de Reserva de 2000 m <sup>3</sup> .....	54
GRÁFICO 16	Detalle del tipo de cubierta del Tanque de Reserva de 2000 m <sup>3</sup> .....	55
GRÁFICO 17	Detalle del tipo del material en las paredes de la estructura del tanque .....	56
GRÁFICO 18	Detalle del tanque en elevación.....	57
GRÁFICO 19	Detalle de Ubicación del Tanque de Reserva .....	59
GRÁFICO 20	Detalle del Tanque de 2000m <sup>3</sup> en planta.....	60
GRÁFICO 21	Detalle del Tanque de 2000m <sup>3</sup> en Elevación.....	61
GRÁFICO 22	Implantación de la Estructura del Laboratorio de Producción y Control de Calidad.....	65
GRÁFICO 23	Detalle del tipo de cubierta de la estructura aporticada.....	66
GRÁFICO 24	Detalle del material en paredes del sistema aporticado .....	66
GRÁFICO 25	Detalle del entrepiso de la estructura aporticada.....	67
GRÁFICO 26	Detalle del número de pisos de la estructura aporticada .....	67
GRÁFICO 27	Detalle de Ubicación de los Laboratorios de Control de Calidad y Producción .....	70
GRÁFICO 28	Detalle en planta del Laboratorio de Control de Calidad y Producción .....	71

GRÁFICO 29 Implantación de la Bodega de Químicos .....	76
GRÁFICO 30 Detalle de la cubierta de la Bodega de Químicos.....	77
GRÁFICO 31 Detalle del tipo de material en las paredes de la estructura aporticada .....	77
GRÁFICO 32 Detalle del entrepiso de la estructura aporticada.....	78
GRÁFICO 33 Detalle de los niveles de la estructura de Hormigón Armado.....	78
GRÁFICO 34 Detalle de Ubicación de la Bodega de Químicos .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Estaciones meteorológicas al interior del Cantón Ambato.....	36
TABLA 2 Estaciones meteorológicas periféricas al Cantón Ambato.....	37
TABLA 3 Promedios de las precipitaciones mensuales y anuales en milímetros según los períodos de observación y registros históricos .....	38
TABLA 4 Matriz de valor para cada factor o componente .....	42
TABLA 5 Factores de deterioro para cada componente .....	47
TABLA 6 Detalle de áreas existentes del Floculador Mecánico, Hidráulico y Sedimentador. ....	48
TABLA 7 Tabla de datos de altitud del área de estudio .....	49
TABLA 8 Análisis de la vulnerabilidad del Floculador Hidráulico, Mecánico y Sedimentador. ....	53
TABLA 9 Factores de deterioro para cada componente .....	58
TABLA 10 Detalle del área existente del Tanque de Reserva de 2000m <sup>3</sup> .....	59
TABLA 11 Elevaciones del área de estudio.....	60
TABLA 12 Análisis de la vulnerabilidad del Tanque de Almacenamiento de 2000m <sup>3</sup> .....	64
TABLA 13 Factores de deterioro para cada componente .....	69
TABLA 14 Detalle de áreas existentes de los Laboratorio de Producción y de Control de Calidad.....	70
TABLA 15 Tabla de datos de altitud del área de estudio .....	70
TABLA 16 Análisis de la vulnerabilidad del Laboratorio de Producción y Control de Calidad.....	75
TABLA 17 Factores de deterioro para cada componente .....	80
TABLA 18 Detalle del área existente de la Bodega de Químicos.....	81
TABLA 19 Tabla de datos de altitud del área de estudio .....	81
TABLA 20 Análisis de la vulnerabilidad de la Bodega de Químicos .....	85
TABLA 21 Grado de vulnerabilidad de las cuatro estructuras de la Planta del Casigana .....	95
TABLA 22 Grado de vulnerabilidad Total de la Planta de Tratamiento de Agua del Casigana. ....	96
TABLA 23 Valoración de la Amenaza .....	97
TABLA 24 Valoración de la Amenaza de la Planta de Potabilización de Agua del Casigana .....	98

TABLA 25	Valoración del Riesgo del Sedimentador, Floclador Hidráulico y Mecánico...	98
TABLA 26	Valoración del Riesgo en el Tanque de reserva de 2000m <sup>3</sup> .....	99
TABLA 27	Valoración del Riesgo en el Laboratorio de Producción y Control de Calidad ..	99
TABLA 28	Valoración del Riesgo de la Bodega de Químicos .....	100
TABLA 29	Riesgo Total de la Planta de Potabilización de Agua del Casigana .....	100

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO A

ANEXO A - 1 Tabla de ensayos Esclerométricos Sedimentador y Floculadores .....	107
ANEXO A - 2 Tabla de ensayos Esclerométricos Tanque de Reserva 2000m <sup>3</sup> .....	107
ANEXO A - 3 Tabla de ensayos Laboratorio de Producción y Control de Calidad .....	108
ANEXO A - 4 Tabla de ensayos Esclerométricos Bodega de Químicos.....	108
ANEXO A - 5 Contenidos de Humedad Calicatas .....	109
ANEXO A - 6 Tabla de ensayos Granulométricos de Calicata 1 .....	110
ANEXO A - 7 Tabla de ensayos Granulométricos de Calicata 2.....	111
ANEXO A - 8 Límites de Plasticidad de Calicata 1 .....	112
ANEXO A - 9 Límites de Plasticidad de Calicata 2.....	113

### ANEXO B

ANEXO B - 1 Ensayos de Penetración Estándar (SPT) .....	115
---	-----

### ANEXO C

ANEXO C - 1 Planimetría de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana	133
--	-----

### ANEXO D

ANEXO D - 1 Oficios de Aprobación .....	135
---	-----

### ANEXO E

ANEXO E - 1 Memoria Fotográfica.....	138
--------------------------------------	-----

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**TEMA:** “ELABORACIÓN DE LISTAS DE CHEQUEO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL CASIGANA, UBICADA EN LA PARROQUIA SANTA ROSA; ANTE FENÓMENOS NATURALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS DE LA CIUDAD DE AMBATO”.

**Autor:** Jamil Alexander García Vaicilla

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente Trabajo Técnico se fundamenta en el análisis de la vulnerabilidad desde el punto de vista cualitativo con componentes cuantitativos que fundamenta, evalúa y califica a diversos indicadores que aportan o intervienen en la estabilidad estructural. Los componentes evaluados fueron: Sistema estructural, tipo de cubierta, tipo de material en paredes, sistemas de entresijos, número de pisos, año de construcción, estado de conservación, característica del suelo bajo la edificación, topografía del sitio, forma de la construcción en planta, forma de la construcción en elevación, sobre esfuerzo, resistencia del hormigón, estos parámetros intervienen directamente en el comportamiento sísmico estructural ya que atenúan o incrementan drásticamente su respuesta (desplazamientos).

La valoración de los indicadores se lo realizó en base a estándares identificados en las listas de chequeo , que coadyuvan en la resistencia estructural esto está debidamente fundamentado y basado en normativas o propuestas internacionales de valoración de la vulnerabilidad como el Euro- código, el ATC-40, el Fema 356, la Normativa Nacional de Gestión de Riesgos para la Valoración de Vulnerabilidades a nivel local, los indicadores para la valoración de vulnerabilidades planteada por el Comité de Voluntarios de Tungurahua(COVOT), y recomendaciones dadas por el autor Cardona, 2010. Estos parámetros nos llevaron a determinar que las estructuras motivo de estudio poseen una vulnerabilidad baja por exposición sísmica haciendo referencia a que pueden tener daños pero éstos no serán estructurales ni comprometerán su funcionalidad.

**Palabras Clave:** Vulnerabilidad, comportamiento estructural, indicadores, sobreesfuerzo.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND MECHANICS**

**SUBJECT:** "DEVELOPMENT OF CHECKLISTS FOR STRUCTURAL VULNERABILITY ASSESSMENT OF DRINKING WATER PLANT WATER CASIGANA, LOCATED IN THE PARISH SANTA ROSA; HAZARDOUS TO NATURAL PHENOMENA CITY AMBATO ".

**Author:** Jamil Alexander García Vaicilla

**EXECUTIVE SUMMARY**

This Technical work is based on the vulnerability analysis from the qualitative point of view based quantitative components, evaluates and ranks various indicators that provide or are involved in structural stability. The components evaluated were: Structural system, roof type, type of material in walls, systems mezzanines, number of floors, year of construction, condition, characteristic of the soil under the building, site topography, form of construction plant, shape building elevation, overexertion, concrete strength, these parameters are directly involved in the structural seismic performance and attenuating or drastically increase your response (displacement).

The assessment of the indicators was made based on certified standards, which contribute to the structural strength that is properly grounded and based on international regulations or proposals vulnerability assessment as the European code, the ATC-40, 356 Fema the National Risk Management Rules for vulnerability assessment at the local level, indicators for vulnerability assessment raised by the COVOT, and recommendations given by Cardona, 2010. These parameters led us to determine that the structures under study have low seismic vulnerability exposure referring to may be damaged but they will not be structural or they compromise their functionality.

**Keywords:** Vulnerability, structural performance indicators, overexertion.



## **CAPÍTULO 1**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA**

“Elaboración de Listas de Chequeo para la Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural de la Planta de Potabilización de Agua del Casigana, ubicada en la Parroquia Santa Rosa; ante Fenómenos Naturales Potencialmente Peligrosos de la Ciudad de Ambato”.

#### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Dentro del nuevo contexto mundial, fuertemente marcado por la ocurrencia de desastres cada vez más frecuentes y de mayores magnitudes, es imposible no reflexionar sobre la problemática que rodea a las diversas situaciones de crisis que ocurren en las distintas zonas del país y del mundo esencialmente enfocando en nuestra ciudad [1].

Esta reflexión lleva a consideraciones más profundas en la búsqueda de las condiciones subyacentes que hacen que una amenaza natural al actuar sobre los elementos expuestos genere tal impacto que se conviertan en un desastre [2].

El proceso de identificación de vulnerabilidades resulta complejo puesto que éstas están directamente relacionadas con el tipo de amenaza, de allí que la solución para reducir el impacto frente a situaciones antrópicas o de origen natural [1].

Por lo señalado, en un país como el nuestro, que puede verse expuesto a la acción de diversas solicitaciones externas como por ejemplo inundaciones, sismos, actividad volcánica, deslizamientos entre otros, es indispensable contar con instrumentos que ayuden a identificar opciones que brinden mayor seguridad a las estructuras, infraestructura y líneas vitales, para evitar las enormes pérdidas humanas y materiales que inciden en el desarrollo humano y económico de nuestros pueblos [2].

La mayoría de la infraestructura existente en el Ecuador presenta serias deficiencias de comportamiento al ser requeridas por acciones no permanentes como aquellas generadas por

una amenaza como las ya señaladas, tanto en el análisis y diseño, así como en la construcción y mantenimiento [1].

El presente proyecto técnico permitirá identificar de forma específica el tipo de daño que ha sufrido una estructura sanitaria expuesta a agentes antropogénicos o naturales debido a que según parámetros establecidos en la carta de ayuda humanitaria el agua potable es uno de los servicios que más escasea luego de un fenómeno natural potencialmente peligroso generando problemas de salud así como proliferación de enfermedades por vectores y demás particulares [1].

En el Ecuador el Plan Nacional del Buen Vivir estipula en el objetivo 3 el acceso al agua potable como un derecho a una vida digna que asegure la salud a la población y estas obras deben tener un funcionamiento ideal y continuo lo que en el caso de sufrir daños por fenómenos naturales dejarían de funcionar afectando a una gran cantidad de población [3].

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 GENERAL**

Analizar y Evaluar la Vulnerabilidad Estructural de la Planta de Potabilización de Agua del Casigana ante Fenómenos por Asentamiento y Sísmico.

### **1.3.2 ESPECÍFICOS**

-Determinar factores de amenaza probables a los cuales está expuesto la infraestructura sanitaria de acuerdo a su sitio.

-Evaluar la vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria de acuerdo a la amenaza encontrada.

-Calcular el riesgo probable y determinar listas de chequeo para su mitigación.

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS

**Tema:** Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Inundaciones y Sismos de las Edificaciones en Centros Urbanos.

En la ciudad de Calca distrito de Calca ubicada en el Cusco república del Perú ; Olga Lozano Cortijo la cual analizó la metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos de las edificaciones en centros urbanos , tuvo como objetivo primordial homogenizar los espacios con condiciones de riesgo para lo cual sistematizó en el interior de cada uno de ellos , basándose en criterios específicos se orientó en mitigar la ocurrencia por efectos de inundaciones y sismos, fomentándose la criticidad de los servicios de emergencia así como los planes de evacuación y rutas de escape, teniendo como conclusión que la valoración de la vulnerabilidad anti sísmica se lo realizó de acuerdo a criterios de exposición, es decir se fundamentó en las particularidades del terreno para determinar la respuesta probable más evidente; así como también se obtuvo que la vulnerabilidad de edificaciones anti sismos es muy dispersa en el centro urbano limitando los planes de atención con énfasis en zonas con valoración crítica [4].

**Tema:** Fortalecimiento de las Capacidades Locales para la Reducción de Riesgo y la Preparación para Desastres de la Costa Ecuatoriana.

En la provincia de Loja ciudad de Loja ubicada en la República del Ecuador; el proyecto DIPECHO CISP en el cual se analizó el “Fortalecimiento de las capacidades locales para la reducción de riesgo y la preparación para desastres de la costa ecuatoriana”. Tuvo como objetivo primordial el análisis de la comunicación social en la Gestión de Riesgos que se fundamenta en las estrategias de comunicación social en diferentes instancias de tiempos entre el comunicador, periodista y el pueblo lo que ha permitido mediante la comunicación el fortalecimiento resiliente para cualquier emergencia o desastre que afecte a la sociedad, como conclusión se estableció los criterios de atención comunitaria basados en el aumento progresivo

de la resiliencia tomando este parámetro como unos de los ejes primordiales de desarrollo en respuesta a los lineamientos establecidos por la comunidad andina [5].

**Tema:** Asistencia Humanitaria para las Familias afectadas por las Inundaciones en la Provincia de los Ríos.

En la provincia de Los Ríos ciudad de Babahoyo ubicada en la República del Ecuador; el proyecto ECHO en el cual se analizó sobre la “Asistencia Humanitaria para las familias afectadas por las inundaciones en la Provincia de los Ríos”. Tuvo como objetivo primordial el análisis de emergencias y la ayuda humanitaria después de un desastre que se fundamenta en un plan de acción familiar basado para emergencias en el hogar y sus alrededores teniendo como prioridad las evacuaciones y puntos de encuentro para tomar medidas para el bienestar del pueblo, como conclusión en base a las inundaciones de sector urbano perteneciente a la Provincia de los Ríos, presenta inconvenientes y gastos menores con respecto a los daños sufridos en la zona rural como también se estableció el programa de recuperación y apoyo para el restablecimiento de la productividad en zonas netamente incomunicadas destinándose créditos productivos con intereses muy bajos y apoyo técnico en temas agrícolas, ganaderos y forestales [6].

**Tema:** Guía para Facilitadores.

En Quito – Ecuador se realiza la Guía para facilitadores la cual fue publicada por CATHOLIC RELIEF SERVICES por medio del coordinador General Edgardo Bartomioli y su coordinador Técnico Carlos Proaño ; tiene como objetivo general el desarrollo en el proceso de educación comunitaria basado en una intervención sobre la gestión de Riesgos y Desastres enfocando como resultado los planes de contingencia todo esto como una guía de mitigación ante cualquier desastre natural o antropogénico , en el documento presenta estándares establecidos y validados con particularidades verificables que facilitan la interpretación de resultados obtenidos en estimaciones de Riesgo, Vulnerabilidad y Amenaza [7].

**Tema:** Guía Comunitaria de Gestión de Riesgos.

En la ciudad de Quito – Ecuador se realiza una Guía Comunitaria de Gestión de Riesgos por medio del Ministerio coordinador de Seguridad interna y externa y la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos la cual habla como objetivo general todo el marco constitucional sobre la Gestión de Riesgo y la Identificación de las necesidades sobre los recursos humanos encontrados y su elaboración de mapas de riesgos y recursos enfocando la Guía como Plan de Que hacer antes, Durante y Después, este documento presenta criterios técnicos de fácil interpretación basados en parámetros dados por la oficina americana para la asistencia de reducción de desastres(USAID-OFDA), como parte de indicadores para la evaluación de daños y análisis de necesidades [8].

## 2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En el Ecuador luego de la aprobación de su Constitución en el 2008, que incorpora y recoge el TÍTULO VII RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR.

**Capítulo Primero Inclusión y equidad Sección novena Gestión del Riesgo, indica los siguientes artículos.**

**Art. 389.-** El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley [9].

Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.

7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

**Art. 390.-** Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad [9].

Para el Gobierno el enfoque de la Gestión de Riesgos debe tener las siguientes características:

- Los Desastres no son Naturales.
- La Gestión de Riesgos debe ser parte del desarrollo.
- Prioridad en el Análisis y Reducción de las Vulnerabilidades.
- Pretende Generar Capacidades en todos los Niveles.

### **Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD)**

Artículo 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza.

La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia [10].

Para tal efecto, los cuerpos de bomberos del país serán considerados como entidades adscritas a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, quienes funcionarán con autonomía



administrativa y financiera, presupuestaria y operativa, observando la ley especial y normativas vigentes a las que estarán sujetos.

### **Ley de Seguridad Pública y del Estado (LSPyE)**

En el capítulo 3 indica los siguientes artículos:

#### **Artículo 11**

Los órganos ejecutores del Sistema de Seguridad Pública y del Estado estarán a cargo de las acciones de defensa, orden público, prevención y gestión de riesgos conforme lo siguiente:

**Literal “d”, de la Gestión de Riesgos:** la prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría de Gestión de Riesgos[11].

#### **Artículo 19**

**Conformación.** -El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesta por las unidades de gestión riesgo de todas las instituciones públicas y privadas[12].

Implica la necesidad de que la SGR articule sus acciones interinstitucional, interministerial o intersectorialmente desde lo público y privado.

#### **Artículo 20**

**Organización.-** La Secretaría de Gestión de Riesgos, como órgano rector, organizará el Sistema Descentralizado de Gestión de Riesgos, a través de las herramientas reglamentarias o instructivas que se requieran[13].

## **El Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPLAFIP)**

### **Artículo 64**

Preeminencia de la producción nacional e incorporación de enfoques ambientales y de Gestión de Riesgo.- En el diseño e implementación de los Programas y Proyectos de Inversión Pública, se promoverá acciones de mitigación, adaptación al cambio climático y a la gestión de vulnerabilidades y riesgos antrópicos y naturales[14].

Importancia de que la Gestión de Riesgos, incorpore en el diseño, ejecución de Procesos de Planes, Programas y Proyectos de Inversión Pública.

## **Ley Orgánica del Sistema Nacional de Compras Públicas**

### **Artículo 6: Numeral 31**

**Emergencia:** “Situación de emergencia a aquellas generadas por acontecimientos graves (accidentes, terremotos, inundaciones, grave conmoción interna, inminente agresión externa, guerra internacional, catástrofes naturales, y otras que provengan de fuerza mayor o caso fortuito, a nivel nacional, sectorial o institucional. Una situación de emergencia es concreta, inmediata, imprevista, probada y objetiva”[15].

## **Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV)**

### **Objetivo 3 Mejorar la Calidad de Vida de la Población.**

Mejorar la calidad de vida de la población es un reto amplio que demanda la consolidación de los logros alcanzados en los últimos seis años y medio, mediante el fortalecimiento de políticas intersectoriales y la consolidación del Sistema Nacional de Inclusión y Equidad Social[3].

### **Objetivo 4 Fortalecer las Capacidades y Potencialidades de la Ciudadanía.**

Para el período 2013-2017 proponemos el establecimiento de una formación integral a fin de alcanzar la sociedad socialista del conocimiento. Ello nos permitirá dar el salto de una economía de recursos finitos (materiales) a la economía del recurso infinito: el conocimiento. Es preciso centrar los esfuerzos para garantizar a todos el derecho a la educación, bajo condiciones de calidad y equidad, teniendo como centro al ser humano y el territorio. Fortaleceremos el rol del conocimiento, promoviendo la investigación científica y tecnológica responsable con la sociedad y con la naturaleza[16].

## **2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **GESTIÓN DE RIESGO**

- Es el proceso planificado, concertado, participativo e integral de reducción de las condiciones de riesgo de desastres de una comunidad, una región o un país[17].
- El conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción[18].
- Cálculo de los potenciales daños o pérdidas que se podían producir en el ecosistema, como una gran consecuencia de eventos naturales o de la acción humana[8].

### **MITIGACIÓN**

- Mitigación es el esfuerzo por reducir la pérdida de vida y propiedad reduciendo el impacto de los desastres[17].
- Acciones tomadas para los daños o pérdidas probables ante la presencia de un evento perturbador y disminuir su impacto[18].
- Medidas o acciones de intervención implementadas para reducir el riesgo existente y disminuir los daños y el impacto potencial[8].

### **AMENAZA**

- Factor de origen natural o humano, al que está expuesto un sistema, que puede poner en peligro la vida, los bienes o incluso el funcionamiento del propio sistema [8].
- Es la probabilidad de que se produzca un evento que representa un peligro para las comunidades situadas donde el evento pueda ocurrir [5].

- Peligro latente que representa la posible manifestación dentro de un período de tiempo y en un territorio particular de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antropogénico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente [19].

## **VULNERABILIDAD**

- Factor interno de un sistema expuesto a una amenaza, cuando es sensible a ella y tiene baja capacidad de adaptación o recuperación[8].
- Es la exposición a un evento y la incapacidad para absorber sin traumatismos los efectos del mismo[5].
- Es el grado relativo de sensibilidad del sistema en evaluación respecto a un riesgo determinado[20].

## **DESASTRE**

- Es la ruptura seria del funcionamiento de una comunidad que involucra amplios impactos y pérdidas y que requiere de apoyo externo para su manejo[8].
- Situación o proceso social que se desencadena como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una población, causa alteraciones intensas, graves y extendidas en las condiciones normales de funcionamiento de la comunidad[19].
- Una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficiente para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando algún apoyo externo[21].

## **EMERGENCIA**

- Declaración hecha por la autoridad competente cuando la alteración es producida por un evento adverso[8].
- Estado caracterizado por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una comunidad, causada por un evento o por la inminencia del mismo, que requiere de una reacción inmediata y que exige la atención o preocupación de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general[19].
- Estado de daños sobre la vida, el patrimonio y el medio ambiente ocasionados por la ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico que altera el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada[21].

## **PREVENCIÓN**

- Conjunto de medidas y acciones para evitar o impedir que se presenten riesgos[8].
- Medidas y acciones dispuestas con anticipación con el fin de evitar o impedir que se presente un fenómeno peligroso o para evitar o reducir su incidencia sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente[19].
- Conjunto de actividades y medidas diseñadas para proporcionar protección permanente contra los efectos de un desastre[21].

## **PREPARACIÓN**

- Medidas y acciones implementadas para reducir la pérdida de vidas humanas u otros daños entendiendo que su objetivo es organizar, capacitar y facilitar los operativos para el aviso y salvamento de la población y sus bienes[8].

- Medidas cuyo objetivo es organizar y facilitar los operativos para el efectivo y oportuno aviso, salvamento y rehabilitación de la población en caso de desastre. La preparación se lleva a cabo mediante la organización y planificación de las acciones de alerta, evacuación, búsqueda, rescate, socorro y asistencia que deben realizarse en caso de emergencia[19].
- La preparación se refiere a la capacitación de la población para las emergencias, realizando ejercicios de evacuación, y el establecimiento de sistemas de alerta para una respuesta adecuada (rápida y oportuna) durante una emergencia[21].

## **PELIGRO**

- Característica física o moral que aumenta la probabilidad de pérdidas[18].
- Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino para un periodo específico y una localidad o zona conocidas[21].
- Evento físico potencialmente perjudicial, fenómeno o actividad humana que puede causar pérdida de vidas o lesiones, daños materiales, grave perturbación de la vida social y económica o degradación ambiental[22].

## **ALERTA**

- Estado que declara la autoridad antes de un evento adverso, para que los organismos de respuesta activen los procedimientos de emergencia y la población tome las precauciones del caso[8].
- Estado que se declara, con anterioridad a la manifestación de un fenómeno peligroso, con el fin de que los organismos operativos de emergencia activen procedimientos de acción preestablecidos y para que la población tome precauciones específicas debido a la inminente ocurrencia del evento previsible [19].

- Es la provisión de información oportuna y eficaz a través de instituciones identificadas, que permiten a individuos expuestos a una amenaza, la toma de acciones para evitar o reducir su riesgo y su preparación para una respuesta efectiva[23].

## **RESPUESTA**

- Comprende las acciones de atención llevadas a cabo durante una emergencia o desastre, que tienen por objeto salvar vidas, reducir el sufrimiento humano y disminuir las pérdidas de bienes y servicios[8].
- Etapa de la atención que corresponde a la ejecución de las acciones previstas en la etapa de preparación y que, en algunos casos, ya han sido antecedidas por actividades de alistamiento y movilización, motivadas por la declaración de diferentes estados de alerta. Corresponde a la reacción inmediata para la atención oportuna de la población[19].
- Reacción ante un incidente o emergencia para evaluar los daños o los impactos sufridos por el sitio y sus componentes, y medidas adoptadas para evitar que las personas y el bien sufran otros daños[24].

## **RECUPERACIÓN**

- Proceso de restablecimiento de condiciones adecuadas y sostenibles de vida mediante la rehabilitación, reparación o reconstrucción del área afectada, los bienes y servicios interrumpidos o deteriorados y la reactivación o impulso del desarrollo económico y social de la comunidad[19].
- Proceso que tiene como fin el retorno a la normalidad de la institución, que puede también comprender la reparación y la restauración del edificio o el sitio[24].
- Consiste en el conjunto de decisiones y acciones tomadas luego de un desastre con el objeto de restaurar las condiciones de vida de la comunidad afectada, mientras se



promueven y facilitan a su vez los cambios necesarios para la reducción de desastres[22].

## **RECONSTRUCCIÓN**

- Es el proceso de restablecimiento de las condiciones físicas, sociales y económicas, para alcanzar un nivel de desarrollo igual o superior al existente antes del desastre[8].
- Recuperación del estado pre-desastre, tomando en cuenta las medidas de prevención necesarias y adoptadas de las lecciones dejadas por el desastre[21].
- Consiste en la recuperación del estado pre-desastre, tomando en cuenta las medidas de prevención y mitigación necesarias y de acuerdo con las lecciones dejadas por el desastre. Se trata de reconstruir de manera integral la comunidad afectada de tal modo que lo ocurrido no vuelva a suceder o, por lo menos, que sus proporciones sean menores[22].

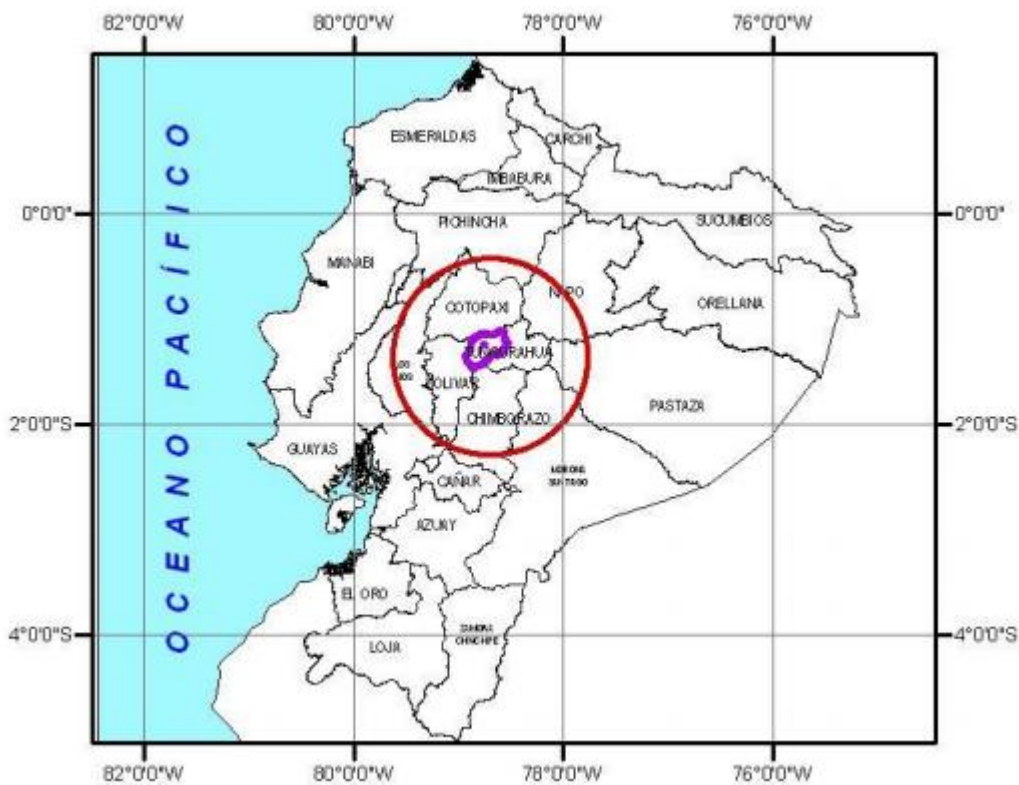
## CAPÍTULO 3

### DISEÑO DEL PROYECTO

#### 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

Según la División Político Administrativa de la República del Ecuador, el Cantón Ambato, forma parte de los 9 cantones de la Provincia de Tungurahua, siendo su cabecera cantonal la Ciudad de Ambato[25].

GRÁFICO 1 Mapa de ubicación del Cantón Ambato en el Ecuador



Fuente: Google maps

##### 3.1.1 LÍMITES

**Norte:** Provincia de Cotopaxi.

**Sur:** Provincia de Chimborazo.

**Este:** El río Cutuchi y el río Pachanlica en el límite del Cantón Santiago de Píllaro, Cantón Patate, Cantón San Pedro de Pelileo, Cantón Cevallos, Cantón Tisaleo y el Cantón Mocha, todos de la Provincia de Tungurahua.

