

Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de  
**INVESTIGACION**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y  
ECOTURISMO**

**“PROPUESTA PARA LA MITIGACIÓN DEL NIVEL DE MONÓXIDO DE  
CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA”**

**EXPERIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR (A)**

**SUSANIBAR HUAMÁN DANIEL ALEXANDER**

**ASESOR**

**MG. MUÑOZ ORTEGA CÉSAR AUGUSTO**

**JURADO**

**DR. GALARZA ZAPATA EDWIN JAIME**

**MG. ZUÑIGA DIAZ WALTER BENJAMIN**

**MG. GUILLÉN LEÓN ROGELIA**

**MG. VENTURA BARRERA CARMEN**

**LIMA - PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Martin y Eli, por su amor y apoyo incondicional. Y a ti, San Miguel Arcángel, por guiarme siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

Le estaré eternamente agradecido a mis padres, por todo el esfuerzo y la dedicación que han tenido día a día, para tener la mejor educación universitaria; este logro es por y para ustedes.

Así como el apoyo de mi familia, por su preocupación y apoyo constante, especialmente a mi abuela Margarita, mi madrina Deysi y mi hermano Diego; así también a mis mejores amigos por sus ánimos y su lealtad, Sully Espinoza, José Reyes y Carla Rivera, a Shady Martel por enseñarme a ser paciente y a todas las personas que siempre me desearon lo mejor, gracias por todo.

Debo un especial agradecimiento a mi asesor de trabajo monográfico, el Mg Sc. César Muñoz Ortega por compartir sus conocimientos y experiencia, por apoyarme en este proceso de investigación.

Al Dr. Edwin Galarza Zapata, al Mg. Walter Zúñiga Díaz, a la Mg. Rogelia Guillen León y a la Mg. Carmen Ventura Barrera; por su apoyo como docentes informantes.

Asimismo, agradecerle al Sr. Armando Kanashiro, Gerente General de la empresa Ladrillera San Lorenzo S.A.C., por todo el apoyo brindado durante la elaboración de este trabajo.

Y finalmente agradecer a mi querida Universidad Nacional Federico Villarreal, porque en ella viví la mejor etapa de mi vida, y porque gracias a su formación académica, podré cumplir todos mis objetivos profesionales.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	I
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	II
<b>RESUMEN</b> .....	III
<b>ABSTRACT</b> .....	IV
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1. Descripción del problema .....	2
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.2. ANTECEDENTES .....	3
1.3. OBJETIVOS .....	13
1.3.1. Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos .....	14
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	14
1.4.1. Justificación .....	14
1.4.2. Importancia .....	14
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	16
2.1. BASES TEÓRICAS .....	16
2.1.1. Industria Ladrillera .....	16
2.1.2. Componentes del ladrillo .....	17
2.1.3. Gas natural .....	21
2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	22
2.3. MARCO LEGAL .....	25
2.3.1. Normativa general.....	25
2.3.2. Normativa específica .....	27
2.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	30
2.4.1. UBICACIÓN .....	30
2.4.2. EXTENSIÓN Y LÍMITES .....	32
2.4.3. VÍAS DE ACCESO .....	32
2.4.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	35
2.4.4.1. Aspectos climatológicos y meteorológicos.....	35
2.4.4.2. Hidrología Superficial.....	39
2.4.4.3. Hidrología Subterránea .....	40
2.4.4.4. Geología y geomorfología .....	42

2.4.4.5.	Suelo .....	46
2.4.4.6.	Calidad ambiental .....	48
2.4.5.	CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS .....	59
2.4.5.1.	Zonas de vida .....	59
2.4.5.2.	Cobertura vegetal .....	59
2.4.5.3.	Fauna.....	60
2.4.5.4.	Flora .....	61
2.4.6.	CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS.....	63
2.4.6.1.	Población .....	63
2.4.6.2.	Características de viviendas .....	65
2.4.6.3.	Infraestructura de calles .....	65
2.4.6.4.	Servicios Básicos .....	66
2.4.6.5.	Salud .....	68
2.4.6.6.	Educación.....	68
2.5.	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA .....	69
2.5.1.	Recepción y almacenamiento de materia prima .....	69
2.5.2.	Preparación de mezcla .....	69
2.5.3.	Molienda .....	70
2.5.4.	Moldeado y corte de ladrillo .....	71
2.5.5.	Carguío del Ladrillo crudo.....	72
2.5.6.	Secado de Ladrillo .....	72
2.5.7.	Cocción del Ladrillo .....	72
2.5.8.	Almacenamiento y despacho del producto .....	74
<b>III.</b>	<b>MÉTODO .....</b>	<b>75</b>
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	75
3.1.1.	Tipo de investigación.....	75
3.1.2.	Nivel de investigación .....	75
3.2.	ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN .....	75
3.3.	INSTRUMENTOS .....	76
3.3.1.	Equipos.....	76
3.3.2.	Información Cartográfica.....	76
3.3.3.	Software Utilizado .....	77
3.4.	PROCEDIMIENTO.....	78

<b>IV. RESULTADOS</b> .....	80
4.1. Descripción de la medida propuesta .....	80
4.2. Introducción.....	80
4.3. Objetivos.....	80
4.4. Descripción de la Etapa de Construcción .....	81
4.5. Descripción de los procesos productivos modificados (debido a la modificación del proceso de cocción).....	84
4.6. Producto terminado.....	86
4.7. Recurso humano .....	87
4.8. Consumo de recursos .....	87
4.9. Relación de máquinas y equipos.....	88
4.10. Cronograma de actividades .....	89
<b>V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	91
5.1. Diferencias en los procesos de cocción .....	91
5.2. Comparación del Balance térmico.....	91
5.3. Análisis de emisiones .....	93
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	96
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	98
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	100
<b>IX. ANEXOS</b> .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Descripción	Pág.
1.-	Tipos de arcilla en la producción de ladrillos.....	18
2.-	Clasificación de ladrillos según antigua Norma ITINTEC 331.017.....	19
3.-	Clasificación de ladrillos según NTP 331.017:2003 .....	20
4.-	Coordenadas de Ubicación de la Planta.....	30
5.-	Límite distrital .....	32
6.-	Vías de Acceso .....	33
7.-	Ubicación de la Estación Meteorológica .....	35
8.-	Temperaturas máximas y mínimas .....	36
9.-	Velocidad y dirección de viento (m/s).....	37
10.-	Humedad Relativa (%) .....	39
11.-	Resultados de Monitoreo de Calidad de Aire (1er semestre) .....	48
12.-	Resultados de Monitoreo de Calidad de Aire (2do semestre) .....	50
13.-	Resultados del Monitoreo de Emisiones atmosféricas (1er semestre).....	53
14.-	Resultados del Monitoreo de Emisiones atmosféricas (2do semestre).....	55
15.-	Resultados del Monitoreo de Ruido Ambiental (1er semestre).....	57
16.-	Resultados del Monitoreo de Ruido Ambiental (2do semestre).....	58
17.-	Especies de fauna identificadas en el área de estudio.....	60
18.-	Vegetación del área de estudio .....	62
19.-	Población del distrito de Aucallama .....	63
20.-	Estimación de habitantes para el año 2016.....	64
21.-	Población de Aucallama por grupos de edad.....	65
22.-	Alumbrado eléctrico .....	66
23.-	Servicio de agua.....	67
24.-	Servicios de alcantarillado.....	67
25.-	Establecimientos de salud en el distrito de Aucallama.....	68

26.- Datos Técnicos de los colegios cercanos al área de estudio.....	69
27.- Balance de combustibles .....	73
28.- Capacidad de producción de los hornos .....	73
29.- Características de la Estación de Descompresión de Gas Natural.....	83
30.- Características del Horno Túnel .....	83
31.- Productos terminados .....	86
32.- Consumo de agua en Planta.....	88
33.- Relación de máquinas y equipos .....	88
34.- Cronograma de la Implementación del Horno Túnel .....	89
35.- Balance Horno Hoffman.....	92
36.- Balance Horno Túnel.....	92
37.- Concentración de emisiones gaseosas .....	93
38.- Porcentajes de variación .....	94



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	Descripción	Pág.
1.-	Temperatura Máxima (2015 - 2016).....	36
2.-	Temperatura Mínima (2015 - 2016) .....	37
3.-	Velocidad del Viento (2015 - 2016).....	38
4.-	Rosa de Viento (2015).....	38
5.-	Rosa de Viento (2016).....	38
6.-	Humedad Relativa Media Mensual (%) .....	39
7.-	Resultados de SO <sub>2</sub> .....	49
8.-	Resultados de NO <sub>2</sub> .....	49
9.-	Resultados de CO .....	49
10.-	Resultados de PM <sub>10</sub> .....	50
11.-	Resultados de PM <sub>2.5</sub> .....	50
12.-	Resultados de SO <sub>2</sub> .....	51
13.-	Resultados de NO <sub>2</sub> .....	51
14.-	Resultados de CO .....	52
15.-	Resultados de PM <sub>10</sub> .....	52
16.-	Resultados de PM <sub>2.5</sub> .....	52
17.-	Resultados de partículas .....	53
18.-	Resultados de monóxido de carbono .....	54
19.-	Resultados de óxidos de nitrógeno .....	54
20.-	Resultados de dióxido de azufre .....	54
21.-	Resultados de partículas .....	55
22.-	Resultados de monóxido de carbono .....	56
23.-	Resultados de óxidos de nitrógeno .....	56
24.-	Resultados de dióxido de azufre .....	56
25.-	Resultados de Ruido Ambiental (1er semestre).....	58

26.- Resultados de Ruido Ambiental (2do semestre).....	59
27.- Crecimiento poblacional en el distrito de Aucallama.....	63
28.- Población de Aucallama por grupos de edad.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.-	Ubicación del área de estudio .....	31
2.-	Vías de acceso al área de estudio.....	34
3.-	Red hídrica del área de estudio .....	41
4.-	Unidades geológicas del área de estudio .....	43
5.-	Unidades geomorfológicas del área de estudio .....	45
6.-	Capacidad de uso mayor de suelos del área de estudio .....	47

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.-	Etapa de construcción .....	85
2.-	Etapa de funcionamiento .....	86

## **RESUMEN**

El presente trabajo monográfico tuvo como objetivo proponer la implementación de una mejora tecnológica, para reducir los niveles de monóxido de carbono en la producción de ladrillos de arcilla, empleando como unidad de estudio a la Planta de la empresa Ladrillera San Lorenzo, localizada en el distrito de Aucallama, Huaral.

Luego de describir los procesos actuales para la producción de ladrillos de arcilla, se analizó a mayor detalle el proceso de cocción, puesto que hasta la fecha este opera por medio de un Sistema de Hornos Hoffman, usando como combustible materia orgánica (aserrín, viruta y cáscara de café) lo que genera elevadas concentraciones de partículas y gases de combustión como el monóxido de carbono. Por consiguiente, de acuerdo a las evaluaciones técnicas y económicamente más viables, se ha propuesto la implementación de un Sistema de Hornos Túnel (como combustible gas natural) operado con una Estación de Descompresión de Gas Natural Comprimido, que tendrá un proceso de combustión completa, lo cual garantizará un óptimo consumo de la materia prima empleada y en consecuencia también se reducirán las emisiones gaseosas nocivas para el ambiente.

El trabajo reveló que con la implementación del Sistema de Hornos Túnel a gas natural, el nivel del monóxido de carbono se reduciría en un 87,6% con relación a la concentración que actualmente existe en la Planta, concluyendo de esta forma que se reducirá a más del 50% el nivel de monóxido de carbono en la producción de ladrillos de arcilla.

**Palabras claves: mejora tecnológica, horno túnel, monóxido de carbono.**

## **ABSTRACT**

The objective of this monographic work was to propose the implementation of a technological improvement to reduce the levels of carbon monoxide in the production of clay bricks, using as a unit of study the Plant of the Ladrillera San Lorenzo company, located in the district of Aucallama, Huaral.

After describing the current processes for the production of clay bricks, the cooking process was analyzed in greater detail, since to date it operates by means of a Hoffman Furnace System, using organic material (sawdust, shavings and wood) as fuel. coffee husk) which generates high concentrations of particles and combustion gases such as carbon monoxide. Therefore, according to the most technically and economically viable evaluations, it has been proposed the implementation of a Tunnel Furnace System (as a natural gas fuel) operated with a Compressed Natural Gas Decompression Station, which will have a complete combustion process, This will guarantee an optimum consumption of the raw material used and consequently gaseous emissions harmful to the environment will also be reduced.

The work revealed that with the implementation of the Tunnel Furnace System to natural gas, the carbon monoxide level would be reduced by 87.6% in relation to the concentration that currently exists in the Plant, concluding in this way that it will be reduced to more than 50% the level of carbon monoxide in the production of clay bricks.

Keywords: technological improvement, tunnel kiln, carbon monoxide

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el creciente desarrollo industrial y tecnológico ha ocasionado distintas formas de contaminación, las cuales alteran el equilibrio del medio biótico y no biótico. En lo que respecta a la contaminación del aire, su causa principal es la combustión de combustibles fósiles como petróleo, carbón, diésel, gasolina, y de combustibles como la materia orgánica, produciendo emisiones peligrosas que generan el efecto invernadero, la lluvia ácida y el smog. Entre los gases contaminantes se encuentran el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxidos de azufre (SO<sub>2</sub>), material particulado, entre otros. Estas emisiones provienen mayormente del sector industrial, como ladrilleras, textiles, pesqueras, fundiciones, etc.

En nuestro país, el gran porcentaje de empresas ladrilleras, realiza sus procesos de cocción empleando combustible fósil o bagazo; sin embargo, con la oferta del gas natural en el Perú, muchas de estas empresas deben optar por el cambio o la transformación de sus procesos de cocción, implementando hornos que empleen el gas natural como combustible.

Por lo descrito líneas arriba, es importante proponer mejoras tecnológicas para el adecuado desarrollo de la producción de ladrillos de arcilla en el país, considerando oportuno describir características técnicas y de diseño de sistemas de hornos que empleen gas natural como combustible y mejoren la eficiencia en el proceso de cocción, reduciendo las elevadas concentraciones de monóxido de carbono y otros gases de combustión, que actualmente se generan debido al uso de combustibles que no aseguran una combustión completa.

## **1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1.1. Descripción del problema**

En los últimos años, el creciente desarrollo industrial y tecnológico ha generado diversas formas de contaminación, las cuales alteran el equilibrio del medio biótico y no biótico.

En lo que respecta a la contaminación del aire, su causa principal es la combustión de combustibles fósiles como petróleo, carbón, diésel, gasolina, y de combustibles como el bagazo, produciendo emisiones peligrosas que generan el efecto invernadero, la lluvia acida y el smog. (Martínez E. & Díaz Y., 2004) Entre los gases contaminantes se encuentran el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), material particulado, entre otros. Estas emisiones provienen mayormente del sector industrial, como ladrilleras, textiles, pesqueras, fundiciones, etc. (Cabanillas A., 1996)

Actualmente en Perú, el gran porcentaje de empresas ladrilleras, realiza sus procesos de cocción empleando combustible fósil o el bagazo; sin embargo, con la oferta del gas natural en nuestro país, muchas de estas empresas deben optar por el cambio o la transformación de sus procesos de cocción, implementando hornos que empleen el gas natural como combustible.

De allí que en el ámbito mundial desde hace algunas décadas, en países tales como: España, México, Brasil, etc., existan grandes empresas ladrilleras que emplean hornos a gas natural como sustituto de los combustibles fósiles y del bagazo, debido a su eficiencia para la cocción, seguridad y protección al ambiente.

## **1.1.2. Formulación del problema**

### **Problema principal**

¿De qué manera se podrían reducir los niveles de monóxido de carbono emitidos actualmente durante la producción de ladrillos de arcilla?

## **1.2. ANTECEDENTES**

**Halanocca Quispe, Y., & Huamán Valencia, R. (2015). Impacto ambiental generado por el sector ladrillero en el distrito de San Jerónimo - Cusco. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.**

El objetivo del trabajo de investigación fue “Determinar los impactos ambientales producidos por el sector ladrillero del distrito de San Jerónimo”, dado que las actividades de elaboración de materiales de construcción, provocan efectos socio económicos y también efectos ambientales que pone en riesgo el medio natural como, erosión de suelo, pérdida de vegetación, contaminación atmosférica, el bienestar social, entre otros, y es así que para cumplir el cometido, el investigador, utilizó una metodología específica e información secundaria para la línea de base ambiental, así mismo utilizó una matriz modificada de Leopold y la matriz de interacción Causa y efecto para la identificación de los impacto generados por dicha actividad. Entre los resultados obtenidos se tuvo que las acciones que causan mayor impacto negativo son; la extracción de arcilla y el quemado de ladrillos con un porcentaje de 26,8% y 20,9% respectivamente.

Concluyendo de esta manera que los efectos negativos más importantes son la pérdida de suelos y la generación de emisiones contaminantes (SO<sub>2</sub>, CO), que inciden en la salud de los pobladores, así como también, el impacto positivo se da en la generación de empleo e ingreso económico local.



**Valverde Vera, M., Bances Zapata, E., Bianny, R. R., & Rojas Bardalez, A. (2004). Impacto ambiental producido por la fabricación de ladrillos en el Valle del Alto Mayo - San Martín. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.**

El presente trabajo de Investigación tiene como objetivo fundamental “Plantear alternativas de solución frente al uso excesivo de leña durante el proceso de quema de ladrillos”, así mismo se buscó “identificar los impactos ambientales que genera al medio ambiente durante las fases de desarrollo del proceso de cocido de ladrillos”; dado que el proceso de quema o cocido de ladrillos, requiere de una fuente de combustible, siendo la leña y últimamente el carbón antracítico o carbón de piedra los de mayor uso en el valle del Alto Mayo, por lo que el uso de la leña es alarmante y preocupante, ya que esto origina que los propietarios de estas empresas ladrilleras provoquen indirectamente la quema de extensas áreas de bosques para conseguir la ansiada materia prima (leña), causando un impacto ambiental negativo al medio ambiente.

Los parámetros determinados fueron la concentración material particulado sedimentable y en suspensión, para ello se evaluó el material particulado sedimentable durante 30 días, empleando para ello la metodología de la placa Petri; además, se fijó tres estaciones de monitoreo dentro del ámbito de la provincia de Moyobamba y Rioja, durante la caracterización del material particulado, se determinó el peso de material particulado, tamaño de partículas, concentración de Óxidos de Nitrógeno, Óxido de azufre, Anhídrido carbónico y Monóxido de carbono. Por otro lado, se evaluó mediante la elaboración de Matriz de Impacto Ambiental los principales impactos que esta actividad ocasionan al medio ambiente.

Dentro de los resultados, el investigador menciona que en la provincia de Rioja existen 46% de ladrilleras y en la Provincia de Moyobamba existe el 54%, así podemos mencionar que existen el 21% de ladrilleras utilizan como combustible para la que carbón de piedra y el 79% de ladrilleras utiliza exclusivamente leña. Solo el 1% de ladrilleras tiene un plan de manejo Ambiental. Así mismo, entre los impactos identificados menciona que existen impactos moderados y severos durante la actividad de excavación y generación de gases y material particulado

**Apaza, M. C. (2013). Impactos socioambientales por la fabricación de ladrillos en Huancayo. Universidad Nacional de Centro del Perú, 117-223.**

El objetivo del presente estudio fue “Identificar los impactos sociales y ambientales generados por el proceso de fabricación de ladrillos en las zonas de Palián y San Agustín de Cajas de la Ciudad de Huancayo”, dado que el investigador manifiesta que los impactos socio ambientales que generan estas actividades económicas vienen afectando significativamente a diversos ecosistemas, así como también afectan a los grupos sociales, en cuanto a su organización y unión.

Para desarrollar la presente investigación se utilizó el método básico, el descriptivo, con un diseño de investigación no experimental transversal y con un enfoque metodológico cuantitativo, además cabe señalar que el investigador aplicó 80 cuestionarios a los trabajadores de las fábricas de ladrillos aledañas a las zonas de trabajo.

Entre las encuestas procesadas se tuvo lo siguiente: el 54%, indicó que esta actividad es responsable de la baja fertilidad de las tierras agrícolas; el 81% consideró que

antes de la fabricación de los ladrillos se respiraba aire menos contaminado; el 68% afirmó que anteriormente a dicha actividad, consumían agua menos contaminada; el 86%, manifestó que la fauna y la flora se alteró; el 61%, consideró que el nivel de ruido se ha incrementado.