**Oeste:** Provincia de Bolívar [25].

### **3.1.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**

Los puntos del área de estudio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana la cual se encuentran en las Coordenadas Geográficas siguientes:

Norte: 1°16'31.61Norte; 78°38'33.41"Este

Sur: 1°16'36.81"Norte; 78°38'33.63"Este

Este: 1°16'34.17"Norte; 78°38'34.33"Este

Oeste: 1°16'33.48"Norte; 78°38'32.26"Este

### **3.2 RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS**

El Ecuador en esencial el Cantón Ambato debido a su posición geográfica y a las diferentes elevaciones impuestas por la cordillera de los Andes, en el cual existe una gran variedad climática, incluso estas son evidentes en zonas cortas, el país está ubicado dentro del cinturón de bajas presiones atmosféricas donde se sitúa la zona de convergencia intertropical (ZCIT). Los procesos meteorológicos extremos que inciden en la generación de riesgos hidrometeorológicos, son los únicos factibles de pronosticarse con un alto grado de acierto, conformando una alerta temprana basada en pronósticos meteorológicos, sobre la base del cual se pueden efectuar análisis de riesgos[26].

Las variaciones climáticas del Cantón Ambato, son el resultado de un conjunto de factores, que incluyen su posición geográfica en el Ecuador, las condiciones atmosféricas coadyuvantes, las características altitudinales, orográficas, su disposición general hacia la vertiente amazónica. La Posición Geográfica se relaciona con climas tórridos a templados, los cuales son modificados por las características altitudinales del área, que en este punto de la corteza terrestre corresponde a uno de los más altos de la Tierra debido al radio desde su centro[26].

El clima del área, varía según las altitudes, de 2.225 a 5.000 msnm, con temperaturas de 16 °C y el límite más alto situado en el límite inferior de las nieves perpetuas de las vertientes norte del nevado Chimborazo, con temperaturas inferiores a 0 °C[26].

En la Provincia de Tungurahua, la Cordillera Oriental es baja y las nubes cargadas de agua provenientes de la Amazonía originan buena parte de las lluvias que se precipitan en el sector oriental de esta provincia, pero, apenas alcanzan al área del cantón Ambato. Dichas precipitaciones, al mezclarse con las condiciones más frías y menos húmedas, las atenúan, formando una verdadera ensenada climática, con singulares características, respecto a las demás hoyas interandinas, con condiciones de cuatro estaciones, especialmente en invierno, con incremento de las horas frío[26].

Su altura y características orográficas influyen en los elementos climáticos, así a medida que aumenta la altitud, baja la presión atmosférica, se incrementa la radiación solar y se reduce la temperatura del aire, cambia la trayectoria de los vientos y se provocan precipitaciones que pueden ser muy gélidas[26].

Las características y distribución de las variaciones del clima, se basa en unos registros meteorológicos de la red de estaciones meteorológicas ubicadas en el interior del cantón Ambato. Tabla 1 y de las estaciones periféricas al área, Tabla 2, que definen la tendencia de trayectoria de las isolíneas hasta los límites del área[26].

**TABLA 1 Estaciones meteorológicas al interior del Cantón Ambato**

Código	Estación	Coordenadas UTM		Clasificación	Altura
		X84	Y84		
M028	Ambato - La Granja	766.093	9.860.119	CP	2.680
M377	Tisaleo	752.519	9.856.040	PV	3.250

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

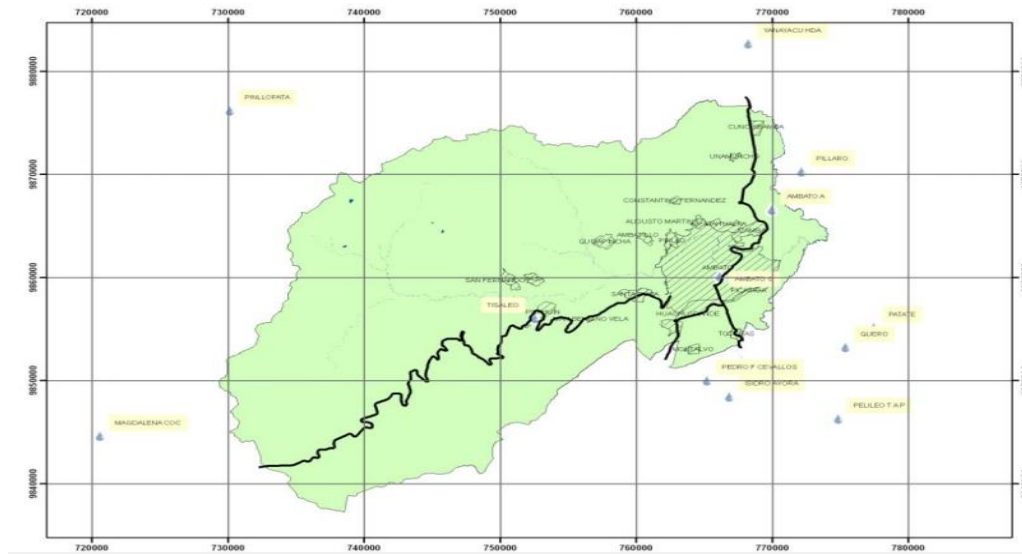
**TABLA 2 Estaciones meteorológicas periféricas al Cantón Ambato**

Código	Estación	Coordenadas UTM		Clasificación	Altura
		X84	Y84		
M126	Patate	777.418	9.855.135	CO	2.270
M127	Pillaro	772.103	9.870.255	CO	2.770
M128	Pedro F. Cevallos	765.155	9.850.010	CO	2.910
M367	Pillopata	730.101	9.876.189	PV	2.360
M381	Pelileo TAP	774.835	9.846.298	PV	2.525
M382	Quero	775.345	9.853.226	PV	2.870
M386	Magdalena DOC	720.545	9.844.606	PV	2.200
M580	Hda, Yanayacu	768.215	9.882.673	PV	3.100

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

En el área del Cantón Ambato, existen 2 estaciones meteorológicas, de las cuales, la estación Ambato - La Granja es una estación climatológica principal y la estación Tisaleo es Pluviométrica. Las estaciones periféricas al área de estudio seleccionadas corresponden a 3 estaciones climatológicas ordinarias y 5 estaciones pluviométricas. Los cálculos y análisis de los registros meteorológicos de cada estación, se lograron para los períodos más largos, comprendidos del año 1905 al año 2000, de los cuales, para el análisis de los elementos climáticos, se presentan los resúmenes mensuales y anuales[26].

**GRÁFICO 2** Localización de Estaciones meteorológicas para el Análisis climatológico



**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

**TABLA 3** Promedios de las precipitaciones mensuales y anuales en milímetros según los períodos de observación y registros históricos

Estaciones	Código	Meses												Total
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Ambato - La Granja	M028	35,8	40,1	50,7	63,1	51,3	35,1	23,3	24,1	31,3	48,5	47,8	35,3	<b>486</b>
Tisaleo	M377	40,3	53,6	65,1	79,9	76,4	69,5	60,7	46,7	54,4	56,1	50,1	41,4	<b>694</b>
Patate	M126	26,1	30,7	39,4	47,8	55,5	63,4	43,8	35,2	33,6	35,1	26,9	25,8	<b>452</b>
Pillaro	M127	48,7	63,2	69,0	79,5	63,3	63,5	45,4	39,4	48,2	64,8	58,8	45,2	<b>686</b>
Pedro F. Cevallos	M128	26,4	37,8	42,6	55,3	63,4	49,0	44,4	35,2	40,1	36,1	35,8	26,5	<b>493</b>
Pelileo TAP	M381	19,9	40,0	46,2	63,7	58,1	58,7	48,1	34,1	48,9	30,5	24,5	26,5	<b>499</b>
Quero	M382	26,1	50,2	57,4	98,8	93,7	54,1	47,5	31,7	47,0	39,7	32,3	29,2	<b>608</b>

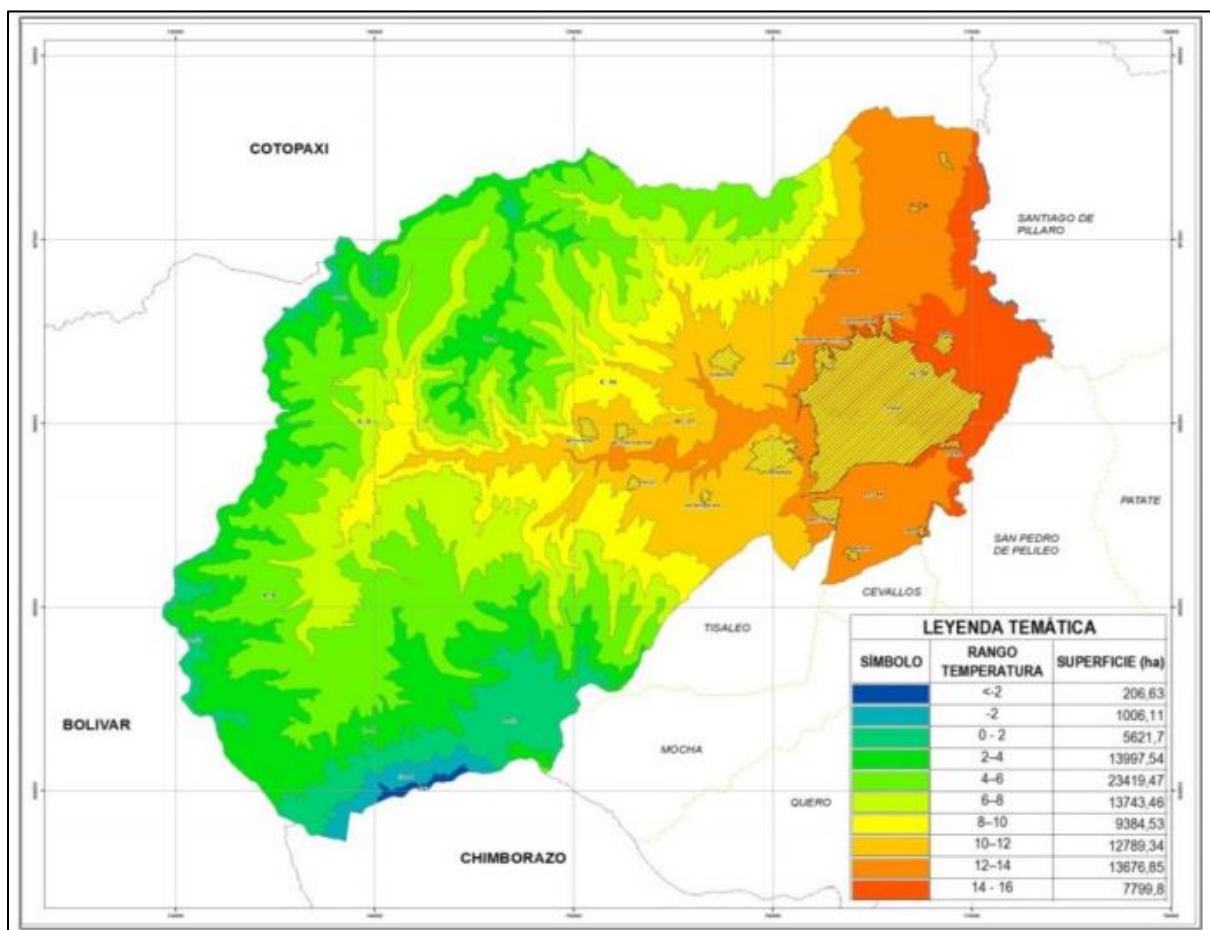
**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

En la Estación Ambato - La Granja, para una precipitación total de alrededor de 486 mm anuales, los valores más altos se presentan en los meses de abril y mayo, en tanto que, los más secos son los de julio y agosto. Al sur de la ciudad de Ambato, la estación de Tisaleo presenta una precipitación media anual de 694 mm, los meses más lluviosos son los de mayo a abril, pero, los más secos son de 44 mm en Agosto y Septiembre, las precipitaciones registradas en las estaciones meteorológicas constituyen a valores puntuales[26].

### 3.3 TEMPERATURA

La temperatura influye en el cantón con una fluctuación que va desde los 13.3 grados centígrados (°C) hasta temperaturas mayores a los 14.7°C; la variación que se presenta en este parámetro está dada por la irregularidad altitudinal del terreno y se expresa en el rango que va desde los 7 a 24°C, ubicándose el cantón entre los 2240 hasta los 6280 msnm[26].

**GRÁFICO 3** Ubicación espacial de los diferentes rangos de temperatura identificados en el Cantón Ambato



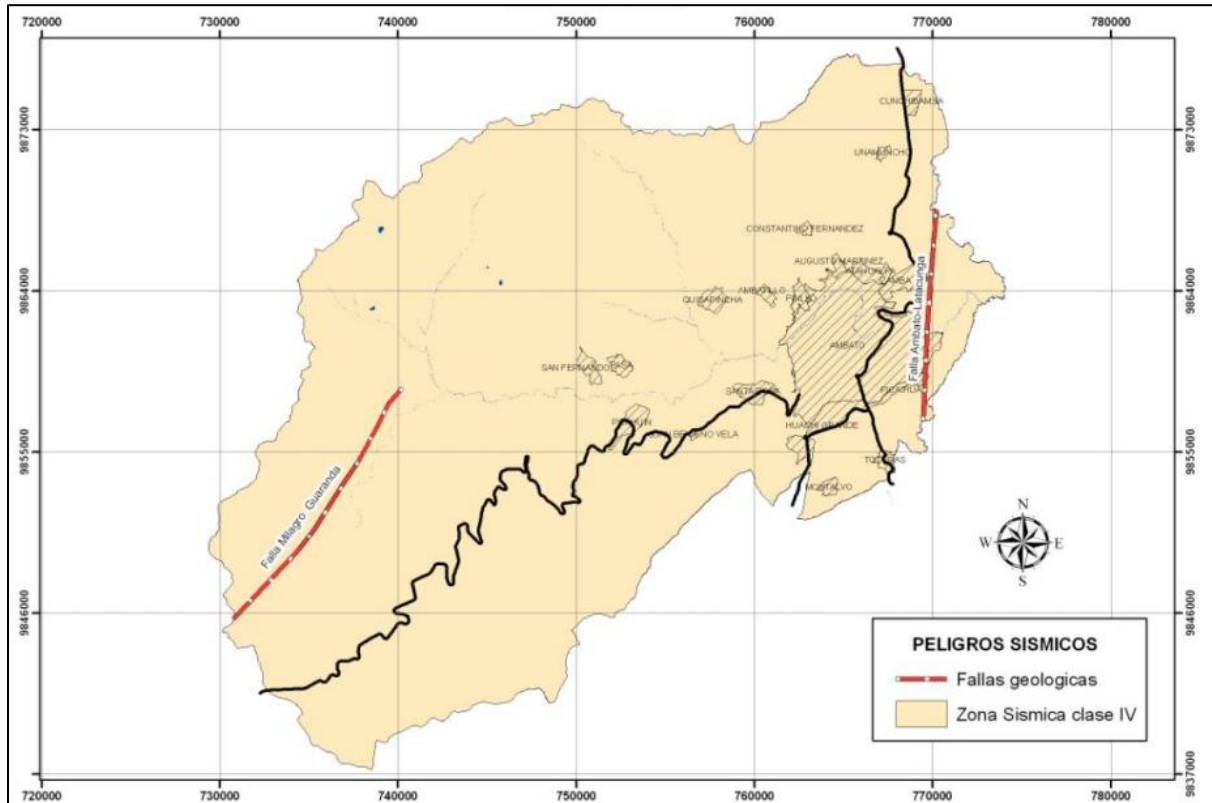
**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI, 2014.

### 3.4 MAGNITUD

La magnitud es una medida cuantitativa e instrumental del tamaño del evento, relacionada con la energía sísmica liberada durante el proceso de ruptura en la falla. La magnitud es una

constante única que se asigna a un sismo dado y es independiente del sitio de observación. Richter definió la magnitud de sismos locales como: El logaritmo en base 10 de la máxima amplitud de la onda sísmica, expresada en milésimas de milímetro (micrones), registrada en un sismómetro estándar a una distancia de 100 kilómetros del epicentro del evento[27].

**GRÁFICO 4 Ubicación de las fallas sísmicas del Cantón Ambato**



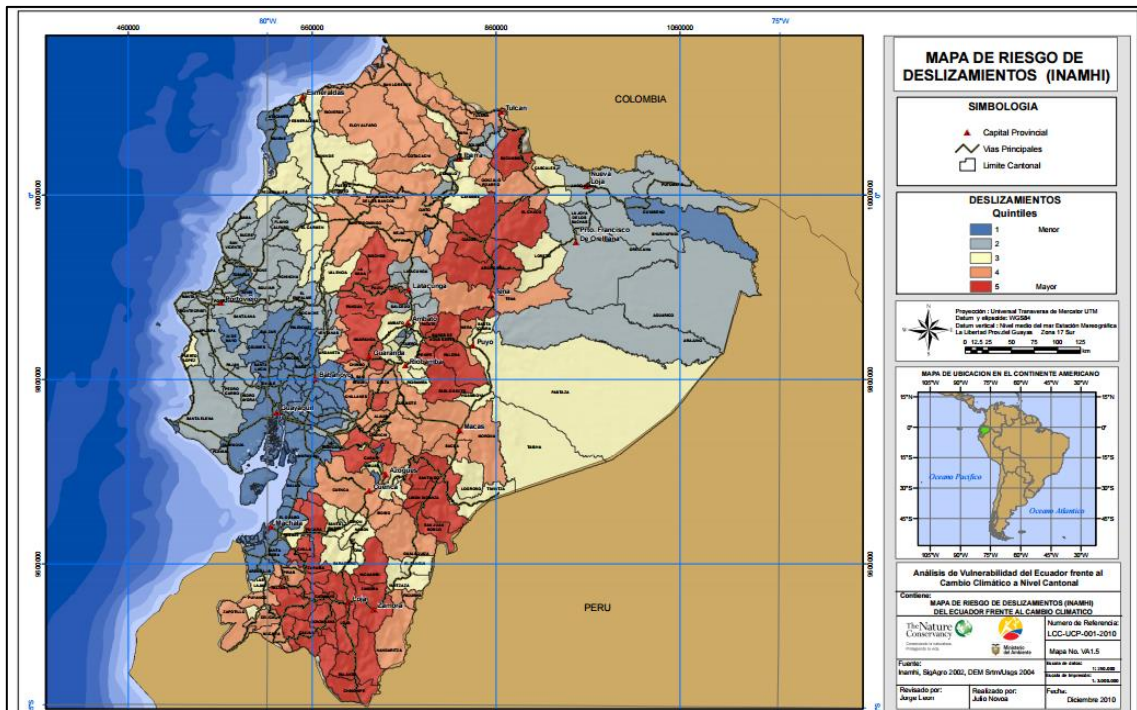
**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

### 3.5 AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Es la valoración de la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos de una gran cantidad de factores hidrometeorológicos, geológicos y otro que intervenga en la dinámica de estabilidad del suelo [28].

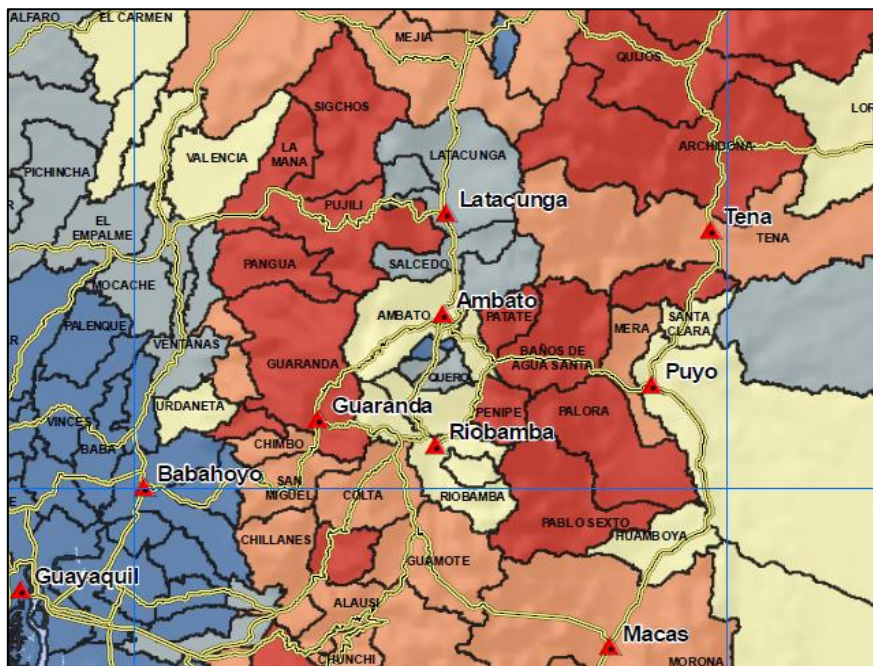


**GRÁFICO 5 Mapa de Riesgos de Deslizamientos de todo el Ecuador**



**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

**GRÁFICO 6 Mapa de Riesgos de Deslizamientos del Cantón Ambato**



**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

Observando en los estudios realizados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología se podrá concluir que en la Provincia de Tungurahua en especial el Cantón Ambato los deslizamientos son de manera media por lo que se da un valor Quintil de 3, lo cual significa las tres quintas partes del área total[29].

### 3.6 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE GENERAN VULNERABILIDADES FÍSICAS, A NIVEL CANTONAL, POR EXPOSICIÓN A AMENAZAS.

El análisis de toda estructura evidencia las formas de exposición de los elementos territorialmente expuestos a los diferentes tipos de amenazas presentes en el medio, de ninguna forma constituyen un análisis de escenarios de riesgo, sino que revelan aquellas vulnerabilidades por exposición, evaluados a partir de la siguiente información:

- Amenazas más comunes.
- Tipos de uso de suelo[30].

El entendimiento de los niveles de exposición a amenazas, conlleva un mayor análisis de aspectos puntuales relacionados con la población urbana, su densidad, espacios construidos y usos, siendo fundamental la consideración de:

**TABLA 4 Matriz de valor para cada factor o componente**

NIVEL DE VULNERABILIDAD	Valor
Valor de Vulnerabilidad Alta	3
Valor de Vulnerabilidad Media	2
Valor de Vulnerabilidad Baja	1
Sin Susceptibilidad	0

**Fuente:** Comité de Voluntario de Tungurahua, COVOT.

### 3.7 FACTORES FÍSICOS.

Tienen que ver con condiciones intrínsecas como: tipo de construcción y estado de la planta de tratamiento de agua potable del Casigana entre otros. A cada factor o componente se le asignará un valor de 0 a 3 teniendo una valoración como indica la tabla 4[30].

Esta etapa presenta las características del sistema estructural de las edificaciones que pueden presentar diferentes debilidades o falta de resistencia ante diferentes fenómenos externos. Para este análisis es fundamental determinar el estado de utilidad de la Planta así como el aporte a la vulnerabilidad generada por cada uno de los elementos estructurales que conforman la planta de Agua Potable del Casigana, para lograr el nivel de vulnerabilidad de la estructura ante amenazas analizadas[30].

El análisis de la vulnerabilidad física se realizará en base al promedio de los valores de cada componente o factor del sector, el que posteriormente se utilizará para la vulnerabilidad total ponderada. Se consideran los componentes entendiendo que para este análisis se realizaron los estudios de suelos pertinentes para así lograr medir y evaluar el grado de exposición ante fenómenos por deslizamiento y sísmico [30].

### **3.8 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE ACUERDO AL TIPO DE VULNERABILIDAD**

Los diferentes indicadores que se utilizará para ponderar el nivel de vulnerabilidad de las cuatro estructuras importantes que conforman la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana que pertenece a la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EMAPA), entendiendo que éstos son de carácter físico y dependen de las propiedades intrínsecas de la estructura para lo cual se tomó lo siguiente [30]:

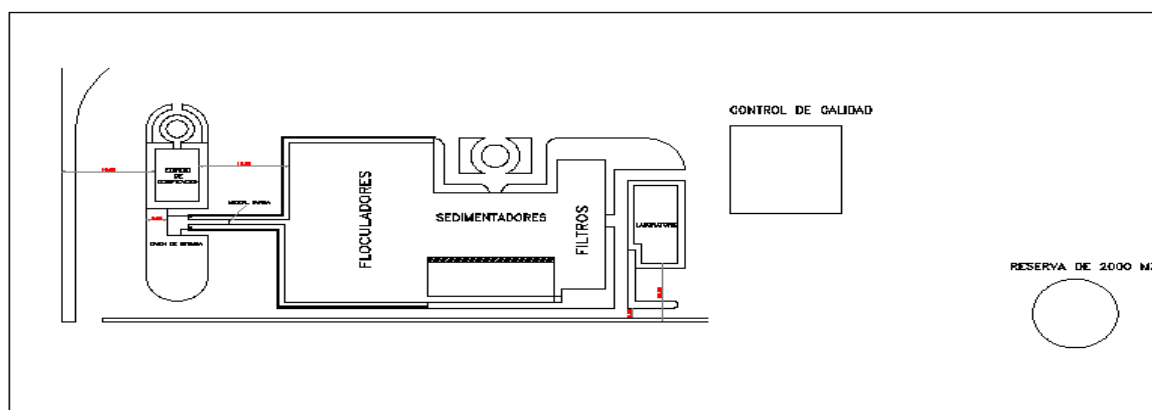
#### **3.8.1 Análisis del Floculador Hidráulico, Mecánico y Sedimentador**

##### **- SISTEMA ESTRUCTURAL**

En este caso el Floculador Hidráulico, Mecánico y Sedimentador el tipo de sistema Estructural que componen es de Hormigón Armado lo cual se valoró con un factor de 1, entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

## GRÁFICO 7 Implantación de Floculadores y Sedimentador

### PLANTA DE TRATAMIENTO "CASIGANA"

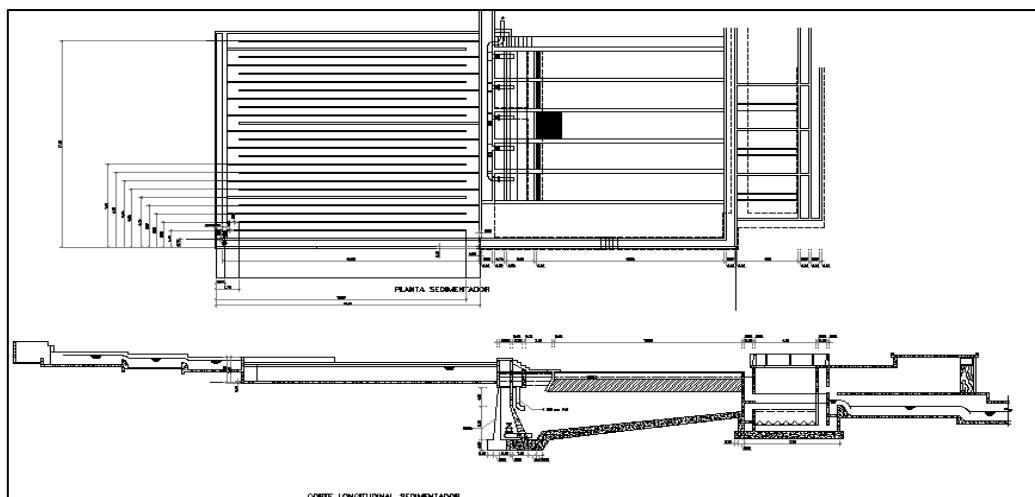


Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

### - TIPOS DE CUBIERTA

En este caso el sistema no consta con tipo de cubierta ya que es una estructura cuyo funcionamiento es oxigenar el agua por lo que se valoró con un factor de 0 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad ausente debido a que no existe cubierta.

## GRÁFICO 8 Detalle del tipo de cubierta del Sedimentador y Floculadores

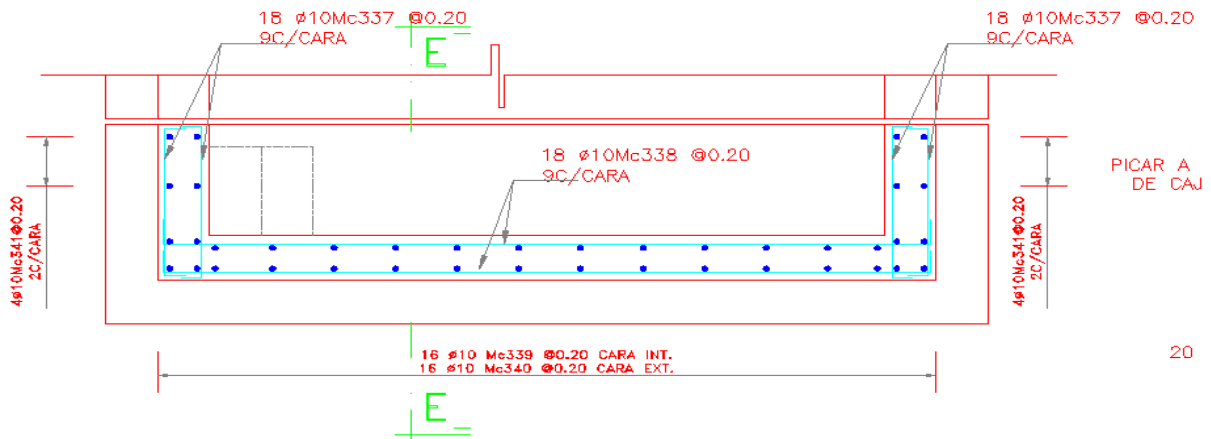


Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

- **TIPOS DE MATERIAL EN PAREDES**

En este caso los tipos de materiales en paredes están diseñadas y construidas de Hormigón Armado lo cual se valoró con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 9** Detalle del tipo de material que conforma el muros de Hormigón Armado.