Por lo que se concluyó que el proceso de fabricación de ladrillos en el distrito de San Agustín de Cajas y el anexo de Palian generó impactos sociales, fundamentalmente en las actividades económicas, por lo tanto, cambiando su estilo de vida; asimismo, afectó significativamente a diversos ecosistemas.

**Cáceres, R. & Mallón, I. (2011). Evaluación de la factibilidad del uso del gas natural vehicular como una alternativa energética para disminuir la contaminación ambiental por emisiones peligrosas. Universidad de Oriente, Venezuela.**

El objetivo del trabajo de investigación fue “Evaluar la factibilidad del uso del gas natural vehicular como una alternativa energética para disminuir la contaminación ambiental por emisiones peligrosas”, ya que los combustibles fósiles convencionales generan emisiones peligrosas que contribuyen al efecto invernadero, la lluvia ácida y el smog. La metodología empleada para el desarrollo de la investigación, fue la descripción de la situación actual del GNV tanto en Venezuela como a nivel mundial, el análisis de las alternativas tecnológicas de conversión vehicular y el establecimiento de las propiedades fisicoquímicas más importantes de la gasolina y el GNV, teniendo como resultados que el GNV debido a su alta proporción de hidrógeno/ carbono en sus moléculas, emite entre 20% a 25% menos de CO<sub>2</sub>, entre 80% a 90% menos de CO y entre 50% a 70% menos de NO<sub>x</sub>, a comparación de la

gasolina. De la investigación se concluye que, el gas natural constituye un recurso energético que posee ventajas ambientales, técnicas y económicas con respecto a los combustibles líquidos y que por lo tanto su uso como combustible alternativo es factible desde el punto de vista de eficiencia, seguridad y protección al ambiente.

**González, P. (2010). La introducción de hornos ecológicos en una comunidad ladrillera: factores de adopción y resistencia al cambio tecnológico. El Colegio de la Frontera del Norte, México.**

El objetivo de la investigación fue conocer los factores que actúan como obstáculos en la adopción tecnológica, en la comunidad ladrillera de Tecate, la cual se encontraba en proceso de aplicación de tecnología alternativa (hornos ecológicos) con ventajas a nivel económico, ambiental y de salud. Para ello, la investigadora, a través de la realización de entrevistas, analizó el entorno en el que se desarrolló el cambio tecnológico, el proceso de gestión del mismo, así como la percepción y actitud de los productores, obteniendo como resultados que los Grandes Productores son los que presentan mayor tendencia a la aceptación de la nueva tecnología y que el proceso de gestión presentó fallas debido a la falta de estrategias que involucren a todas sus partes interesadas y finalmente que, para los productores, la actividad productiva de la ladrillera no generaba contaminación, ni efectos negativos en la salud, de lo cual se concluye que existen diversos elementos del entorno que obstaculizan la adopción de hornos ecológicos, lo cual se acentúa por la escasa planeación de los actores encargados de la gestión, dando como resultado una percepción negativa de la tecnología.

**Fontalvo, E., & Gutiérrez, E. (2014). Diseño de un horno para cocción de ladrillos refractarios en una empresa del sector ladrillero. Universidad Autónoma del Caribe, Colombia.**

El objetivo de la investigación fue “Diseñar un horno para el quemado de ladrillos refractarios, que mejore la capacidad productiva y la calidad del producto final, que reduzca la contaminación ambiental y sea fácil y seguro de operar”, debido a que la producción artesanal, que realizaba la empresa, presentaba desventajas operativas, técnicas, económicas y ambientales. Para ello, los investigadores, realizaron una definición de la configuración geométrica y física del horno, incluyendo los materiales a utilizar para su construcción, además de los procesos de transferencia de calor, termodinámica y combustión, teniendo como resultados que, con la implementación del horno diseñado, se tendría un aumento de casi tres veces, en los ingresos netos de la empresa, a comparación de lo que perciben con la producción artesanal. Del trabajo de investigación, se concluye que, con el diseño propuesto se logra tener continuidad operativa y eficiencia energética, al recuperar el calor generado, además de una ventaja competitiva respecto a otras empresas.

**Lázaro, C. (2014). Reducción del consumo de madera como combustible para el proceso de cocción artesanal de ladrillos. Universidad Pontificia Católica del Perú.**

El objetivo del trabajo de investigación fue “Reducir el consumo de madera a un mínimo de 30% del consumo actual, en el proceso de cocción de ladrillos artesanales, mediante la automatización de todo el proceso, para la reducción de la emisión de gases contaminantes y reducir la deforestación de los bosques”, dado que la tala de árboles es el principal factor de la deforestación de los bosques y su quema,

el de la emisión de gases contaminantes. En ese sentido, el investigador emplea una metodología basada en el diseño de un sistema de alimentación y almacén de madera picada y la implementación de este, en un horno vertical automatizado, teniendo como resultados la producción continua de ladrillos, la reducción de pérdidas o excesos de energía, el control del consumo de madera y la obtención de ladrillos de calidad. Del trabajo de investigación se concluye que, la geometría del horno vertical y el control de la temperatura interna del horno permiten obtener un ahorro energético de hasta el 30%, haciendo posible un menor consumo de madera, lo cual se traduce en una reducción de la cantidad de gases contaminantes emitidos en la atmósfera, la deforestación de los bosques y los costos para la producción de ladrillos.

**Gutiérrez, L., Ramírez, L., Ramos, E. (2016). Propuesta de automatización y modernización de horno para cocido de ladrillo rojo. Instituto Politécnico Nacional, México.**

El trabajo desarrollado tuvo como objetivo “Adecuar y mejorar las condiciones de trabajo de los hornos de cocido de ladrillo rojo para hacerlos más eficientes y eficaces respecto a su proceso, volumen y control”, ya que las operaciones en condiciones deficientes y obsoletas generan pérdidas de producción, daños a la salud de los trabajadores y el medio ambiente. En ese sentido, para lograr el objetivo planteado, los investigadores desarrollaron una metodología basada en la descripción de la estructura y principio de funcionamiento de los diferentes tipos de hornos que existen, así como las condiciones en las que opera el horno objeto de estudio, además del diseño estructural y técnico del horno propuesto, para finalmente analizar los beneficios de la alternativa desarrollada en el trabajo de investigación.

Los resultados obtenidos fueron que con el diseño propuesto se logra una producción estimada de 80 mil ladrillos al mes, sin tener pérdidas de producto, llevando a la fabricación de ladrillos artesanales a un mercado más competitivo. Del trabajo de investigación, se concluye que, con el diseño propuesto la producción aumenta tres veces más, se erradican los riesgos a la salud de los trabajadores y se reduce considerablemente el daño al ambiente.

**Pezo, M. (2012). Evaluación de la eficiencia del quemado de ladrillo de arcilla con cascarilla de arroz y la generación de residuos sólidos en hornos cerrados - San Martín. Universidad Nacional de San Martín, Perú.**

El objetivo del trabajo de investigación fue “Evaluar la eficiencia del quemado de ladrillo de arcilla con cascarilla de arroz y la generación de residuos sólidos en hornos cerrados”, ya que debido a los grandes volúmenes de producción que generan los molinos de arroz, el uso de la cascarilla representa una alternativa energética sostenible y económica. En ese sentido, a fin de lograr el objetivo planteado, se evaluó 5 empresas ladrilleras que cuentan con hornos cerrados y usan en un 100% cascarilla de arroz. La evaluación se realizó durante seis meses, registrando datos como cantidad de cascarilla de arroz utilizada por quema, cantidad en % y kg de generación de cenizas, ladrillos rotos, ladrillos crudos, entre otras características, obteniendo como resultados que con el uso de cascarilla de arroz se genera un promedio de 33,6 unidades de ladrillo roto y crudo, por millar de ladrillo quemado, con leña un promedio de 18 unidades y con carbón mineral un total de 12,80 unidades. Asimismo, los hornos cerrados que usan cascarilla de arroz generan un total de 192,73 kg de cenizas por millar de ladrillo quemado, a diferencia de los que usan leña y carbón mineral que generan 25 kg y 5 kg de cenizas por millar de ladrillo

quemado, respectivamente. Del trabajo de investigación se concluye que la cascarilla de arroz no representa una alternativa eficiente frente a otras fuentes energéticas como la leña y el carbón mineral y que su uso obedece íntegramente a su bajo costo.

**Sántiz, J. (2012). Actividad artesanal y sustentabilidad. El caso de las ladrilleras de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Universidad Intercultural de Chiapas, México.**

El objetivo del trabajo de investigación fue “Analizar la actividad ladrillera y sintetizar en una evaluación de sustentabilidad, en San Cristóbal de Las Casas, para plantear propuestas de mejora en el territorio estudiado”. Para ello, el investigador empleó una metodología cualitativa enfocada en el análisis sobre discursos, percepciones, vivencias y experiencia de los sujetos, mediante la realización de entrevistas, narraciones, notas de campo, grabaciones, transcripciones de audio, registros escritos de todo tipo y fotografías. Como resultado de la investigación, se tuvo que el estado de las ladrilleras de San Cristóbal de Las Casas, considerando aspectos técnicos, ambientales, productivos, económicos, legales, políticos, sociales y culturales, es “malo”. De la investigación se concluye que, el sector ladrillero se debilita por la falta de sustentabilidad. Sin embargo, se presentan oportunidades de mejora favorables para el sector, como por ejemplo la reutilización de algunos materiales que ellos realizan, la innovación en los procesos productivos, entre otros, que permitan una gestión integral de la actividad.

**Villegas, J. (2016). Evaluación de la ecoeficiencia en las ladrilleras del Distrito Mariscal Benavides, Provincia Rodríguez de Mendoza, Amazonas. Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú.**



El objetivo del trabajo de investigación fue “Evaluar la ecoeficiencia a través de indicadores en las ladrilleras del distrito Mariscal Benavides”, dado que actualmente la actividad está representada por hornos deficientes lo que representa un constante peligro para la salud de los trabajadores, la población cercana y el ambiente debido a la emisión de gases contaminantes. La metodología empleada se basó en la descripción del área de estudio, el análisis de los procesos productivos y la medición de la ecoeficiencia a través del desempeño económico y ambiental, teniendo como resultado que la ladrillera Fernández, es la que muestra mayor Venta Neta de Ladrillos y mayor eficiencia en su proceso productivo, disminuyendo así su impacto al ambiente. Del trabajo de investigación se concluye que, la ladrillera “Fernández”, se destaca por presentar valores menores en los indicadores de ecoeficiencia, que según Verfaille y Bidwell (2000) menor-es-mejor, ubicándose en el nivel de Adecuado para los indicadores de consumo de agua, energía y contribución al calentamiento global por tener menores costos de producción y mayor eficiencia en su producción de ladrillos.

**Ramón, H. (2006). Migración a combustibles tradicionales a gas natural en una industria alimentaria. Pontificia Universidad Católica del Perú.**

El objetivo del trabajo de investigación fue “Estudiar la conversión de una Planta industrial, dedicada al sector alimenticio, que utiliza combustibles líquidos tradicionales y GLP a Gas Natural”, debido al ahorro económico que esto representa. En ese sentido, el investigador empleó una metodología basada en la descripción de la Planta y de los equipos térmicos empleados, teniendo como resultado que el cambio de combustible a Gas Natural es rentable, presentando un tiempo estimado de retorno de la inversión de 6 meses. De la investigación se concluye que migrar a

Gas Natural implica un ahorro en combustible y logística, además de una combustión más limpia y menos emisiones contaminantes a la ciudad.

**Vásquez, T. (2018). Determinación de la efectividad de las medidas de manejo ambiental, en la reducción de los riesgos ambientales del proceso productivo de ladrillos. Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima - Perú.**

El objetivo de este trabajo fue determinar la efectividad de las medidas de manejo ambiental, en la reducción de los riesgos ambientales del proceso productivo de ladrillos, tomando como unidad de estudio la Planta Ladrillera San Lorenzo, ubicada en Aucallama, Huaral.

Para ello se empleó la metodología de la Norma UNE 15000:2008; iniciando con la identificación de fuentes de peligro, con base en toda la información recopilada en campo y gabinete. Seguidamente se definieron los sucesos iniciadores de los riesgos ambientales, con base a los registros históricos y base de datos; a partir de los cuales se identificaron todos los posibles escenarios de accidente que se derivaron de cada uno.

El estudio reveló que la implementación de las medidas de manejo ambiental generó una reducción del 6.64% en el nivel de los riesgos ambientales, valor que describe la implementación de las medidas como ineficientes.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

1. Proponer la implementación de una mejora tecnológica para reducir los niveles de monóxido de carbono en la producción de los ladrillos de arcilla.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso de cocción en la empresa.
2. Determinar las características y el diseño de la medida propuesta.
3. Comparar el nivel de emisiones de CO con el empleo del combustible actual y el propuesto.
4. Recomendar la medida propuesta para que se aplique en otras plantas ladrilleras del país.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### **1.4.1. Justificación**

Los niveles de monóxido de carbono (CO) históricos que registra la Ladrillera San Lorenzo desde el inicio de sus operaciones en el año 2012, siempre han sido elevados, incluso hay temporadas donde las concentraciones llegan a bordear los límites máximos permisibles (LMP) según la normativa ambiental internacional aplicable, puesto que en el país no existen. Estos niveles de monóxido de carbono se deben al combustible (aserrín y viruta de madera) que se emplea actualmente en el proceso de cocción de la empresa, combustible que no logra una combustión completa, generando valores de CO elevados.

En ese contexto, el presente estudio debe proponer una alternativa tecnológica para proceso de cocción, donde se emplee un combustible que asegure una combustión más eficiente, reduciendo de esa forma los niveles de monóxido de carbono.

### **1.4.2. Importancia**

En el área de estudio donde se emplaza la Ladrillera San Lorenzo, actualmente existen otras ladrilleras que operan de manera ilegal, sin licencia de funcionamiento o sin instrumentos de gestión ambiental. E inclusive, en muchas zonas del país,

existen ladrilleras que operan de esta forma, sin algún control, sin alguna fiscalización por parte de las autoridades competentes.

Debido a que la autoridad competente de Industrias Manufactureras (Ministerio de la Producción - PRODUCE) no cuenta con normativa ambiental específica para el Sector de Ladrilleras, no existen lineamientos para la ejecución de sus procesos, mucho menos límites máximos permisibles para las emisiones, según el tipo de combustible que se emplee.

Por lo que, al elaborar el presente Trabajo Monográfico, se espera crear un precedente en el sector de Ladrilleras en el país, para que con una adecuada gestión ambiental, se regulen los lineamientos para los procesos de producción, límites máximos permisibles de CO y de otros gases, etc.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. BASES TEÓRICAS**

#### **2.1.1. Industria Ladrillera**

En la actualidad, el ladrillo es un material primordial para el rubro de la construcción, por las innovaciones, logros y ventajas alcanzadas a través de su evolución. En la industria existen tres tipos de plantas ladrilleras, subdivididas según el estilo de producción y las máquinas con las cuales se desarrolla, existiendo así, las plantas artesanales, semi-mecanizadas y mecanizadas; estas se describen a continuación. (Vásquez, 2018)

##### **a) Artesanales**

En estas Plantas el proceso productivo se desarrolla de forma manual, desde la extracción de material hasta la cocción del ladrillo; empleando en algunos casos, ganado para revolver la mezcla, en otros son las mismas personas quienes realizan el proceso de mezcla con sus extremidades, durante horas, hasta lograr crear la pasta que posteriormente es vertida en moldes de madera. La cocción del producto se realiza en hornos tradicionales a leña y/o aserrín. Su volumen de producción está en función de la capacidad del horno y la demanda obtenida. Es importante mencionar, que este tipo de Plantas, son las más comunes. (Vásquez, 2018)

##### **b) Semi – mecanizadas**

Este grupo de Plantas, está conformado por productores de ladrillo a pequeña escala, estos combinan procesos artesanales con industriales, adoptando tecnología para facilitar su producción, cuentan con máquinas como extrusoras y mezcladoras para obtener el ladrillo perforado. Sin embargo, siguen

dependiendo del trabajo del hombre para ciertas fases del proceso productivo. La cocción de ladrillos es realizada en hornos tradicionales, que emplean leña y/o aserrín como combustible. (Vásquez, 2018)

### **c) Mecanizadas**

Este tipo de Plantas constituyen pequeñas industrias, son eficientes debido a que todo el proceso de elaboración es mecanizado, cuentan con maquinaria tales como: mini cargadoras, tolvas, molinos, batidoras, extrusoras, cintas transportadoras y cortadoras para la fabricación continua de ladrillos. La fase de cocción del producto se desarrolla en un horno industrial, el mismo que emplea diésel o gas como combustible, llegando a distribuir el calor de manera homogénea, obteniendo productos de mayor resistencia. (Vásquez, 2018)

#### **2.1.2. Componentes del ladrillo**

El ladrillo es una unidad de construcción, de silueta prismática rectangular, logrado por el proceso de moldeo, secado y cocción de pasta cerámica, arcilla, barro y/o similares, comprimidos o extruidos. (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, 1976, p.16)

Las materias primas generalmente empleadas para la elaboración de ladrillos en Centro América son agua (51.4%), arcilla (47.0%) y estiércol (1.6%) principalmente, aunque el estiércol puede o no estar presente. En algunos países andinos, se emplean como insumos para la producción de ladrillos: abono, tierra negra y greda (Moreno M., 2004).

La greda es una arcilla arenosa, por lo común de color blanco azulado, empleada principalmente para absorber grasa y en la fabricación de cerámica.

Cada componente del ladrillo cumple una función, el estiércol logra mantener el adobe armado (ladrillo crudo), arda y se cocine al interior del horno; la arcilla para darle firmeza y el agua para proporcionar plasticidad al bloque. A mayor cantidad de arcilla, mayor densidad; pero si se excede la proporción, el adobe tiende a quebrarse. (Moreno M., 2004)

Existen varios tipos de arcillas utilizadas en la elaboración de ladrillos, el cual se presenta en la Tabla N° 1. Estas arcillas se caracterizan por ser materiales pétreos o terrosos compuestos esencialmente de silicatos de aluminio. Son rígidos cuando se encuentran secos y plásticos cuando se encuentran húmedos. (Moreno M., 2004)

**Tabla N° 1: Tipos de arcilla en la producción de ladrillos**

Tipo	Variiedad / Composición
Ilitas	$K_2O.8R_2O.24SiO_2.2H_2O$
Caolines	Haloisita: $Al_2O_3.2SiO_2.4H_2O$
	Caolinita: $Al_2O_3.2SiO_2.24H_2O$
	Anatoxina: $Al_2O_3, 3SiO_2.2H_2O$
Atapulgitas	Sepiolita: $2MgO.3Si_8O_{20}.4H_2O$
	Hidromica: $K_2O.3Mo.8R_2O.24SiO_2.12H_2O$
	Atapulgita: $(OH)_4Al_4Mg_5Si_8O_{20}4H_2O$
Montmorillonita	De composición altamente variable, formada principalmente por óxidos de silicio, aluminio y magnesio.

Fuente: Unidad de asistencia para la pequeña y mediana industria. Industria cerámica (Unidad de Asistencia Técnica Ambiental, 1999)

Según lo establecido en la “Guía de Buenas Prácticas Ambientales para ladrilleras artesanales” (Ministerio de la Producción, 2010) afirma que, un ladrillo para ser considerado bueno, debe reunir las siguientes cualidades de:

- **Dureza:** para oponer resistencia a cargas pesadas (resistencia a la compresión y flexión).

- **Formas regulares:** a fin de que los muros edificados presenten espesor uniforme (ángulos rectos y aristas vivas).
- **Homogeneidad:** en la masa (ausencia de defectos y fisuras).
- **Coloración homogénea:** al menos que se tenga interés en emplear el producto como detalle arquitectónico de coloración.

Específicamente, un ladrillo debe cumplir con los requisitos establecidos en las Normas Técnicas vigentes. La Norma Técnica anterior, ITINTEC 331.017 clasificaba los ladrillos según su resistencia expresada en  $\text{kgf/cm}^2$ ; la Norma Técnica actual, NTP 331.017:2003 “Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos” usa otra designación y expresa la resistencia en MPa (Mega Pascales), la cual representa una unidad de fuerza equivalente a  $10,2 \text{ kg/cm}^2$ .