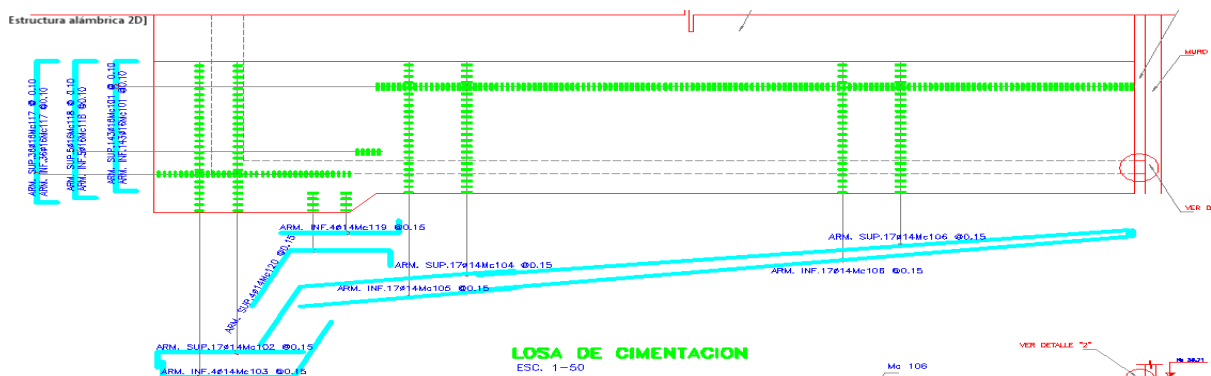


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

- **SISTEMAS DE ENTREPISOS**

En este caso los tipos de sistemas de entrepisos están diseñado y construido de Hormigón Armado, lo cual se valoró con un factor de 1, entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 10** Detalle del sistema de entrepisos del diseño estructural

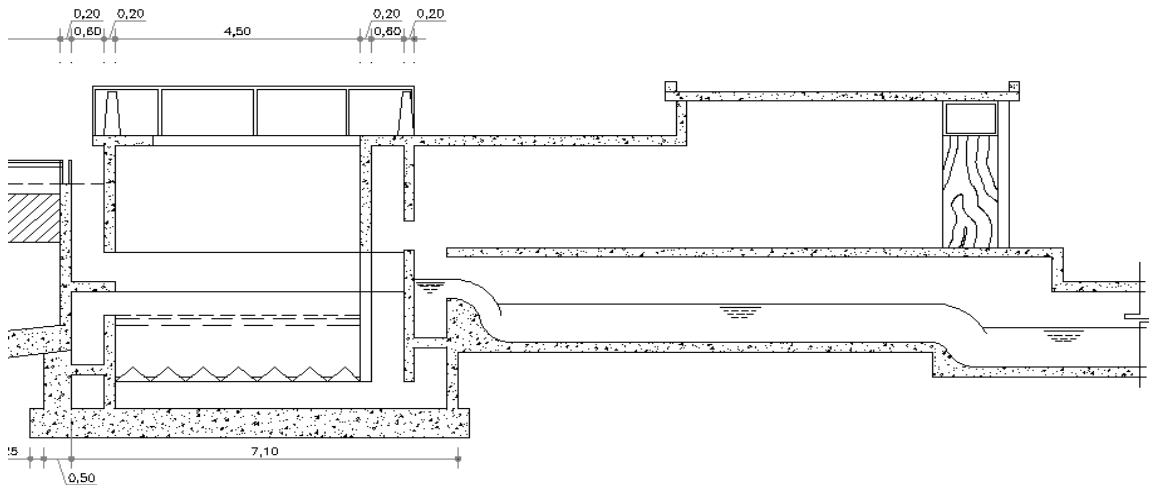


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - NÚMERO DE PISOS

En este caso para este tipo de sistemas estructurales se considera como de un solo nivel por lo tanto se valoró con un factor de 1 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja, debido a que la estructura no es aporticada en si es una estructura de índole Hidráulico.

**GRÁFICO 11** Detalle de la estructura de un solo piso



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - AÑO DE CONSTRUCCIÓN

En este caso de acuerdo a datos proporcionados por el Ing. Byron Montero, el año que se realizó la construcción es en 1980 entendiéndose que la planta de tratamiento del Casigana no se lo ejecutó en su totalidad así hasta el año de 1990 y 2006 hubieron ampliaciones y adecuaciones en sus sistemas estructurales para mejorar su servicio para este caso se valoró con un factor de 2 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Media.

## - ESTADO DE CONSERVACIÓN

El estado de conservación o de mantenimiento se calculará dependiendo de la utilidad por solicitaciones de carga de la estructura a ser analizada [31].

$$R_{efectiva} = R_{real} * \phi_c * \phi_e * \beta$$

Donde:

*R efectiva*: Representa la resistencia efectiva del elemento

*R real*: Representa la resistencia real del elemento

$\phi_c$ : Calidad de diseño y construcción de toda la estructura

$\phi_e$ : Estado de conservación y mantenimiento global.

$\beta$ : El factor de reducción por deterioros o degradación del elemento estructural.

Para lo cual se calculó el estado de conservación del Floculador Hidráulico, Mecánico y Sedimentador como un conjunto.

*R efectiva* : 210 kg/cm<sup>2</sup>, porque es la resistencia Estructural de diseño especificada en los planos estructurales proporcionados por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato.

*R real*: 240 kg/cm<sup>2</sup>, este valor representa la resistencia estructural real del elemento en la actualidad ya que estos datos fueron tomados por medio de ensayos Esclerométricos (ver anexo A 1).

$\phi_c$ : 1, este valor representa un factor de calidad por diseño y construcción entendiendo que siempre se realiza los procesos constructivos basándose en normas técnicas tanto en el diseño como en la construcción.

$\beta$ : 0.9, este valor representa el grado de deterioro del Sedimentador y Floculadores; en este caso el valor tomado sería porque está en buen funcionamiento sin afectaciones en todos sus procesos[31].

**TABLA 5 Factores de deterioro para cada componente**

Grado	$\beta$
Bueno	0.9
Regular	0.7
Malo	0.5

**Fuente:** Metodología para el Estudio de la Vulnerabilidad Estructural, 2005.

Cálculo del estado de conservación y mantenimiento global.

$$\phi_e = \frac{R_{efectiva}}{R_{real} * \phi_c * \beta}$$

$$\phi_e = \frac{210 \text{ Kg/cm}^2}{240 \text{ Kg/cm}^2 * 1 * 0.9}$$

$$\phi_e = 0.97 \cong 1.00$$

Por lo tanto se valoró con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

## - CARACTERÍSTICAS DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN

El tipo de Suelo donde se sustenta el Sedimentador y floculadores es determinado mediante un análisis de una calicata lo cual da que es una Arena Limosa (SM) de acuerdo a la norma ASTM-D2487 que es un suelo tipo D (Ver Anexo A-6, Anexo A-7); por lo tanto este suelo es valorado con un factor de 1 lo que dice que es firme y seco; entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

## - TOPOGRAFÍA DEL SITIO

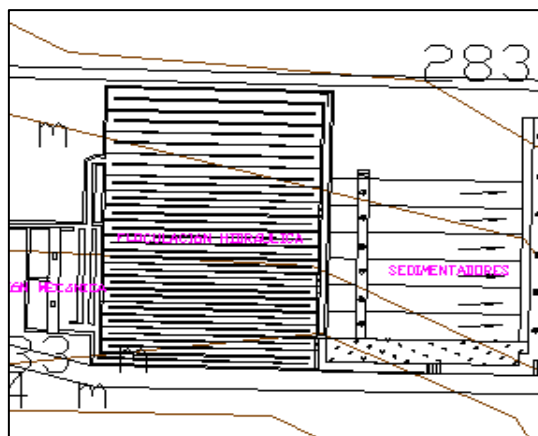
El sedimentador y floculadores están ubicados en la parte central del área de estudio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana que tienen como medidas los siguientes (Ver anexo C):

**TABLA 6 Detalle de las áreas existentes del Floculador Mecánico, Hidráulico y Sedimentador.**

	Longitud x(m)	Longitud y(m)	Área(m <sup>2</sup> )
Sedimentador	17.15	15.95	273.54
Floculador Mecánico	6.68	10.60	70.81
Floculador Hidráulico	20.5	28.00	574

Elaborado por: Jamil García.

**GRÁFICO 12 Detalle de Ubicación del Sedimentador y Floculadores**



Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.



**TABLA 7** Tabla de datos de altitud del área de estudio

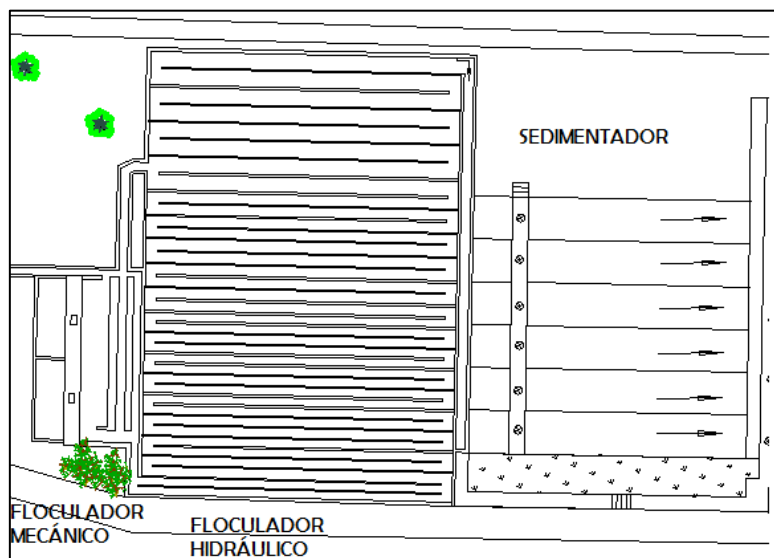
P	DISTANCIA X(m)	ELEVACIÓN Y(m)
P1	0.000	2838.000
P2	20.000	2838.000
P3	40.000	2838.000
P4	60.000	2838.000
P5	80.000	2838.000
P6	100.000	2838.000
P7	120.000	2857.000
P8	140.000	2857.000

**Fuente:** Sistema de Posicionamiento Global, GPS.

Entendiendo que los datos son de elevación por lo cual se determinó que el área de estudio es de forma escarpada por lo tanto se valora con un factor de 3 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Alta.

#### - FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN PLANTA

**GRÁFICO 13** Detalle en planta del Sedimentador y Floculadores

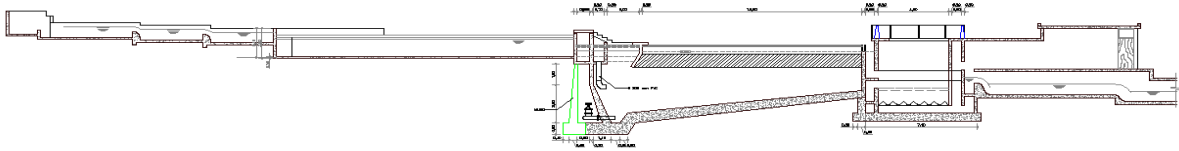


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

El tipo de construcción del sedimentador y floculadores es de forma regular por lo tanto se valoró con un factor de 1 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

## - FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN ELEVACIÓN

**GRÁFICO 14** Detalle de la forma en Elevación del Sedimentador y Flocculadores



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

El tipo de construcción del sedimentador y flocculadores es de forma irregular por lo tanto se valoró con un factor de 2 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Media.

## - SOBRE-ESFUERZO

Para este Índice de Sobre- Esfuerzo se analiza principalmente en una estructura en funcionamiento el esfuerzo actuante y el esfuerzo resistente a este tipo de correlación se denominó sobre esfuerzo, lo que busca establecer la proporción entre la demanda y la capacidad de la estructura analizada [31].

$$I_s = \frac{P \text{ actuante}}{P \text{ resistente}}$$

Donde:

*I<sub>s</sub>*: Índice de Sobre-esfuerzo.

*P actuante*: Hace referencia a las cargas actuantes en el elemento.

*P resistente*: Hace referencia a las cargas resistentes en el elemento.

$$V = A * h$$

Donde:

*V*: Volumen aportante

*A*: Área aportante

*h*: Altura del Sedimentador y Flocculador.

$$V = A * h$$

$$V = 85 \text{ m}^2 * 2.25 \text{ m}$$

$$V = 191.25 \text{ m}^3$$

$$\text{Carga actuante} = V * \gamma$$

$$\text{Carga actuante} = 191.25 \text{ m}^3 * 1 \text{ ton /m}^3$$

$$\text{Carga actuante} = 191.25 \text{ Ton}$$

$$\text{Carga resistente} = 210 \text{ Ton}$$

$$Is1 = \frac{191.25 \text{ ton}}{210 \text{ ton}}$$

$$Is1 = 0.915$$

$$Is2 = \frac{M \text{ actuante}}{M \text{ resistente}}$$

Donde:

*M actuante*: Hace referencia a los momentos actuantes en el elemento.

*M resistente*: Hace referencia a los momentos resistentes en el elemento.

$$V = A * h$$

$$V = 85 \text{ m}^2 * 2.25 \text{ m}$$

$$V = 191.25 \text{ m}^3$$

$$\text{Momento actuante} = \text{Carga actuante} * 1/3h$$

$$\text{Momento actuante} = 191.25 \text{ ton} * 1/3(2.25\text{m})$$

$$\text{Momento actuante} = 143.44 \text{ Ton. m/Long}$$

$$\text{Momento actuante} = 143.44 \text{ Ton. m/17}$$

$$\text{Momento actuante} = 8.44 \text{ Ton. m}$$

$$Is2 = \frac{14.4 \text{ Ton. m}}{8.44 \text{ Ton. m}}$$

$$Is2 = 1.71$$

Donde:

$$Is \text{ total} = Is1 + Is2$$

$$Is \text{ total} = \frac{0.91 + 1.71}{2}$$

$$Is \text{ total} = 1.31 \cong 1.0$$

El índice de sobre- esfuerzo del sedimentador y floculadores es de 0.50 por lo tanto se valoró con un factor de 3 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Alta.

#### - RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

La resistencia del hormigón del Sedimentador y Floculadores da como resultado 240kg/cm<sup>2</sup> en el estado actual, sus datos fueron tomados en base al ensayo esclerométrico que sobrepasa la resistencia de diseño estructural de 210kg/cm<sup>2</sup>; por lo tanto se valoró con un factor de 1 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja (Ver anexo A-1).

**TABLA 8 Análisis de la vulnerabilidad del Floculador Hidráulico, Mecánico y Sedimentador.**

PARÁMETROS PARA PONDERAR LA VULNERABILIDAD FLOCULADOR HIDRÁULICO, MECÁNICO Y SEDIMENTADOR										
TIPO DE VULNERABILIDAD	COMPONENTE									
Valor de Vulnerabilidad Alta	3									
Valor de Vulnerabilidad Media	2									
Valor de Vulnerabilidad Baja	1									
TIPO DE VULNERABILIDAD	COMPONENTE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	valor obtenido	VALOR					VULNERABILIDAD	
				1	2	2	4	3		
FÍSICA	SISTEMA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA DE CAÑA	1					0	0	
		ESTRUCTURA DE PARED PORTANTE, MIXTA MADERA Y HORMIGON						0		
		ESTRUCTURA METALICA, HORMIGÓN ARMADO, MIXTA METÁLICA Y HORMIGÓN		1	0					
	TIPO DE CUBIERTA	CAÑA Y ZINC	0						0	0
		CUBIERTA METÁLICA, VIGAS DE MADERA Y ZINC, O ETERNIT						0		
		LOSA DE HORMIGÓN CON VIGAS DESCOLGADAS		0	0					
	TIPO DE MATERIAL EN PAREDES	PARED DE PIEDRA, ADOBE	1						0	0
		PARED DE BAREQUE, MADERA						0		
		PARED DE LADRILLO, BLOQUE, HORMIGÓN ARMADO		1	0					
	SISTEMAS DE ENTREPISOS	ENTRAMADOS DE MADERA O CAÑA	1						0	0
		VIGAS Y ENTRAMADOS DE MADERA						0		
		ENTRAMADO HORMIGÓN O METÁLICO, ENTRAMADO METÁLICO		1	0					
	NÚMEROS DE PISOS	PISO >=5	1						0	0
		PISO 3, PISO 4						0		
		PISO 1, PISO 2		1	0					
	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ENTRE 1981 Y 1990 Y ENTRE 1971 Y 1980 O MÁS ANTIGUAS	2						0	0
		ENTRE 1991 Y 2011						2		
		ENTRE 2012 EN ADELANTE		0	0					
	ESTADO DE CONSERVACIÓN	MALO	1						0	0
		REGULAR						0		
		BUENO, ACEPTABLE		1	0					
	CARACTERÍSTICA DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	HÚMEDO, BLANDO, RELLENO	1						0	0
		INUNDABLE, CIÉNAGA						0		
		FIRME, SECO		1	0					
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	ESCARPE POSITIVO O NEGATIVO	3						0	3	
	BAJO NIVEL DE LA CALZADA						0			
	A NIVEL, TERRENO PLANO, SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA		0	0						
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN PLANTA	IRREGULARIDAD SEVERA	1						0	0	
	IRREGULAR						0			
	REGULAR		1	0						
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN ELEVACIÓN	IRREGULARIDAD SEVERA	2						0	0	
	IRREGULAR						2			
	REGULAR		0	0						
SOBRE ESFUERZO	CAPACIDAD MAYOR AL REQUERIMIENTO P actuantes/P resistentes (>=1)	1						0	3	
	CAPACIDAD P actuantes/P resistentes (>0,7; <09)						0			
	CAPACIDAD P actuantes/P resistentes (<0,7)		0	0						
RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	MENOR A LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE 210 Kg/cm2	1						0	0	
	MENOR A LA RESISTENCIA DE DISEÑO PERO NO MENOR A 210 Kg/cm2						0			
	MAYOR A LA RESISTENCIA DE DISEÑO		1	0						

Elaborado por: Jamil García.

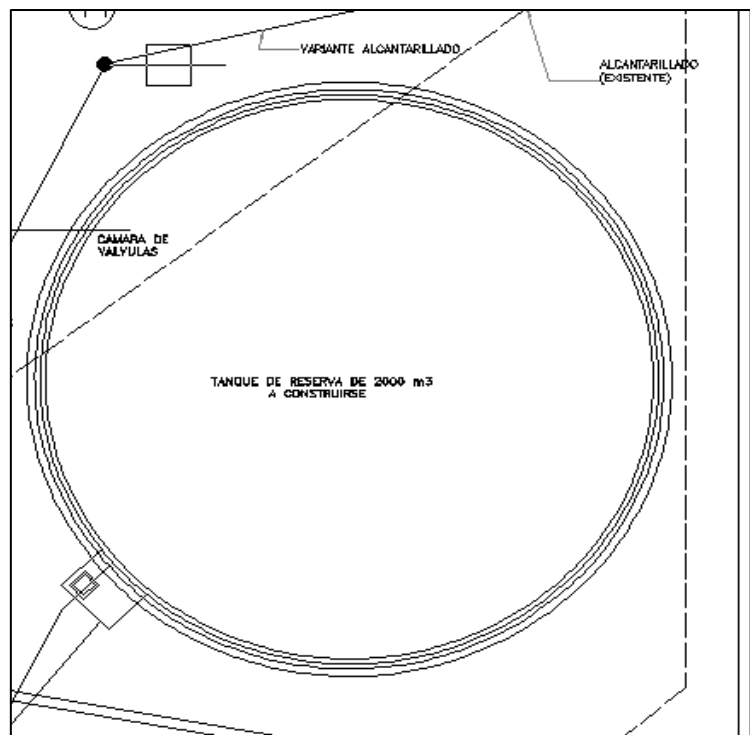
Esta matriz representa el grado de vulnerabilidad del Floculador Hidráulico, Mecánico y Sedimentador entendiendo que todos sus indicadores fueron evaluados de acuerdo a los índices planteados anteriormente el cual responden al tipo de estructura condición y diseño de la misma, el cual da un valor parcial real de Vulnerabilidad de 2 lo que determina que es medio el grado de Vulnerabilidad.

### 3.8.2 Análisis del Tanque de Reserva de 2000 m3

#### - SISTEMA ESTRUCTURAL

En este caso el Tanque de reserva de 2000 m3 de capacidad, el tipo de Sistema Estructural que compone es de Hormigón Armado lo cual se valoró con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 15** Implantación del Tanque de Reserva de 2000 m3

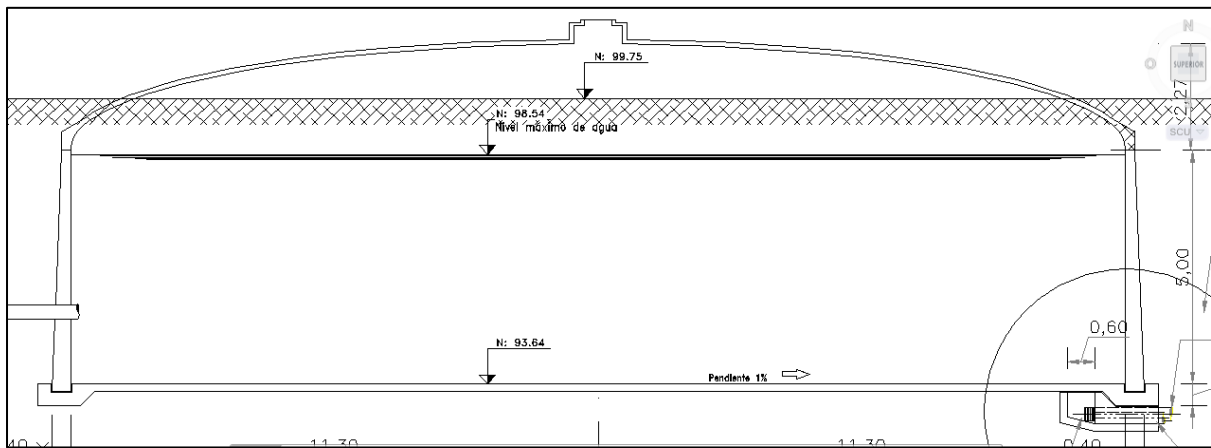


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - TIPOS DE CUBIERTA

En este caso el Sistema Estructural de la cubierta es de Losa de Hormigón Armado el cual se valoró con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja debido a que la estructura de cubierta es una cáscara que está diseñada y construida en Hormigón Armado.

**GRÁFICO 16** Detalle del tipo de cubierta del Tanque de Reserva de 2000 m<sup>3</sup>

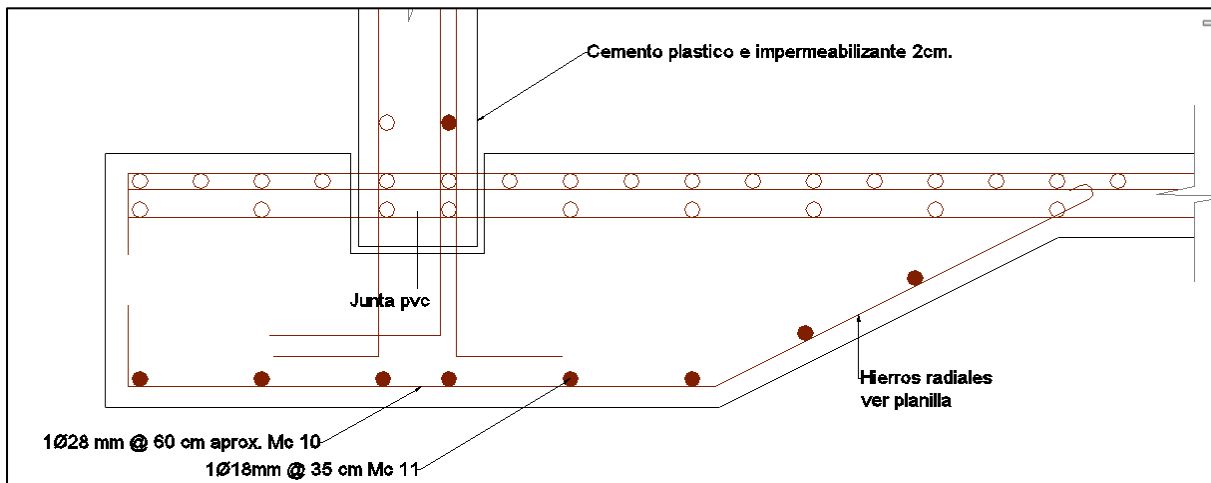


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - TIPOS DE MATERIAL EN PAREDES

En este caso los tipos de paredes son de Hormigón Armado lo cual se valoró con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja debido a que la estructura está diseñada y construida en Hormigón Armado.

**GRÁFICO 17** Detalle del tipo del material en las paredes de la estructura del tanque



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

#### - SISTEMAS DE ENTREPISOS

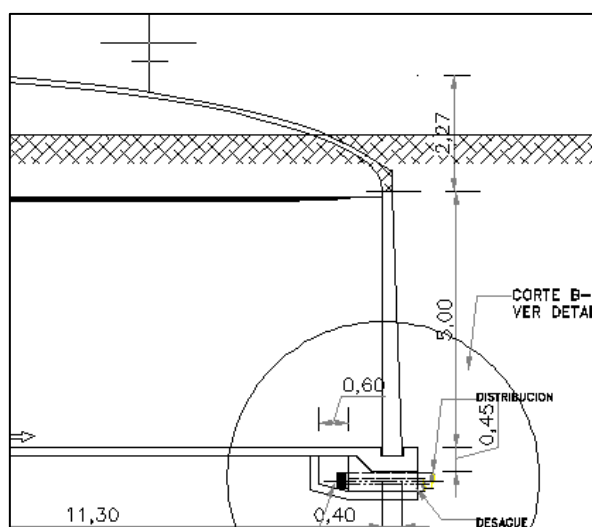
En este caso los tipos de sistemas de entrepisos no se consideraron ya que la estructura es de índole hidráulico ya que se valora con un factor de 0 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad no ausente debido a que no existe entrepiso y por lo tanto ésta no colapsará.

#### - NÚMERO DE PISOS

En este caso para este tipo de sistemas estructurales se considera como de un solo nivel por lo tanto se valoró con un factor de 1 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja, debido a que la estructura no es aporticada en si es una estructura de índole Hidráulico.



**GRÁFICO 18 Detalle del tanque en elevación**



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

#### - AÑO DE CONSTRUCCIÓN

En este caso de acuerdo a datos proporcionados por el Ing. Byron Montero, el año que se realizó la construcción del tanque fue en el 2006 para este caso se valoró con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja, debido a que la estructura no es aperticada en si es una estructura de índole Hidráulico.

#### - ESTADO DE CONSERVACIÓN

El estado de conservación o de mantenimiento se calculará dependiendo de la utilidad por solicitaciones de carga de la estructura a ser analizada [31].

$$R_{efectiva} = R_{real} * \phi_c * \phi_e * \beta$$

Donde:

$R_{efectiva}$  : Representa la Resistencia efectiva del elemento

$R_{real}$ : Representa la Resistencia real del elemento

$\phi_c$ : Calidad de Diseño y Construcción de toda la Estructura

$\phi_e$ : Estado de Conservación y Mantenimiento global.

$\beta$ : El factor de Reducción por Deterioros o Degradación del elemento Estructural.

Para lo cual se calculó el estado de conservación del Floculador Hidráulico, Mecánico y Sedimentador como un conjunto.

*R efectiva* : 280 kg/cm<sup>2</sup>, porque es la resistencia Estructural de diseño especificada en los planos estructurales proporcionados por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato.

*R real*: 300 kg/cm<sup>2</sup> representa la resistencia estructural real del elemento en la actualidad ya que estos datos fueron tomados por medio de ensayos Esclerométricos (Ver anexo A-2).

$\phi_c$ : 1 Este valor representa un factor de calidad por diseño y construcción entendiéndose que siempre se realizan los procesos constructivos basados en normas técnicas tanto en el diseño como en la construcción.

$\beta$ : 0.9 Este valor representa el grado de deterioro del Sedimentador y Floculadores; en este caso el valor tomado sería porque está en buen funcionamiento sin afectaciones en todos sus procesos.

**TABLA 9 Factores de deterioro para cada componente**

Grado	$\beta$
Bueno	0.9
Regular	0.7
Malo	0.5

**Fuente:** Metodología para el Estudio de la Vulnerabilidad Estructural, 2005[31].

Cálculo del estado de conservación y mantenimiento global.

$$\phi_e = \frac{R_{efectiva}}{R_{real} * \phi_c * \beta}$$

$$\phi_e = \frac{280 \text{ Kg/cm}^2}{300 \text{ Kg/cm}^2 * 1 * 0.9}$$

$$\phi_e = 1.33 \cong 1.00$$

Por lo tanto se valoró con un factor de 1 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

## - CARACTERÍSTICAS DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN

El tipo de Suelo donde se sustenta el Tanque de almacenamiento es de clase D, lo cual es determinado por varios análisis de suelos en el laboratorio por lo tanto este suelo es húmedo, blando y relleno lo que se valoró como un factor de 3 lo que se considera como una Vulnerabilidad Alta.

## - TOPOGRAFÍA DEL SITIO

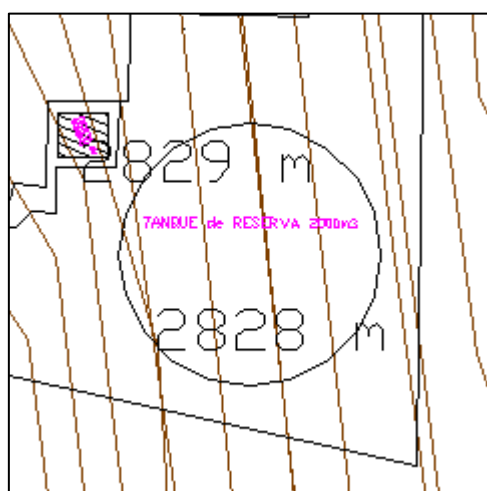
El Tanque de Reserva de 2000m<sup>3</sup> de capacidad está ubicado en la parte lateral Nort-Este del área de estudio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana que tiene como medidas lo siguiente(Ver anexo C):

**TABLA 10 Detalle del área existente del Tanque de Reserva de 2000m<sup>3</sup>**

	Radio x(m)	Área(m <sup>2</sup> )
Tanque de Reserva de 2000m <sup>3</sup>	11.6	422.73

**Elaborado por:** Jamil García.

**GRÁFICO 19 Detalle de Ubicación del Tanque de Reserva**



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

**TABLA 11 Elevaciones del área de estudio**

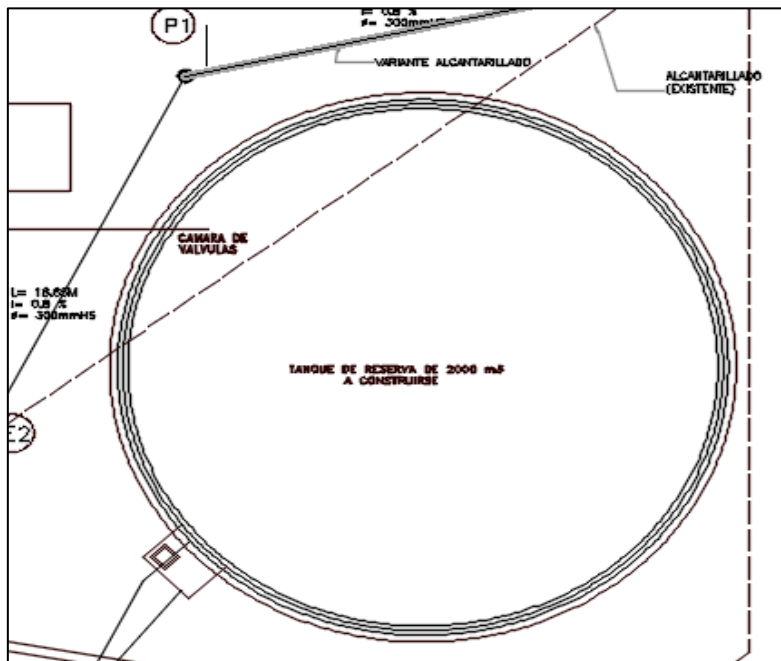
P	DISTANCIA X(m)	ELEVACIÓN Y(m)
P1	0.000	2838.000
P2	20.000	2838.000
P3	40.000	2838.000
P4	60.000	2838.000
P5	80.000	2838.000
P6	100.000	2838.000
P7	120.000	2857.000
P8	140.000	2857.000

**Fuente:** Sistema de Posicionamiento Global, GPS.

Entendiendo que los datos son de elevación por lo cual se determinó que el área de estudio es de forma escarpada por lo tanto se valora con un factor de 3 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Alta.

**- FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN PLANTA**

**GRÁFICO 20 Detalle del Tanque de 2000m3 en planta**

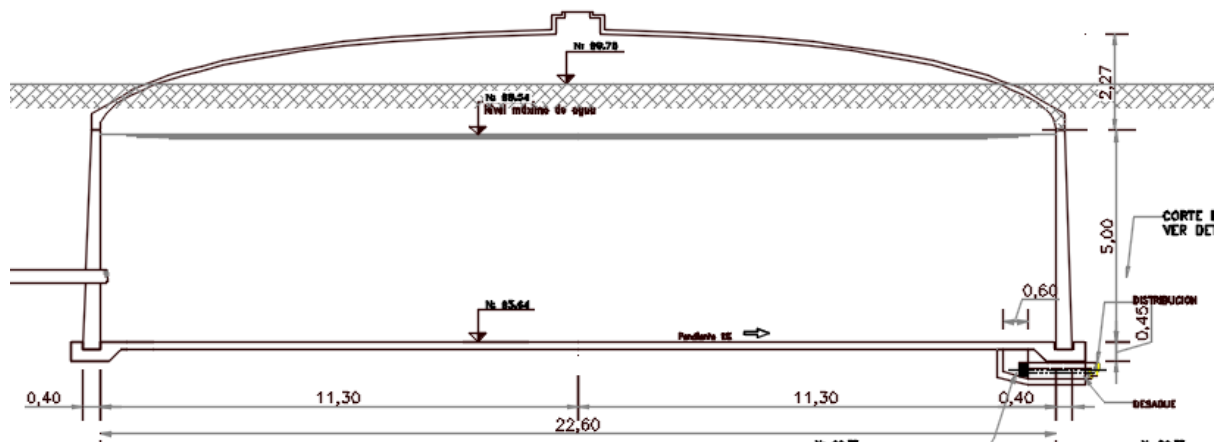


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

El tipo de construcción del tanque de reserva es de 2000m<sup>3</sup> consta de una forma regular por lo tanto se valora con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja, debido a que su arquitectura es de forma circular y su diseño y construcción se lo realizó de forma monolítica.

- **FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN ELEVACIÓN**

**GRÁFICO 21** Detalle del Tanque de 2000m<sup>3</sup> en Elevación



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

El tipo de construcción del tanque de reserva de 2000m<sup>3</sup> es de forma monolítica por lo cual se determinó la regularidad en elevación y se valora con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

- **SOBRE-ESFUERZO**

Para este Índice de Sobre- Esfuerzo se analiza principalmente el tanque de reserva lo cual es una estructura en funcionamiento, el esfuerzo actuante y el esfuerzo resistente es un tipo de correlación lo que se denomina como sobre esfuerzo, donde se busca establecer la proporción entre la demanda y la capacidad de la estructura analizada [31].

$$I_s = \frac{P \text{ actuante}}{P \text{ resistente}}$$

Donde:

*I*<sub>s</sub>: Índice de Sobre-esfuerzo.

*P* *actuante*: Hace referencia a las cargas actuantes en el elemento.

*P* *resistente*: Hace referencia a las cargas resistentes en el elemento.

$$V = A * h$$

Donde:

*V*: Volumen aportante

*A*:Área aportante

*h*: Altura del Sedimentador y Flocculador.

$$V = A * h$$

$$V = 393.88 \text{ m}^2 * 6.2 \text{ m}$$

$$V = 2442.07 \text{ m}^3$$

$$\text{Carga actuante} = V * \gamma$$

$$\text{Carga actuante} = 2442.07 \text{ m}^3 * 1 \text{ ton /m}^3$$

$$\text{Carga actuante} = 2442.07 \text{ Ton /70.33}$$

$$\text{Carga actuante} = 34.72 \text{ Ton /m}$$

$$\text{Carga resistente} = 50 \text{ Ton/m}$$

$$I_{s1} = \frac{34.72 \text{ ton/m}}{50 \text{ ton/m}}$$

$$I_{s1} = 0.69$$

$$I_{s2} = \frac{M \text{ actuante}}{M \text{ resistente}}$$

Donde:

*M* *actuante*: Hace referencia a los momentos actuantes en el elemento.

*M* *resistente*: Hace referencia a los momentos resistentes en el elemento.

$$V = A * h$$

$$V = 393.88 \text{ m}^2 * 6.2 \text{ m}$$

$$V = 2442.07 \text{ m}^3$$

$$\text{Momentoactuante} = \text{Cargaactuante} * 1/3h$$

$$\text{Momentoactuante} = 34.72 \text{ ton} * 1/3(6.20\text{m})$$

$$\text{Momentoactuante} = 71.75 \text{ Ton.m}$$

$$Is2 = \frac{71.75 \text{ Ton.m}}{90 \text{ Ton.m}}$$

$$Is1 = 0.80$$

Donde:

$$Is \text{ total} = Is1 + Is2$$

$$Is \text{ total} = \frac{0.69 + 0.80}{2}$$

$$Is \text{ total} = 0.75 \cong 0.80$$

El índice de sobre- esfuerzo del sedimentador y floculadores es de 0.80 por lo tanto se valora con un factor de 2 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Media.

#### - RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

La resistencia del hormigón del Tanque de reserva de 2000 m<sup>3</sup> da como resultado 300 kg/cm<sup>2</sup> en el estado actual, sus datos fueron tomados en base al ensayo esclerométrico y sobrepasa la resistencia de diseño estructural de 280 kg/cm<sup>2</sup>; por lo tanto se valora con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja (Ver anexo A-2).

**TABLA 12 Análisis de la vulnerabilidad del Tanque de Almacenamiento de 2000m3**

PARÁMETROS PARA PONDERAR LA VULNERABILIDAD									
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 2000 m3									
TIPO DE VULNERABILIDAD	COMPONENTE								
Valor de Vulnerabilidad Alta	3								
Valor de Vulnerabilidad Media	2								
Valor de Vulnerabilidad Baja	1								
TIPO DE VULNERABILIDAD	COMPONENTE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	valor obtenido	VALOR					VULNERABILIDAD
				1	2	3	4	5	
FÍSICA	SISTEMA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA DE CAÑA	1				0	0	2
		ESTRUCTURA DE PARED PORTANTE, MIXTA MADERA Y HORMIGÓN				0			
		ESTRUCTURA METÁLICA, HORMIGÓN ARMADO, MIXTA METÁLICA Y HORMIGÓN		1					
	TIPO DE CUBIERTA	CAÑA Y ZINC	1				0	0	
		CUBIERTA METALICA, VIGAS DE MADERA Y ZINC, O ETERNIT				0			
		LOSA DE HORMIGÓN CON VIGAS DESCOLGADAS		1					
	TIPO DE MATERIAL EN PAREDES	PARED DE PIEDRA, ADOBE	1				0	0	
		PARED DE BAREQUE, MADERA				0			
		PARED DE LADRILLO, BLOQUE, HORMIGÓN ARMADO		1					
	SISTEMAS DE ENTREPISOS	ENTRAMADOS DE MADERA O CAÑA	0				0	0	
		VIGAS Y ENTRAMADOS DE MADERA				0			
		ENTRAMADO HORMIGÓN O METÁLICO, ENTRAMADO METÁLICO		0					
	NÚMEROS DE PISOS	PISO >=5	1				0	0	
		PISO3, PISO 4				0			
		PISO 1, PISO 2		1					
	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ENTRE 1981 Y 1990 Y ENTRE 1971 Y 1980 O MÁS ANTIGUAS	2				0	0	
		ENTRE 1991 Y 2011				2			
		ENTRE 2012 EN ADELANTE		0					
	ESTADO DE CONSERVACIÓN	MALO	1				0	0	
		REGULAR				0			
		BUENO, ACEPTABLE		1					
	CARACTERÍSTICA DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	HÚMEDO, BLANDO, RELLENO	3				0	3	
		INUNDABLE, CIENAGA				0			
		FIRME, SECO		0					
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	ESCARPE POSITIVO O NEGATIVO	3				0	3		
	BAJO NIVEL DE LA CALZADA				0				
	A NIVEL, TERRENO PLANO, SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA		0						
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN PLANTA	IRREGULARIDAD SEVERA	1				0	0		
	IRREGULAR				0				
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN ELEVACIÓN	IRREGULARIDAD SEVERA	1				0	0		
	IRREGULAR				0				
SOBRE ESFUERZO	CAPACIDAD MAYOR AL REQUERIMIENTO P actuantes/P resistentes (>=1)	2				0	0		
	CAPACIDAD P actuantes/P resistentes (>0,7; <09)				2				
	CAPACIDAD P actuantes/P resistentes (<0,7)		0						
RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	MENOR A LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE 210 Kg/cm2	1				0	0		
	MENOR A LA RESISTENCIA DE DISEÑO PERO NO MENOR A 210 Kg/cm2				0				
	MAYOR A LA RESISTENCIA DE DISEÑO		1						

Elaborado por: Jamil García



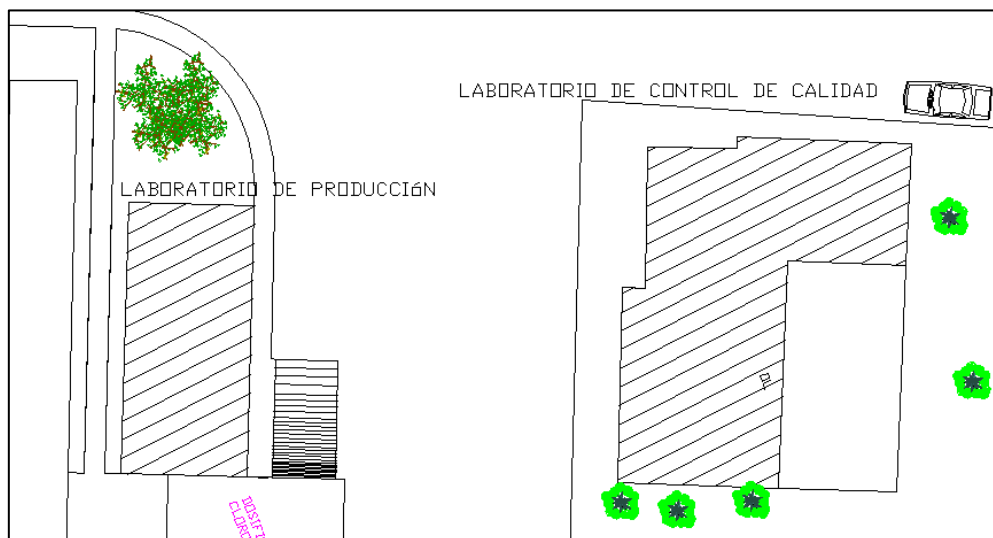
Esta matriz representa el grado de Vulnerabilidad del Tanque de almacenamiento de 2000m<sup>3</sup>, entendiéndose que todos sus indicadores fueron evaluados de acuerdo a los índices planteados anteriormente el cual responde al tipo de estructura condición y diseño de la misma lo que da un valor parcial real de Vulnerabilidad de 2 lo que determina que es medio el grado de Vulnerabilidad.

### 3.8.3 Análisis del Laboratorio de Producción y Control de Calidad

#### - SISTEMA ESTRUCTURAL

En este caso el Laboratorio de Producción y Control de Calidad el tipo de sistema Estructural que compone es de Hormigón Armado lo cual se valora con un factor de 1 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 22** Implantación de la Estructura del Laboratorio de Producción y Control de Calidad



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

- **TIPOS DE CUBIERTA**

En este caso el Sistema Estructural de la cubierta es de Losa de Hormigón Armado lo cual se valora con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja debido a que la estructura está construida de acuerdo a especificaciones estructurales.

**GRÁFICO 23** Detalle del tipo de cubierta de la estructura aporricada

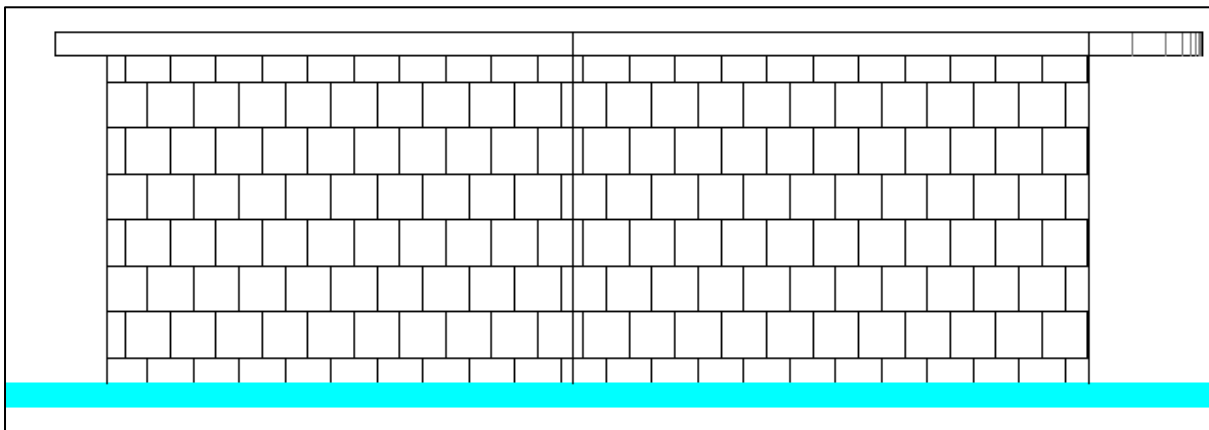


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

- **TIPOS DE MATERIAL EN PAREDES**

En este caso el tipo de pared es de bloque estructural lo cual se valora con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 24** Detalle del material en paredes del sistema aporricado



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - SISTEMAS DE ENTREPISOS

En este caso el sistema de entre piso es una losa accesible de Hormigón Armado lo que se valora con un factor de 1 entendiendo que es la cubierta propia de la estructura lo que se considera como Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 25** Detalle del entrepiso de la estructura aporricada

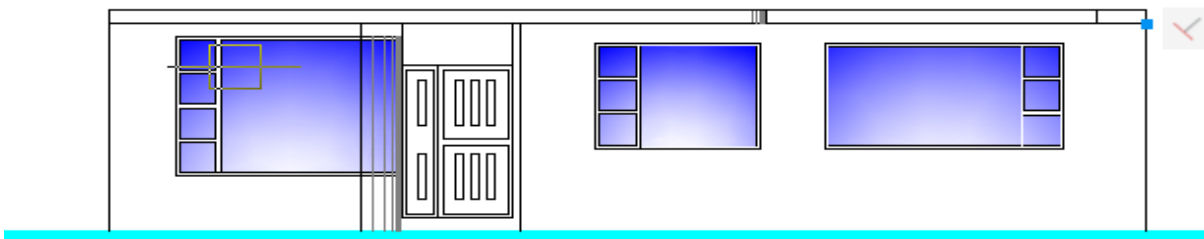


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - NÚMERO DE PISOS

En este caso el sistema estructural es aporricado de un solo nivel por lo tanto se valora con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 26** Detalle del número de pisos de la estructura aporricada



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - AÑO DE CONSTRUCCIÓN

En este caso de acuerdo a datos proporcionados por el Ing. Byron Montero, el año que se realizó la construcción de la estructura aporticada fue en el 1995 para el Laboratorio de Producción y para el Laboratorio de Control de Calidad se lo realizó en el 2006 para este caso se valora con un factor de 2 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Media.

## - ESTADO DE CONSERVACIÓN

El estado de conservación o de mantenimiento se calculará dependiendo de la utilidad por solicitaciones de carga de la estructura a ser analizada [31].

$$R \text{ efectiva} = R \text{ real} * \phi_c * \phi_e * \beta$$

Donde:

*R efectiva* : Representa la Resistencia efectiva del elemento

*R real*: Representa la Resistencia real del elemento

$\phi_c$ : Calidad de Diseño y Construcción de toda la Estructura

$\phi_e$ : Estado de Conservación y Mantenimiento global.

$\beta$ : El factor de Reducción por Deterioros o Degradación del elemento Estructural.

Para lo cual se calcula el estado de conservación del Floculador Hidráulico, Mecánico y Sedimentador como un conjunto.

*R efectiva* : 210 kg/cm<sup>2</sup>, porque es la resistencia Estructural de diseño especificada en los planos estructurales proporcionados por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato.

*R real*: 213 kg/cm<sup>2</sup>, este valor representa la resistencia estructural real del elemento en la actualidad ya que estos datos fueron tomados por medio de ensayos Esclerométricos (Ver anexo A-3).

$\phi_c$ : 1, este valor representa un factor de calidad por diseño y construcción entendiendo que siempre se realizan los procesos constructivos basándose en normas técnicas tanto en el diseño como en la construcción.

$\beta$ : 0.9, este valor representa el grado de deterioro del Laboratorio de Control de Calidad y el laboratorio de producción; en este caso el valor tomado sería porque está en buen funcionamiento sin afectaciones en todos sus procesos[31].

**TABLA 13 Factores de deterioro para cada componente**

Grado	$\beta$
Bueno	0.9
Regular	0.7
Malo	0.5

**Fuente:** Metodología para el Estudio de la Vulnerabilidad Estructural, 2005.

Cálculo del estado de conservación y mantenimiento global.

$$\phi_e = \frac{R \text{ efectiva}}{R_{\text{real}} * \phi_c * \beta}$$

$$\phi_e = \frac{210 \text{ Kg/cm}^2}{213 \text{ Kg/cm}^2 * 1 * 0.9}$$

$$\phi_e = \mathbf{0.986 \cong 1.00}$$

Por lo tanto se valora con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

#### - **CARACTERÍSTICAS DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN**

El tipo de Suelo donde se sustenta el Laboratorio de Producción y de Control de Calidades determinado como Arena Limosa (SM) de acuerdo a la norma ASTM-D2487 lo que se puede sustentar como tipo C por lo tanto este suelo firme y seco lo que es valorado como un factor de 1 lo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

#### - **TOPOGRAFÍA DEL SITIO**

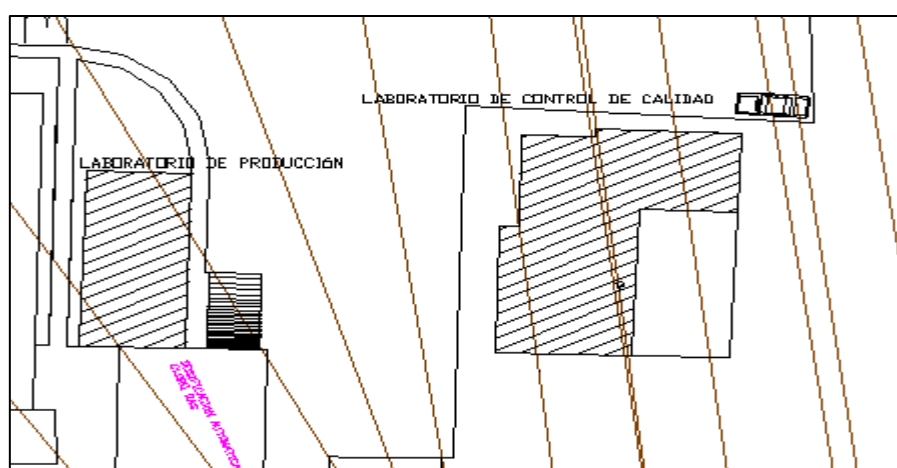
Los Laboratorio de Producción y de Control de Calidad están ubicados en la parte centro Norte del área de estudio de la planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana el cual tiene como medida lo siguiente (Ver anexo C).

**TABLA 14** Detalle de las áreas existentes de los Laboratorio de Producción y de Control de Calidad

	Longitud x(m)	Longitud y(m)	Área(m <sup>2</sup> )
Laboratorio de Producción	6.10	13.10	79.91
Laboratorio de Control de Calidad	12.70	16.25	206.38

**Elaborado por:** Jamil García.

**GRÁFICO 27** Detalle de Ubicación de los Laboratorios de Control de Calidad y Producción



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

**TABLA 15** Tabla de datos de altitud del área de estudio

P	DISTANCIA X(m)	ELEVACIÓN Y(m)
P1	0.000	2838.000
P2	20.000	2838.000
P3	40.000	2838.000
P4	60.000	2838.000
P5	80.000	2838.000
P6	100.000	2838.000
P7	120.000	2857.000
P8	140.000	2857.000

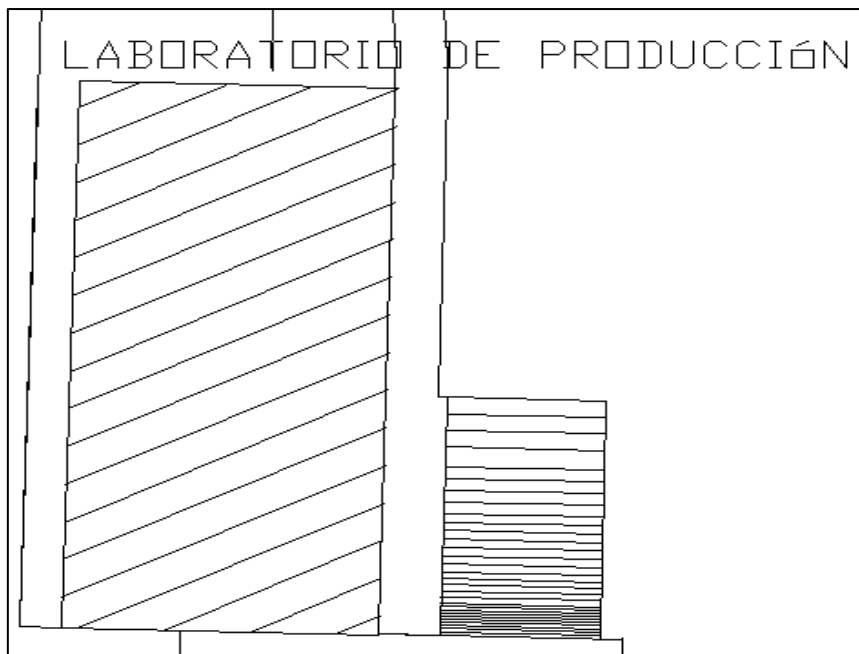
**Fuente:** Sistema de Posicionamiento Global, GPS.

Entendiendo que los datos son de elevación por lo cual determino que el área de estudio es de forma escarpada por lo tanto se valora con un factor de 3 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Alta.

- **FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN PLANTA**

El tipo de construcción es un sistema aporricado de un solo nivel en toda su estructura lo que su forma en planta es regular por lo que se valora con un factor de 1 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 28** Detalle en planta del Laboratorio de Control de Calidad y Producción



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

- **FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN ELEVACIÓN**

El tipo de construcción del Laboratorio de Control de Calidad como de Producción es de un solo nivel ya que en su forma en elevación es de gran regularidad por lo tanto se valora con un factor de 1 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

## - SOBRE-ESFUERZO

Para este Índice de Sobre- Esfuerzo se analiza principalmente en una estructura en funcionamiento el esfuerzo actuante y el esfuerzo resistente para este tipo de correlación se denomina sobre esfuerzo, lo cual busca establecer la proporción entre la demanda y la capacidad de la estructura analizada [31].

$$Is = \frac{P \text{ actuante}}{P \text{ resistente}}$$

Donde:

*Is*: Índice de Sobre-esfuerzo.

*P actuante*: Hace referencia a las cargas actuantes en el elemento.

*P resistente*: Hace referencia a las cargas resistentes en el elemento.

$$V = A * h$$

Donde:

*V*: Volumen aportante

*A*:Área aportante

*h*: Altura del Sedimentador y Flocculador.

$$V = A * h$$

$$V = 3.75 \text{ m}^2 * 2.50 \text{ m}$$

$$V = 9.375 \text{ m}^3$$

$$\text{Carga actuante} = V * \gamma$$

$$\text{Carga actuante} = 9.375 \text{ m}^3 * 1.9 \text{ ton /m}^3$$

$$\text{Carga actuante} = 17.81 \text{ Ton /2.5}$$

$$\text{Carga actuante} = 7.12 \text{ Ton}$$

$$\text{Carga resistente} = 9 \text{ Ton}$$

$$Is1 = \frac{7.12 \text{ ton/m}}{9 \text{ ton/m}}$$



$$Is1 = 0.79$$

$$Is2 = \frac{M \text{ actuante}}{M \text{ resistente}}$$

Donde:

*M actuante*: Hace referencia a los momentos actuantes en el elemento.

*M resistente*: Hace referencia a los momentos resistentes en el elemento.

$$V = A * h$$

$$V = 3.75 \text{ m}^2 * 2.50 \text{ m}$$

$$V = 9.375 \text{ m}^3$$

$$\text{Momento actuante} = \text{Carga actuante} * 1/3h$$

$$\text{Momento actuante} = 7.12 \text{ ton} * 1/3(2.5\text{m})$$

$$\text{Momento actuante} = 5.93 \text{ Ton.m}$$

$$Is2 = \frac{5.93 \text{ Ton.m}}{7.12 \text{ Ton.m}}$$

$$Is1 = 0.83$$

Donde:

$$Is \text{ total} = Is1 + Is2$$

$$Is \text{ total} = \frac{0.79 + 0.83}{2}$$

$$Is \text{ total} = 0.81 \cong 0.80$$

El índice de sobre- esfuerzo del sedimentador y floculador es de 0.80 por lo tanto se valora con un factor de 2 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Media.

## - RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

La resistencia del hormigón del Laboratorio de Producción y Control de Calidad da como resultado 213 kg/cm<sup>2</sup> en el estado actual, sus datos fueron tomados en base al esclerómetro digital y sobrepasa la resistencia de diseño estructural de 210 kg/cm<sup>2</sup>; por lo tanto se valora con un factor de 1 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja (Ver anexo A-3).

**TABLA 16 Análisis de la vulnerabilidad del Laboratorio de Producción y Control de Calidad**

PARÁMETROS PARA PONDERAR LA VULNERABILIDAD							
ESTRUCTURA DEL LABORATORIO DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD							
TIPO DE VULNERABILIDAD	COMPONENTE			VALOR			VULNERABILIDAD
Valor de Vulnerabilidad Alta	3			1	2	3	
Valor de Vulnerabilidad Media	2			4	5	6	
Valor de Vulnerabilidad Baja	1			7	8	9	
TIPO DE VULNERABILIDAD	COMPONENTE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	valor obtenido	1	2	3	VULNERABILIDAD
FÍSICA	SISTEMA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA DE CAÑA	1			0	0
		ESTRUCTURA DE PARED PORTANTE, MIXTA MADERA Y HORMIGÓN			0	0	
		ESTRUCTURA METÁLICA, HORMIGÓN ARMADO, MIXTA METALICA Y HORMIGÓN		1			
	TIPO DE CUBIERTA	CAÑA Y ZINC	1			0	0
		CUBIERTA METÁLICA, VIGAS DE MADERA Y ZINC, O ETERNIT			0	0	
		LOSA DE HORMIGÓN CON VIGAS DESCOLGADAS		1			
	TIPO DE MATERIAL EN PAREDES	PARED DE PIEDRA, ADOBE	1			0	0
		PARED DE BAREQUE, MADERA			0	0	
		PARED DE LADRILLO, BLOQUE, HORMIGÓN ARMADO		1			
	SISTEMAS DE ENTREPISOS	ENTRAMADOS DE MADERA O CAÑA	1			0	0
		VIGAS Y ENTRAMADOS DE MADERA			0	0	
		ENTRAMADO HORMIGÓN O METÁLICO, ENTRAMADO METÁLICO		1			
	NÚMEROS DE PISOS	PISO >=5	1			0	0
		PISO3, PISO 4			0	0	
		PISO 1, PISO 2		1			
	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ENTRE 1981 Y 1990 Y ENTRE 1971 Y 1980 O MÁS ANTIGUAS	2			0	0
		ENTRE 1991 Y 2011			0	2	
		ENTRE 2012 EN ADELANTE		0			
	ESTADO DE CONSERVACIÓN	MALO	1			0	0
		REGULAR			0	0	
		BUENO, ACEPTABLE		1			
	CARACTERÍSTICA DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	HÚMEDO, BLANDO, RELLENO	2			0	0
		INUNDABLE, CIENAGA			0	2	
		FIRME, SECO		0			
	TOPOGRAFÍA DEL SITIO	ESCARPE POSITIVO O NEGATIVO	3			0	3
		BAJO NIVEL DE LA CALZADA			0	0	
		A NIVEL, TERRENO PLANO, SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA		0			
	FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN PLANTA	IRREGULARIDAD SEVERA	1			0	0
		IRREGULAR			0	0	
		REGULAR		1			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN ELEVACIÓN	IRREGULARIDAD SEVERA	1			0	0	
	IRREGULAR			0	0		
	REGULAR		1				
SOBRE ESFUERZO	CAPACIDAD MAYOR AL REQUERIMIENTO P actuantes/P resistentes (>=1)	2			0	0	
	CAPACIDAD P actuantes/P resistentes (>0,7; <09)			0	2		
	CAPACIDAD P actuantes/P resistentes (<0,7)		0				
RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	MENOR A LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE 210 Kg/cm2	1			0	0	
	MENOR A LA RESISTENCIA DE DISEÑO PERO NO MENOR A 210 Kg/cm2			0	0		
	MAYOR A LA RESISTENCIA DE DISEÑO		1				

Elaborado por: Jamil García

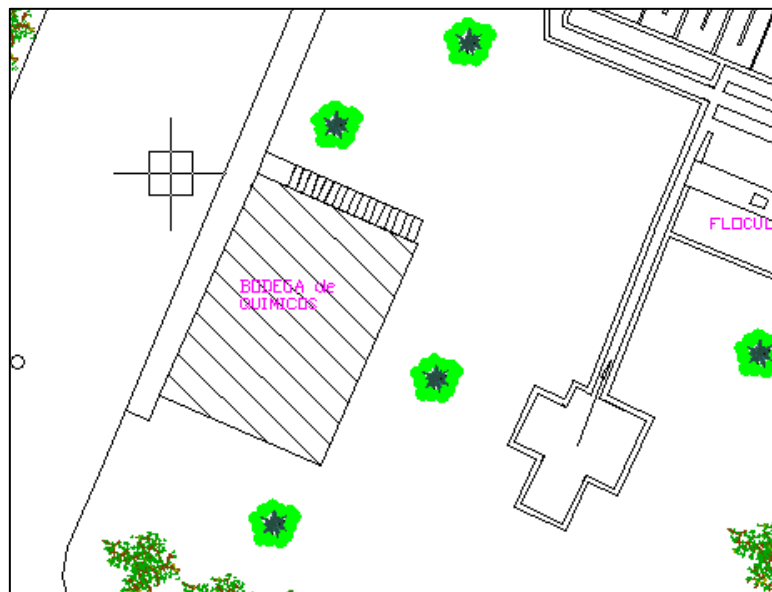
En esta matriz nos representa el grado de Vulnerabilidad del Laboratorio de Producción y Control de Calidad entendiendo que todos sus indicadores fueron evaluados de acuerdo a los índices planteados anteriormente los cuales responden al tipo de estructura condición y diseño de la misma lo cual nos da un valor parcial real de Vulnerabilidad de 1 lo que determina que es bajo el grado de Vulnerabilidad.