Para un mejor análisis, se incluye en las Tablas N° 2 y 3, los requisitos de la antigua y actual norma los cuales han sido extraídos de la “Guía de Buenas Prácticas Ambientales para ladrilleras artesanales” (Ministerio de la Producción, 2010), respectivamente.

**Tabla N° 2: Clasificación de ladrillos según antigua Norma ITINTEC 331.017**

<b>Clasificación de los ladrillos</b>	<b>Resistencia mínima a la compresión (<math>\text{kgf/cm}^2</math>)</b>
<b>TIPO I:</b> Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio mínimas.	60
<b>TIPO II:</b> Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.	70
<b>TIPO III:</b> Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general.	95
<b>TIPO IV:</b> Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.	130



<b>Clasificación de los ladrillos</b>	<b>Resistencia mínima a la compresión (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>TIPO V:</b> Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.	180

Fuente: Guía de Buenas Prácticas Ambientales para ladrilleras artesanales – PRODUCE 2010.

**Tabla N° 3: Clasificación de ladrillos según NTP 331.017:2003**

<b>Clasificación de los ladrillos</b>	<b>Resistencia a la compresión, mínimo, respecto al área bruta promedio (MPa)</b>	
	<b>Promedio de 5 ladrillos</b>	<b>Unidad individual</b>
<b>TIPO 21:</b> Para uso donde se requiere alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.	21	17
<b>TIPO 17:</b> Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.	17	15
<b>TIPO 14:</b> Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.	14	10
<b>TIPO 10:</b> Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.	10	8

Fuente: Guía de Buenas Prácticas Ambientales para ladrilleras artesanales – PRODUCE 2010.

Otras Normas Técnicas vigentes que rigen la calidad de los ladrillos son:

- NTP 331.040:2006 Unidades de albañilería. Ladrillo hueco cerámico para entresijos aligerados y techos. Especifica las dimensiones y variaciones permisibles (tolerancia de E2% de las dimensiones nominales), los requisitos de resistencia mínima a la flexo-tracción en daN/cm<sup>2</sup> y acabado y apariencia.
- NTP 399.613:2005 Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla.

### 2.1.3. Gas natural

El gas natural tiene su origen hace millones de años, donde se formó gracias a la acumulación de lodo, arena, piedras, plantas, materia animal y a la energía solar sobre éstas. Lo podemos encontrar en las rocas porosas de la corteza de la tierra y en yacimientos de petróleo o cerca de ellos.

El gas natural es el resultado de una mezcla en proporciones variables de compuestos gaseosos de naturaleza orgánica e inorgánica. Los compuestos orgánicos lo constituyen compuestos parafínicos también denominados alcanos por la química orgánica. Este grupo de compuestos orgánicos aporta normalmente más del 90% en volumen en el análisis normal de una muestra de gas natural ordinario y está formado por los siguientes componentes: metano ( $\text{CH}_4$ ), etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), normal butano ( $\text{nC}_4\text{H}_{10}$ ), normal pentano ( $\text{nC}_5\text{H}_{12}$ ), iso-pentano ( $\text{iC}_5\text{H}_{12}$ ), hexanos ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ) y heptanos plus ( $\text{C}^{+7}$ ). No siendo este último un componente sencillo, sino una denominación para describir todo ese remanente de componentes más pesados que los hexanos, que debido a las ínfimas concentraciones bajo las cuales se encuentran, resulta impráctico desde el punto de vista de laboratorio su identificación. (Marín I. & Rivero A., 2005)

El segundo grupo de componentes que forman el gas natural, lo constituyen los componentes inorgánicos; estos aportan normalmente menos del 10% en volumen en una muestra de gas y están representados por el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), algunas veces por el nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y excepcionalmente helio ( $\text{He}$ ). Se encuentra en las cavidades microscópicas o intersticiales, las cuales unidas pueden formar grandes acumulaciones de gas, permanece en el estado gaseoso, bajo presión atmosférica y temperatura ambiente. (Marín I. & Rivero A., 2005)

## 2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Ladrillo**

Es una masa de arcilla cocida, habitualmente en forma de paralelepípedo rectangular y dimensiones 28 x 14 x 7 cm. La norma UNE fija dos tamaños distintos según el tipo de ladrillo. Quedan fijos la soga y el tizón a 29 x 14 y 24 x 11,5 y alteran los gruesos desde en la rasilla, el hueco sencillo y el hueco doble, desde 2,5 a 11,5 expresando todas las medidas en cm. (Ferre de Merlo, 2003)

- **Industria Ladrillera**

La fabricación de ladrillos es una actividad ligada al sector minero con el cual se articula hacia atrás mediante la explotación de yacimientos de arcilla de donde obtiene la materia prima. Indirectamente también está ligada al sector comercial para la adquisición de equipos de molienda y mezcla; y al sector metalúrgico para el abastecimiento de partes consumibles de los molinos (Casado, 2010).

- **Contaminación atmosférica**

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos, vienen de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables. El nombre de la contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas. Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que

implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa. (Martínez E. & Díaz Y., 2004).

- **Horno Hoffman**

Este horno puede ser de planta rectangular y consta de una galería anular rodeada por gruesos muros y cubierta por una bóveda recubierta superiormente por una capa de arena. Esta galería está dividida en varios compartimentos mediante unos tabiques de plancha de hierro que corren por unas rodaduras que sirven de guías. Cada compartimiento tiene una boca o entrada de 0,80 por 1 metro, practicada en el muro exterior del cerramiento, la que sirve para la carga y descarga del material, teniendo además en el muro interior un orificio que comunica con otra galería concéntrica y más pequeña que la primera, llamada galería de humo que, a su vez, está en comunicación con la chimenea que establece el tiraje necesario para la combustión mediante cuatro aberturas practicadas en el muro de la chimenea (Moreno, 1981).

- **Horno Túnel**

Estos hornos se caracterizan porque el producto al coccionarse se desplaza continuamente en vagonetas o rodillos a través de una galería muy larga aproximadamente de 100 metros de longitud y divididos en tres sectores, precalentamiento, cocción y enfriamiento. Los productos se desplazan del sector de precalentamiento hacia la zona de cocción, siguiendo un programa de cocción con parámetros ya definidos para cada tipo de pasta, obteniéndose

productos de alta calidad. El aire circula en sentido contrario al desplazamiento de la carga, generando un ahorro en el consumo de combustible en las etapas de precalentamiento y secado. Estos son hornos de alta productividad pues su capacidad oscila desde 15 a 90 m<sup>3</sup>/día. (Suma C., Gutiérrez J. & Suma R., 2008).

- **Gas natural comprimido (GNC)**

Denominado como GNC, es el gas natural que ha sido sometido a compresión en una Estación de Compresión, a una presión máxima de 25 MPa (250 bar), para su posterior almacenamiento, transporte y/o comercialización. Debido al proceso adicional de compresión, el GNC se considera como un producto diferente al Gas Natural que el Concesionario suministra por la red de distribución. (Osinermin, 2016)

- **Estación de Descompresión de gas natural comprimido**

Conjunto de instalaciones de recepción y descompresión de GNC, que permiten efectuar la descarga a las instalaciones fijas de Consumidores Directos o Usuarios de GNC (industrias, redes residenciales y otros). (Osinermin, 2016)

- **Ecoeficiencia**

La ecoeficiencia se obtiene por medio de suministro de bienes y servicios con precios competitivos, que satisfagan las necesidades humanas y dan calidad de vida, al tiempo que reducen progresivamente los impactos ecológicos y la intensidad de uso de los recursos a lo largo de su ciclo de vida, a un nivel por lo menos acorde con la capacidad de carga estimada por la tierra. En pocas

palabras, se relaciona con crear más valor con menos impacto (Schmidheiny, 2000).

- **Eficiencia energética**

Está relacionado al uso óptimo de los recursos energéticos sin alterar la producción de la industria de ladrillos, buscando explorar diversas posibilidades para la reducción del consumo de energía que además represente ventajas a nivel económico y ambiental (Henriques, Valenca y Pinto, 2015).

### **2.3. MARCO LEGAL**

En el país se han determinado algunas normas de distinta índole, muchas de las cuales se refieren a la conservación del ambiente y el uso sostenido de los recursos naturales. Algunas de estas normas, se relacionan a la industria ladrillera, a continuación, se describen en un marco general y específico:

#### **2.3.1. Normativa general**

- **Constitución política del Perú** (Publicado el 29 de diciembre del 1993)

Art 2. Toda persona tiene derecho: a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

Art 67. El estado determina la política nacional del ambiente.

- **Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente”** (Publicado el 15 de octubre del 2005)

Art 24. Toda actividad humana que implique construcciones, obras, servicios y otras actividades, así como las políticas, planes y programas públicos susceptibles de causar impactos ambientales de carácter significativo, está

sujeta, de acuerdo a ley, al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental – SEIA, el cual es administrado por la Autoridad Ambiental Nacional. La ley y su reglamento desarrollan los componentes del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

- **Política Nacional del Ambiente - D.S. 012-2009-MINAM** (Publicado el 23 de mayo del 2009)

Define los objetivos prioritarios, lineamientos, contenidos principales y estándares nacionales de obligatorio cumplimiento. Conformar la política general de gobierno en materia ambiental, la cual enmarca las políticas sectoriales, regionales y locales.

- **Disposiciones especiales para ejecución de procedimientos administrativos - D.S. 054-2013-PCM** (Publicado el 16 de mayo del 2013)

Art 4. En los casos en que sea necesario modificar componentes auxiliares o hacer ampliaciones en proyectos de inversión con certificación ambiental aprobada que tienen impacto ambiental no significativo o se pretendan hacer mejoras tecnológicas en las operaciones, no se requerirá un procedimiento de modificación del instrumento de gestión ambiental.

El titular del Proyecto está obligado a hacer un informe técnico sustentando estar en dichos supuestos ante la autoridad sectorial ambiental competente antes de su implementación.

- **Disposiciones especiales para ejecución de procedimientos administrativos y otras medidas para impulsar proyectos de inversión pública y privada - D.S. 060-2013-PCM** (Publicado el 25 de mayo del 2013)

Aprueban disposiciones especiales para la ejecución de procedimientos administrativos y otras medidas para impulsar proyectos de inversión pública y privada. Que resulta necesario se aprueben disposiciones especiales complementarias al Decreto Supremo 054-2013-PCM con el objetivo de reducir los plazos de los procedimientos necesarios para la ejecución de los proyectos de inversión.

### **2.3.2. Normativa específica**

- **Reglamento de Gestión Ambiental para la Industria Manufacturera y Comercio Interno – D.S. N° 017-2015-PRODUCE** (Publicado el 6 de junio del 2015)

Art 48. Modificación del proyecto en ejecución o actividad en curso.

48.1. Cuando el titular de un proyecto de inversión en ejecución o de una actividad en curso, que cuenta con instrumento de gestión ambiental aprobado, decide modificar componentes auxiliares o hacer ampliaciones que tienen impacto ambiental no significativo o se pretendan hacer mejoras tecnológicas en las operaciones, no se requerirá un procedimiento de modificación del instrumento de gestión ambiental. El titular está obligado a hacer un Informe Técnico Sustentatorio justificando estar en dichos supuestos ante la autoridad competente antes de su implementación.

- **Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire – D.S. N° 003-2017-MINAM** (Publicado el 7 de junio del 2017)

Los estándares de Calidad Ambiental del Aire, es un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación



del aire sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible.

- **Reglamento de Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Ruido - D.S. N° 085-2003-PCM** (Publicado el 24 de octubre de 2003)

Art 4. De los Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido: Los estándares Primarios de Calidad ambiental (ECA) para Ruido establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana. Dichos ECA consideran como parámetro el Nivel de Presión sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios, que se establecen en el Anexo N°1 de la norma.

- **D.E. N°3399 “Norma de concentraciones de emisión desde fuentes fijas de combustión” - República de Ecuador**

Tiene como objetivo la preservación de la salud pública, la calidad del aire, las condiciones de los ecosistemas y del medio ambiente en general. Para cumplirlo, esta norma establece los límites permisibles de la concentración de emisiones de contaminantes al aire, producidas por las actividades de combustión en fuentes fijas, calderos de vapor, centrales termoeléctricas, turbinas a gas, motores de combustión interna y para determinados procesos industriales; así como los métodos y procedimientos para la determinación de las concentraciones emitidas por la combustión en fuente fijas.

- **Decreto Presidencial N°638 “Normas sobre calidad del Aire y Control de la Contaminación Atmosférica” – Venezuela**

Tiene como objetivo establecer las normas para el mejoramiento de la calidad del aire y la prevención y control de la contaminación atmosférica producida por fuentes fijas y móviles capaces de generar emisiones gaseosas y partículas. Por lo cual en la norma se establece los límites, métodos de muestreo, períodos de medición y métodos analíticos para los gases y partículas contaminantes de: la calidad del aire, control de las fuentes fijas y control de las emisiones por fuentes móviles.

- **Reglamento de Comercialización de Gas Natural Comprimido (GNC) y Gas Natural Licuefactivo (GNL) - D.S. N° 057-2008-EM** (Publicado el 11 de noviembre de 2008)

Art 2. Alcance, El presente Reglamento establece las normas y disposiciones aplicables, dentro del territorio nacional, para: a) El diseño, construcción y operación de Estaciones de Compresión, Estaciones de Carga de GNC, Estaciones de Descompresión de GNC, Unidades de Trasvase de GNC y Consumidores Directos de GNC; b) El diseño, construcción y operación de Estaciones de Regasificación de GNL, Estaciones de Recepción de GNL, Unidades Móviles de GNC-GNL y de los Consumidores Directos de GNL. En cuanto al diseño y construcción de Estaciones de Licuefacción se aplicará lo establecido en el artículo 14 del presente Reglamento; c) Las actividades de comercialización de Gas Natural Comprimido (GNC) a través de los Agentes Habilitados en GNC.

- **Norma Técnica Peruana 111.031 – GAS NATURAL SECO. Estación de compresión, módulos contenedores o de almacenamiento, y estación de descarga para el gas natural comprimido (GNC)** (Publicado el 18 de diciembre de 2008)

Esta Norma Técnica Peruana tiene por objeto establecer los requisitos mínimos de construcción, instalación y seguridad que deben cumplir las estaciones de compresión, los módulos contenedores o de almacenamiento para su adecuado transporte y las estaciones de descarga, para el gas natural comprimido (GNC).

## 2.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.4.1. UBICACIÓN

La Planta Industrial de la empresa Ladrillera San Lorenzo S.A.C., se encuentra ubicada en la Parcela s/n, Mz. L. Fundo Boza en el distrito de Aucallama, provincia de Huaral y departamento de Lima. La principal vía de acceso a la Planta es a la altura del kilómetro 52 de la Carretera Lima – Huaral (PE 1NB) girando por el desvío a 0,5 km de la carretera al distrito de Aucallama. Ver Tabla N° 4 y Figura N° 01.

En la Tabla N° 4, se describen las coordenadas de ubicación de la Planta.

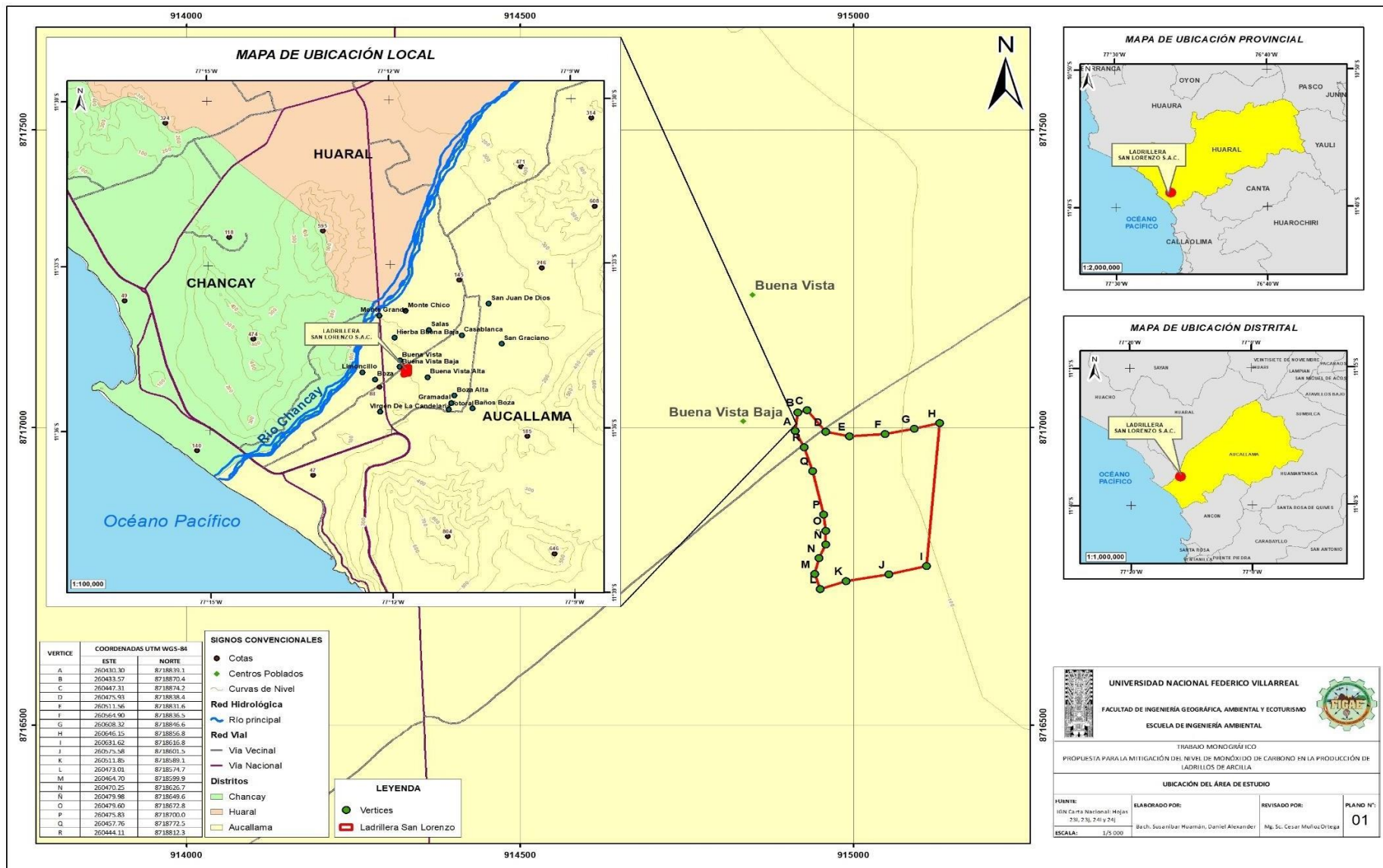
**Tabla N° 4: Coordenadas de Ubicación de la Planta**

Vértice	Coordenadas UTM WGS-84		Vértice	Coordenadas UTM WGS-84	
	Este	Norte		Este	Norte
A	260 430,30	8 718 839,1	K	260 511,85	8 718 589,1
B	260 433,57	8 718 870,4	L	260 473,01	8 718 574,7
C	260 447,31	8 718 874,2	M	260 464,70	8 718 599,9
D	260 475,93	8 718 838,4	N	260 470,25	8 718 626,7
E	260 511,56	8 718 831,6	Ñ	260 479,98	8 718 649,6
F	260 564,90	8 718 836,5	O	260 479,60	8 718 672,8
G	260 608,32	8 718 846,6	P	260 475,83	8 718 700,0
H	260 646,15	8 718 856,8	Q	260 457,76	8 718 772,5
I	260 631,62	8 718 616,8	R	260 444,11	8 718 812,3
J	260 575,58	8 718 601,5			

Fuente: Elaboración Propia.

Las coordenadas con los vértices que cuenta la Planta Industrial, se pueden visualizar en la Figura N° 1.

Figura N° 1: Ubicación del área de estudio



## 2.4.2. EXTENSIÓN Y LÍMITES

La Planta Industrial abarca un área aproximada de 4,79 Ha, un perímetro de 1000 m y se emplaza a una altitud de 97 m.s.n.m. La Planta limita por el Norte con la Carretera a Aucallama, que intercomunica el desvío de Huaral con la ciudad de Aucallama (capital del distrito); por el Sur y el Este con parcelas agrícolas y por el Oeste con el AA.HH. Buena Vista Baja y otras parcelas agrícolas. Es preciso indicar que la Planta se encuentra en el distrito de Aucallama, el cual limita con los distritos que se muestran en la Tabla N° 5. (Vásquez, 2018)

**Tabla N° 5: Límite distrital**

<b>Límite distrital</b>	
<b>Este:</b>	Con el Distrito de Huamantanga de la Provincia de Canta.
<b>Sur:</b>	Con el Distrito de Ancón de la Provincia de Lima.
<b>Oeste:</b>	Con el Distrito de Chancay de la Provincia de Huaral y el Océano Pacífico.
<b>Norte:</b>	Con el Distrito de Sumbilca y Huaral, ambos de la Provincia de Huaral.

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.

## 2.4.3. VÍAS DE ACCESO

La principal vía de acceso a la provincia de Huaral, es por la ruta PE-016A, debido a que sirve de articulación a todos los centros poblados y distritos ubicados en la en Huaral, mientras que la ruta PE-01N recorre toda la costa de la provincia y la tercera ruta PE-01C es una variante de conexión vial con la ciudad de Lima, siendo esta parte de la red vial nacional. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

Para acceder a la Planta desde la ciudad de Lima, se debe hacer uso de las rutas de la red vial nacional PE-1N y PE-20-C, y de la ruta 566, la cual forma parte de la red vial vecinal del distrito de Aucallama, uniendo la ruta PE-20C con la ciudad de

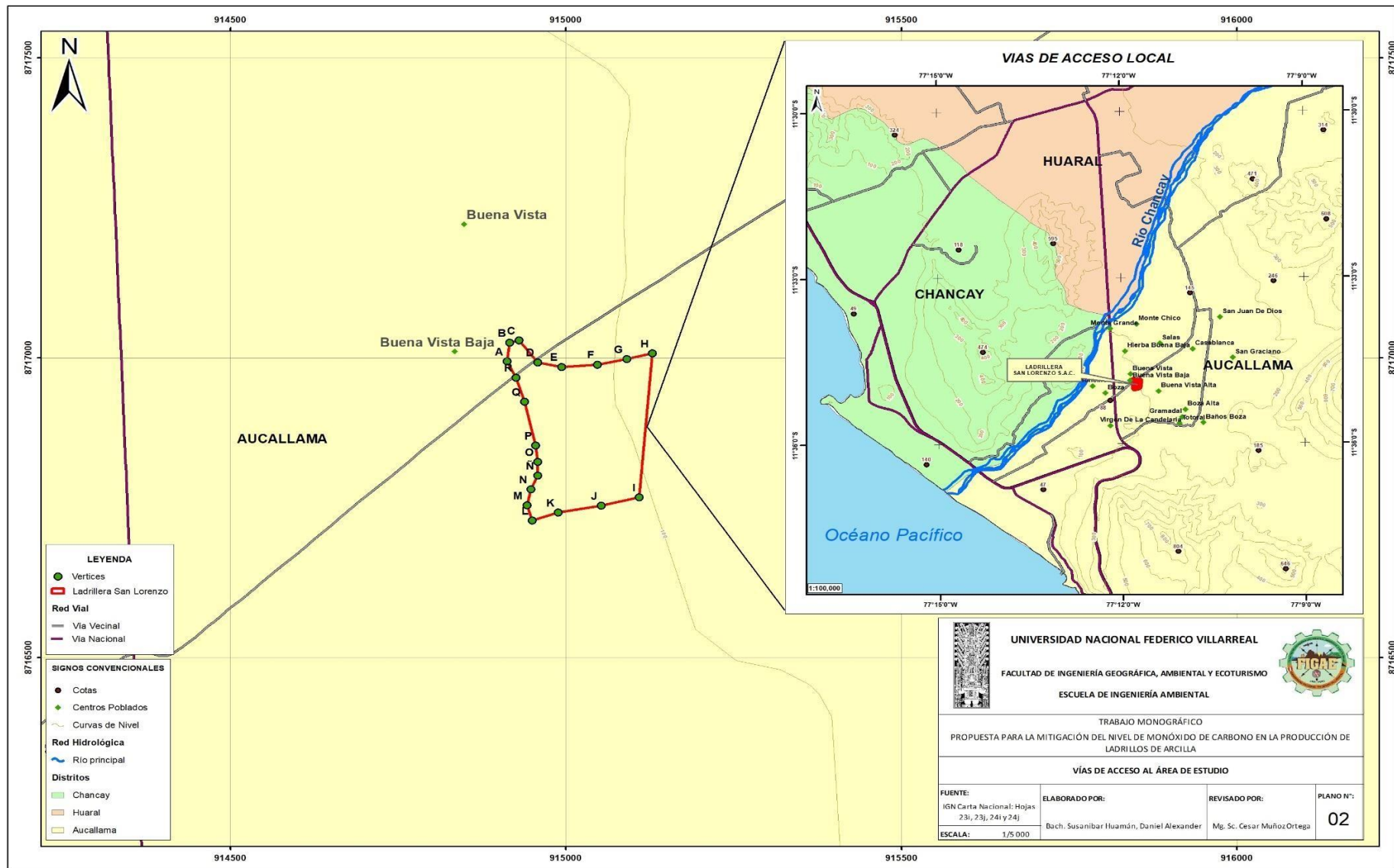
Aucallama (capital del distrito), teniendo en cuenta los tramos que se detallan en la Tabla N° 6. Ver Figura N° 2. (Vásquez, 2018)

**Tabla N° 6: Vías de Acceso**

<b>Tramo</b>	<b>Ruta</b>	<b>Red Vial</b>	<b>Descripción</b>	<b>Longitud (km)</b>
Desvío Aucallama – Ladrillera San Lorenzo	566	Vecinal	Pista / Asfaltada	0,757
Desvío Huaral – Desvío Aucallama	PE-20C	Nacional	Carretera / Asfaltada	1,965
Intercambio vial Ancón- Desvío Huaral	PE-1N	Nacional	Carretera / Asfaltada	9,912
Intercambio vial Santa Anita – Intercambio Vial Ancón	PE-1N	Nacional	Carretera / Asfaltada	61,183

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.

Figura N° 2: Vías de acceso al área de estudio



## 2.4.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### 2.4.4.1. Aspectos climatológicos y meteorológicos

Para el análisis meteorológico del área en estudio se utilizó información de la estación meteorológica “Huayan” administrada por el SENAMHI correspondiente a los años 2015 y 2016. Ver Tabla N° 7.

Se han considerado los elementos meteorológicos siguientes: temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento de dicha estación. En el siguiente cuadro se indican los datos de ubicación de la estación mencionada.

**Tabla N° 7: Ubicación de la Estación Meteorológica**

Estación	Altitud (m.s.n.m.)	Latitud Sur	Longitud Oeste	Distrito	Provincia
Huayan	350	-11°27'S	-77°07'W	Huaral	Huaral

Fuente: SENAMHI, 2017.

#### A. Clima

La clasificación climática del área de estudio según el SENAMHI (Thorntwaite), corresponde a un Clima Semi-Cálido.

Según esta clasificación el área de estudio se caracteriza por:

- El área de estudio presenta una elevada sequedad, que comprende el litoral y el nivel altitudinal aproximado de 2000 m.s.n.m.
- La precipitación promedio anual varía entre 8 mm y 36 mm, evidenciándose una acentuación con el alejamiento del litoral.
- Se presenta una temperatura que va desde los 17°C a los 24°C, con una humedad relativa aproximada de 78%.

#### B. Temperatura

De acuerdo a los datos reportados en la Tabla N° 8, se observa que la temperatura máxima para los años 2015 y 2016 se registraron en el mes de



marzo con una temperatura de 30,9° C y 32,7° C respectivamente; con respecto a las temperaturas mínimas, estas se registraron para el año 2015 en el mes de setiembre (14.5° C) y para el año 2016 en julio (12.9° C).

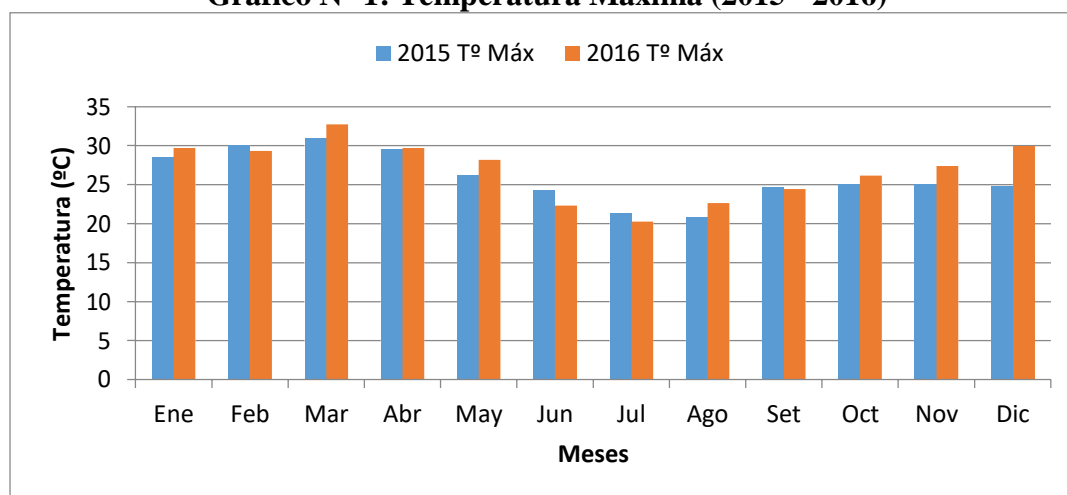
En los Gráficos N° 1 y 2, se aprecian a detalle los niveles máximos y mínimos de temperatura.

**Tabla N° 8: Temperaturas máximas y mínimas**

Año	T(°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2015	Máx.	28,5	30,1	30,9	29,5	26,3	24,3	21,4	20,8	24,7	25,2	25,1	24,8
	Mín.	18,1	20,2	19,7	18,4	17,4	16,6	15,4	14,5	14,5	15,2	15,6	15,7
2016	Máx.	29,7	29,3	32,7	29,7	28,2	22,3	20,2	22,6	24,4	26,2	27,4	29,9
	Mín.	18,2	18,9	19,8	17,3	15,7	13,2	12,9	13,3	13,2	13,6	13,5	16,3

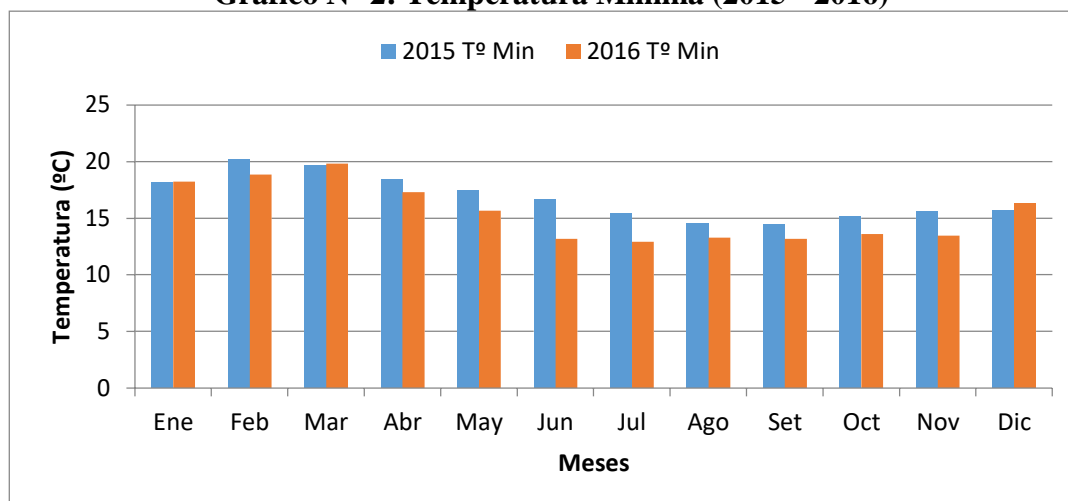
Fuente: SENAMHI, 2017.

**Gráfico N° 1: Temperatura Máxima (2015 - 2016)**



Fuente: Elaboración Propia.

**Gráfico N° 2: Temperatura Mínima (2015 - 2016)**



Fuente: Elaboración Propia.

### C. Velocidad y dirección del viento

La velocidad del viento registrada oscila entre 4,4 a 6,1 m/s para el año 2015, mientras que la velocidad registrada en el año 2016 fluctuó entre 4,2 a 5,6 m/s.

Ver Gráfico N° 3.

Con respecto a la dirección predominante del viento, para el año 2015 y 2016 se registró una predominancia hacia el “Este”.

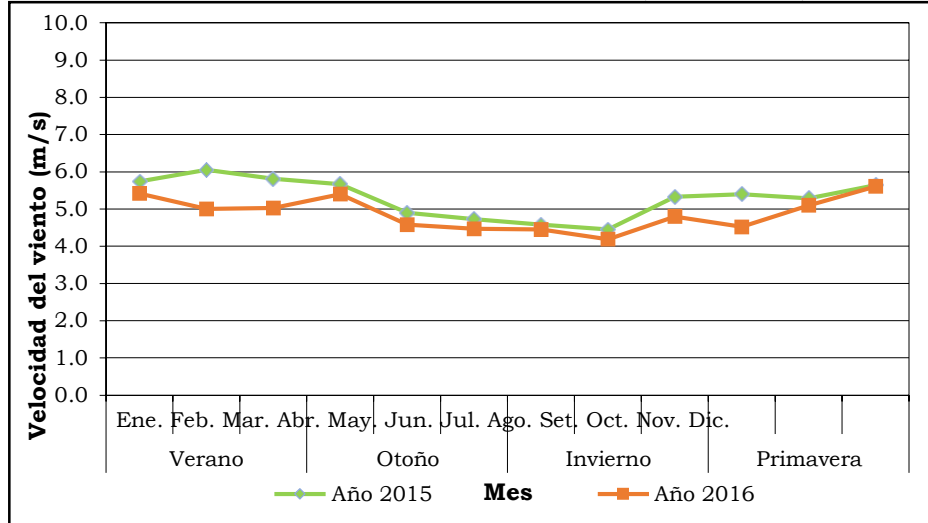
Los datos registrados de este parámetro, se presentan en la Tabla N° 9. En los Gráficos N° 4 y 5, se observan las rosas de viento para los años 2015 y 2016, respectivamente.

**Tabla N° 9: Velocidad y dirección de viento (m/s)**

Año	Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2015	Velocidad (m/s)	5,7	6,1	5,8	5,7	4,9	4,7	4,6	4,4	5,3	5,4	5,3	5,6
	Dirección prevaleciente	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2016	Velocidad (m/s)	5,4	5,0	5,0	5,4	4,6	4,5	4,4	4,2	4,8	4,5	5,1	5,6
	Dirección prevaleciente	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

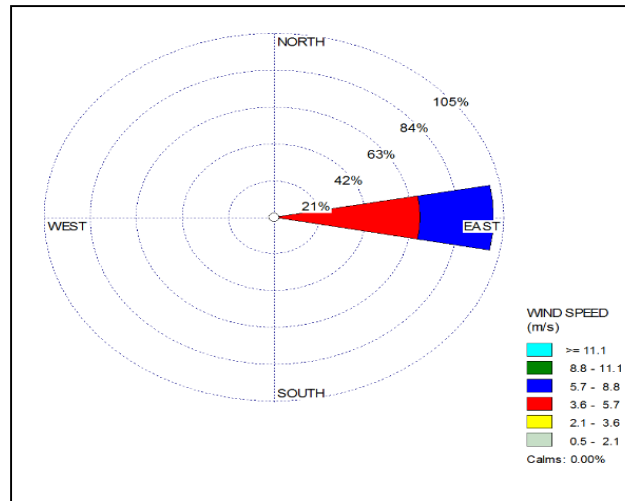
Fuente: SENAMHI, 2017.

**Gráfico N° 3: Velocidad del Viento (2015 - 2016)**



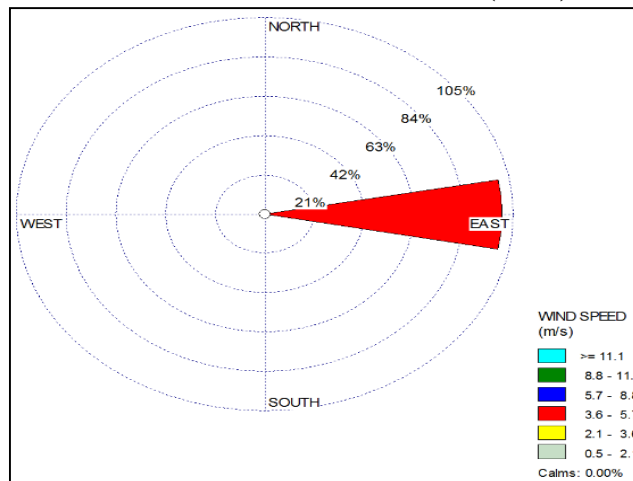
Fuente: Elaboración Propia.

**Gráfico N° 4: Rosa de Viento (2015)**



Fuente: Elaboración Propia.

**Gráfico N° 5: Rosa de Viento (2016)**



Fuente: Elaboración Propia.

#### D. Humedad Relativa

De los datos reportados por la estación meteorológica se observa que el mayor porcentaje de humedad relativa se registró en los meses de noviembre y abril con valores del orden de 93,0% y 97,7% para los años 2015 y 2016 respectivamente, mientras los porcentajes mínimos se registraron en los meses de marzo y enero con 73,5% y 95,5% para los años 2015 y 2016.

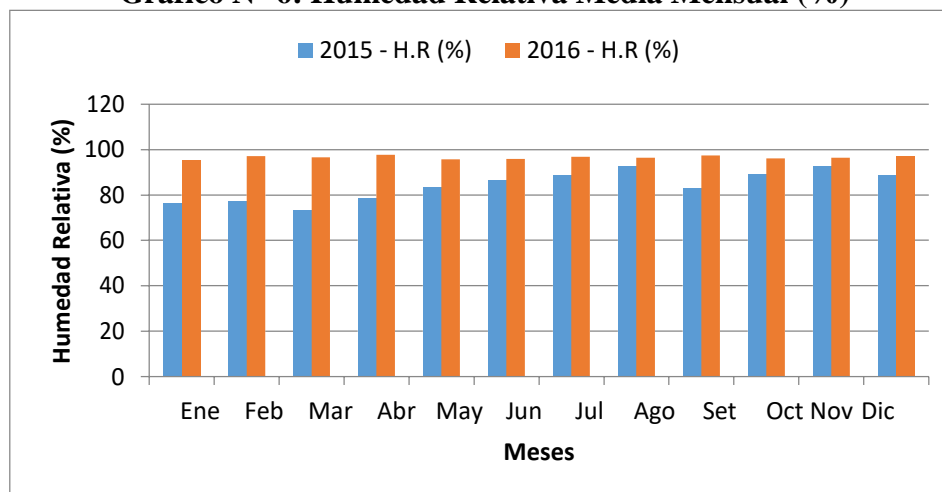
En la Tabla N° 10, se muestran los valores registrados por la estación, asimismo la representación gráfica de los niveles máximos y mínimos se presentan en el Gráfico N° 6.

**Tabla N° 10: Humedad Relativa (%)**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2015	76,6	77,1	73,5	78,5	83,4	86,7	88,7	92,9	83,2	89,3	93,0	88,7
2016	95,5	97,2	96,6	97,7	95,8	95,9	96,8	96,5	97,5	96,1	96,5	97,2

Fuente: SENAMHI, 2017.

**Gráfico N° 6: Humedad Relativa Media Mensual (%)**



Fuente: Elaboración propia.

#### 2.4.4.2. Hidrología Superficial

La Planta Industrial se encuentra ubicada a unos 2,0 km aproximadamente de distancia del río Chancay-Huaral.

La Planta Industrial se ubica dentro de la cuenca hidrográfica del río Chancay - Huaral, la cual se asemeja a la mayoría de los ríos de la Vertiente del Pacífico, es decir, el de una hoya hidrográfica alargada, de fondo profundo y quebrado de fuerte pendiente. (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, 1969).