### 3.8.4 Análisis de la Bodega de Químicos

#### - SISTEMA ESTRUCTURAL

En este caso la Bodega de Químicos el tipo de sistema Estructural es de Hormigón Armado lo cual se valora con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 29** Implantación de la Bodega de Químicos

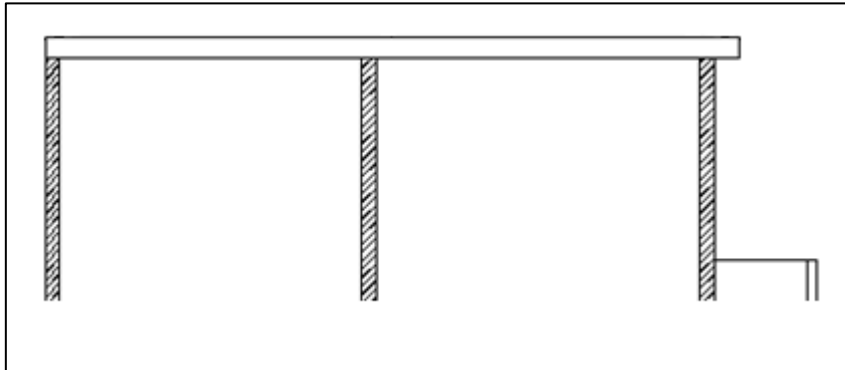


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - TIPOS DE CUBIERTA

En este caso el Sistema Estructural de la cubierta es vigas Metálicas con eternit lo cual se valora con un factor de 2 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Media debido a que se lo construyó de acuerdo a los planos estructurales.

**GRÁFICO 30** Detalle de la cubierta de la Bodega de Químicos

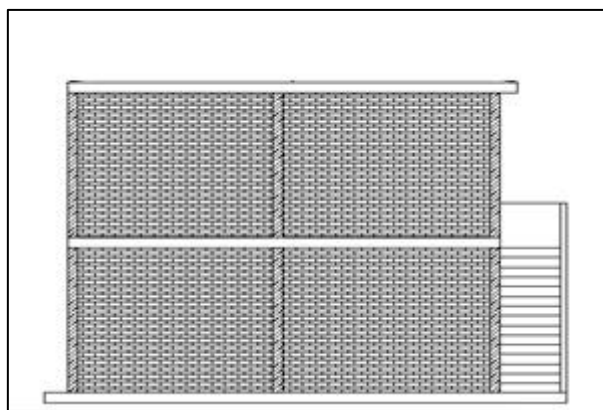


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - TIPOS DE MATERIAL EN PAREDES

En este caso los tipos de paredes son de bloque estructural lo cual se valora con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 31** Detalle del tipo de material en las paredes de la estructura aporticada

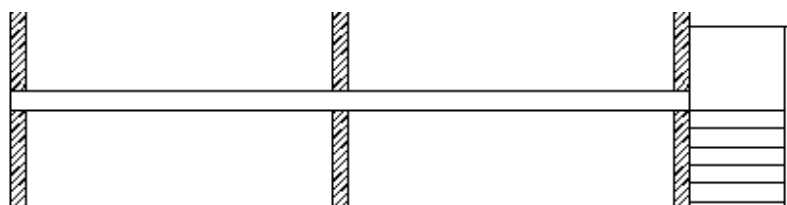


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - SISTEMAS DE ENTREPISOS

En este caso del sistema de entrepiso es una losa de Hormigón Armado lo cual se valora con un factor de 1 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 32 Detalle del entrepiso de la estructura aporricada**

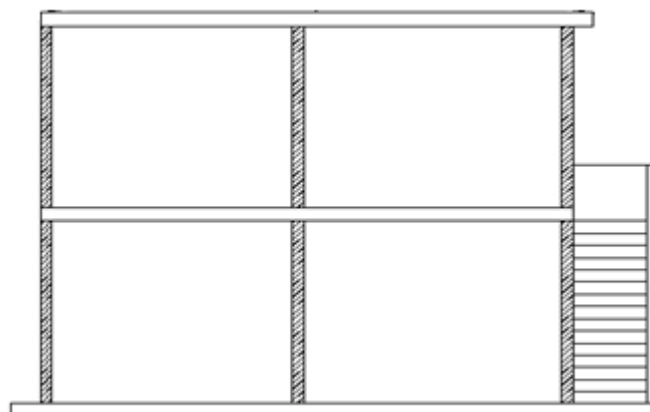


**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - NÚMERO DE PISOS

En el sistema estructurales aporricado de dos niveles por lo tanto se valora con un factor de 1 entendiéndose que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

**GRÁFICO 33 Detalle de los niveles de la estructura de Hormigón Armado**



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

## - AÑO DE CONSTRUCCIÓN

De acuerdo a datos proporcionados por el Ing. Byron Montero, el año que se realizó la construcción de la estructura aporticado fue en el 2006 para este caso se valora con un factor de 2 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

## - ESTADO DE CONSERVACIÓN

El estado de conservación o de mantenimiento se calculará dependiendo de la utilidad por solicitaciones de carga de la estructura a ser analizada [31].

$$R_{efectiva} = R_{real} * \phi_c * \phi_e * \beta$$

Donde:

*R efectiva* : Representa la Resistencia efectiva del elemento

*R real*: Representa la Resistencia real del elemento

$\phi_c$ : Calidad de Diseño y Construcción de toda la Estructura

$\phi_e$ : Estado de Conservación y Mantenimiento global.

$\beta$ : El factor de Reducción por Deterioro o Degradación del elemento Estructural.

Para lo cual calculamos el estado de conservación del Floculador Hidráulico, Mecánico y Sedimentador como un conjunto.

*R efectiva* : 210 kg/cm<sup>2</sup>, porque es la resistencia Estructural de diseño especificada en los planos estructurales proporcionados por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato.

*R real*: 222 kg/cm<sup>2</sup> representa la resistencia estructural real del elemento en la actualidad ya que estos datos fueron tomado por medio de ensayos Esclerométricos (Ver anexo A-4).

$\phi_c$ : 1 Este valor representa un factor de calidad por diseño y construcción entendiendo que siempre se realiza los procesos constructivos basándonos en normas técnicas tanto en el diseño como en la construcción.

$\beta$ : 0.9 Este valor representa el grado de deterioro de la bodega de químicos; el valor tomado sería porque está en buen funcionamiento sin afectaciones en todos sus procesos[31].

**TABLA 17 Factores de deterioro para cada componente**

Grado	$\beta$
Bueno	0.9
Regular	0.7
Malo	0.5

**Fuente:** Metodología para el Estudio de la Vulnerabilidad Estructural, 2005[31].

Cálculo del estado de conservación y mantenimiento global.

$$\phi_e = \frac{R \text{ efectiva}}{R_{\text{real}} * \phi_c * \beta}$$

$$\phi_e = \frac{210 \text{ Kg/cm}^2}{222 \text{ Kg/cm}^2 * 1 * 0.9}$$

$$\phi_e = 1.05 \cong 1.00$$

Por lo tanto se valora con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

#### - **CARACTERISTICAS DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN**

El tipo de Suelo donde se sustenta la Bodega de Químicos es determinado como Arena Limosa (SM) de acuerdo a la norma ASTM-D2487 lo que se puede sustentar como tipo C (Ver Anexo A-6, Anexo A-7) de clase C el cual es determinado por varios análisis de suelos en el laboratorio lo que determino que este suelo es firme y seco el cual es valorado como un factor de 1 lo que se considera como una Vulnerabilidad Media.

#### - **TOPOGRAFÍA DEL SITIO**

La Bodega de Químicos está ubicado en la parte central Sur- Oeste del área de estudio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana lo que tiene como medidas lo siguiente (Ver anexo C).

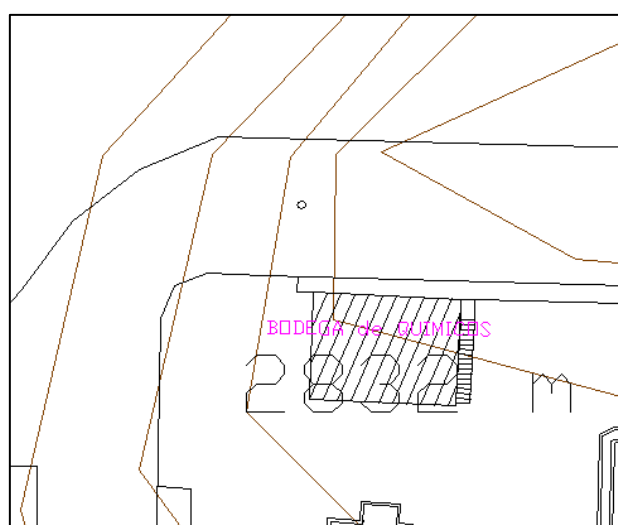


**TABLA 18 Detalle del área existente de la Bodega de Químicos**

	Longitud x(m)	Longitud y(m)	Área(m <sup>2</sup> )
Bodega de Químicos	9.90	6.55	64.85(Nivel 1) 64.85(Nivel 2)

**Elaborado por:** Jamil García.

**GRÁFICO 34 Detalle de Ubicación de la Bodega de Químicos**



**Fuente:** Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, EMAPA.

**TABLA 19 Tabla de datos de altitud del área de estudio**

P	DISTANCIA X(m)	ELEVACIÓN Y(m)
P1	0.000	2838.000
P2	20.000	2838.000
P3	40.000	2838.000
P4	60.000	2838.000
P5	80.000	2838.000
P6	100.000	2838.000
P7	120.000	2857.000
P8	140.000	2857.000

**Fuente:** Sistema de Posicionamiento Global, GPS.

Se entendió que los datos son de elevación por lo cual determinamos que el área de estudio es de forma escarpada por lo tanto se valora con un factor de 3 lo que se considera como una Vulnerabilidad Alta.

#### - **FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN PLANTA**

El tipo de construcción es un sistema aporticado de dos niveles ya que en este consta la bodega de químicos, en toda su estructura es de forma regular por lo tanto se valora con un factor de 1 entendienddo que se considera como una Vulnerabilidad Baja.

#### - **FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN ELEVACIÓN**

El tipo de construcción del sistema aporticado es de dos niveles ya que en su forma en elevación es de gran regularidad por lo tanto se valora con un factor de 1 entendienddo que se considera como una Vulnerabilidad Baja tomando en cuenta que es una estructura para uso del personal pertinente.

#### - **SOBRE-ESFUERZO**

Para este Índice de Sobre- Esfuerzo se analiza principalmente en una estructura en funcionamiento el esfuerzo actuante y el esfuerzo resistente lo cual a este tipo de correlación lo denominamos sobre esfuerzo, lo cual busca establecer la proporción entre la demanda y la capacidad de la estructura analizada [31].

$$I_s = \frac{P \text{ actuante}}{P \text{ resistente}}$$

Donde:

*I<sub>s</sub>*: Índice de Sobre-esfuerzo.

*P actuante*: Hace referencia a las cargas actuantes en el elemento.

*P resistente*: Hace referencia a las cargas resistentes en el elemento[31].

$$V = A * h$$

Donde:

*V*: Volumen aportante

A:Área aportante

h: Altura del Sedimentador y Flocculador.

$$V = A * h$$

$$V = 3.90 \text{ m}^2 * 3.0 \text{ m}$$

$$V = 11.7 \text{ m}^3$$

$$\text{Carga actuante} = V * \gamma$$

$$\text{Carga actuante} = 11.7 \text{ m}^3 * 1.9 \text{ ton /m}^3$$

$$\text{Carga actuante} = 22.23 \text{ Ton /2.7m}$$

$$\text{Carga actuante} = 8.23 \text{ Ton /2.7m}$$

$$\text{Carga resistente} = 9.18 \text{ Ton}$$

$$Is1 = \frac{8.23 \text{ ton}}{9.18 \text{ ton}}$$

$$Is1 = 0.90$$

$$Is2 = \frac{M \text{ actuante}}{M \text{ resistente}}$$

Donde:

*Mactuante*: Hace referencia a los momentos actuantes en el elemento.

*M resistente*: Hace referencia a los momentos resistentes en el elemento.

$$V = A * h$$

$$V = 3.90 \text{ m}^2 * 3.0 \text{ m}$$

$$V = 11.7 \text{ m}^3$$

$$\text{Momentoactuante} = \text{Cargaactuante} * 1/3h$$

$$\text{Momentoactuante} = 8.23\text{ton} * 1/3(3.00\text{m})$$

$$\text{Momentoactuante} = 8.23 \text{ Ton.m}$$

$$Is2 = \frac{8.23 \text{ Ton. m}}{10.22 \text{ Ton. m}}$$

$$Is2 = 0.80$$

Donde:

$$Is \text{ total} = Is1 + Is2$$

$$Is \text{ total} = \frac{0.90 + 0.80}{2}$$

$$Is \text{ total} = 0.85$$

El índice de sobre- esfuerzo del sedimentador y floculadores es de 0.85 por lo tanto se valora con un factor de 3 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Alta.

#### - **RESISTENCIA DEL HORMIGÓN**

La resistencia del hormigón de la Bodega de Químicos da como resultado 222 kg/cm<sup>2</sup> en el estado actual, sus datos fueron tomados en base al ensayo esclerométrico y sobrepasa la resistencia de diseño estructural 210 kg/cm<sup>2</sup>; por lo tanto se valora con un factor de 1 entendiendo que se considera como una Vulnerabilidad Baja (Ver anexo A-4).

**TABLA 20 Análisis de la vulnerabilidad de la Bodega de Químicos**

PARÁMETROS PARA PONDERAR LA VULNERABILIDAD										
BODEGA DE QUIMICOS										
TIPO DE VULNERABILIDAD	COMPONENTE									
Valor de Vulnerabilidad Alta	3									
Valor de Vulnerabilidad Media	2									
Valor de Vulnerabilidad Baja	1									
TIPO DE VULNERABILIDAD	COMPONENTE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	valor obtenido	VALOR					VULNERABILIDAD	
				1	2	3	4	5		
FÍSICA	SISTEMA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA DE CAÑA	1					0	3	
		ESTRUCTURA DE PARED PORTANTE, MIXTA MADERA Y HORMIGÓN						0		
		ESTRUCTURA METÁLICA, HORMIGÓN ARMADO, MIXTA METÁLICA Y HORMIGÓN		1	0					
	TIPO DE CUBIERTA	CAÑA Y ZINC	1						0	3
		CUBIERTA METALICA, VIGAS DE MADERA Y ZINC, O ETERNIT						2		
		LOSA DE HORMIGÓN CON VIGAS DESCOLGADAS		0	0					
	TIPO DE MATERIAL EN PAREDES	PARED DE PIEDRA, ADOBE	1						0	3
		PARED DE BAREQUE, MADERA						0		
		PARED DE LADRILLO, BLOQUE, HORMIGÓN ARMADO		1	0					
	SISTEMAS DE ENTREPISOS	ENTRAMADOS DE MADERA O CAÑA	1						0	3
		VIGAS Y ENTRAMADOS DE MADERA						0		
		ENTRAMADO HORMIGÓN O METÁLICO, ENTRAMADO METÁLICO		1	0					
	NÚMEROS DE PISOS	PISO >=5	1						0	3
		PISO3, PISO 4						0		
		PISO 1, PISO 2		1	0					
	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ENTRE 1981 Y 1990 Y ENTRE 1971 Y 1980 O MAS ANTIGUAS	2						0	3
		ENTRE 1991 Y 2011						2		
		ENTRE 2012 EN ADELANTE		0	0					
	ESTADO DE CONSERVACIÓN	MALO	1						0	3
		REGULAR						0		
		BUENO, ACEPTABLE		1	0					
	CARACTERÍSTICA DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	HÚMEDO, BLANDO, RELLENO	1						0	3
		INUNDABLE, CIENAGA						0		
		FIRME, SECO		1	0					
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	ESCARPE POSITIVO O NEGATIVO	3						0	3	
	BAJO NIVEL DE LA CALZADA						0			
	A NIVEL, TERRENO PLANO, SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA		0	0						
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN PLANTA	IRREGULARIDAD SEVERA	1						0	3	
	IRREGULAR						0			
	REGULAR		1	0						
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN EN ELEVACIÓN	IRREGULARIDAD SEVERA	1						0	3	
	IRREGULAR						0			
	REGULAR		1	0						
SOBRE ESFUERZO	CAPACIDAD MAYOR AL REQUERIMIENTO P actuales/P resistentes (>=1)	2						0	3	
	CAPACIDAD P actuales/P resistentes (>0,7; <09)						2			
	CAPACIDAD P actuales/P resistentes (<0,7)		0	0						
RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	MENOR A LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE 210 Kg/cm2	1						0	3	
	MENOR A LA RESISTENCIA DE DISEÑO PERO NO MENOR A 210 Kg/cm2						0			
	MAYOR A LA RESISTENCIA DE DISEÑO		1	0						

Elaborado por: Jamil García

Esta matriz representa el grado de Vulnerabilidad de la Bodega entendiendo que todos sus indicadores fueron evaluados de acuerdo a los índices planteados anteriormente los que responden al tipo de estructura condición y diseño de la misma lo que se valora de forma parcial la Vulnerabilidad con un factor de 1 entendiendo que su grado es bajo.

### **3.9 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES**

La deformación que sufren los suelos aún con cargas actuantes relativamente pequeñas es un problema de vital importancia en el ejercicio de la Ingeniería Civil, ya que es la causa de graves deficiencias en el comportamiento mecánico del suelo, sobre todo en cimentaciones de estructuras sobre arcillas blandas o limos plásticos de compresibilidad alta; de hecho se podrá decir que ha sido un triunfo de la Mecánica de Suelos poder predecir con cierta seguridad el fenómeno de la CONSOLIDACIÓN es decir lograr definir el rango del tiempo y la magnitud en que ocurrirá el suceso.

Con el desarrollo que se ha conseguido entre la teoría y la técnica del control de los asentamientos, el proceso de la deformación de los suelos no solo que llama la atención por los grandes asentamientos que pueden producirse, sino que se da a través de un tiempo que es muy largo y además muy posterior al momento mismo de la aplicación de la carga [32].

Como resultado se obtiene que las estructuras sobre los suelos empiezan a mostrar grandes deformaciones que pueden llevar hasta el colapso total de la misma.

La cimentación de una estructura, como todas las partes de ésta, debe ser estable y económica. La primera condición se alcanza cuando se cumple con los siguientes requisitos básicos.

- a) Ser segura contra fallas por resistencia al corte del suelo de apoyo.
- b) No acusar deformaciones, asentamiento o emersiones, de magnitud superior a la tolerable por la estructura y obras colindantes.
- c) Localizarse de tal forma que quede protegida contra la acción de agentes externos [32].

### 3.9.1 Cálculo de los Asentamientos del Floculador Mecánico, Hidráulico y Sedimentador.

Los siguientes datos fueron determinados mediante un Ensayo de Penetración Estándar (SPT), los cuales fueron realizados con los funcionarios del Laboratorio que tiene el Municipio de Ambato (ver anexo B).

Datos:

$$H1 = 100\text{cm}$$

$$H2 = 600\text{cm}$$

$$P = 191.25 \text{ ton} \rightarrow \text{Dato obtenido por programa de diseño estructural.}$$

$$A = 10.25\text{m} \times 14\text{m} = 143.5 \text{ m}^2$$

$$L1\% = 28\%$$

$$L2\% = 0\%$$

$$W2\% = 19.62\% \rightarrow \text{Datos obtenidos por estudio de suelos.}$$

$$\gamma_1 = 1.658$$

$$\gamma_2 = 1.723$$

gr/cm<sup>3</sup>

Donde:

Cc: Índice de Compresión

G% = 100% Grado de compactación esperada por la sobrecarga.

S=Asentamiento.

P: Carga de la zapata

A: Área de la zapata

e: Relación de vacíos

$\gamma_1$ : Densidad suelo superficial (primer estrato)

$\gamma_2$ : Densidad suelo superficial (segundo estrato)

Con estos datos se procede a realizar los cálculos del asentamiento diferencial.

$$Cc = 0.009 * (L1\% - 10\%)$$

$$Cc = 0.009 * (28\% - 10\%)$$

$$Cc = 0.00162$$

$$G\% * e = \gamma_2 * W\%$$

G% = 100% Grado de compactación esperada por la sobrecarga

$$\gamma_2 = 1.658 \text{ gr/cm}^3 \text{ o Tn/m}^3$$

$$100\% * e = 18.2$$

$$100\% * e = 1.723 * 19.62$$

$$e = 0.338$$

$$\gamma_{total} = \gamma_1 + \gamma_2$$

$$\gamma_{total} = 1.658 + 1.723$$

$$\gamma_{total} = 3.381 \text{ gr/cm}^3 \text{ o Tn/m}^3$$

$$P_o = \gamma_1 * H_1 + \gamma_2 * H_2$$

$$P_o = 1.658 \text{Tn/m}^3 * 1\text{m} + 1.723 \text{Tn/m}^3 * 6\text{m}$$

$$P_o = 11.996 \text{Tn/m}^2$$

$$P_o = 1.200 \text{kg/cm}^2$$

$$\Delta P = \frac{P}{A}$$

P: Carga de la zapata

A: Área de la zapata

$$\Delta P = \frac{P}{A}$$

$$\Delta P = \frac{191.25 \text{ ton}}{143.5 \text{ m}^2}$$

$$\Delta P = 1.333 \text{ Tn/m}^2 \quad 0,133 \text{kg/cm}^2$$

S=Asentamiento

$$S = H_2 * \frac{C_c}{1 + e_o} * \text{Log}_{10} * \left( \frac{P_o + \Delta P}{P_o} \right)$$

$$S = 600 * \frac{0.0016}{1 + 0.338} * \text{Log}_{10} * \left( \frac{1.200 + 0.133}{1.200} \right)$$

$$S = 0.7265 * \text{Log}_{10} * (1.11)$$

$$S = 0.033 \text{cm}$$

$$\mathbf{S = 0.33 \text{ mm}}$$

El asentamiento calculado para el Floculador mecánico, Hidráulico y Sedimentador da 0.33 mm entendiendo que el límite es de 3mm de acuerdo a especificaciones del libro de mecánica de suelos del Ing. Francisco Mantilla; por lo cual se considera como una vulnerabilidad baja.

q real vs q adm 25 ton/m <sup>2</sup> vs 20 ton/m <sup>2</sup>
---



### 3.9.2 Cálculo de los Asentamientos del Tanque de Reserva de 2000m<sup>3</sup>

Los siguientes datos fueron determinados mediante un Ensayo de Penetración Estándar (SPT), los cuales fueron realizados con los funcionarios del Laboratorio que tiene el Municipio de Ambato (ver anexo B).

Datos:

$$H1 = 100\text{cm}$$

$$H2 = 600\text{cm}$$

$$P = 34.72 \text{ ton} \rightarrow \text{Dato obtenido por programa de diseño estructural.}$$

$$A = 422.73 \text{ m}^2$$

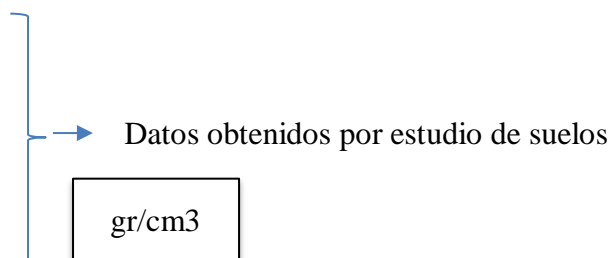
$$L1\% = 24\%$$

$$L2\% = 0\%$$

$$W2\% = 21.28\%$$

$$\gamma_1 = 1.547$$

$$\gamma_2 = 1.623$$



Donde:

Cc: Índice de Compresión

G% = 100% Grado de compactación esperada por la sobrecarga.

S=Asentamiento

P: Carga de la zapata (mayor)

A: Área de la zapata

e: Relación de vacíos

$\gamma_1$ :Densidad suelo superficial (primer estrato)

$\gamma_2$ :Densidad suelo superficial (segundo estrato)

Con estos datos procedemos a realizar los cálculos del asentamiento diferencial.

$$Cc = 0.009 * (L1\% - 10\%)$$

$$Cc = 0.009 * (24\% - 10\%)$$

$$Cc = 0.0033$$

$$G\% * e = \gamma_2 * W\%$$

G% = 100% Grado de compactación esperada por la sobrecarga

$$\gamma_2 = 1.65 \text{ Kg/cm}^3 \text{ o Tn/m}^3$$

$$100\% * e = 18.2$$

$$100\% * e = 1.547 * 21.28$$

$$e = 0.330$$

$$\gamma_{total} = \gamma_1 + \gamma_2$$

$$\gamma_{total} = 1.547 + 1.623$$

$$\gamma_{total} = 3.170 \text{ gr/cm}^3 \text{ o Tn/m}^3$$

$$P_o = \gamma_1 * H_1 + \gamma_2 * H_2$$

$$P_o = 1.547 \text{Tn/m}^3 * 1\text{m} + 1.623 \text{Tn/m}^3 * 6\text{m}$$

$$P_o = 11.290 \text{Tn/m}^2$$

$$P_o = 1.129 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Delta P = \frac{P}{A}$$

P: Carga de la zapata

A: Área de la zapata

$$\Delta P = \frac{P}{A}$$

$$\Delta P = \frac{34.72 \text{ ton}}{422.73 \text{ m}^2}$$

$$\Delta P = 0.0082 \text{ Kg/cm}^2$$

S=Asentamiento

$$S = H_2 * \frac{C_c}{1 + e} * \text{Log}_{10} * \left( \frac{P_o + \Delta P}{P_o} \right)$$

$$S = 600 * \frac{0.0033}{1 + 0.330} * \text{Log}_{10} * \left( \frac{1.129 + 0.0082}{1.129} \right)$$

$$S = 0.4060 * \text{Log}_{10} * (1.073)$$

$$S = 0.0047 \text{cm}$$

$$\mathbf{S = 0.047mm}$$

q real vs q adm 18 ton/m <sup>2</sup> vs 15 ton/m <sup>2</sup>
---

El asentamiento calculado para el tanque de reserva da 0.047 mm entendiendo que el límite es de 3mm de acuerdo a especificaciones del libro de mecánica de suelos del Ing. Francisco Mantilla; por lo cual se considera que es una vulnerabilidad baja.

### 3.9.3 Cálculo de los Asentamientos del Laboratorio de Control de Calidad y Producción.

Los siguientes datos fueron determinados mediante un Ensayo de Penetración Estándar (SPT), los cuales fueron realizados con los funcionarios del Laboratorio que tiene el Municipio de Ambato (ver anexo B).

Datos:

$$H1 = 100\text{cm}$$

$$H2 = 600\text{cm}$$

$$P = 7.12 \text{ ton} \rightarrow \text{Dato obtenido por programa de diseño estructural.}$$

$$A = 1.5\text{m} \times 1.5\text{m} = 2.25\text{m}^2$$

$$Ll_1\% = 28\%$$

$$Ll_2\% = 0\%$$

$$W_2\% = 19.62\% \rightarrow \text{Datos obtenidos por estudio de suelos}$$

$$\gamma_1 = 1.614$$

$$\gamma_2 = 1.697 \text{ Tn/m}^3$$

gr/cm<sup>3</sup>

Donde:

Cc: Índice de Compresión

G% = 100% Grado de compactación esperada por la sobrecarga.

S=Asentamiento.

P: Carga de la zapata

A: Área de la zapata

e: Relación de vacíos

$\gamma_1$ : Densidad suelo superficial (primer estrato)

$\gamma_2$ : Densidad suelo superficial (segundo estrato)

Con estos datos procedemos a realizar los cálculos del asentamiento diferencial.

$$Cc = 0.009 * (Ll\% - 10\%)$$

$$Cc = 0.009 * (28\% - 10\%)$$

$$Cc = 0.00162$$

$$G\% * e = \gamma_2 * W\%$$

G% = 100% Grado de compactación esperada por la sobrecarga

$$\gamma_2 = 1.697 \text{ gr/cm}^3 \text{ o Tn/m}^3$$

$$100\% * e$$

$$100\% * e = 1.697 * 19.62$$

$$e = 0.333$$

$$\gamma_{total} = \gamma_1 + \gamma_2$$

$$\gamma_{total} = 1.614 + 1.697$$

$$\gamma_{total} = 3.311 \text{ gr/cm}^3 \text{ o } \text{Tn/m}^3$$

$$P_o = \gamma_1 * H_1 + \gamma_2 * H_2$$

$$P_o = 1.614 \text{Tn/m}^3 * 1\text{m} + 1.697 \text{Tn/m}^3 * 6\text{m}$$

$$P_o = 11.800 \text{Tn/m}^2$$

$$P_o = 1.180 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Delta P = \frac{P}{A}$$

P: Carga de la zapata

A: Área de la zapata

$$\Delta P = \frac{P}{A}$$

$$\Delta P = \frac{7.12 \text{ ton}}{2.25 \text{ m}^2}$$

$$\Delta P = 3.16 \text{Tn/m}^2 \text{ o } 0.316 \text{kg/cm}^2$$

S=Asentamiento

$$S = H_2 * \frac{C_c}{1 + e} * \text{Log}_{10} * \left( \frac{P_o + \Delta P}{P_o} \right)$$

$$S = 600 * \frac{0.00162}{1 + 0.333} * \text{Log}_{10} * \left( \frac{1.180 + 0.316}{1.180} \right)$$

$$S = 0.73 * \text{Log}_{10} * (1,26)$$

$$S = 0.074 \text{cm}$$

$$S = 0.74 \text{mm}$$

q real vs q adm  
25 ton/m<sup>2</sup> vs 20 ton/m<sup>2</sup>

El asentamiento calculado para el Laboratorio de control de Calidad y Producción da 0.74 mm entendiendo que el límite es de 3mm de acuerdo a especificaciones del libro de mecánica de suelos del Ing. Francisco Mantilla; por lo cual se considera que es una vulnerabilidad baja.

### 3.9.4 Cálculo de los Asentamiento de la Bodega de Químicos

Los siguientes datos fueron determinados mediante un Ensayo de Penetración Estándar (SPT), los cual fue realizado con los funcionarios del Laboratorio que tiene el Municipio de Ambato (ver anexo B).

Datos:

$$H1 = 100\text{cm}$$

$$H2 = 600\text{cm}$$

$$P = 8.23 \text{ ton} \rightarrow \text{Dato obtenido por programa de diseño estructural.}$$

$$A = 2.0\text{m} \times 2.0\text{m} = 4.00\text{m}^2$$

$$L1\% = 24\%$$

$$L12\% = 0\%$$

$$W2\% = 20.20\% \rightarrow \text{Datos obtenidos por estudio de suelos}$$

$$\gamma_1 = 1.649$$

$$\gamma_2 = 1.742$$

gr/cm<sup>3</sup>

Donde:

Cc: Índice de Compresión

G% = 100% Grado de compactación esperada por la sobrecarga.

S=Asentamiento.

P: Carga de la zapata

A: Área de la zapata

e: Relación de vacíos

$\gamma_1$ : Densidad suelo superficial (primer estrato)

$\gamma_2$ : Densidad suelo superficial (segundo estrato)

Con estos datos procedemos a realizar los cálculos del asentamiento diferencial.

$$Cc = 0.009 * (L1\% - 10\%)$$

$$Cc = 0.009 * (24\% - 10\%)$$

$$Cc = 0.00126$$

$$G\% * e = \gamma_2 * W\%$$

G% = 100% Grado de compactación esperada por la sobrecarga

$$\gamma_2 = 1.742\text{gr/cm}^3 \text{ o Tn/m}^3$$

$$100\% * e = 18.2$$

$$100\% * e = 1.742 * 20.20$$

$$e_0 = 0.352$$

$$\gamma_{total} = \gamma_1 + \gamma_2$$

$$\gamma_{total} = 1.649 + 1.742$$

$$\gamma_{total} = 3.391 \text{ gr/cm}^3 \text{ o Tn/m}^3$$

$$P_0 = \gamma_1 * H_1 + \gamma_2 * H_2$$

$$P_0 = 1.649 \text{Tn/m}^3 * 1\text{m} + 1.742 \text{Tn/m}^3 * 6\text{m}$$

$$P_0 = 12.10 \text{ Tn/m}^2$$

$$P_0 = 1.21 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Delta P = \frac{P}{A}$$

P: Carga de la zapata

A: Área de la zapata

$$\Delta P = \frac{P}{A}$$

$$\Delta P = \frac{8.23 \text{ ton}}{4.00 \text{ m}^2}$$

$$\Delta P = 2.06 \text{Tn/m}^2$$

$$\Delta P = 0.206 \text{ kg/cm}^2$$

S=Asentamiento

$$S = H_2 * \frac{C_c}{1 + e} * \text{Log}_{10} * \left( \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right)$$

$$S = 600 * \frac{0.00126}{1 + 0.352} * \text{Log}_{10} * \left( \frac{1.21 + 0.206}{1.21} \right)$$

$$S = 0.559 * \text{Log}_{10} * (1.17)$$

$$S = 0.04\text{cm}$$

$$\mathbf{S = 0.4 \text{ mm}}$$

q real vs q adm

25 ton/m<sup>2</sup> vs 20 ton/m<sup>2</sup>

El asentamiento calculado para la bodega de químicos da 0.4 mm entendiendo que el límite es de 3 mm de acuerdo a especificaciones del libro de mecánica de suelos del Ing. Francisco Mantilla; por lo que se considera que es una vulnerabilidad baja.

### 3.10 Resultados del grado de vulnerabilidad por asentamientos.

TABLA 21 Grado de vulnerabilidad de las cuatro estructuras de la Planta del Casigana

Estructura	ASENTAMIENTO(S) (mm)	Grado de vulnerabilidad
Sedimentador, Floculador Hidráulico y Mecánico	0.33	1
Tanque de Reserva 2000m <sup>3</sup>	0.47	1
Laboratorio de Control de Calidad y Producción	0.74	1
Bodega de Químicos	0.4	1

Elaborado por: Jamil García

### 3.11 Resultado Total del grado de vulnerabilidad por asentamientos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable ubicada en el Casigana.

$$x1 = \frac{Xs + Xa}{2} = \frac{1 + 1}{2} = 1$$

El valor de X1 representa el grado de Vulnerabilidad total del Sedimentador, Floculador Hidráulico y Mecánico de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana.

$$x2 = \frac{Xs + Xa}{2} = \frac{2 + 1}{2} = 1.5 \cong 2$$

El valor de X2 representa el grado de Vulnerabilidad total del Tanque de Reserva de 2000m<sup>3</sup> de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana.

$$x3 = \frac{Xs + Xa}{2} = \frac{1 + 1}{2} = 1$$

El valor de X3 representa el grado de Vulnerabilidad total del Laboratorio de Control de Calidad y Producción de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana

$$x_4 = \frac{X_s + X_a}{2} = \frac{1 + 1}{2} = 1$$

El valor de X4 representa el grado de Vulnerabilidad total de la Bodega de Químicos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana.

$$x_t = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4}{4} = \frac{2 + 2 + 1 + 1}{4} = \frac{6}{4} = 1.5 \cong 2$$

El valor de Xt representa el grado de Vulnerabilidad total de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana ubicada en la Parroquia Santa Rosa.

**TABLA 22 Grado de vulnerabilidad Total de la Planta de Tratamiento de Agua del Casigana.**

Estructura	Grado de Vulnerabilidad Sísmico(Xs)	Grado de Vulnerabilidad por Asentamientos(Xa)	Promedio grado de Vulnerabilidad total(X)	Grado de Vulnerabilidad total de la Planta del Casigana(Xt)
Sedimentador, Floculador Hidráulico y Mecánico	1	1	1	1
Tanque de Reserva 2000m3	2	1	2	
Laboratorio de Control de Calidad y Producción	1	1	1	
Bodega de Químicos	1	1	1	

**Elaborado por:** Jamil García

Una vez analizada toda la estructura de la Planta de Tratamiento de Agua Potable ubicada en el sector Casigana se llega a una valoración de la vulnerabilidad de 2 lo que determina que es de grado medio el de vulnerabilidad.



### 3.12 Valoración de la Amenaza en la Planta de Potabilización de Agua del Casigana

TABLA 23 Valoración de la Amenaza

CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DE ESTUDIO			
<b>SUSCEPTIBILIDAD SÍSMICA</b>	<b>ZONA SÍSMICA</b>	<b>Zona IV (mayor peligro)</b>	<b>3</b>
<b>SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA</b>	<b>ZONAS DE DESLAVES</b>	<b>LA SUSCEPTIBILIDAD ES MEDIA Y AFECTA EN MENOR MEDIDA AL TERRITORIO SIENDO MENORES LAS ACUMULACIONES DE SEDIMENTOS</b>	<b>2</b>

**Elaborado por:** Jamil García

Los valores tomados están dados en base a los mapas presentados en la cartografía de riesgo y capacidades del Ecuador lo que se aplicaron criterios estandarizados de valoración de amenazas que guardan concordancia con lo propuesto en el presente documento es decir valores de 1 a 3.

**TABLA 24 Valoración de la Amenaza de la Planta de Potabilización de Agua del Casigana**

PARÁMETROS PARA PONDERAR LA AMENAZA						
AMENAZAS DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL CASIGANA						
TIPO DE AMENAZA		COMPONENTE				
Valor de Amenaza Alta		3				
Valor de Amenaza Media		2				
Valor de Amenaza Baja		1				
TIPO DE AMENAZA	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	VALOR			VALORACIÓN DE LA AMENAZA
SUSCEPTIBILIDAD SÍSMICA	ZONA SÍSMICA	Zona IV (mayor peligro)	1	2	3	3
			0	0	0	
			0	0	0	
SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA	ZONAS DE DESLAVES	LA SUSCEPTIBILIDAD ES MEDIA Y AFECTA EN MENOR MEDIDA AL TERRITORIO SIENDO MENORES LAS ACUMULACIONES DE SEDIMENTOS	1	2	3	
			0	2	0	
			0	0	0	

Elaborado por: Jamil García

Una vez analizada toda la estructura de la Planta de Potabilización de Agua ubicada en el sector Casigana se llegó a una valoración de la Amenaza total calculado de 3 lo que determina que el riesgo es de grado alto.

### 3.13 Valoración del Riesgo de la Planta de Potabilización de agua de Casigana

**TABLA 25 Valoración del Riesgo del Sedimentador, Floculador Hidráulico y Mecánico**

ESTIMACIÓN DEL RIESGOS							
RIESGO DEL SEDIMENTADOR, FLOCULADOR HIDRÁULICO Y MECÁNICO							
TIPO DE RIESGO		COMPONENTE					
Valor de Riesgo Alto		3					
Valor de Riesgo Medio		2					
Valor de Riesgo Bajo		1					
TIPO DE RIESGO	VULNERABILIDAD	AMENAZA	VALOR			VALORACIÓN POR TIPO DE RIESGO	VALOR DEL RIESGO TOTAL
RIESGO SÍSMICO	1	3	1	2	3	2	2
			0	2	0		
			0	0	0		
RIESGO DE DESLAVES	1	2	1	2	3	2	
			0	2	0		
			0	0	0		

Elaborado por: Jamil García

Una vez analizadas las estructuras del Sedimentador, Floculador Hidráulico y Mecánico de la Planta de Potabilización de Agua ubicada en el sector Casigana se llegó a una valoración del riesgo calculado de 2 lo que determina que el riesgo es de grado medio.

**TABLA 26 Valoración del Riesgo en el Tanque de reserva de 2000m3**

ESTIMACIÓN DEL RIESGOS							
RIESGO DEL TANQUE DE RESERVA DE 2000m3							
TIPO DE RIESGO		COMPONENTE					
Valor de Riesgo Alto		3					
Valor de Riesgo Medio		2					
Valor de Riesgo Bajo		1					
TIPO DE RIESGO	VULNERABILIDAD	AMENAZA	VALOR			VALORACIÓN POR TIPO DE RIESGO	VALOR DEL RIESGO TOTAL
			1	2	3		
RIESGO SÍSMICO	2	3			3	3	2
				0			
			0				
RIESGO DE DESLAVES	1	2			0	2	
				2			
			0				

Elaborado por: Jamil García

Una vez analizada la estructura del Tanque de Reserva de 2000m3 de la Planta de Potabilización de Agua ubicada en el sector Casigana se llegó a una valoración del riesgo calculado de 2 lo que determina que el riesgo es de grado medio.

**TABLA 27 Valoración del Riesgo en el Laboratorio de Producción y Control de Calidad**

ESTIMACIÓN DEL RIESGOS							
RIESGO DEL LABORATORIO DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD							
TIPO DE RIESGO		COMPONENTE					
Valor de Riesgo Alto		3					
Valor de Riesgo Medio		2					
Valor de Riesgo Bajo		1					
TIPO DE RIESGO	VULNERABILIDAD	AMENAZA	VALOR			VALORACIÓN POR TIPO DE RIESGO	VALOR DEL RIESGO TOTAL
			1	2	3		
RIESGO SÍSMICO	1	3			0	2	2
				2			
			0				
RIESGO DE DESLAVES	1	2			0	2	
				2			
			0				

Elaborado por: Jamil García

Una vez analizadas las estructuras del Laboratorio de Control de Calidad y Producción de la Planta de Potabilización de Agua ubicada en el sector Casigana se llegó a una valoración del riesgo calculado de 2 lo que determina que el riesgo es de grado medio.

**TABLA 28 Valoración del Riesgo de la Bodega de Químicos**

ESTIMACIÓN DEL RIESGOS							
RIESGO DE LA BODEGA DE QUÍMICOS							
TIPO DE RIESGO	COMPONENTE						
Valor de Riesgo Alto	3						
Valor de Riesgo Medio	2						
Valor de Riesgo Bajo	1						
TIPO DE RIESGO	VULNERABILIDAD	AMENAZA	VALOR			VALORACIÓN	VALOR DEL RIESGO TOTAL
			1	2	3	POR TIPO DE RIESGO	
RIESGO SÍSMICO	1	3			0	2	2
				2			
			0				
RIESGO DE DESLAVES	1	2			0	2	
				2			
			0				

Elaborado por: Jamil García

Una vez analizada la estructura de la bodega de químicos de la Planta de Potabilización de Agua ubicada en el sector Casigana se llegó a una valoración del riesgo calculado de 2 lo que determina que el riesgo es de grado medio.

### 3.14 Valoración del Riesgo Total de Planta de Potabilización de Agua de Casigana

**TABLA 29 Riesgo Total de la Planta de Potabilización de Agua del Casigana**

ESTIMACIÓN DEL RIESGOS							
RIESGO TOTAL DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL CASIGANA							
TIPO DE RIESGO	COMPONENTE						
Valor de Riesgo Alto	3						
Valor de Riesgo Medio	2						
Valor de Riesgo Bajo	1						
TIPO DE RIESGO	VULNERABILIDAD	AMENAZA	VALOR			VALORACIÓN	VALOR DEL RIESGO TOTAL
			1	2	3	POR TIPO DE RIESGO	
RIESGO TOTAL	1	2			0	2	2
				0			
			0				

Elaborado por: Jamil García

Una vez analizada toda la estructura de la Planta de Potabilización de Agua ubicada en el sector Casigana se llegó a una valoración del Riesgo Total calculado de 2 lo que determina que el riesgo es de grado medio.

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- La Capacidad Portante del Suelo presente en la zona de cimentación del tanque de reserva es de 9 ton/m<sup>2</sup> determinada por el ensayo SPT, siendo ésta la capacidad última del suelo.
- Los estudios de suelos determinaron en la zona del tanque de reserva que es un suelo blando lo que puede ser susceptible a asentamientos de acuerdo a la SUCS es un suelo SM (arena limosa suelta).
- Los elementos analizados de las estructuras del Floculador Mecánico, Hidráulico y Sedimentador presentan una vulnerabilidad baja, esto indica que puede sufrir daños poco considerables durante un fenómeno sísmico potencialmente peligroso el cual puede suceder generando efectos adversos en la estructura, los cuales tienen una probabilidad muy baja de ocasionar el colapso total de la estructura.
- Los ensayos de suelos realizados en el laboratorio indica que la capacidad portante del suelo es de 25 ton/m<sup>2</sup> en la zona del laboratorio de control de calidad y producción; siendo un suelo SM (arena limosa densa), que presenta propiedades dentro de los parámetros establecidos bajo la norma (INEN 872), por consiguiente se espera que los efectos de sitio no incrementen ni provoquen efectos adversos a esta estructura.
- Los elementos analizados en la planta de tratamiento de agua potable, presentan valores de vulnerabilidades distintas en todo su conjunto siendo predominante el valor bajo, indicador que evidencia la susceptibilidad de sufrir daños ante fenómenos sísmicos, sin que éstos ocasionen la paralización del funcionamiento de la planta de potabilización de agua.
- Las estructuras están en buen estado lo que permite identificar la calidad del diseño y construcción tomando como indicadores la resistencia efectiva por elementos,

calculada en función de la resistencia real de los mismos, a cual denominamos índice de sobre-esfuerzo.

## 4.2 Recomendaciones

- Implementar un sistema de mejoramiento y estabilización de suelos por medio de inyecciones de cemento colocado cada 50 cm, a una altura de 5m en la cual ya existe un estrato rígido de suelo, creando de esta manera un incremento en la resistencia del suelo así como en sus propiedades índice lo que disminuirá los efectos de sitio provocados por la condición del suelo.
- La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato debe realizar e implementar planes de mantenimiento rutinario que consiste en limpieza periódica con el fin de garantizar el buen funcionamiento de la planta de potabilización de agua así como evitar posibles fallas o prevenir daños mayores derivados del desgaste por el tiempo de uso.
- A la Empresa se la recomienda adquirir un software para realizar modelaciones matemáticas de detalle para verificar los resultados encontrados en el presente trabajo técnico con miras a determinar el grado de desempeño estructural.
- Crear planes de emergencia que se socialice con la máxima autoridad, empleados y trabajadores de la empresa para que conozcan los posibles efectos adversos que se pueden dar en la planta de potabilización de agua.
- Crear planes de contingencia específicos ante sismos de acuerdo a las realidades encontradas en las listas de chequeo generadas en el presente documento y cuyos resultados deben ser socializados a todos trabajadores que laboran en la planta de tratamiento de agua potable de tal manera que se sustente las posibles actividades de mitigación, preparación y respuesta con una justificación técnica.
- Realizar capacitaciones dirigidas al personal que trabaja en la planta de tratamiento de agua potable con temáticas relacionadas a Gestión de Riesgos, actividades de respuesta, rehabilitación y análisis de vulnerabilidades los mismos que permitan garantizar la resiliencia del personal de dicha entidad ante fenómenos sísmicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. FERNÁNDEZ, Y. CHAVES Y S. BORJA, GUÍA PARA LA INCORPORACIÓN DE LA VARIABLE DE RIESGO EN LA GESTIÓN INTEGRAL DE NUEVOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA, QUITO: PUBLIASORES CIA. LTDA, 2011.
- [2] F. DEMORAES Y R. D'ERCOLE, CARTOGRAFÍA DE RIESGOS Y CAPACIDADES EN EL ECUADOR, QUITO: OXFAM INTERNACIONAL, 2001.
- [3] S. N. D. P. Y. DESARROLLO, «PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR OBJETIVO 3,» QUITO, ECUADOR, 2013-2017, PP. 20-J.
- [4] O. LOZANO CORTIJO, METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE INUNDACIONES Y SISMOS DE LAS EDIFICACIONES EN CENTROS URBANOS, VOL. 1, CALCA, CUSCO: PREDES, 2008.
- [5] P. D. CISP, LA COMUNICACIÓN SOCIAL EN LA GESTIÓN DE RIESGOS, LOJA, LOJA: GRAPHUS, 2007.
- [6] P. ECHO, GUÍA FAMILIAR PARA EMERGENCIAS, BABAHOYO Y SUS CANTONES, LOS RÍOS: GRAPHUS, 2008.
- [7] C. R. SERVICES, GUÍA PARA FACILITADORES, QUITO, PICHINCHA: MONIGOTE, 2009.
- [8] M. C. D. S. Y. S. D. G. D. RIESGOS, GUÍA COMUNITARIA DE GESTIÓN DE RIESGOS, QUITO, PICHINCHA: PUBLIASORES CIA. LTDA., 2010.
- [9] A. NACIONAL, «REGIMEN DEL BUEN VIVIR,» QUITO, LEXIS, 2008, P. 116.
- [10] A. NACIONAL, «CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN,» QUITO, ECUADOR, 2010, P. 74.
- [11] A. NACIONAL, «LEY DE SEGURIDAD PÚBLICA Y DEL ESTADO,» QUITO, ECUADOR, 2009, P. 8.
- [12] A. NACIONAL, «LEY DE SEGURIDAD PÚBLICA Y DEL ESTADO,» QUITO, ECUADOR, 2010, P. 10.
- [13] A. NACIONAL, «LEY DE SEGURIDAD PÚBLICA Y DEL ESTADO,» QUITO, ECUADOR, 2010, P. 11.
- [14] A. NACIONAL, «CODIGO ORGANICO DE PLANIFICACION Y FINANZAS PÚBLICAS,» QUITO, ECUADOR, 2010, P. 23.
- [15] SERCOP, «LEY ORGÁNICA DEL SISTEMA NACIONAL DE COMPRAS PÚBLICAS,» QUITO, LEXIS, 2015, P. 6.
- [16] S. N. D. P. Y. D. DESARROLLO, DE *PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR OBJETIVO 4*, QUITO, ECUADOR, 2013-2017, P. 159.
- [17] R. NUÑEZ Y M. A. GIRALDO, CUADERNILLO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES A NIVEL REGIONAL Y LOCAL, F. BRIONES, ED., SANTIAGO DE CHILE: GRÁFICA TROYA, 2012, P. 6.
- [18] M. BANCO, FONDO DE DESASTRES NATURALES DE MÉXICO, PRIMERA ED., MEXICO D.F: MEXICO 2012, 2012, P. 80.
- [19] A. LAVELL, SOBRE LA GESTIÓN DEL RIESGO DEFINICIONES, LIMA: LA RED USAID, 1998.

- [20] E. P. D. M. U. E. D. N. D. AGUAS, METODOLOGIA PARA EL ANÁLISIS DEL RIESGO Y VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO, LIMA: COORDINACIÓN DE RIESGOS, 2002.
- [21] F. ULLOA, MANUAL DE GESTION DE RIESGOS DE DESASTRE PARA COMUNICADORES SOCIALES, LIMA: NACIONES UNIDAS, 2011.
- [22] U.-M. EDUCACIÓN, CONCEPTOS Y HERRAMIENTAS SOBRE SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA Y GESTIÓN DEL RIESGO PARA LA COMUNIDAD EDUCATIVA, COSTA RICA: TACRO, 2009.
- [23] I. N. D. D. CIVIL, GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES PARA LA PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO LOCAL, PERÚ: TIRAJE, 2009.
- [24] O. D. L. N. UNIDAS, GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE PARA EL PATRIMONIO MUNDIAL, PARÍS: ICOMOS, 2014.
- [25] INEC, «CLASIFICADOR GEOGRÁFICO ESTADÍSTICO,» 31 12 2010. [EN LÍNEA]. AVAILABLE: [HTTP://WWW.ECUADORENCIFRAS.GOB.EC/CLASIFICADOR-GEOGRAFICO-ESTADISTICO-DPA/](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/clasificador-geografico-estadistico-dpa/). [ÚLTIMO ACCESO: 22 07 2016].
- [26] INAMHI, «ANUARIO METEOROLÓGICO,» 01 10 2013. [EN LÍNEA]. AVAILABLE: [HTTP://WWW.SERVICIOMETEOROLOGICO.GOB.EC/WP-CONTENT/UPLOADS/ANUARIOS/METEOROLOGICOS/AM%202011.PDF](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/am%202011.pdf). [ÚLTIMO ACCESO: 22 07 2016].
- [27] I. G.-E. P. NACIONAL, «INFORME SÍSMICO,» 20 01 2013. [EN LÍNEA]. AVAILABLE: [HTTP://WWW.IGEPN.EDU.EC/INFORMES-SISMICOS/ANUALES/231--50/FILE](http://www.igepn.edu.ec/informes-sismicos/anuales/231--50/file). [ÚLTIMO ACCESO: 22 07 2016].
- [28] S. D. G. D. RIESGOS, «AMENAZA MOVIMIENTOS EN MASA,» 01 10 2014. [EN LÍNEA]. AVAILABLE: [HTTP://WWW.GESTIONDERIESGOS.GOB.EC/WP-CONTENT/UPLOADS/DOWNLOADS/2014/10/ESCENARIOS\\_OCTUBRE\\_MOV\\_MASA.PDF](http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/10/escenarios_octubre_mov_masa.pdf). [ÚLTIMO ACCESO: 22 07 2016].
- [29] INAMHI, «MAPA DE RIESGO DE DESLIZAMIENTO,» 01 12 2010. [EN LÍNEA]. AVAILABLE: [HTTP://APP.SNI.GOB.EC/SNI-LINK/SNI/RESPALDOS/R\\_PLANIF/VULNERABILIDAD\\_CAMBIO\\_CLIMATICO/GRAFICOS/MAPAS%20FINALES%20PDF/VA%201.5%20MAPA%20DE%20RIESGOS%20DE%20DESLIZAMIENTOS%20\(INAMHI\)%20DEL%20ECUADOR%20FRENTE%20AL%20CAMBIO%20CLIM%3%A1TICO.PDF](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/respaldos/r_planif/vulnerabilidad_cambio_climatico/graficos/mapas%20finales%20pdf/va%201.5%20mapa%20de%20riesgos%20de%20deslizamientos%20(inamhi)%20del%20ecuador%20frente%20al%20cambio%20clim%3%A1tico.pdf). [ÚLTIMO ACCESO: 22 07 2016].
- [30] C. D. V. D. TUNGURAHUA, «COVOT,» DE *MEDICIÓN DE VULNERABILIDADES CON LA UTILIZACIÓN DE INDICADORES*, AMBATO, TUNGURAHUA: COVOT, 2011, P. 7.
- [31] D. F. PÁEZ MORENO Y J. H. HERNÁNDEZ DELGADILLO, «METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD,» 15 ENERO 2005. [EN LÍNEA]. AVAILABLE: [HTTP://TYCHO.ESCUELAING.EDU.CO/CONTENIDO/ENCUENTROS-SUELOSYESTRUCTURAS/DOCUMENTOS/VULNERABILIDAD/01\\_DIEGO\\_PAEZ.PDF](http://tycho.escuelaing.edu.co/contenido/encuentros-suelosyestructuras/documentos/vulnerabilidad/01_diego_paez.pdf). [ÚLTIMO ACCESO: 2016 07 12].
- [32] F. MANTILLA NEGRETE, «CAPÍTULO II ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS,» DE *MECÁNICA DE SUELOS TÉCNICA PARA EL INGENIERO CIVIL*, AMBATO, FRANCISCO MANTILLA, P. 117.



- [33] G. A. DESCENTRALIZADO, «GAD AMBATO,» 1 FEBRERO 2015. [EN LÍNEA].  
AVAILABLE:  
[HTTP://APP.SNI.GOB.EC/VISORSEGUIMIENTO/DESCARGAGAD/DATA/SIG  
ADPLUSDIAGNOSTICO/1860000210001\\_DIAGN%C3%B3STICO%20ACTUALI  
ZADO%20GADMA\\_10-03-2015\\_10-21-57.PDF](http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/Data/SigADPlusDiagnostico/1860000210001_Diagn%C3%B3stico%20Actualizado%20GADMA_10-03-2015_10-21-57.pdf). [ÚLTIMO ACCESO: 8 JULIO  
2016].