La cuenca tiene un área total de 3 094,82 km<sup>2</sup>, con una superficie de área húmeda aproximada de 1 621,32 km<sup>2</sup>, es decir el 49% del área total contribuye sensiblemente al escurrimiento superficial, recorriendo una distancia total de 120 km, con una pendiente media a lo largo de su recorrido de 47,76%.

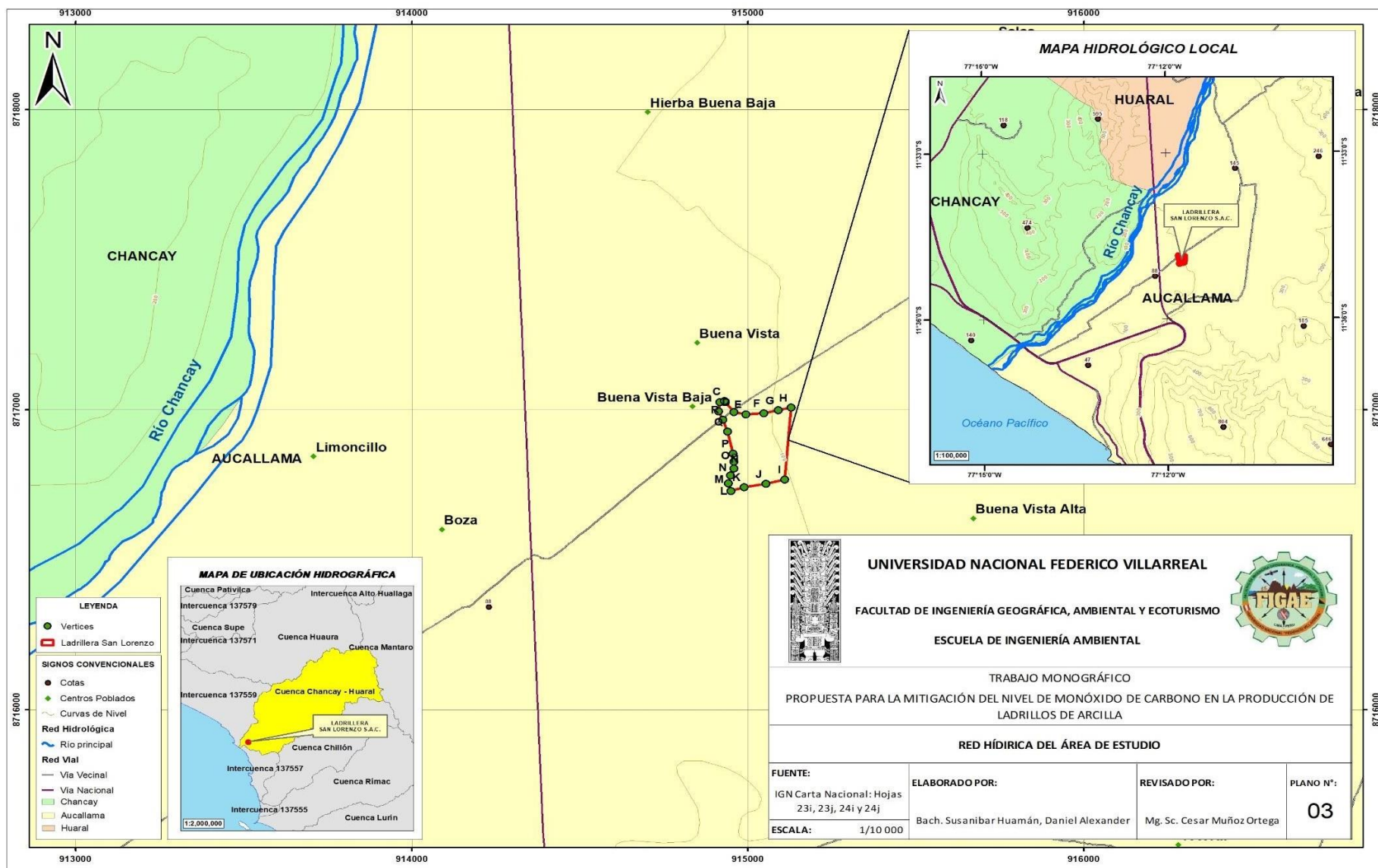
Además, recibe los aportes de varios efluentes entre los cuales cabe mencionar, por la margen derecha, los ríos Carac y Huataya y las quebradas Lumbra y Huerequeque y, por la margen izquierda, el río Añasmayo y la quebrada de Orcón. (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, 1994). Ver Figura N° 3.

#### **2.4.4.3. Hidrología Subterránea**

En la Planta Industrial y en los alrededores aprovechan en grandes cantidades agua de pozos y tajo abierto recargadas del flujo del río Chancay – Huaral en su mayoría con fines de uso doméstico poblacional, el cual está formado por una alternancia y mezclas de arena, grava y cantos mal calcificados de origen aluvial.

El agua contenida en el acuífero, corresponde a una napa libre de aluvión, de tipo cilíndrico y cuyas características están influenciadas por su principal fuente de alimentación, el río Chancay – Huaral, sin embargo, los canales de riego, desagües, drenaje de aguas bajo riego constituyen fuentes de alimentación significativas que producen un descenso en el nivel freático (0,20 m). (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, 1994).

Figura N° 3: Red hídrica del área de estudio



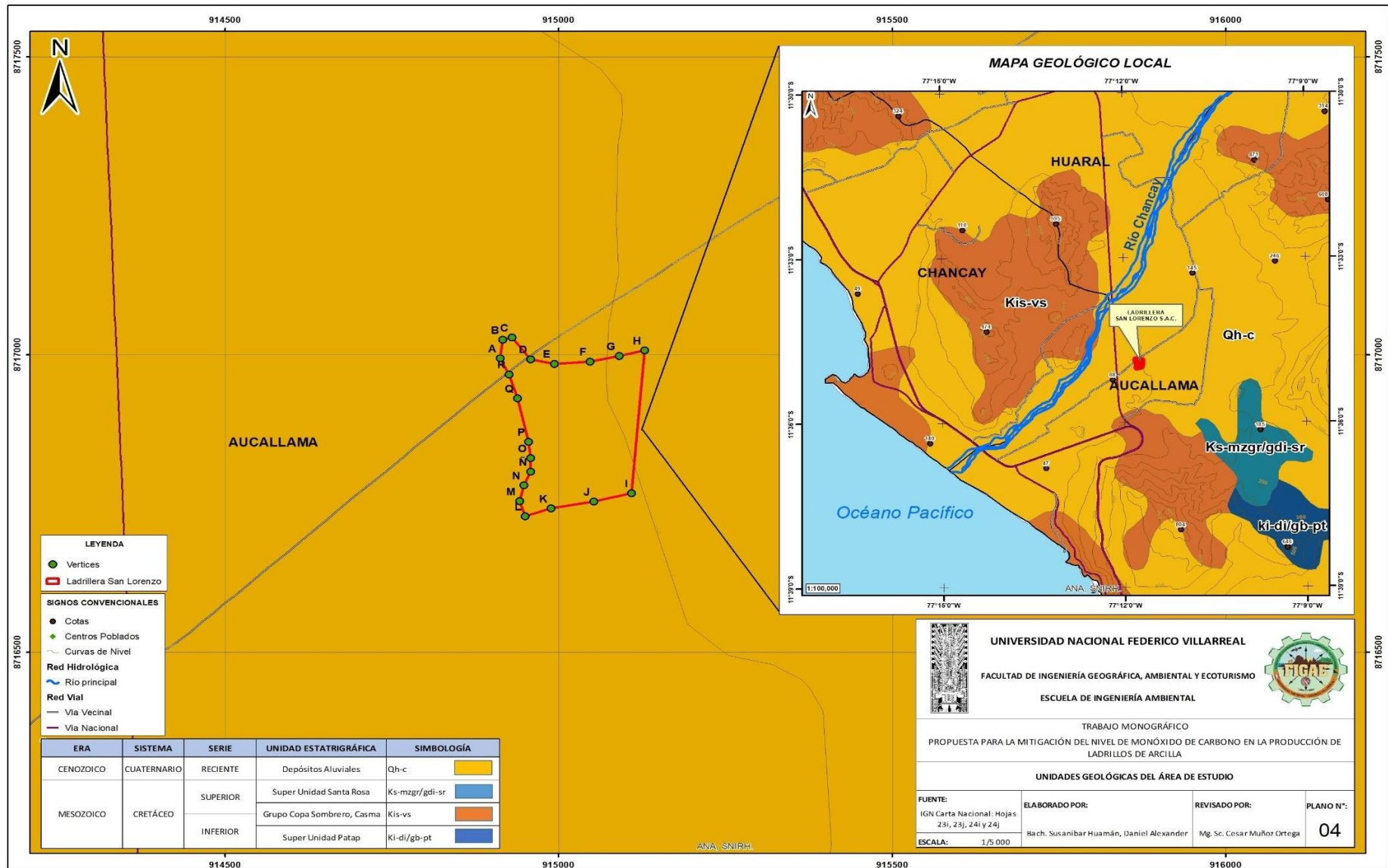
#### 2.4.4.4. Geología y geomorfología

##### A. Geología

Según la carta geológica del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, el área de estudio se ubica dentro del cuadrángulo geológico de Chancay (24-i). (INGEMMET, 1994). En base a esta información, el área de influencia presenta las siguientes unidades geológicas:

- **Depósitos aluviales pleistocénicos:** forman los conos de deyección del río Chancay ostentando espesores del orden de decenas de metros, sobre los que se asientan los centros urbanos y campos de agricultura, por lo que adquieren una significativa importancia; ya que ellos contienen acuíferos notables. Estos depósitos se conforman por conglomerados, conteniendo diversos tipos de cantos y rocas intrusivas y volcánicas, gravas subangulosas, arenas con diferentes granulometrías y en menor proporción limos y arcillas. (Palacios, Caldas y Vela, 1992, p.99)
- **Depósito aluvial reciente:** Estos pertenecen a la unidad estratigráfica Qpl-al, de la serie holocena del sistema cuaternario y la era cenozoica. Estos depósitos se encuentran generalmente en los cauces de los ríos principales, están constituidos principalmente por conglomerados constituidos por cantos, cascajos, arenas y arcillas provenientes de las rocas aflorantes. Los suelos son por lo tanto arenosos y de composición feldespática y cuarzosa. (INGEMMET, 1994). Ver Figura N° 4.

Figura N° 4: Unidades geológicas del área de estudio



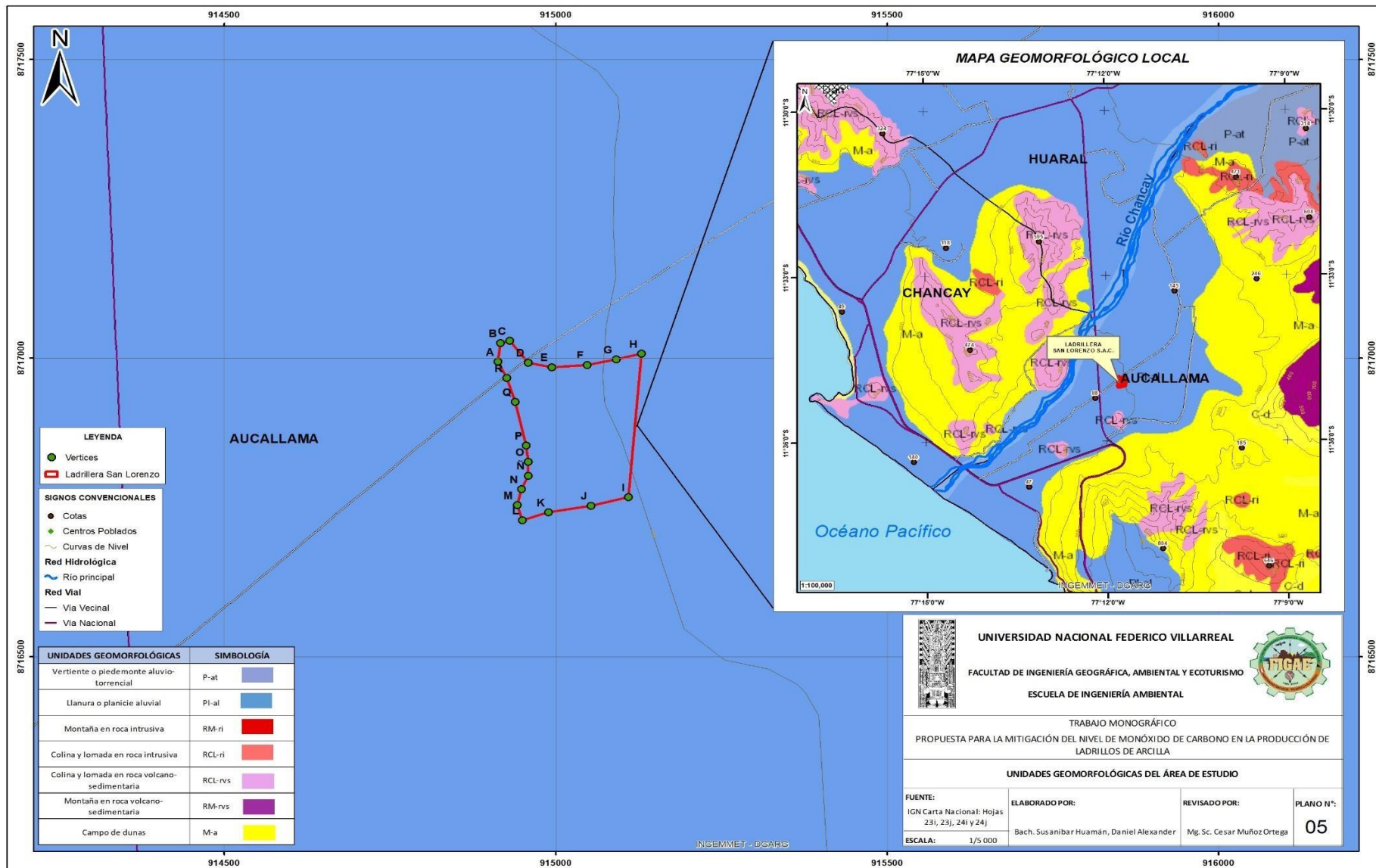


## **B. Geomorfología**

En esta sección, se describe en forma sucinta las características principales de las unidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio que comprenden geoformas, las cuales se desarrollaron en materiales terrestres bajo la influencia de los procesos naturales externos e internos para alcanzar la actual configuración física, las cuales se presentan; según la información brindada por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (INGEMMET, 1994):

- **Llanura o planicie aluvial:** Esta unidad se caracteriza por conformar un relieve ligeramente plano ocupando una mayor extensión, con una inclinación hacia el Oeste. Además, desarrolla la actividad agrícola. Ver Figura N° 5.

Figura N° 5: Unidades geomorfológicas del área de estudio



#### **2.4.4.5. Suelo**

##### **A. Uso Actual del Suelo**

Según la FAO, el uso actual de suelo “comprende las acciones, actividades e intervenciones que realizan las personas sobre un determinado tipo de superficie para producir, modificarla o mantenerla”.

Asimismo, según el Plan de Acondicionamiento Territorial de la provincia de Huaral, señala la siguiente clasificación del uso actual de suelo en la zona de estudio:

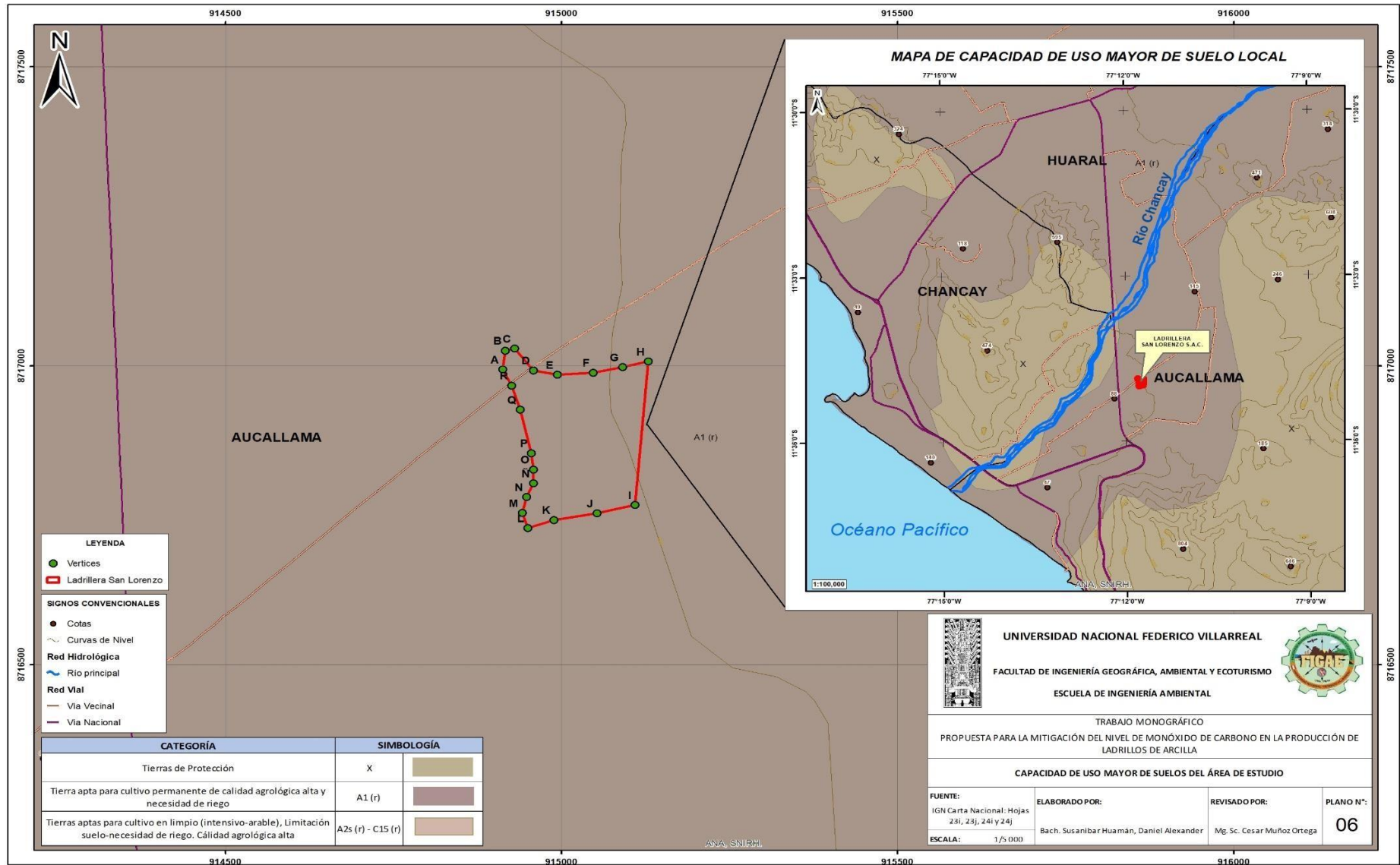
- Suelo agrícola

##### **B. Capacidad de Uso Mayor de Tierras**

Según el Decreto Supremo N° 017-2009-AG de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (CUM) y el Plan de Acondicionamiento Territorial de la provincia de Huaral, la Planta se encuentra ubicada entre los tipos A1s(r)-C2s(r) y X1d.

Cabe mencionar que, de acuerdo a la simbología antes mencionada, se ha determinado que el área de estudio presenta la capacidad para mantener cultivos en limpio, calidad agrológica alta – cultivos permanentes, protección (formación asociativa lítica – arena). Ver Figura N° 6.

Figura N° 6: Capacidad de uso mayor de suelos del área de estudio



#### 2.4.4.6. Calidad ambiental

Como información para describir la calidad ambiental del área de estudio, se han considerado los resultados de monitoreo ambiental, correspondientes al primer y segundo semestre del año 2016, los cuales se realizaron en cumplimiento a los compromisos ambientales que la Planta asumió en sus estudios aprobados.

Es preciso indicar que, se adjuntan en el Anexo N° 2 los informes de ensayo correspondientes al primer semestre y al segundo semestre de los monitoreos ambientales realizados en la Planta.

#### A. Calidad de aire

En las estaciones de monitoreo ambiental, la mayoría de parámetros no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en el primer semestre evaluado, según lo descrito en la Tabla N° 11 y en los Gráficos del N° 7 al N° 11.

**Tabla N° 11: Resultados de Monitoreo de Calidad de Aire (1er semestre)**

Periodo	Estación de Monitoreo	Parámetros				
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
		µg/m <sup>3</sup>				
1er semestre	Barlovento	<13,00	<8,46	<600	39,64	25,00
	Sotavento	<13,00	<8,46	<600	59,85	26,10
	<b>ECA</b>	<b>20<sup>(1)</sup></b>	<b>200<sup>(2)</sup></b>	<b>10 000<sup>(2)</sup></b>	<b>150<sup>(2)</sup></b>	<b>25<sup>(1)</sup></b>

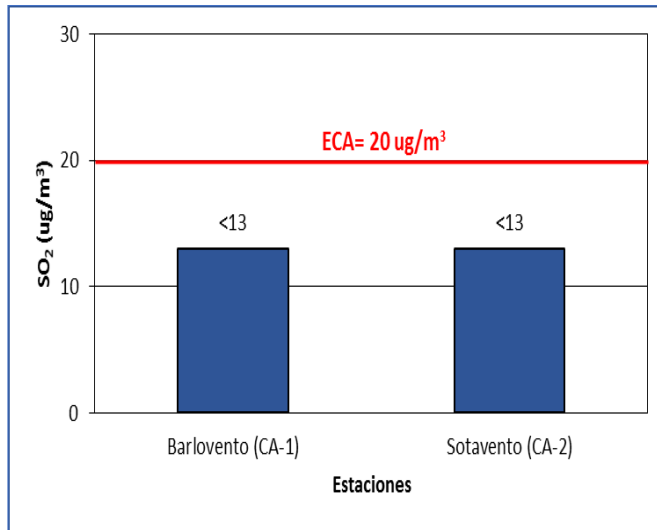
Fuente: Informe de Ensayo N° 103191-2016- Laboratorio Servicios Analíticos Generales (SAG)

<sup>(1)</sup> D.S. 003-2008-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental del Aire (20 y 25 µg/m<sup>3</sup>, nuevos valores entrados en vigencia el 01 de enero del 2014)

<sup>(2)</sup> D.S. 074-2001 – PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

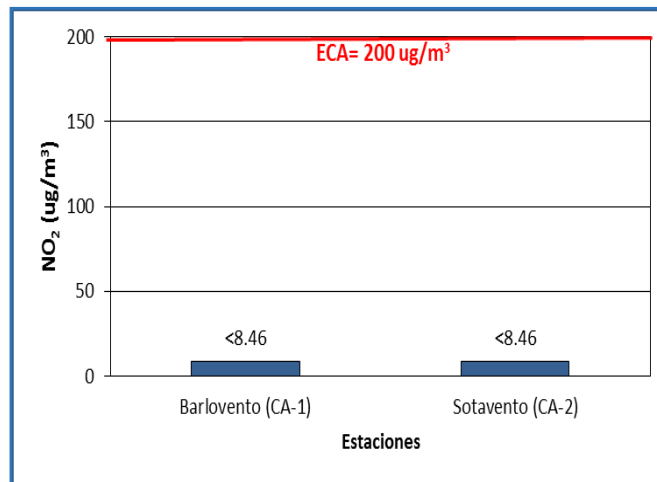
Con respecto al parámetro excedido (PM<sub>2.5</sub>), según el valor citado por el D.S. N° 003-2008-MINAM, esto se debió a que en la fecha que se realizó el monitoreo, se realizaron mejoras en las vías de acceso a la Planta por lo que el material particulado se dispersó con mayor concentración.

**Gráfico N° 7: Resultados de SO<sub>2</sub>**



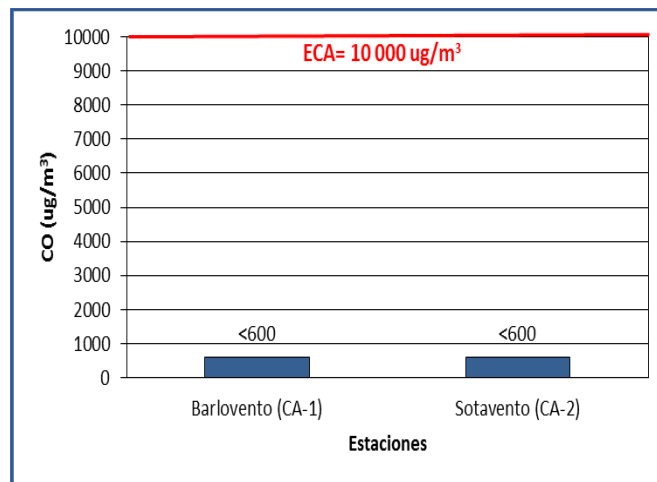
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 8: Resultados de NO<sub>2</sub>**



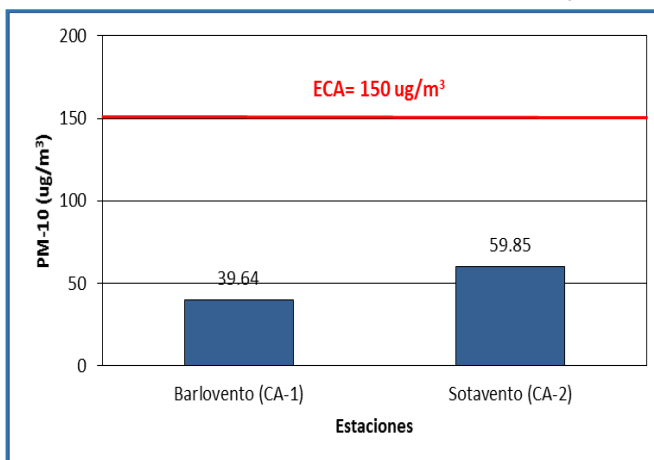
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 9: Resultados de CO**



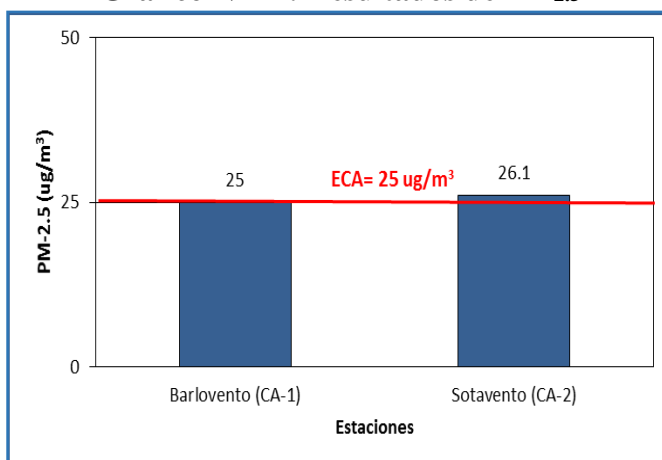
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 10: Resultados de PM<sub>10</sub>**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 11: Resultados de PM<sub>2.5</sub>**



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, los parámetros evaluados en las estaciones de monitoreo ambiental para el segundo semestre tampoco superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), según lo descrito en la Tabla N° 12 y en los Gráficos del N° 12 al N° 16.

**Tabla N° 12: Resultados de Monitoreo de Calidad de Aire (2do semestre)**

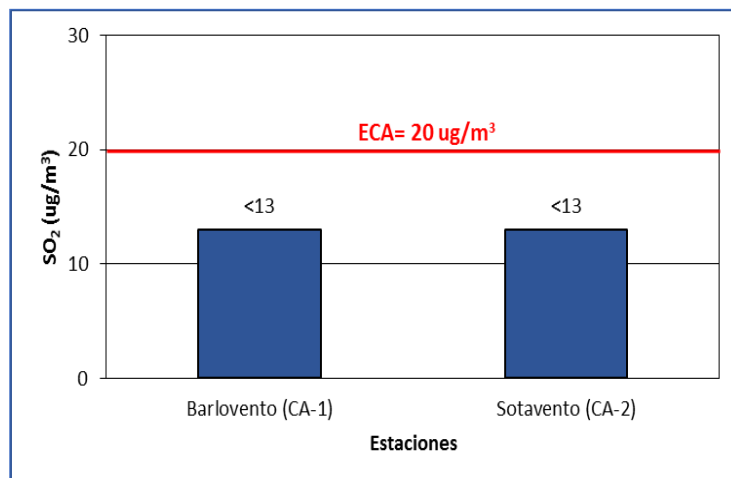
Periodo	Estación de monitoreo	Parámetros				
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
		μg/m <sup>3</sup>				
2do semestre	Barlovento	<13,00	10,98	<600	57,30	24,20
	Sotavento	<13,00	55,52	<600	43,90	19,50
<b>ECA</b>		<b>20<sup>(1)</sup></b>	<b>200<sup>(2)</sup></b>	<b>10000<sup>(2)</sup></b>	<b>150<sup>(2)</sup></b>	<b>25<sup>(1)</sup></b>

Fuente: Informe de Ensayo N° 107705-2016- Laboratorio Servicios Analíticos Generales (SAG)

(1) D.S. 003-2008-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental del Aire (20 y 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , nuevos valores entrados en vigencia el 01 de enero del 2014)

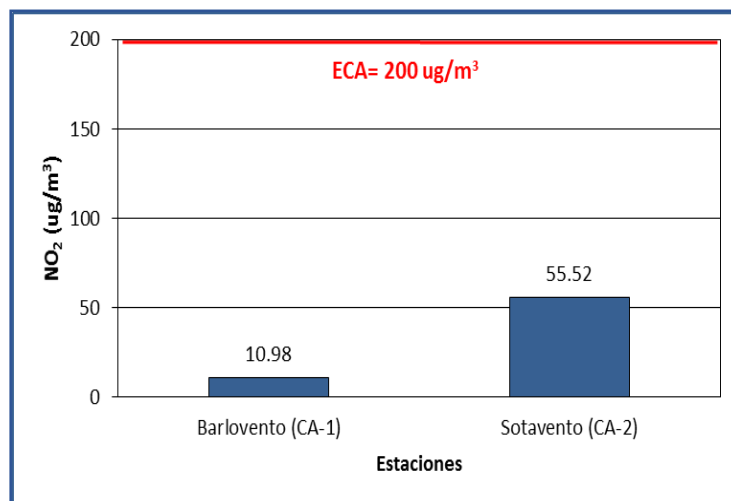
(2) D.S. 074-2001 – PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

**Gráfico N° 12: Resultados de SO<sub>2</sub>**



Fuente: Elaboración propia.

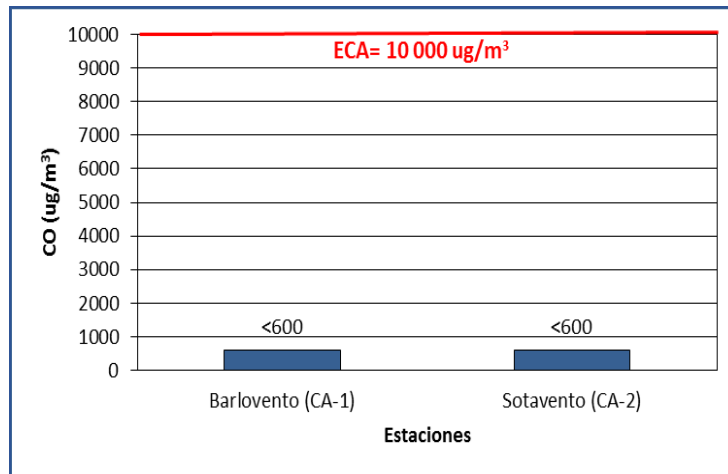
**Gráfico N° 13: Resultados de NO<sub>2</sub>**



Fuente: Elaboración propia.

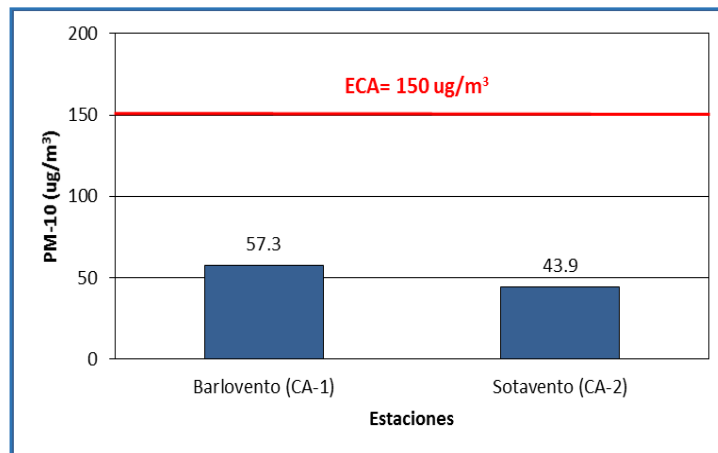


**Gráfico N° 14: Resultados de CO**



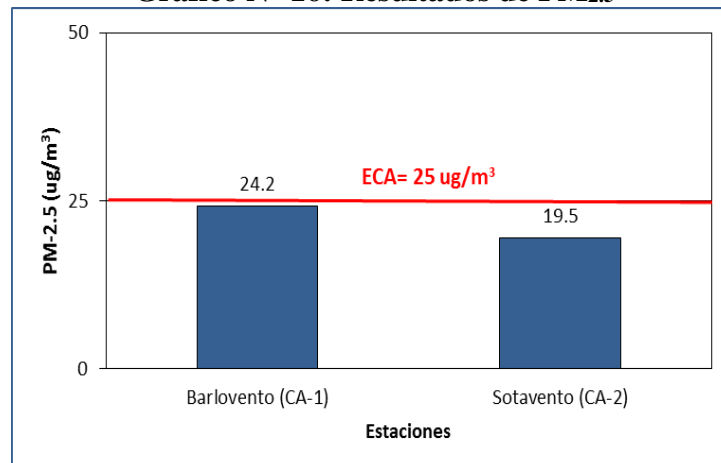
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 15: Resultados de PM<sub>10</sub>**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 16: Resultados de PM<sub>2.5</sub>**



Fuente: Elaboración propia.

## B. Emisiones atmosféricas

Los parámetros de emisiones atmosféricas evaluados en el primer semestre, no exceden los LMP de referencia, según lo descrito en la Tabla N° 13 y en los Gráficos del N° 17 al N° 20.

**Tabla N° 13: Resultados del Monitoreo de Emisiones atmosféricas (1er semestre)**

Periodo	Estación de Monitoreo	Parámetros (mg/Nm <sup>3</sup> )			
		Partículas	CO	NOx	SO <sub>2</sub>
1er Semestre	EG-01	71,6	841,5	318,5	37,7
<b>LMP</b>		<b>150***</b>	<b>1445**</b>	<b>500*</b>	<b>2000*</b>

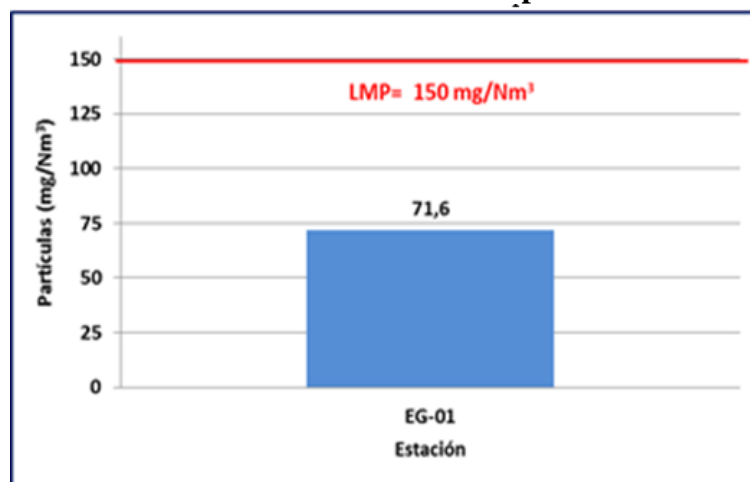
Fuente: Informe de Ensayo N° 095934-2015 – Laboratorio Servicios Analíticos Generales (SAG)

\*LMP permisible Banco Mundial, 98, Emission Requirements: Parameters and Maximum Values.

\*\* LMP para CO, según Norma Venezolana (Decreto Presidencial N°638 – Venezuela)

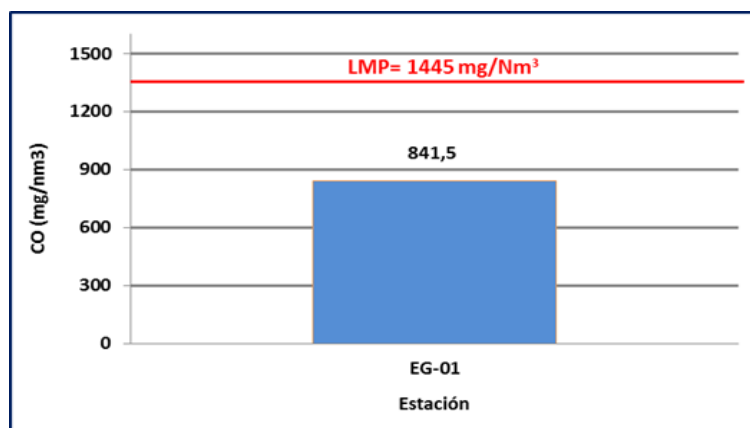
\*\*\* LMP para partículas, D.E. N°3399 República de Ecuador, norma para fuentes de emisión instaladas después de 2003.

**Gráfico N° 17: Resultados de partículas**



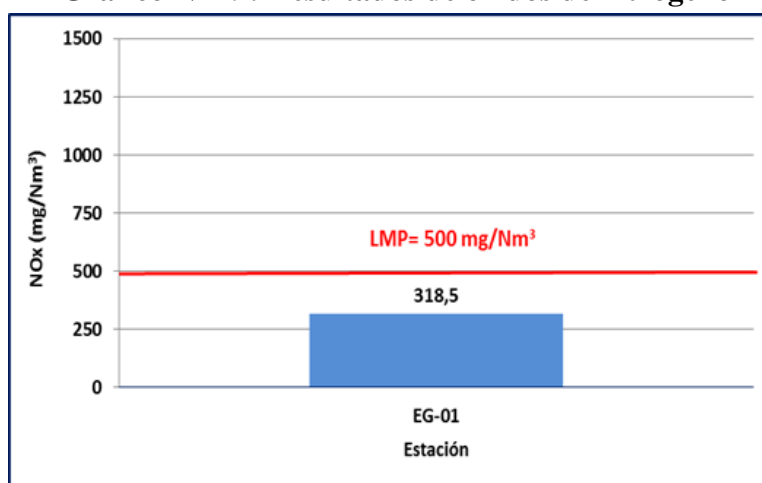
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 18: Resultados de monóxido de carbono**



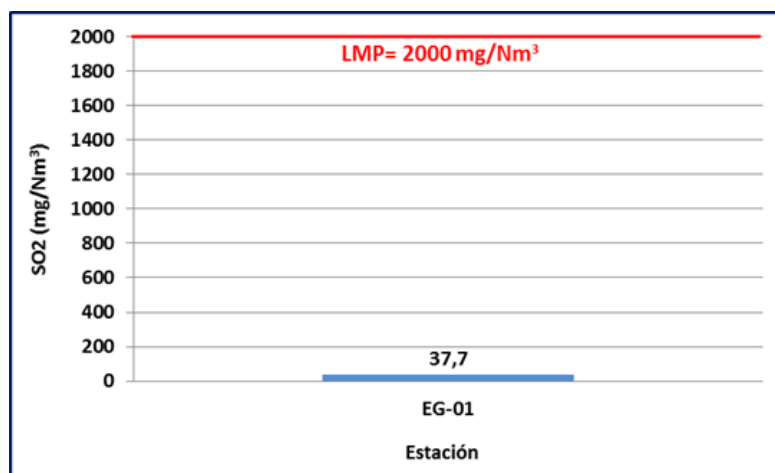
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 19: Resultados de óxidos de nitrógeno**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 20: Resultados de dióxido de azufre**



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, los parámetros de emisiones atmosféricas evaluados para el segundo semestre, tampoco superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) de referencias, a excepción del NO<sub>x</sub>, según lo descrito en la Tabla N° 14 y en los Gráficos del N° 21 al N° 24.