# ANEXO A

**ANEXO A - 1 Tabla de ensayos Esclerométricos Sedimentador y Floculadores**

<b>SEDIMENTADOR Y FLOCULADORES</b>			
<b>f'c Diseño(kg/cm2)</b>	<b>f'c (kg/cm2)</b>	<b>Promedio f'c(Kg/cm2)</b>	<b>Punto Esclerómetro</b>
210	280	240	1
	240		2
	210		3
	260		4
	250		5
	240		6
	220		7
	250		8
	240		9
	210		10
<b>240 kg/cm2 &gt; 210 kg/cm2</b>			

**Elaborado por:** Jamil García

**ANEXO A - 2 Tabla de ensayos Esclerométricos Tanque de Reserva 2000m3**

<b>TANQUE DE RESERVA</b>			
<b>f'c Diseño(kg/cm2)</b>	<b>f'c (kg/cm2)</b>	<b>Promedio f'c(Kg/cm2)</b>	<b>Punto Esclerómetro</b>
280	320	300	1
	280		2
	290		3
	340		4
	300		5
	310		6
	300		7
	280		8
	280		9
	300		10
<b>300 kg/cm2 &gt; 280 kg/cm2</b>			

**Elaborado por:** Jamil García

**ANEXO A - 3 Tabla de ensayos Laboratorio de Producción y Control de Calidad**

<b>LABORATORIO DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD</b>			
<b>f'c Diseño(kg/cm2)</b>	<b>f'c (kg/cm2)</b>	<b>Promedio f'c(Kg/cm2)</b>	<b>Punto Esclerómetro</b>
210	200	213	1
	220		2
	190		3
	230		4
	240		5
	180		6
	220		7
	220		8
	230		9
	200		10
<b>213 kg/cm2 &gt; 210 kg/cm2</b>			

**Elaborado por:** Jamil García

**ANEXO A - 4 Tabla de ensayos Esclerométricos Bodega de Químicos**

<b>BODEGA DE QUIMICOS</b>			
<b>f'c Diseño(kg/cm2)</b>	<b>f'c (kg/cm2)</b>	<b>Promedio f'c(Kg/cm2)</b>	<b>Punto Esclerómetro</b>
210	220	222	1
	210		2
	240		3
	230		4
	240		5
	210		6
	220		7
	230		8
	220		9
	200		10
<b>222 kg/cm2 &gt; 210 kg/cm2</b>			

**Elaborado por:** Jamil García

ANEXO A - 5 Contenidos de Humedad Calicatas

<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>						
<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>						
<b>CATEDRA DE MECANICA DE SUELOS</b>						
<b>PRACTICA DE LABORATORIO</b>						
<b>DETERMINACION DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>						
<b>YACIMIENTO:</b> Planta de Agua Potable del Casigana			<b>ENSAYADO POR:</b> Jamil García			
<b>UBICACIÓN:</b> Casigana-Santa Rosa-Ambato			<b>REVISADO POR:</b> Ing. Rodrigo Acosta			
<b>PROFUNDIDAD:</b> -1.00m			<b>FECHA:</b> 08--6-2016			
<b>NORMAS:</b> ASTM-S2216 71						
<b>TIPO DE SUELO</b>		<b>CALICATA 1</b>				
Recipiente número		1a	2a			
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	138.80	128.00			
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	125.60	115.60			
Peso recipiente	<b>rec</b>	27.70	24.00			
Peso del agua	<b>W<math>\omega</math></b>	13.20	12.40			
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	97.90	91.60			
Contenido de humedad	<b><math>\omega</math>%</b>	13.48	13.54			
Contenido de humedad promedio	<b><math>\omega</math>%</b>	13.51				
<b>TIPO DE SUELO</b>		<b>CALICATA 2</b>				
Recipiente número		1b	2b			
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	142.50	135.10			
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	124.00	117.70			
Peso recipiente	<b>rec</b>	26.70	24.60			
Peso del agua	<b>W<math>\omega</math></b>	18.50	17.40			
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	97.30	93.10			
Contenido de humedad	<b><math>\omega</math>%</b>	19.01	18.69			
Contenido de humedad promedio	<b><math>\omega</math>%</b>	18.85				

Elaborado por: Jamil García

ANEXO A - 6 Tabla de ensayos Granulométricos de Calicata 1

LABORATORIO DE SUELOS & HORMIGONES				
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA CALICATA 1				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
<b>PROYECTO:</b>	TESIS	<b>ENSAYADO POR:</b>	Jamil García	
<b>DIRECCION:</b>	Casigana-Santa Rosa-Ambato			
<b>Localización:</b>	C-1	<b>CALICATA 1</b>		
Profundidades:		Desde	Hasta	
		0.00	1.00	
<b>TAMIZ</b>	<b>mm</b>	<b>PESO RET/ACUM</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% QUE PASA</b>
3"	76.200			
1 1/2"	38.100			100.00
1"	25.400		0.00	100.00
3/4"	19.050		0.00	100.00
1/2"	12.700			
3/8"	9.530		0.00	100.00
N 4	4.760	0.00	0.00	100.00
PASA N 4		850.00		
N 10	2.000	13.40	1.59	98.41
N 40	0.420	201.90	23.89	76.11
N100	0.149	433.10	51.25	48.75
N200	0.074	547.30	64.76	35.24
PASA N200		297.80	35.24	
TOTAL		850.00		
Peso ant lavado	845.10	Peso cuarteo antes del lavado		845.10
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		547.30
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		297.80

GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA

Tamaño del tamiz (mm)	% que pasa
76.2	100.00
38.1	100.00
25.4	100.00
19.05	100.00
12.7	100.00
9.53	100.00
4.76	100.00
2.0	98.41
0.42	76.11
0.149	48.75
0.074	35.24

CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO			
SISTEMAS	VISUAL		
	AASHTO		
	SUCS	<b>SM</b>	Arena Limosa Suelta

Elaborado por: Jamil García

ANEXO A - 7 Tabla de ensayos Granulométricos de Calicata 2

LABORATORIO DE SUELOS & HORMIGONES				
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA SUB-BASE CLASE-3				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
<b>PROYECTO:</b>	TESIS	<b>ENSAYADO POR:</b>	Jamil García	
<b>DIRECCION:</b>	Casigana-Santa Rosa-Ambato			
<b>Localización:</b>	C-2 CALICATA 2			
Profundidades:		Desde	Hasta	
		0.00	1.00	
<b>TAMIZ</b>	<b>mm</b>	<b>PESO RET/ACUM</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% QUE PASA</b>
3"	76.200			
1 1/2"	38.100			100.00
1"	25.400		0.00	100.00
3/4"	19.050		0.00	100.00
1/2"	12.700			
3/8"	9.530		0.00	100.00
N 4	4.760	0.00	0.00	100.00
PASA N 4		850.00		
N 10	2.000	38.00	4.49	95.51
N 40	0.420	236.00	27.88	72.12
N100	0.149	394.30	46.58	53.42
N200	0.074	588.00	69.46	30.54
PASA N200		258.50	30.54	
TOTAL		850.00		
Peso ant lavado	846.50	Peso cuarteo antes del lavado		846.50
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		588.00
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		258.50

GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA

Tamaño del tamiz (mm)	% que pasa
76.2	100.00
38.1	100.00
25.4	100.00
19.05	100.00
12.7	100.00
9.53	100.00
4.76	100.00
2.0	95.51
0.42	72.12
0.149	53.42
0.074	30.54

CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO			
SISTEMAS	VISUAL		
	AASHTO		
	SUCS	<b>SM</b>	Arena Limosa Suelta

Elaborado por: Jamil García

**ANEXO A - 8 Límites de Plasticidad de Calicata 1**

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>							
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>							
<b>CATEDRA DE MECÁNICA DE SUELOS</b>							
<b>PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>							
<b>DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE SUELOS COHESIVOS</b>							
<b>YACIMIENTO:</b> Planta de Agua Potable del Casigana				<b>ENSAYADO POR:</b> Jamil García			
<b>UBICACIÓN:</b> Casigana-Santa Rosa-Ambato				<b>REVISADO POR:</b> Ing. Rodrigo Acosta			
<b>PROFUNDIDAD:</b> -1.00m				<b>FECHA:</b> 08--6-2016			
<b>NORMAS:</b>		ASTM-D- 424-71		AASHTO-T-		90-70	
<b>Calicata 1</b>							
<b>1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%</b>							
Recipiente número		1	2	3	4	5	8
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	25.1	22.1	23.6	22.9	22.5	25.6
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	22.6	19.6	21.5	20.8	20.2	22.8
Peso recipiente	<b>rec</b>	11.2	11.1	11.3	10.8	11.2	11.6
Peso del agua	<b>W<math>\omega</math></b>	2.50	2.50	2.10	2.10	2.30	2.80
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	11.40	8.50	10.20	10.00	9.00	11.20
Contenido de humedad	<b><math>\omega</math>%</b>	21.93	29.41	20.59	21.00	25.56	25.00
Contenido de humedad promedio	<b><math>\omega</math>%</b>	25.67		20.79		25.28	25.28
Número de golpes		6.00		19.00		38.00	51.00
<b>2 Determinación Gráfica</b>							
<b>1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%</b>							
Recipiente número		1	2	3	4	5	8
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	7.1	7	7.2	6.8	6.8	
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	7	6.9	7	6.7	6.7	
Peso recipiente	<b>rec</b>	6.1	6	5.8	6.1	6.1	
Peso del agua	<b>W<math>\omega</math></b>	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	0.90	0.90	1.20	0.60	0.60	
Contenido de humedad	<b><math>\omega</math>%</b>	11.11	11.11	16.67	16.67	16.67	
Contenido de humedad promedio	<b><math>\omega</math>%</b>	<b>14</b>					
<b>LÍMITE LÍQUIDO LI%</b>		24		<b>SERIES DE NUMERO DE GOLPES</b>			
<b>LÍMITE PLÁSTICO Lp%</b>		14		X1	25		
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD Ip%</b>		9		X2	25		
<b>CLASIFICACION AASHTO</b>				<b>SERIES DE VARIACION DE HUMEDAD</b>			
<b>CLASIFICACION SUCS</b>		SM		X1	10		
				X2	100		

Elaborado por: Jamil García



**ANEXO A - 9 Límites de Plasticidad de Calicata 2**

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>									
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>									
<b>CATEDRA DE MECÁNICA DE SUELOS</b>									
<b>PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>									
<b>DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE SUELOS COHESIVOS</b>									
<b>YACIMIENTO:</b> Planta de Agua Potable del Casigana					<b>ENSAYADO POR:</b> Jamil García				
<b>UBICACIÓN:</b> Casigana-Santa Rosa-Ambato					<b>REVISADO POR:</b> Ing. Rodrigo Acosta				
<b>PROFUNDIDAD:</b> -1.00m					<b>FECHA:</b> 08-6-2016				
<b>NORMAS:</b>		<b>ASTM-D 424-71</b>		<b>AASHTO-T-</b>		<b>90-70</b>		<b>INEN: 691</b>	
<b>Calicata 2</b>									
<b>1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%</b>									
Recipiente número		1	2	3	4	5	6	7	8
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	22.3	22.1	22.5	24.2	22.7	21	20.9	19.5
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	19.7	19.6	20	21.4	20.3	18.8	18.5	17.8
Peso recipiente	<b>rec</b>	11	11.1	10.8	11.4	11.7	10.8	10.9	11
Peso del agua	<b>W<sub>o</sub></b>	2.60	2.50	2.50	2.80	2.40	2.20	2.40	1.70
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	8.70	8.50	9.20	10.00	8.60	8.00	7.60	6.80
Contenido de humedad	<b>ω%</b>	29.89	29.41	27.17	28.00	27.91	27.50	31.58	25.00
Contenido de humedad promedio	<b>ω%</b>	29.65		27.59		27.70		28.29	
Número de golpes		5.00		16.00		44.00		51.00	
<b>2 Determinación Gráfica</b>									
<b>1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%</b>									
Recipiente número		1	2	3	4	5			
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	7.7	7.6	7.2	7.7	7.2			
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	7.6	7.4	7.2	7.5	6.9			
Peso recipiente	<b>rec</b>	6.1	6.2	6.1	6.2	6			
Peso del agua	<b>W<sub>o</sub></b>	0.10	0.20	0.00	0.20	0.30			
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	1.50	1.20	1.10	1.30	0.90			
Contenido de humedad	<b>ω%</b>	6.67	16.67	0.00	15.38	33.33			
Contenido de humedad promedio	<b>ω%</b>	14							
<b>LIMITE LIQUIDO LI%</b>		28				<b>SERIES DE NUMERO DE GOLPES</b>			
<b>LIMITE PLASTICO Lp%</b>		14				X1	25	Y1	0
<b>INDICE DE PLASTICIDAD Ip%</b>		14				X2	25	Y2	45
						<b>SERIES DE VARIACION DE HUMEDAD</b>			
<b>CLASIFICACION AASHTO</b>						X1	10	Y1	31
<b>CLASIFICACION SUCS</b>		<b>SM</b>				X2	100	Y2	31

Elaborado por: Jamil García

# ANEXO B

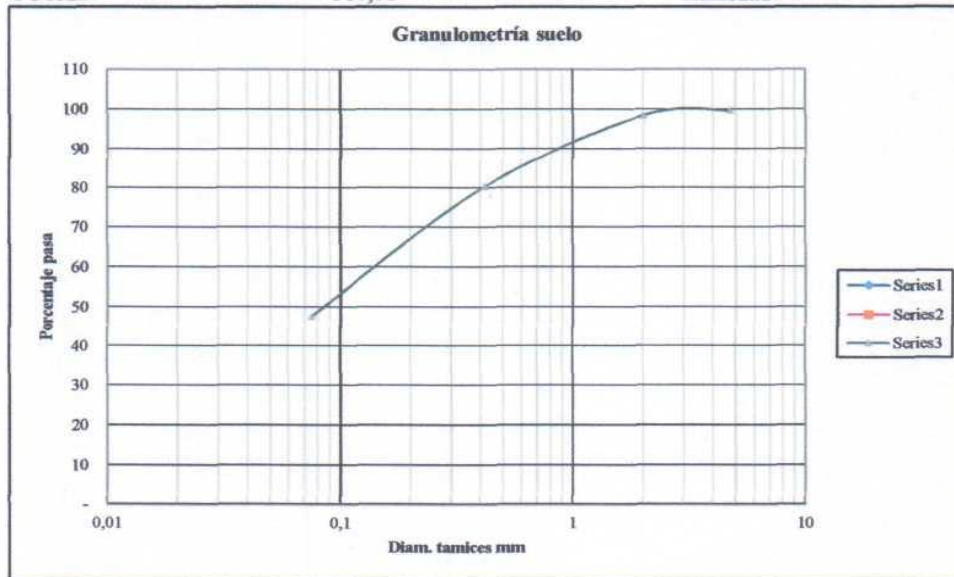
**ANEXO B - 1 Ensayos de Penetración Estándar (SPT)**



**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
MUNICIPALIDAD DE AMBATO  
DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)**

<b>PROYECTO: ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)</b>	
SOLICITA: Jamil Alexander García Vaicilla	FECHA: 17 - junio - 2016
CONSTRUYE:	INF. # 1155 - LAB - OPM - 2016
MUESTRA: Suelo natural perfor. P1= -1.50 - 2.00 mts.	UBICACIÓN: Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	1,70	0,3	99,7	
# 10 (2.00 mm)	7,50	1,5	98,5	
# 40 (0.42 mm)	97,80	19,6	80,4	
# 200 (0.0075 mm)	261,00	52,2	47,8	
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>		<b>Humedad % =</b>	<b>19,62</b>



Nota: Serie I material en estudio.

**Clasificación SUCS: SM (Arena Limosa).**

Peso total SS. 418,00

**Contenido Humedad % 19,62**

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
84,8	76,42	8,38	42,72	33,7

Ing. Oswaldo Manotoa  
SERVIDOR PUBLICO 4



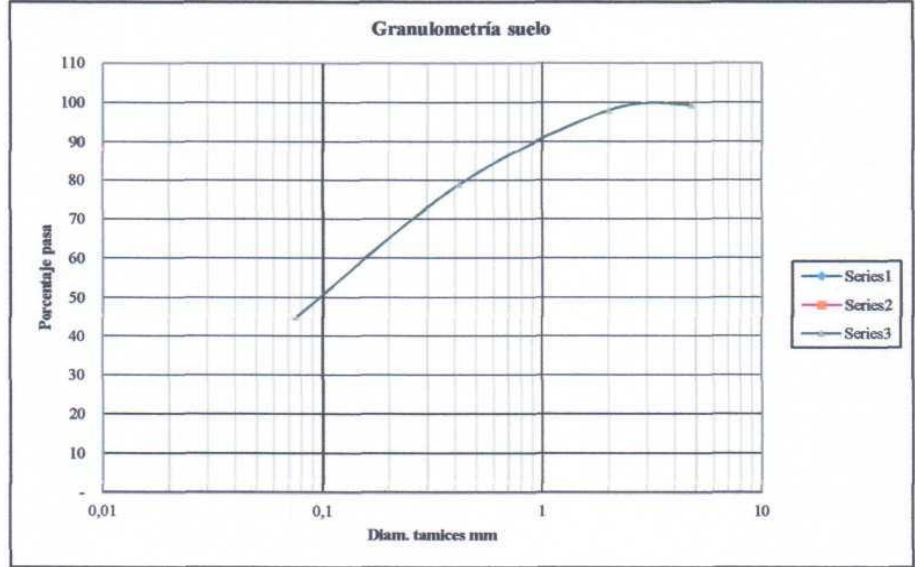
Ing. Abel Vinuesa.  
ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.



GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)

PROYECTO: ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)  
 SOLICITA: Jamil Alexander García Vaicilla FECHA: 17 - junio - 2016  
 CONSTRUYE: INF. # 1156 - LAB - OPM - 2016  
 MUESTRA: Suelo natural perfor. P1= -2.50 - 3.00 mts. UBICACIÓN: Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	2,80	0,6	99,4	
# 10 (2.00 mm)	9,50	1,9	98,1	
# 40 (0.42 mm)	104,80	21,0	79,0	
# 200 (0.0075 mm)	275,20	55,0	45,0	
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>			<b>Humedad % = 18,40</b>



Nota: Serie I material en estudio.  
 Clasificación SUCS: SM (Arena Limosa).  
 Peso total SS. 422,29  
 Contenido Humedad % 18,40

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
100,4	89,8	10,6	57,6	32,2

*Jamil Alexander García Vaicilla*  
 Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4

GAD. MUNICIPALIDAD DE AMBATO  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
*Abel Vinuesa*  
 Ing. Abel Vinuesa.  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.



GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS.  
LABORATORIO DE SUELOS

**ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR**

PROYECTO: ANALISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)  
SECTOR: Casigana - Santa Rosa  
SOLICITA: Jamil Alexander Garcia Vaicilla  
CONSTRUYE:  
UBICACION: P1 boca de sondeo Nv - 0.00 m junto a la bodega de quimicos

Inf. 1157 - LAB - OPM - 2016  
Fecha: 29 - julio - 2016.

PROFUNDIDAD (m)		Penetración		N	Descripción Muestra	Clasificación SUCS	Contenido de Humedad %	Coeficiente de Balasto Kg/cm3	Angulo fricción interna ø	Capacidad Portante Kg/cm2
De	A	Cm	Golpes	Golpes						
-0,5	-1,0	15	7		Arena limosa media	SM	18,6	7,2	33	1,80
		15	9	18						
		15	9							
-1,0	-1,5	15	13		Arena limosa densa	SM	19,1	10,4	35	2,60
		15	13	26						
		15	13							
-1,5	-2,0	15	9		Arena limosa media	SM	19,6	7,2	33	1,80
		15	9	18						
		15	9							
-2,0	-2,5	15	12		Arena limosa densa	SM	19,0	12,0	35	3,00
		15	16	30						
		15	14							
-2,5	-3,0	15	22		Arena limosa densa	SM	18,4	22,2	35	4,60
		15	21	46						
		15	25							

Nota: Para el cálculo de capacidad portante no asumir valores mayores a 3.0 kg/cm2, por seguridad.

  
Ing. Oswaldo Manotoa  
SERVIDOR PUBLICO 4

  
Ing. Abel Vinueza.  
ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.

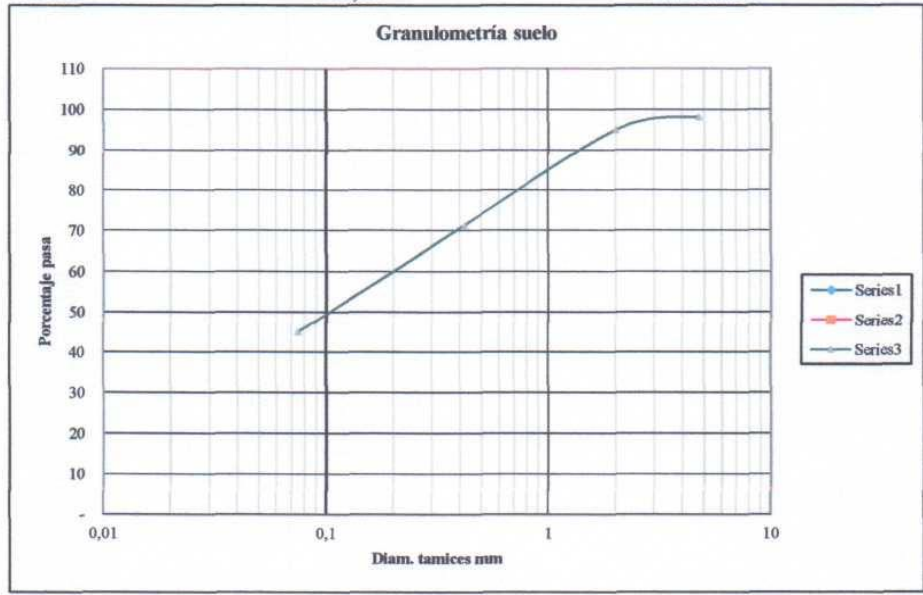




GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)

PROYECTO: ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)	
SOLICITA: Jamil Alexander García Vaicilla	FECHA: 17 - junio - 2016
CONSTRUYE:	INF. # 1158 - LAB - OPM - 2016
MUESTRA: Suelo natural perfor. P2 H= -0.50 - 1.00 mts.	UBICACIÓN: Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	8,50	1,7	98,3	
# 10 (2.00 mm)	24,10	4,8	95,2	
# 40 (0.42 mm)	143,00	28,6	71,4	
# 200 (0.0075 mm)	274,00	54,8	45,2	
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>			<b>Humedad % = 19,78</b>



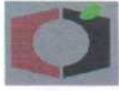
Nota: Serie I material en estudio.  
 Clasificación SUCS: SM (Arena Limosa).  
 Peso total SS. 417,43  
 Contenido Humedad % 19,78

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
77,3	70,1	7,2	36,4	33,7

Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4



Ing. Abel Vinueza  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.

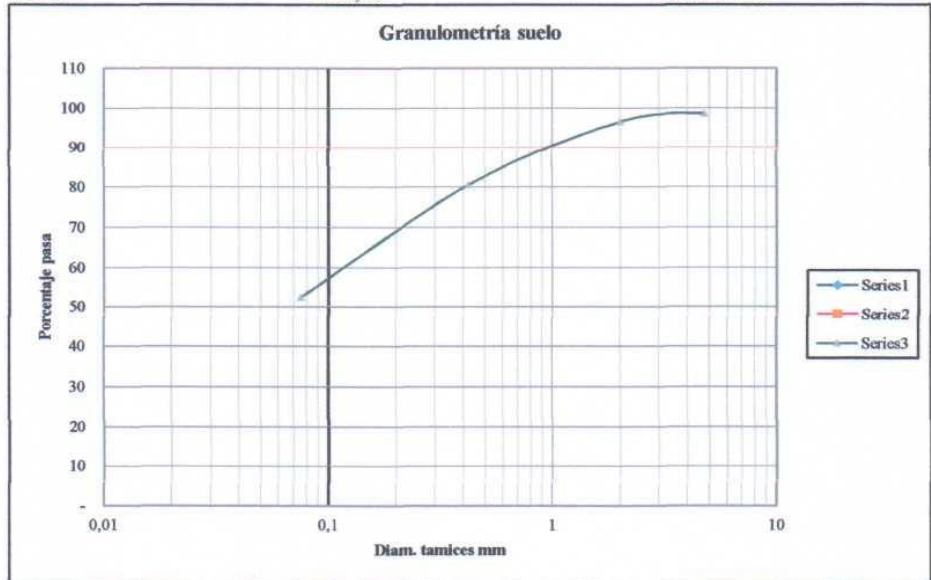


GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)

PROYECTO: ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)	
SOLICITA: Jamil Alexander Garcia Vaicilla	FECHA: 17 - junio - 2016
CONSTRUYE:	INF. # 1159 - LAB - OPM - 2016
MUESTRA: Suelo natural perfor. P2 H= -1.50 - 2.00 mts.	UBICACIÓN: Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	6,40	1,3	98,7	
# 10 (2.00 mm)	17,20	3,4	96,6	
# 40 (0.42 mm)	97,40	19,5	80,5	
# 200 (0.0075 mm)	237,70	47,5	52,5	

TOTAL 500,00 Humedad % = 21,28




Nota: Serie I material en estudio.


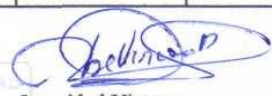
Clasificación SUCS: ML (Arena Limosa de Baja Plasticidad).

Peso total SS. 412,27

Contenido Humedad % 21,28

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
127,6	110,3	17,3	81,3	29

  
 Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4

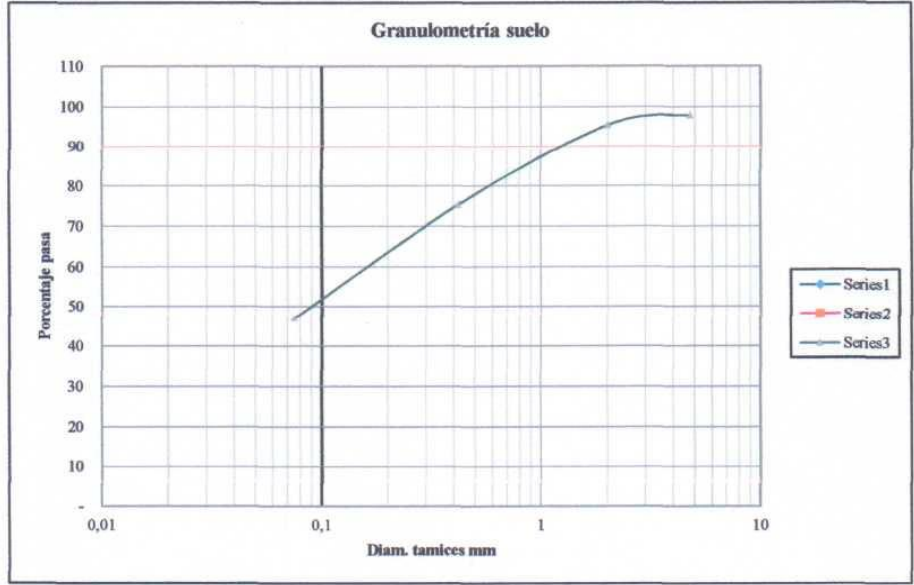
  
  
 Ing. Abel Vinueza.  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.



GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)

PROYECTO: ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)	
SOLICITA: Jamil Alexander García Vaicilla	FECHA: 17 - junio - 2016
CONSTRUYE:	INF. # 1160 - LAB - OPM - 2016
MUESTRA: Suelo natural perfor. P2 H= -2.50-3.0 mts.	UBICACIÓN: Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	10,20	2,0	98,0	
# 10 (2.00 mm)	22,70	4,5	95,5	
# 40 (0.42 mm)	123,10	24,6	75,4	
# 200 (0.0075 mm)	264,70	52,9	47,1	
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>			<b>Humedad % = 17,97</b>



Nota: Serie I material en estudio.  
 Clasificación SUCS: SM (Arena Limosa).  
 Peso total SS. 423,84  
 Contenido Humedad % 17,97

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
102,9	92,1	10,8	60,1	32

*[Signature]*  
 Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4



*[Signature]*  
 Ing. Abel Vinueza.  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.



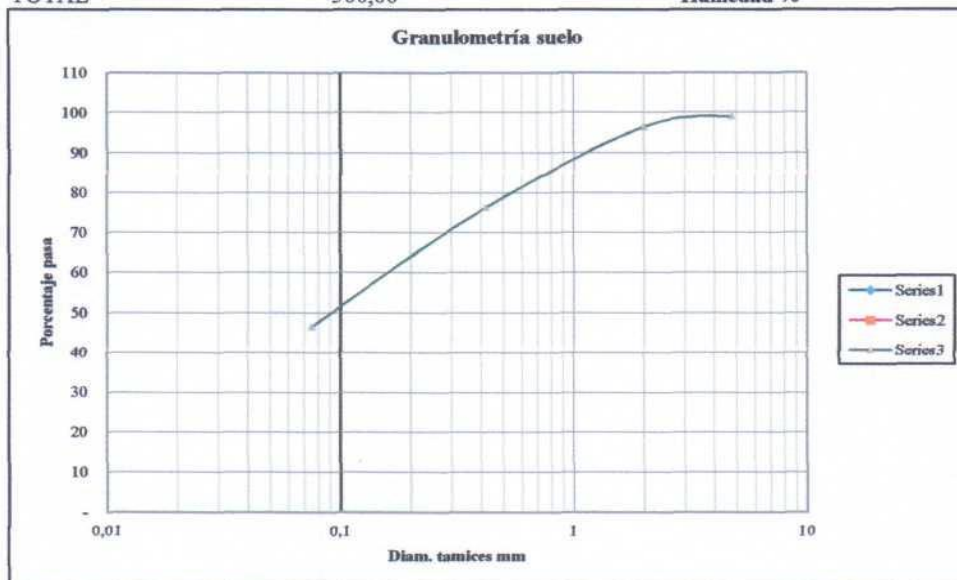


GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)

PROYECTO: ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)	
SOLICITA: Jamil Alexander García Vaicilla	FECHA: 17 - junio - 2016
CONSTRUYE:	INF. # 1161 - LAB - OPM - 2016
MUESTRA: Suelo natural perfor. P2 H= -3.50 - 4.00 mts.	UBICACIÓN: Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	4,50	0,9	99,1	
# 10 (2.00 mm)	17,50	3,5	96,5	
# 40 (0.42 mm)	118,30	23,7	76,3	
# 200 (0.0075 mm)	267,20	53,4	46,6	

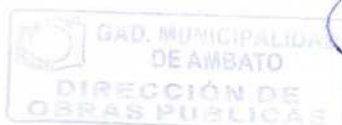
TOTAL 500,00 Humedad % = 17,76



Nota: Serie I material en estudio.  
 Clasificación SUCS: SM (Arena Limosa).  
 Peso total SS. 424,58  
 Contenido Humedad % 17,76

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
88,3	79,4	8,9	50,1	29,3

Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4



Ing. Abel Vinueza  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.



GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS.  
LABORATORIO DE SUELOS

**ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR**

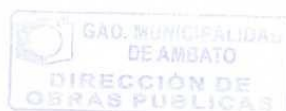
PROYECTO: ANALISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)  
SECTOR: Casigana - Santa Rosa  
SOLICITA: Jamil Alexander Garcia Vaicilla  
CONSTRUYE:  
UBICACION: P2 boca de sondeo Nv - 0.00 m junto al tanque de reserva

Inf. 1162- LAB - OPM - 2016  
Fecha: 29 - julio - 2016.

PROFUNDIDAD (m)		Penetración		N	Descripción Muestra	Clasificación SUCS	Contenido de Humedad %	Coeficiente de Balasto Kg/cm3	Angulo fricción interna ø	Capacidad Portante Kg/cm2
De	A	Cm	Golpes	Golpes						
-0,5	-1,0	15	5	3	Arena limosa suelta	SM	19,8	1,2	30	0,30
		15	2							
		15	1							
-1,0	-1,5	15	2	1	Arena limosa suelta	SM	21,0	1,2	30	0,10
		15	0							
		15	1							
-1,5	-2,0	15	1	9	Arena limosa suelta de baja plasticidad	ML	21,3	3,6	30	0,90
		15	4							
		15	5							
-2,0	-2,5	15	4	13	Arena limosa media	SM	21,2	5,2	33	1,30
		15	9							
		15	4							
-2,5	-3,0	15	4	12	Arena limosa media	SM	20,0	4,8	33	1,20
		15	5							
		15	7							
-3	-3,5	15	7	11	Arena limosa media	SM	18,9	4,4	33	1,10
		15	5							
		15	6							
-3,5	-4	15	7	18	Arena limosa densa	SM	17,8	7,2	35	1,80
		15	10							
		15	8							

Nota: Para el cálculo de capacidad portante no asumir valores mayores a 3.0 kg/cm2, por seguridad.

  
Ing. Oswaldo Manotoa  
SERVIDOR PUBLICO 4



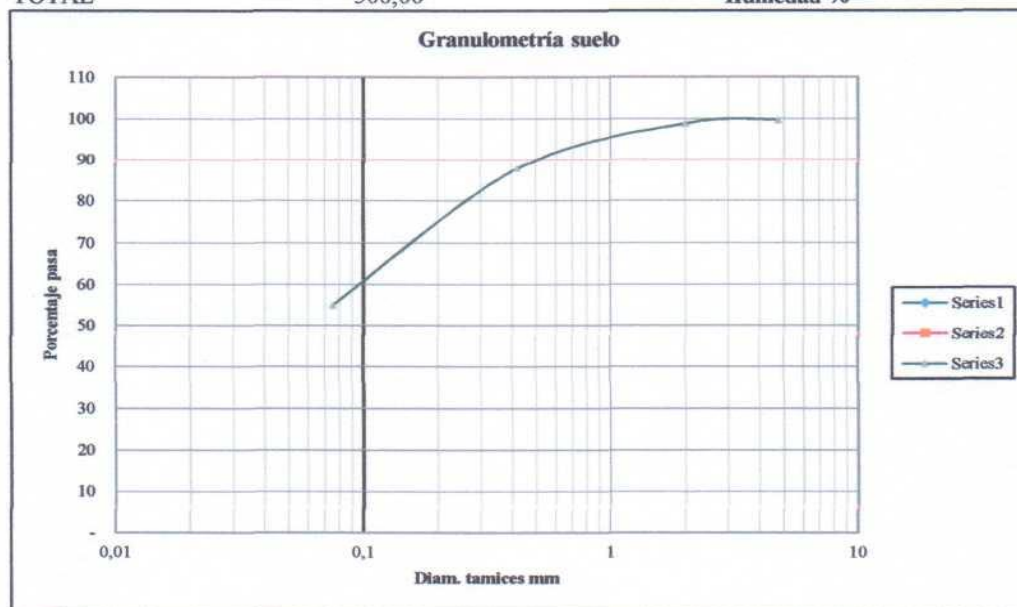
  
Ing. Abel Vinuesa.  
ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.



GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)

PROYECTO: ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)	
SOLICITA: Jamil Alexander García Vaicilla	FECHA: 22 - junio - 2016
CONSTRUYE:	INF. # 1163 - LAB - OPM - 2016
MUESTRA: Suelo natural perfor. P3 H= -0.50 - 1.00 mts.	UBICACIÓN: Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	1,20	0,2	99,8	
# 10 (2.00 mm)	5,60	1,1	98,9	
# 40 (0.42 mm)	60,70	12,1	87,9	
# 200 (0.0075 mm)	225,10	45,0	55,0	
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>		<b>Humedad % =</b>	<b>24,12</b>



Nota: Serie I material en estudio.

**Clasificación SUCS: ML (Arena Limosa de Baja Plasticidad).**

Peso total SS. 402,83

Contenido Humedad % 24,12

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
82,5	72,2	10,3	42,7	29,5

Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4



Ing. Abel Vinuesa  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.

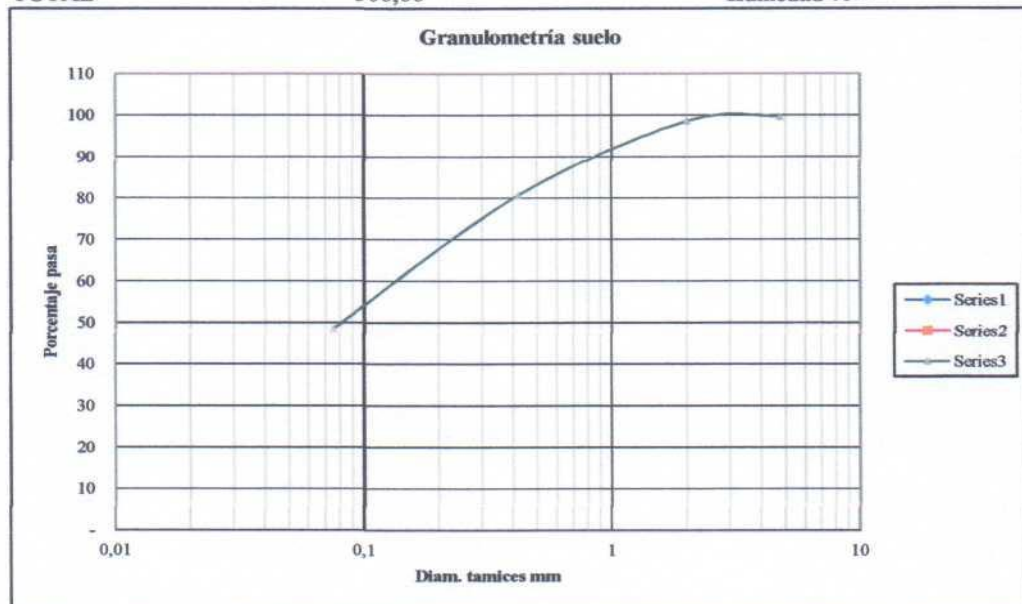


GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)

<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)	
<b>SOLICITA:</b> Jamil Alexander García Vaicilla	<b>FECHA:</b> 22 - junio - 2016
<b>CONSTRUYE:</b>	<b>INF. #</b> 1164 - LAB - OPM - 2016
<b>MUESTRA:</b> Suelo natural perfor. P3 H= -1.00 - 1.50 mts.	<b>UBICACIÓN:</b> Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	1,30	0,3	99,7	
# 10 (2.00 mm)	6,70	1,3	98,7	
# 40 (0.42 mm)	95,70	19,1	80,9	
# 200 (0.0075 mm)	256,70	51,3	48,7	

TOTAL 500,00 Humedad % = 19,62



Nota: Serie I material en estudio.  
**Clasificación SUCS: SM (Arena Limosa).**  
 Peso total SS. 418,00  
 Contenido Humedad % 19,62

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
84,8	76,42	8,38	42,72	33,7

Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4



Ing. Abel Vinuesa  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.





GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS.  
LABORATORIO DE SUELOS

**ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR**

PROYECTO: ANALISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)  
SECTOR: Casigana - Santa Rosa  
SOLICITA: Jamil Alexander Garcia Vaicilla  
CONSTRUYE:  
UBICACION: P3 boca de sondeo Nv - 0.00 m junto al laboratorio de control de calidad

Inf. 1165 - LAB - OPM - 2016  
Fecha: 29 - julio - 2016.

PROFUNDIDAD (m)		Penetración		N	Descripción Muestra	Clasificación SUCS	Contenido de Humedad %	Coeficiente de Balasto Kg/cm3	Angulo fricción interna ø	Capacidad Portante Kg/cm2
De	A	Cm	Golpes	Golpes						
-0,5	-1,0	15	3		Arena limosa densa	SM	24,1	10,0	35	2,50
		15	11	25						
		15	14							
-1,0	-1,5	15	18		Arena limosa densa	SM	19,6	24,0	35	4,90
		15	19	49						
		15	30							
-1,5	-2,0	15	35		Arena limosa densa	SM	18,2	24,0	35	7,80
		15	40	78						
		15	38							

Nota: Para el cálculo de capacidad portante no asumir valores mayores a 3.0 kg/cm2, por seguridad.

  
Ing. Oswaldo Manotoa  
SERVIDOR PUBLICO 4



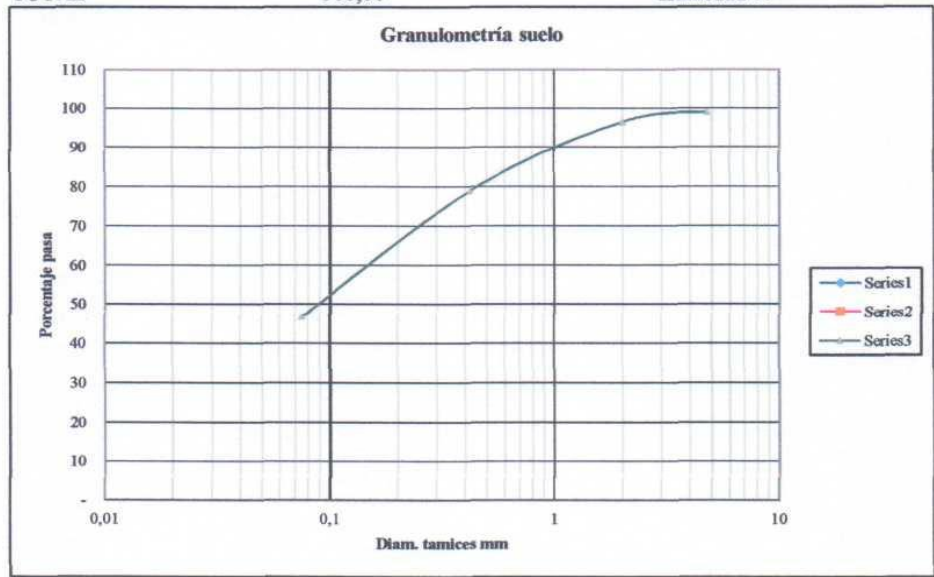
  
Ing. Abel Vinueza.  
ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.



GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)

<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)	
<b>SOLICITA:</b> Jamil Alexander García Vaicilla	<b>FECHA:</b> 30 - junio - 2016
<b>CONSTRUYE:</b>	<b>INF. #</b> 1166 - LAB - OPM - 2016
<b>MUESTRA:</b> Suelo natural perfor. P4 H= -0.50 - 1.00 mts.	<b>UBICACIÓN:</b> Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	4,50	0,9	99,1	
# 10 (2.00 mm)	17,00	3,4	96,6	
# 40 (0.42 mm)	104,60	20,9	79,1	
# 200 (0.0075 mm)	265,80	53,2	46,8	
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>		<b>Humedad % =</b>	<b>17,02</b>



Nota: Serie I material en estudio.  
**Clasificación SUCS:** SM (Arena Limosa).  
 Peso total SS. 427,27  
 Contenido Humedad % 17,02

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
110,8	98,8	12	70,5	28,3

Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4



Ing. Abel Vinueza  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.

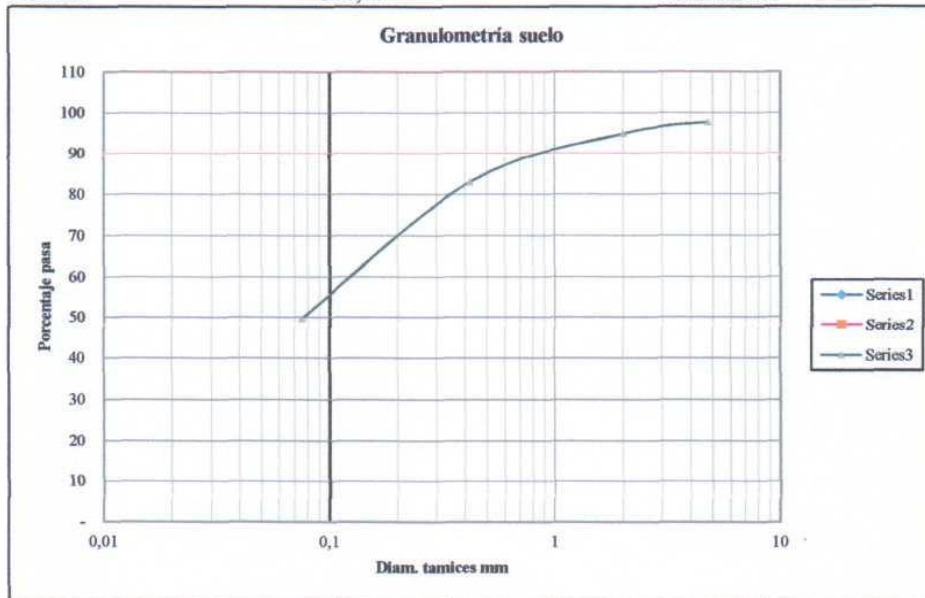


GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)

PROYECTO: ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)  
 SOLICITA: Jamil Alexander García Vaicilla      FECHA: 30 - junio - 2016  
 CONSTRUYE:      INF. # 1167 - LAB - OPM - 2016  
 MUESTRA: Suelo natural perfor. P4 H= -1.50 - 2.00 mts.      UBICACIÓN: Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	11,40	2,3	97,7	
# 10 (2.00 mm)	25,60	5,1	94,9	
# 40 (0.42 mm)	84,70	16,9	83,1	
# 200 (0.0075 mm)	251,50	50,3	49,7	

TOTAL      500,00      Humedad % =      19,86



Nota: Serie I material en estudio.  
 Clasificación SUCS: SM (Arena Limosa).  
 Peso total SS.      417,16  
 Contenido Humedad %      19,86

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
97	85,9	11,1	55,9	30

*[Signature]*  
 Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4



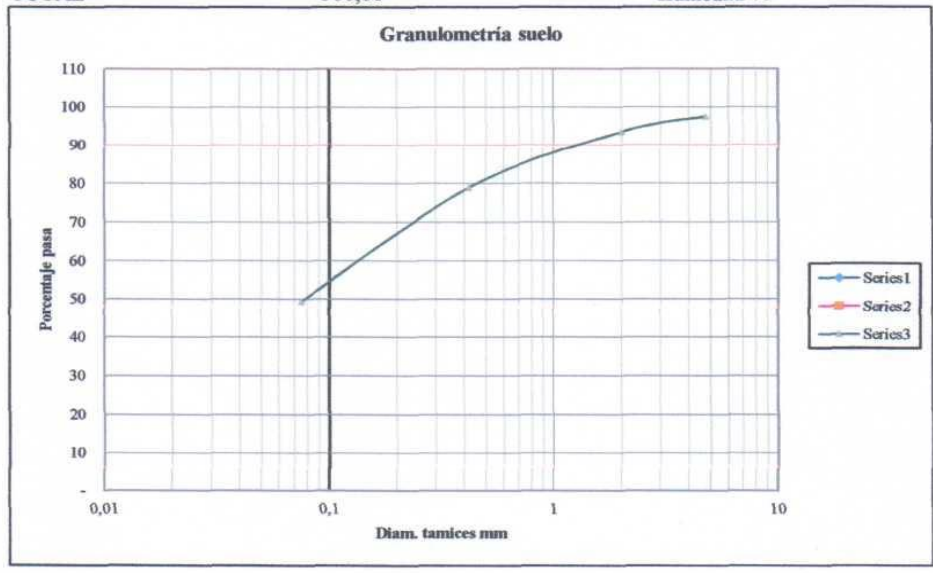
*[Signature]*  
 Ing. Abel Vinuesa  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.



GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)

PROYECTO: ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)	
SOLICITA: Jamil Alexander Garcia Vaicilla	FECHA: 30 - junio - 2016
CONSTRUYE:	INF. # 1168 - LAB - OPM - 2016
MUESTRA: Suelo natural perfor. P4 H= -2.50-3.0 mts.	UBICACIÓN: Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	12,60	2,5	97,5	
# 10 (2.00 mm)	32,80	6,6	93,4	
# 40 (0.42 mm)	105,10	21,0	79,0	
# 200 (0.0075 mm)	252,90	50,6	49,4	
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>			<b>Humedad % = 18,86</b>



Nota: Serie I material en estudio.  
**Clasificación SUCS: SM (Arena Limosa).**  
 Peso total SS. 420,66  
 Contenido Humedad % 18,86

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
102,1	90,5	11,6	61,5	29

*[Signature]*  
 Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4



*[Signature]*  
 Ing. Abel Vinuesa  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.

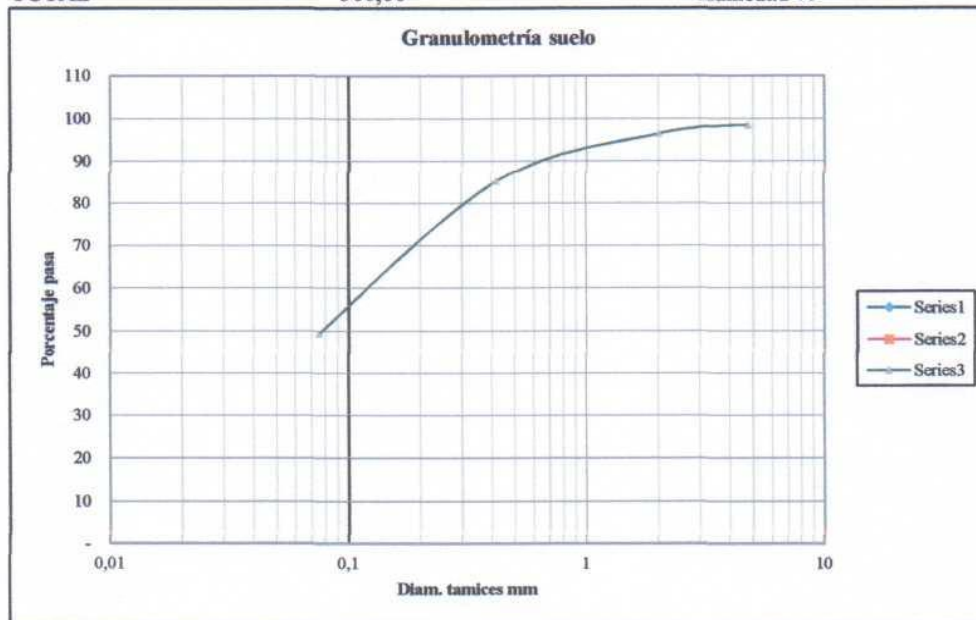




GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)

<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)	
<b>SOLICITA:</b> Jamil Alexander García Vaicilla	<b>FECHA:</b> 30 - junio - 2016
<b>CONSTRUYE:</b>	<b>INF. #</b> 1169 - LAB - OPM - 2016
<b>MUESTRA:</b> Suelo natural perfor. P4 H= -3.50 - 4.00 mts.	<b>UBICACIÓN:</b> Casigana- Santa Rosa- Ambato

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	7,30	1,5	98,5	
# 10 (2.00 mm)	17,70	3,5	96,5	
# 40 (0.42 mm)	73,70	14,7	85,3	
# 200 (0.0075 mm)	252,80	50,6	49,4	
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>			<b>20,17</b>



Nota: Serie I material en estudio.

**Clasificación SUCS: SM (Arena Limosa).**

Peso total SS. 416,09

**Contenido Humedad % 20,17**

Pt+SH	Pt+SS	Pagua	PSS	Pt.
104,3	92,2	12,1	60	32,2

Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4



*Abel Vinuesa*

Ing. Abel Vinuesa.  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.



GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
 DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS.  
 LABORATORIO DE SUELOS

**ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR**

PROYECTO: ANALISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)  
 SECTOR: Casigana - Santa Rosa  
 SOLICITA: Jamil Alexander García Vaicilla  
 CONSTRUYE:  
 UBICACION: P4 boca de sondeo Nv – 0.00 m junto al floculador mecánico

Inf. 1170 – LAB – OPM – 2016  
 Fecha: 29 – julio – 2016.

PROFUNDIDAD (m)		Penetración		N	Descripción Muestra	Clasificación SUCS	Contenido de Humedad %	Coeficiente de Balasto Kg/cm3	Angulo fricción interna ø	Capacidad Portante Kg/cm2
De	A	Cm	Golpes	Golpes						
-0,5	-1,0	15	9		Arena limosa densa	SM	17,0	9,6	35	2,40
		15	10	24						
		15	14							
-1,0	-1,5	15	16		Arena limosa densa	SM	18,4	10,0	35	2,50
		15	12	25						
		15	13							
-1,5	-2,0	15	7		Arena limosa suelta	SM	19,9	3,6	30	0,90
		15	5	9						
		15	4							
-2,0	-2,5	15	3		Arena limosa suelta	SM	19,3	2,0	30	0,50
		15	2	5						
		15	3							
-2,5	-3,0	15	2		Arena limosa suelta	SM	18,9	2,8	30	0,70
		15	3	7						
		15	4							
-3,0	-3,5	15	2		Arena limosa suelta	SM	19,5	1,6	30	0,40
		15	2	4						
		15	2							
-3,5	-4,0	15	3		Arena limosa media	SM	20,2	4,4	33	1,10
		15	4	11						
		15	7							

Nota: Para el cálculo de capacidad portante no asumir valores mayores a 3.0 kg/cm2, por seguridad.

  
 Ing. Oswaldo Manotoa  
 SERVIDOR PUBLICO 4



  
 Ing. Abel Vinuesa.  
 ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.



GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
**MUNICIPALIDAD DE AMBATO**  
**DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (METODO CONO Y ARENA)

PROYECTO: ANÁLISIS DEL SUELO PLANTA DE AGUA POTABLE DEL CASIGANA(EMAPA)					
UBICACION: Casigana- Santa Rosa- Ambato					
SOLICITA: Jamil Alexander García Vaicilla					
ESPECIFICACION:					
CONSTRUYE:					
ENSAYO #	1	2	3	4	5

SITUACION:	SUELO NATURAL	SUELO NATURAL	SUELO NATURAL	SUELO NATURAL	
Nivel bajo la subrasante	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.	
ESPEJOR CAPA (cm)	15	15	15	15	
FRASCO #	5	5	5	5	
PESO ARENA+FRASCO ANTES (gm)	4020,4	4020,4	4020,4	4020,4	
PESO ARENA+FRASCO DESPUES (gm)	1375,4	1375,4	1375,4	1375,4	
PESO ARENA USADA (gm)	2645	2710	2670	2650	
CORRECCION VOLUMEN CONO (gm)	1740	1740	1740	1740	
ARENA EN EL HUECO (gm)	905	970	930	910	
CALIBRACION ARENA (gm/cm3)	1,583	1,583	1,583	1,583	
VOLUMEN HUECO (cm3)	571,70	612,76	587,49	574,86	
PESO SUELO HUMEDO + RECIPI (gm)	950,2	950,2	950,2	950,2	
PESO RECIPIENTE (gm)	2,1	2,1	2,1	2,1	
PESO SUELO HUMEDO (gm)	948,1	948,1	948,1	948,1	
DENSIDAD HUMEDA (gm/cm3)	<b>1,658</b>	<b>1,547</b>	<b>1,614</b>	<b>1,649</b>	
HUMEDAD	6-T	6-T	6-T	6-T	
PESO MUESTRA HUMEDA (gm)	146,6	146,6	146,6	146,6	
PESO MUESTRA SECA (gm)	134,9	134,9	134,9	134,9	
PESO TARRO (gm)	28,1	28,1	28,1	28,1	
PESO AGUA (gm)	11,7	11,7	11,7	11,7	
PESO SUELO SECO (gm)	106,8	110,2	106,8	106,8	
CONTENIDO HUMEDAD %	10,96	10,62	10,96	10,96	
MAX. DENSID. LABORAT. (gm/cm3)					
DENSIDAD SECA (gm/cm3)	<b>1,495</b>	<b>1,399</b>	<b>1,454</b>	<b>1,486</b>	
% COMPACTACION					

OBSERVACIONES:

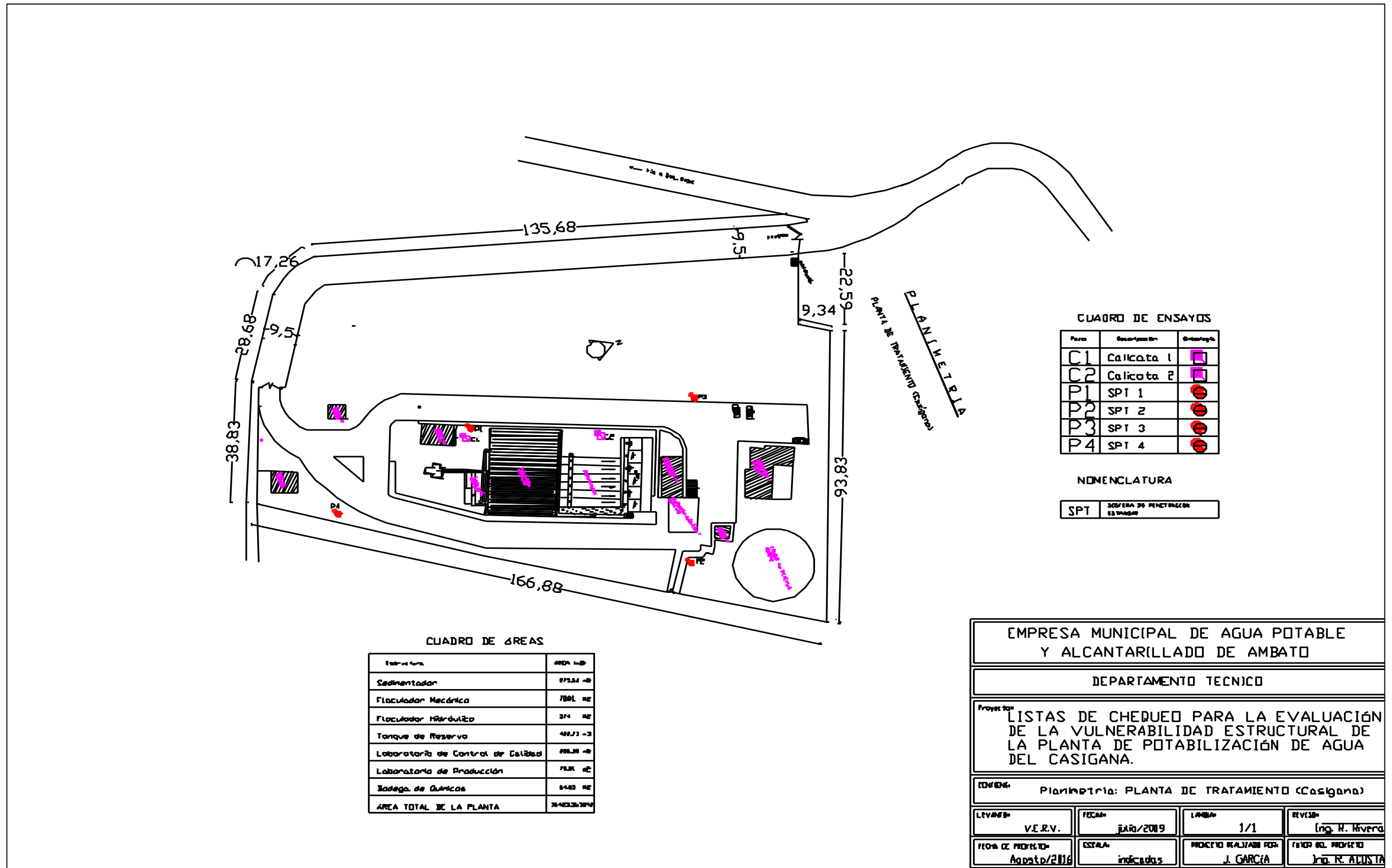
  
Ing. Oswaldo Manotoa  
SERVIDOR PUBLICO 4



  
Ing. Abel Vinueza  
ADMINISTRADOR DE TALLERES Y LAB.

# ANEXO C

ANEXO C - 1 Planimetría de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Casigana



CUADRO DE ENSAYOS

Para	Descripción	Simbolos
C1	Calicata 1	■
C2	Calicata 2	■
P1	SPT 1	●
P2	SPT 2	●
P3	SPT 3	●
P4	SPT 4	●

NOMENCLATURA

SPT	SISTEMA DE PENETRACION ESTANDAR
-----	---------------------------------

CUADRO DE AREAS

Estructura	AREA m <sup>2</sup>
Sedimentador	875,84 m <sup>2</sup>
Floculador Mecánico	780,1 m <sup>2</sup>
Floculador Hidráulico	374 m <sup>2</sup>
Tanque de Reserva	480,73 m <sup>2</sup>
Laboratorio de Control de Calidad	288,38 m <sup>2</sup>
Laboratorio de Producción	78,81 m <sup>2</sup>
Bodega de Químicos	54,83 m <sup>2</sup>
AREA TOTAL DE LA PLANTA	3042,27 m <sup>2</sup>

EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE AMBATO

DEPARTAMENTO TECNICO

Proyecto: LISTAS DE CHEQUEO PARA LA EVALUACIÓN  
DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE  
LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA  
DEL CASIGANA.

TITULO: Planimetría: PLANTA DE TRATAMIENTO (Casigana)

LEVANTE: V.E.R.V.	FECHA: Julio/2009	LÁMINA: 1/1	REVISOR: Ing. H. Rivera
FECHA DE PROYECTO: Ago/2016	ESTALA: indicadas	PROYECTO REALIZADO POR: J. GARCÍA	INTEGRO DEL PROYECTO: Ing. R. ALUJETA

# ANEXO D

## OFICIOS DE APROBACIÓN



## ANEXO D - 1 Oficios de Aprobación



### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Cdla. Universitaria (Huachi) / Telf: (03) 2841-144 / Telefax: (03) 2841-062/ Casilla 334/ Email: ficm@uta.edu.ec  
Ambato – Ecuador

Ambato, 10 de mayo de 2016

#### CONSEJO DIRECTIVO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Resolución FICM-CD-0670-16


Señor/ita  
JAMIL ALEXANDER GARCÍA VAICILLA  
ESTUDIANTE FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
Presente.-

De mi consideración:

El Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, en sesión ordinaria efectuada el día 10 de mayo de 2016, en consideración al Acuerdo No. UTM-FICM-037-16- Acuerdo, del 22 de abril de 2016, suscrito por el Ing. MBA. Edison Viera, Presidente de la Unidad de Titulación de esta Facultad, a través del cual sugiere aprobar el PROYECTO TÉCNICO, cuyo tema es: "ELABORACIÓN DE LISTAS DE CHEQUEO PARA EL EVACUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL CASIGANA, UBICADA EN LA PARROQUIA SANTA ROSA; ANTE FENÓMENOS NATURALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS DE LA CIUDAD DE AMBATO", presentado por el señor/ita JAMIL ALEXANDER GARCÍA VAICILLA, con CC: 0201969912, una vez que al culminado la malla curricular de la carrera en el ciclo académico octubre 2015 – marzo 2016; al respecto este Organismo RESUELVE:

- **APROBAR** el PROYECTO TÉCNICO, cuyo tema es: "ELABORACIÓN DE LISTAS DE CHEQUEO PARA EL EVACUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL CASIGANA, UBICADA EN LA PARROQUIA SANTA ROSA; ANTE FENÓMENOS NATURALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS DE LA CIUDAD DE AMBATO", presentado por el señor/ita JAMIL ALEXANDER GARCÍA VAICILLA, con CC: 0201969912.
- **DESIGNAR** como Tutor del mismo al Ing. Mg. Rodrigo Acosta.
- **COMUNICAR** al interesado/a que los tiempos para la culminación de trabajo de titulación son aquellos que se consideran en el Reglamento de Régimen Académico emitido por el Consejo de Educación Superior, en su Disposición General Tercera.

Atentamente,

  
Ing. Mg. Francisco Pazmiño  
PRESIDENTE



Adj: Esquema de Estructura para el Informe Final

cc. TUTOR  
SECRETARÍA UNIDAD DE TITULACIÓN  
SECRETARÍA CARRERA  
CARPETA ESTUDIANTE



Ambato, 25 de mayo de 2016  
Oficio N° 0528-GG-2016

Ingeniero  
Francisco Manfilla  
**DIRECTOR DE OBRAS PUBLICAS**  
**GAD MUNICIPIO DE AMBATO**  
Ciudad.-

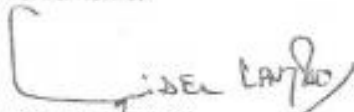
*Atención  
Ing. Manfilla  
25/05/2016*

Demi consideración:

Con el presente y en mi calidad de Gerente de la Empresa Publica Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato, me permito poner en su conocimiento el señor JAMIL ALEXANDER GARCIA VAICILLA, portador de la C.I. 0201969912, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Universidad Técnica de Ambato, se encuentra desarrollo el Trabajo de Titulación bajo el Tema: **ELABORACION DE LISTAS DE CHEQUEO PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DE POTABILIZACION DE AGUA DEL CASIGANA, UBICADA EN LA PARROQUIA SANTA ROSA; ANTE FENOMENOS NATURALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS DE LA CIUDAD DE AMBATO,** con este antecedente solicito comedidamente se sirva autorizar el uso y traslado del equipo SPT con sus respectivos operadores para realizar las perforaciones requeridas en dicho proyecto ya que la infraestructura objeto del proyecto no cuenta con estudios de suelos de ningún tipo, siendo importante realizar el análisis respectivo.

Por la atención agradezco y suscribo.

Atentamente,

  
ING. FIDEL CASTRO  
Gerente de EP-EMAPA-A

*25/05/2016*

C.c.  
2016-05-25  
Anabel F.



# ANEXO E

## Memoria Fotográfica

**ANEXO E - 1 Memoria Fotográfica**



Muestra de suelo calicata 1



Excavación de suelo calicata 1



Muestra de suelo calicata 2



Perforación 1- SPT





Muestra de suelo SPT 1



Perforación 2- SPT



Muestra de suelo SPT 2



Perforación 3- SPT





Perforación 4- SPT



Muestra de suelo SPT 4