**Tabla N° 14: Resultados del Monitoreo de Emisiones atmosféricas (2do semestre)**

Periodo	Estación de Monitoreo	Parámetros (mg/Nm <sup>3</sup> )			
		Partículas	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
2do Semestre	EG-01	46,9	987,6	1045,2	<13,6
<b>LMP</b>		<b>150***</b>	<b>1445**</b>	<b>500*</b>	<b>2000*</b>

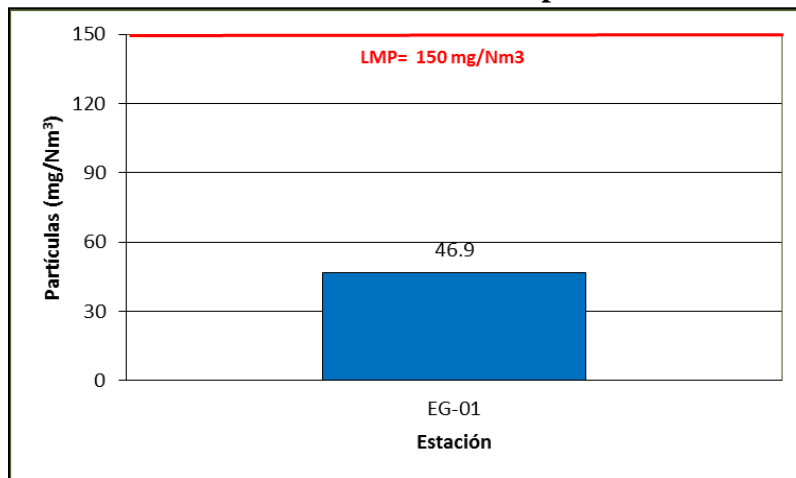
Fuente: Informe de Ensayo N° 107691-2016 – Laboratorio Servicios Analíticos Generales (SAG)

\*LMP permisible Banco Mundial, 98, Emission Requirements: Parameters and Maximum Values.

\*\* LMP para CO, según Norma Venezolana (Decreto Presidencial N°638 – Venezuela)

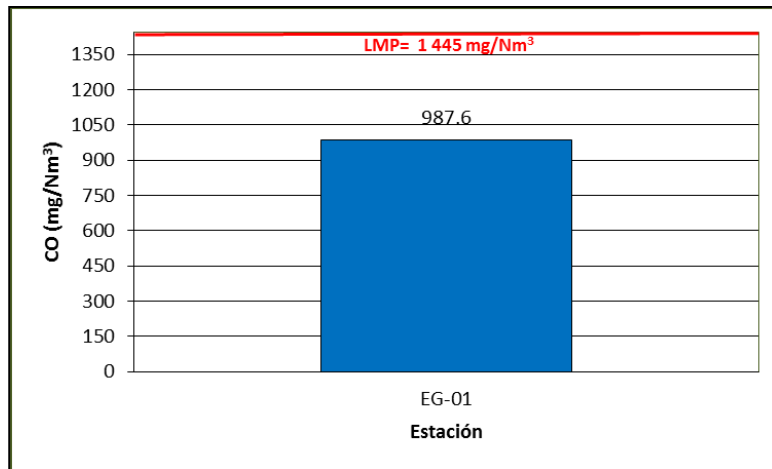
\*\*\* LMP para partículas, D.E. N°3399 República de Ecuador, norma para fuentes de emisión instaladas después de 2003.

**Gráfico N° 21: Resultados de partículas**



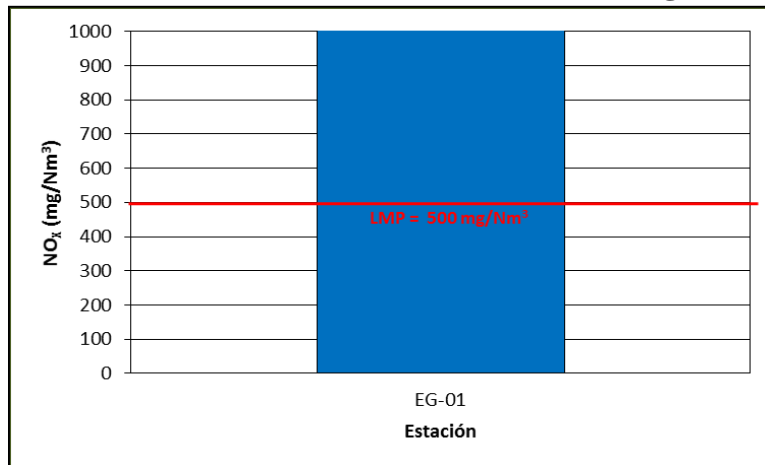
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 22: Resultados de monóxido de carbono**



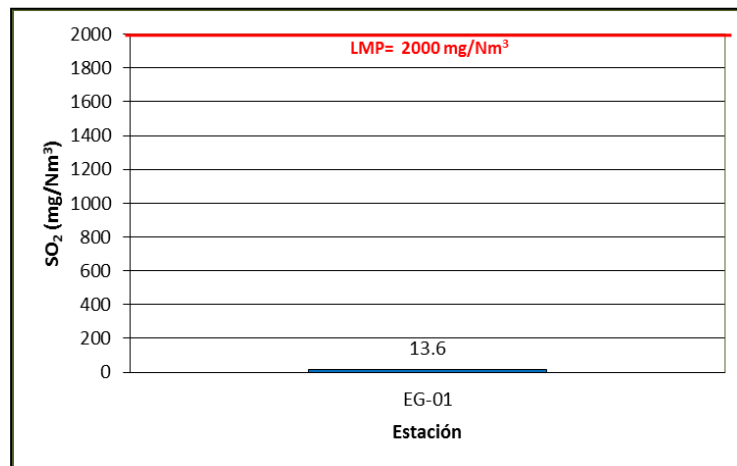
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 23: Resultados de óxidos de nitrógeno**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 24: Resultados de dióxido de azufre**



Fuente: Elaboración propia.

Es importante resaltar que, de los parámetros de emisiones atmosféricas evaluados en el segundo semestre, solo el parámetro de NO<sub>x</sub> supera el LMP, debido a que en la fecha que se realizó el monitoreo, la Planta tuvo una mayor demanda de producción, por lo que todos los Hornos Hoffman estaban en funcionamiento, incrementándose la combustión en el proceso de cocción de los ladrillos de arcilla.

### C. Resultados de ruido ambiental

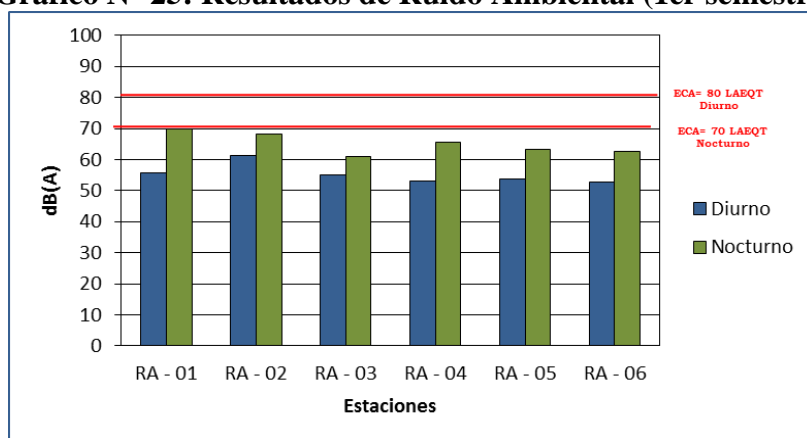
De las estaciones de monitoreo de ruido ambiental evaluadas para el primer semestre, en ninguna se superan los ECA de referencia, según lo descrito en la Tabla N° 15 y en el Gráfico N° 25.

**Tabla N° 15: Resultados del Monitoreo de Ruido Ambiental (1er semestre)**

Punto	Hora	Niveles de Presión Sonora			Estándar de Ruido (dB)
		L <sub>Amin</sub>	L <sub>Amax</sub>	L <sub>Aeq</sub>	D.S. N° 085-2003-PCM (Zona Industrial)
<b>Horario diurno</b>					
RA-01	16:00 – 16:15	65,7	75,8	69,8	80
RA-02	16:20 – 16:35	62,2	73,2	68,1	
RA-03	16:40 – 16:55	58,2	63,4	61,1	
RA-04	17:00 – 17:15	60,3	70,1	65,7	
RA-05	17:30 – 17:45	54,9	73,1	63,3	
RA-06	17:55 – 18:10	56,1	75,2	62,5	
<b>Horario nocturno</b>					
RA-01	22:15 – 22:30	45,3	63,7	55,8	70
RA-02	23:35 – 22:50	55,1	70,1	61,4	
RA-03	22:55 – 23:10	49,9	62,3	55,2	
RA-04	23:15 – 23:30	46,1	62,3	53,1	
RA-05	23:45 – 00:00	43,4	71,8	53,7	
RA-06	00:10 – 00:25	45,5	70,1	52,8	

Fuente: Informe de Ensayo N° 103191-2016 – Laboratorio Servicios Analíticos Generales (SAG)

**Gráfico N° 25: Resultados de Ruido Ambiental (1er semestre)**



Fuente: Elaboración propia.

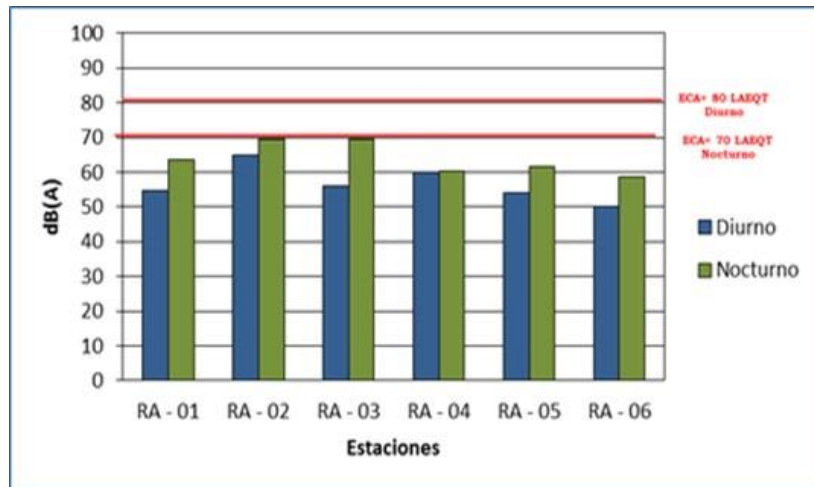
Finalmente, las estaciones de monitoreo de ruido ambiental evaluadas para el segundo semestre, tampoco superan los ECA de referencia, según lo descrito en la Tabla N° 16 y en el Gráfico N° 26.

**Tabla N° 16: Resultados del Monitoreo de Ruido Ambiental (2do semestre)**

Punto	Hora	Niveles de Presión Sonora			Estándar de Ruido (dB)
		L <sub>Amin</sub>	L <sub>Amax</sub>	L <sub>Aeq</sub>	D.S. N° 085-2003-PCM (Zona Industrial)
<b>Horario diurno</b>					
RA-01	16:00 – 16:15	45,5	80,9	63,5	80
RA-02	16:20 – 16:35	40,2	87,0	69,6	
RA-03	16:40 – 16:55	48,7	88,9	69,5	
RA-04	17:00 – 17:15	45,8	81,4	60,4	
RA-05	17:30 – 17:45	44,6	82,0	61,6	
RA-06	17:55 – 18:10	45,2	73,4	58,6	
<b>Horario nocturno</b>					
RA-01	22:15 – 22:30	38,7	72,6	54,7	70
RA-02	23:35 – 22:50	37,6	85,4	64,8	
RA-03	22:55 – 23:10	46,6	72,7	56,0	
RA-04	23:15 – 23:30	42,6	80,1	60,0	
RA-05	23:45 – 00:00	48,6	72,6	54,0	
RA-06	00:10 – 00:25	45,3	57,5	50,1	

Fuente: Informe de Ensayo N° 107705-2016 – Laboratorio Servicios Analíticos Generales (SAG)

**Gráfico N° 26: Resultados de Ruido Ambiental (2do semestre)**



Fuente: Elaboración propia.

## 2.4.5. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

### 2.4.5.1. Zonas de vida

Según el sistema de clasificación de zonas de vida del Dr. Leslie R. Holdridge, el área de estudio se encuentra ubicada en el Desierto desecado - Subtropical (dd-S). Esta zona de vida abarca todo el litoral peruano, comprendiendo planicies y algunas zonas bajas de los valles costeros, desde el nivel del mar hasta los 1800 m.s.n.m. La biotemperatura media anual máxima es de 22,2 °C y la media anual mínima es de 17,9 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 44,0 mm y el promedio mínimo es de 2,2 mm. (INRENA, 1995)

### 2.4.5.2. Cobertura vegetal

En el área de estudio, la cobertura vegetal está constituida por un tipo de cobertura antrópica denominada Agricultura costera y andina (Agri), donde se realiza actividad agropecuaria, este tipo de cobertura se encuentra en todos los valles que atraviesan el desierto costero y los que ascienden a la vertiente occidental andina hasta el límite con el pajonal altoandino, así como las laderas y los fondos de los valles interandinos hasta



el límite del pajonal altoandino (Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, 2015).

Es importante resaltar que, en este tipo de cobertura vegetal también se ha identificado vegetación tipo ribereña que abarca angostas franjas a lo largo de los cauces de los ríos y quebradas, como en la zona costera y algunas zonas andinas, donde es frecuente el desarrollo de especies, tales como: *Acacia macracantha* “huarango”, *Schinus molle* “molle” y *Salix babilónica* “sauce”. (Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, 2015).

### 2.4.5.3. Fauna

El área de estudio corresponde a la zona de vida Desierto desecado - Subtropical (dd-S); por lo tanto, presenta especies de fauna, tales como: *Zenaida meloda* “Cuculí”, *Athene cunicularia* “Lechuza de los arenales”, *Microlophus peruvianus* “Lagartija peruana”, entre otras. Además, debido a la presencia de asentamientos humanos se evidenció la presencia de especies domésticas como *Canis lupus familiaris* “Perro” y *Felis silvestris catus* “Gato”. (Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017)

Las especies identificadas en el área de estudio se describen en la Tabla N° 17. Es importante indicar que, el área de estudio está conformada por áreas de cultivo que limitan la presencia de fauna.

**Tabla N° 17: Especies de fauna identificadas en el área de estudio**

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Carnivora	Felidae	<i>Felis silvestris catus</i>	Gato
Carnivora	Canidae	<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Cuculí
Perissodactyla	<u>Equidae</u>	<i>Equus ferus caballus</i>	Caballo
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza de los arenales
Squamata	Tropiduridae	<i>Microlophus peruvianus</i>	Lagartija peruana

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Macanche
Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	Mosca común
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Copitarsia decolora</i>	Copitarsia

Fuente: Elaboración propia.

- **Aves**

En el área de estudio se identificaron las especies *Columba livia* “Paloma” y *Zenaida meloda* “Cuculí”, las cuales conviven con el hombre.

- **Mamíferos**

En el área de estudio también se evidenció la presencia de *Felis silvestris catus* “Gato”, *Canis lupus familiaris* “Perro” y *Equus ferus caballus* “Caballo”. No se encontraron especies silvestres debido a la presencia de asentamientos humanos.

- **Reptiles**

Se evidenció la presencia de la “Lagartija peruana” *Microlophus peruvianus*.

- **Insectos**

En el área de estudio se evidenció la presencia de la especie de mosca *Musca doméstica* y de polilla *Copitarsia decolora*.

- **Especies en conservación**

Las especies de fauna identificadas en el área de estudio no se encuentran en peligro de extinción o amenazadas según la lista roja de la UICN. (Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017)

#### 2.4.5.4. Flora

El área de estudio corresponde a la zona de vida Desierto desecado - Subtropical (dd-S) y por lo tanto presenta una flora desértica sudamericana con poca biomasa vegetal. La flora es distribuida en hierbas sifonógamas anuales, hierbas perennes bulbíferas, tuberíferas, arbustos y subarbustos. (Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017)

- **Especies identificadas**

Del trabajo de campo realizado, en el área de estudio se identificaron las siguientes especies de flora descritas en la Tabla N° 18. Cabe indicar que, en el área de estudio también se observaron especies ornamentales como cultivadas.

**Tabla N° 18: Vegetación del área de estudio**

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Asterales	Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga
Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i>	Bledo espinoso
Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Tara
Fabales	Fabaceae	<i>Inga feuilleei</i>	Pacay
Lamiales	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Lantana
Lamiales	Acanthaceae	<i>Dicliptera sp</i>	<i>Dicliptera</i>
Lamiales	Acanthaceae	<i>Dyschoriste repens</i>	Cardón
Malvales	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Cucarda
Myrtales	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
Poales	Poaceae	<i>Zea mays</i>	Maíz
Rosales	Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i>	Fresa
Rosales	Rosaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango
Zingiberales	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano

Fuente: Elaboración Propia.

- **Especies potencialmente usadas por el hombre**

Las especies de flora encontradas en el área de estudio potencialmente usadas por el hombre en la agricultura y como fuente principal de ingresos son: *Lactuca sativa* “Lechuga”, *Inga feuilleei* “Pacay”, *Fragaria vesca* “Fresa”, *Mangifera indica* “Mango”, y *Musa paradisiaca* “Plátano”.

- **Especies en conservación**

Las especies identificadas en el área de estudio no se encuentran amenazadas según la lista roja de la UICN. (Informe Técnico Sustentatorio de la Ladrillera San Lorenzo, 2017)

## 2.4.6. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

### 2.4.6.1. Población

En la Tabla N° 19, se describe la cantidad de habitantes en el distrito de Aucallama, para los años de 1993, 2005, 2007 y 2015 respectivamente; los cuales servirán para estimar la cantidad de habitantes que tendría el distrito al año 2016. (Ladrillera San Lorenzo, 2017)

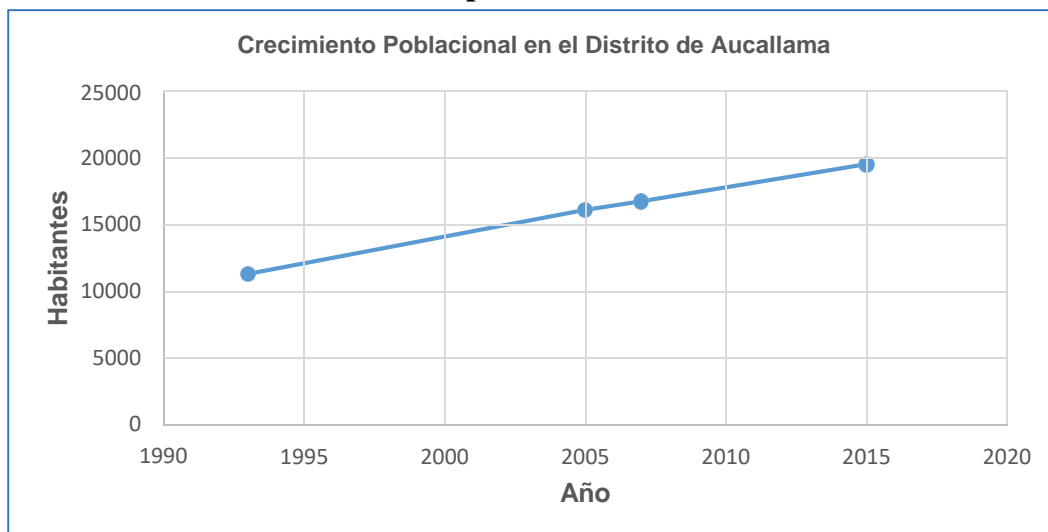
**Tabla N° 19: Población del distrito de Aucallama**

Año	Fuente	Habitantes
1993	Población censal	11 269
2005	Proyección INEI	16 066
2007	Población censal	16 714
2015	Proyección INEI	19 502

Fuente: INEI, 2015.

En el Gráfico N° 27, se observa un crecimiento exponencial de la población de Aucallama.

**Gráfico N° 27: Crecimiento poblacional en el distrito de Aucallama**



Fuente: Elaboración Propia.

Según Carbonell (2010), para estimar la población en el año 2016, se hace uso de las siguientes fórmulas:

$$Pf = Po * (r + 1)^n$$

$$r = \left(\frac{Pf}{Po}\right)^{1/n} - 1$$

Donde:

Pf : Población Futura

Po : Población Inicial

r : Tasa de Crecimiento

n : Tiempo en años

En la Tabla N° 20, se observa que para el año 2016 se estima que el distrito de Aucallama presentará una cantidad de 19 851 habitantes.

**Tabla N° 20: Estimación de habitantes para el año 2016**

N° Habitantes por año				Tasa de crecimiento	Proyección de habitantes al año 2016
1993	2005	2007	2015	r	
11 269	16 066	16 714	19 502	0.018	19 581

Fuente: Elaboración Propia.

Así mismo, de acuerdo a la última proyección censal, realizado por el INEI, se tiene que las poblaciones del distrito de Aucallama en su mayoría tienen entre 15 y 29 años de edad, representando esto un 29.27% del total. Ver Tabla N° 21.

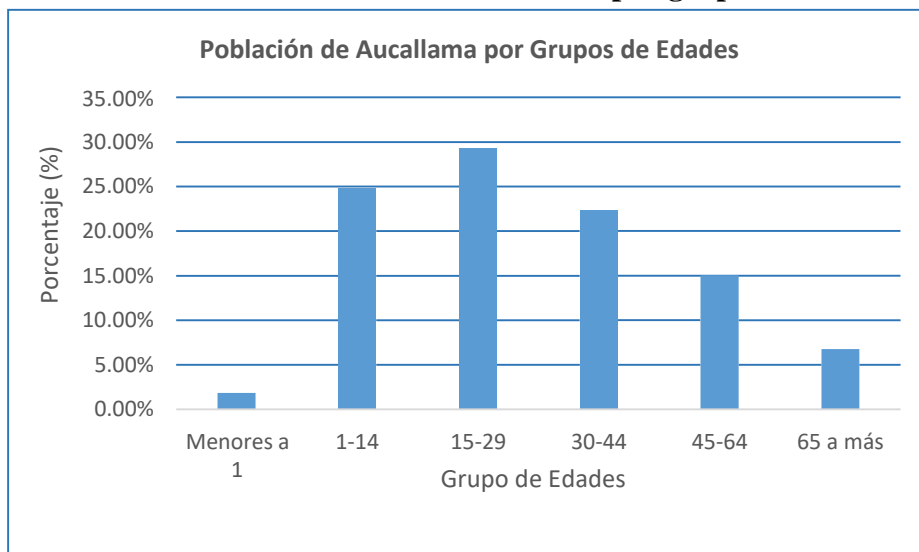
A medida que las edades aumentan, la cantidad Poblacional va disminuyendo sino hasta los 65 años de edad a más, en donde el valor poblacional se ve reducido drásticamente (esto se puede apreciar mejor en el Gráfico N° 28).

**Tabla N° 21: Población de Aucallama por grupos de edad**

Grupos de Edad (años)	Población	%
Menores a 1	299	1,85
1-14	4 012	24,77
15-29	4 740	29,27
30-44	3 612	22,30
45-64	2 437	15,05
65 a más	1 095	6,76

Fuente: INEI, 2007.

**Gráfico N° 28: Población de Aucallama por grupos de edad**



Fuente: Elaboración Propia.

#### **2.4.6.2. Características de viviendas**

La mayoría de las viviendas identificadas en el área de estudio y alrededores se encuentran susceptibles a movimientos sísmicos.

#### **2.4.6.3. Infraestructura de calles**

Con respecto al estado de las calles del área de estudio, se pudo observar que se caracterizan principalmente por ser vías interurbanas. Asimismo, estas calles se encuentran pavimentadas, existen otras vías y calles sin consolidar, lotes vacíos y en

abandono que al mismo tiempo se convierten en espacios deteriorados como botaderos públicos o destinados a la actividad agrícola.

#### 2.4.6.4. Servicios Básicos

El área de estudio cuenta con los servicios básicos de agua, luz eléctrica y servicios higiénicos, las cuales se describen a continuación:

- **Energía Eléctrica**

En el distrito de Aucallama el suministro de energía eléctrica es brindado por ENEL (antes EDELNOR) a la población que se encuentra dentro del área de estudio y también a las instalaciones de la Planta.

El distrito de Aucallama, de acuerdo a lo descrito en el Censo de población y vivienda 2007 – INEI, cuenta con el 63,62% de las viviendas con alumbrado, mientras que el 36,38% no cuenta con este servicio. Ver Tabla N° 22.

**Tabla N° 22: Alumbrado eléctrico**

Alumbrado eléctrico	Año 2007	
	Cantidad	Porcentaje (%)
Si tiene alumbrado eléctrico	1 385	63,62
No tiene alumbrado eléctrico	792	36,38
Total	2 177	100,00

Fuente: INEI, 2007.

- **Agua Potable**

La empresa EMAPA Huaral, es quien brinda el servicio de agua potable a la población que se encuentra dentro del área de estudio.

Según el censo del año 2007, en el distrito de Aucallama solo el 4,41% cuenta con una red pública de agua potable dentro de su vivienda, mientras que el 0,09% de las viviendas no cuenta con el servicio de agua. Ver Tabla N° 23.

**Tabla N° 23: Servicio de agua**

<b>Tipo de Abastecimiento de agua</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Camión-Cisterna u otro similar	152	6,98
Pilón de uso público (agua potable)	2	0,09
Pozo	1 535	70,51
Red Pública dentro de la vivienda (agua potable)	96	4,41
Red Pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación (agua potable)	5	0,23
Río, acequia, manantial o similar	304	13,96
Otro	12	0,55
Vecino	71	3,26
Total	2 177	100,00

Fuente: INEI, 2007.

- **Servicios de alcantarillado**

Según el Censo de población y vivienda 2007 – INEI, en el distrito de Aucallama, el 0,83% de las viviendas cuentan con red pública de desagüe dentro de la vivienda, mientras que el 0,51% cuenta fuera de la vivienda y el 36,84% no cuenta con este servicio. Ver Tabla N° 24.

**Tabla N° 24: Servicios de alcantarillado**

<b>Servicios de alcantarillado</b>	<b>Casos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
No tiene	802	36,84
Pozo séptico	361	16,58
Pozo ciego o negro /letrina	510	23,43
Río, acequia o canal	475	21,82
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	18	0,83
Red pública de desagüe fuera de la vivienda	11	0,51
Total	2 177	100,00

Fuente: INEI, 2007.



#### 2.4.6.5. Salud

En el distrito de Aucallama se han identificado algunos centros de salud y puestos de salud. Entre las enfermedades más comunes tenemos: IRA (Infección Respiratoria Aguda), EDA (Enfermedad Diarreica Aguda), caries, infecciones urinarias, entre otros. (Ministerio de Salud, 2013). En la Tabla N° 25, se presentan los centros de salud más cercanos al área de estudio.

**Tabla N° 25: Establecimientos de salud en el distrito de Aucallama**

<b>Establecimiento de Salud</b>	<b>Presidente</b>	<b>Cód. RENAES</b>	<b>Categoría</b>
Centro de Salud de Aucallama	Dra. Carbajal Saldaña, Gladiz	5 726	I-3
Puesto de Salud de Palpa	---	---	---
Puesto de Salud de Caqui	---	---	---
Puesto de Salud de Pasamayo	Dr. Galindo Gálvez, Carlos	---	---

Fuente: Ministerio de Salud, 2013.

#### 2.4.6.6. Educación

La infraestructura de las instituciones educativas en el distrito de Aucallama se encuentra en mal estado, con pisos y techos deteriorados. Los indicadores educativos encontrados son: Inasistencia escolar 8%, la tasa de analfabetismo es de 12%, de los cuales el 48% son varones y 52% son mujeres. (Padrón de Instituciones Educativas y el Censo Escolar, 2013)

En la Tabla N° 26, se presentan las instituciones educativas más cercanas al área de estudio.

**Tabla N° 26: Datos Técnicos de los colegios cercanos al área de estudio**

<b>Nombre de la Institución Educativa</b>	<b>Categoría</b>	<b>Tipo</b>	<b>Distancia a la Planta (km)</b>
Colegio 21550 Nuestra Señora de la Merced - Boza	Escolarizado	Pública de gestión directa	1,3
Colegio 20445 Faustino Chinchay Beas	Escolarizado	Pública de gestión directa	1,1
Colegio 20389 San Graciano	Escolarizado	Pública de gestión directa	2,0

Fuente: Padrón de Instituciones Educativas y el Censo Escolar, 2013.

## **2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA**

A continuación, se describen los principales procesos de producción de ladrillos de arcilla en la Planta.

### **2.5.1. Recepción y almacenamiento de materia prima**

Los volquetes con la materia prima (arcilla) ingresan a la Planta, previamente son registrados y se controla el peso en la Balanza electrónica; posteriormente, estos volquetes descargan la carga en la zona de almacenamiento de materia prima. En esta zona el material se almacenará a la intemperie, y se empleará de acuerdo al requerimiento de producción. (Vásquez, 2018)

### **2.5.2. Preparación de mezcla**

Antes del proceso de molienda, se desarrolla la mezcla y/o homogenización de los dos tipos de arcilla, actividad que se realiza cuatro veces al día, mediante el uso de la pala del cargador frontal, mezclando arcilla plástica con arcilla alúmina; homogenizando así aproximadamente 50 toneladas de arcilla al día.

Culminada la homogenización de las arcillas, la mezcla es llevada mediante el cargador frontal a la zona de molienda, donde se filtrarán las arcillas con un tamaño menor o igual a 10 cm de diámetro. El material de mayor dimensión será reducido de tamaño mediante el proceso de chancado manual con combas, a cargo de dos operarios.

Al igual que las arcillas, previo a su ingreso a las tolvas que alimentan al molino primario, la tierra agrícola es llevada mediante paladas del cargador frontal a la parrilla doble, parrilla que está conformada por varillas de fierro que forman cuadros, a fin de ser filtrada. (Vásquez, 2018)

### **2.5.3. Molienda**

Una vez filtrada la mezcla de arcillas y la tierra agrícola, se almacenan temporalmente en sus respectivas tolvas y mediante fajas son transportadas al molino primario en el cual se desarrolla la molienda de impacto mediante martillos compactos, donde se reduce el material a un diámetro de 1 pulgada. Luego, la materia prima reducida a un diámetro de 1" es transportada mediante una faja al molino secundario en el cual sus martillos que lo conforman disminuyen el tamaño del material a 4 mm, mientras que las parrillas apiladas en su interior, cumplen la función de filtrado.

Mediante una faja la materia prima es transportada del molino secundario a un elevador, el cual está compuesto por cangilones que transportan el material de manera vertical, y lo elevan hasta verterlo en una zaranda.

La zaranda es una máquina de filtrado, que mediante mallas metálicas (paños), filtra el material de un diámetro igual o menor a 2.5 mm, material que desciende por la tolva de caída hasta llegar a la faja que lo transporta a otro elevador, el cual también está compuesto por cangilones que elevan el material hasta verterlo en la tolva de finos.

En el caso del material de un diámetro mayor a 2.5 mm, es transportado de la zaranda al molino terciario, mediante faja, en el cual sus martillos que lo conforman disminuyen el material al tamaño deseado, mientras que las parrillas apiladas en su interior, cumplen la función de filtrado.

Al culminar este proceso, mediante un sistema de fajas el material retorna a la faja que transporta el material al primer elevador, a fin de continuar con los siguientes procesos.

(Vásquez, 2018)

#### **2.5.4. Moldeado y corte de ladrillo**

Al culminar el proceso de molienda, a la materia prima homogenizada y reducida en su granulometría, se le denomina finos. Estos finos son transportados mediante una faja, de la tolva a la mezcladora, en la cual se adiciona agua (5% del peso de la materia prima), donde las paletas mezclan los finos con el agua.

Luego del proceso de mezclado, mediante una faja, el material humedecido es transportado a la amasadora, en el cual mediante las paletas se termina de homogenizar el material, creando una pasta húmeda, esto con el fin de activar la propiedad plástica de la arcilla.

El abastecimiento de agua se realiza través de la succión de agua subterránea del pozo a tajo abierto de la Planta, el pozo cuenta con una capacidad anual de 18,766.08 m<sup>3</sup>.

En consecuencia, la pasta preparada es transportada mediante un sistema de fajas a la máquina extrusora, en la cual con la ayuda de una bomba de vacío extrae todo el aire atrapado en la pasta, y, mediante el uso de hélices de extrusión compacta la pasta hasta formar un bloque comprimido, el cual es formado según el molde del producto elegido, que se encuentra en la máquina de moldeo.

Luego de tener el producto moldeado, este es transportado mediante una faja a la máquina cortadora de ladrillos, en la cual, el bloque es cortado de manera vertical

según las especificaciones de cada producto, culminando así la elaboración del ladrillo crudo. (Vásquez, 2018)

#### **2.5.5. Carguío del Ladrillo crudo**

Luego, el producto obtenido es cargado hacia las unidades vehiculares, el cual es transportado hacia la zona de secado. (Vásquez, 2018)

#### **2.5.6. Secado de Ladrillo**

La zona de secado, comprende terrenos llanos cubiertos con una fina capa de arena seca. En estos terrenos se descargan los ladrillos crudos que por 28 días se secarán por medio de las radiaciones solares, lo que disminuirá el grado de humedad, al evaporar un 70% del agua contenida en ellos. (Vásquez, 2018)

#### **2.5.7. Cocción del Ladrillo**

El proceso de cocción de ladrillos, empieza con el transporte de ladrillos crudos de la zona de secado a los hornos Hoffman, esto se realiza mediante; los ladrillos ingresan por bloques de diversos productos, en un horno pueden ingresar hasta 43 bloques. Una vez apilados los ladrillos secos en los hornos, se realiza el sellado de las puertas (delantera y trasera) del horno con una pared de ladrillo cuña cubierta con una mezcla de melaza con barro. (Vásquez, 2018)

Culminado el sellado del horno, se procede a precalentarlo utilizando los flujos de calor de un horno adyacente que se encuentre en proceso de cocción, los flujos de calor son controlados a partir de compuertas que permiten su ingreso. (Vásquez, 2018)

Luego de que el horno se encuentra precalentado, se cierran las compuertas de flujo de calor y se abren las válvulas para el ingreso de aire, dando inicio al proceso de alimentación del horno con combustible. Los combustibles luego de ser preparados son transportados del área de alimentación de hornos a los quemadores, mediante carretillas y un sistema de ascensor. (Vásquez, 2018)

En la Tabla N° 27, se describen los tipos de combustibles que actualmente se emplean en la Planta, para el proceso de cocción de ladrillos de arcilla.

**Tabla N° 27: Balance de combustibles**

Ítem	Combustibles	Composición (%)	Media Diaria de consumo (ton)
1	Aserrín	35%	12,46
2	Cascara de café	21%	7,46
3	Guano	37%	13,16
4	Viruta	8%	2,82
Total		100	35,90

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.

Posteriormente, la velocidad de combustión se eleva a medida que aumenta la temperatura, pero solo hasta la aparición de la fase líquida en la arcilla cocida, después de lo cual la velocidad disminuye momentáneamente a causa de la difusión de oxígeno del aire. El valor máximo de la velocidad de combustión es de aproximadamente 900° C, temperatura que se logra con el poder calorífico de los combustibles y el ingreso de aire, luego se deja cocer los ladrillos por 70 minutos. (Vásquez, 2018)

Culminado el tiempo de cocción se cierra el ingreso de aire, permitiendo que el horno se enfríe por 6 horas aproximadamente, previo a la descarga de los ladrillos cocidos. El horno opera continuamente, en dos turnos de 12 h al día, por lo que el horno tiene que ser alimentado permanentemente para garantizar la uniformidad de la cocción. La capacidad de producción de los hornos se describe en la Tabla N° 28. (Vásquez, 2018)

**Tabla N° 28: Capacidad de producción de los hornos**

Tiempo de proceso (horas)	Capacidad de producción por horno (ton/día)	Capacidad total de producción del sistema de hornos (ton/día)
36	163	326

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.

De la Tabla N° 28, podemos analizar que el sistema de cocción de ladrillos (8 Hornos Hoffman) de la Planta tiene una capacidad de producción de 326 ton al día.

Es preciso indicar que, durante el proceso de cocción de ladrillos se generan partículas y diversos gases de combustión, entre los que resaltan el monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>); los cuales presentan moderadas concentraciones que son manejadas con un Sistema de Tratamiento de Emisiones (Lavador de gases) y controladas mediante monitoreos ambientales semestrales. (Vásquez, 2018)

#### **2.5.8. Almacenamiento y despacho del producto**

Al finalizar el proceso de cocción, se deben esperar unas 6 horas para que el horno enfríe, luego se retira el sellado de las puertas (delantera y trasera) del horno y se inicia la descarga de los ladrillos cocidos, mediante camiones. Es mediante estos camiones que se procederá a transportar los ladrillos cocidos a la zona almacenamiento de producto terminado. La zona de producto terminado se encuentra ubicada al centro de la Planta, en la cual también se realiza el control de calidad del producto. Finalmente, se almacenan los ladrillos hasta el momento en que los vehículos de despacho los recojan y los distribuyan a los distintos clientes. (Vásquez, 2018)

## **III. MÉTODO**

### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

- Observacional, porque no existe intervención del investigador así que los datos demuestran la evolución natural de los eventos.
- Transversal, porque la evaluación se efectúa en un tiempo puntual.
- Retrospectiva, porque los datos se obtienen de fuentes secundarias, donde el investigador no tuvo participación.

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

- Descriptivo, porque describe un fenómeno en una circunstancia temporal y geográfica determinada.

### **3.2. ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN**

A mediados del año 2010, la Planta de la empresa Ladrillera San Lorenzo S.A.C., inicia sus actividades, esta unidad productiva se emplaza en la Parcela s/n, Mz. L, Fundo Boza, distrito de Aucallama, provincia de Huaral y departamento de Lima, a aproximadamente 74 km de la ciudad de Lima. La Planta tiene un área aproximada de 4,79 Ha, un perímetro de 1000 m y se encuentra a una altitud de 97 m.s.n.m.

Los límites son: por el Sur y el Este con parcelas agrícolas, por el Oeste con el AA.HH. Buena Vista Baja y otras parcelas agrícolas y por el Norte con la Carretera a Aucallama, que intercomunica el desvío de Huaral con la ciudad de Aucallama.

El área de estudio comprende todo los espacios o áreas de la Planta para el proceso de producción de ladrillos de la Ladrillera San Lorenzo.



### **3.3. INSTRUMENTOS**

#### **3.3.1. Equipos**

##### **3.1.1.1. En campo**

Los equipos y materiales a emplear en la etapa de campo, serán:

- 01 Cámara Fotográfica, marca Canon, modelo ELPHS300HS, serie PC1591.
- 01 GPS, marca Garmin, modelo GPSMAP 62s, serie X000HO4YJN.
- Libreta de notas y marcador.

##### **3.1.1.2. En gabinete**

Los equipos y materiales a emplear en la etapa de gabinete, serán:

- 01 laptop marca Lenovo, sistema operativo de 64 bits, procesador Intel Core I5, Windows 8.1.
- Impresora Multifuncional, marca EPSON, modelo L355.
- Calculadora científica, marca CASIO, modelo fx-991ES PLUS.
- Útiles de escritorio: folder manila, hojas bond, marcadores, lapiceros, entre otros.

#### **3.3.2. Información Cartográfica**

Para la elaboración de los mapas temáticos se empleó información cartográfica como base. Es preciso indicar que todos los mapas se realizaron en la proyección UTM (Universal Transverse Mercator) y el Datum WGS84 – Zona 18 Sur. A continuación, se describen las fuentes utilizadas:

- Carta Nacional, a escala 1: 100,000 adquirida del Instituto Geográfico Nacional (IGN), hoja 24-i perteneciente al cuadrángulo de Chancay.
- Imágenes satelitales de Google Earth Pro, las cuales se emplearon para un mejor análisis del área de estudio.
- GEOCATMIN, sistema de información del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) de Perú, de donde se descargaron los shapes de

límites distritales, provinciales y departamentales, así como curvas de nivel, elementos que fueron empleados para elaborar el mapa de ubicación.

- Información de aspectos viales, hidrológicos, geológicos, geomorfológicos, zonas de vida, capacidad de uso mayor de tierras, uso de suelo, cobertura vegetal, entre otros. Datos que fueron empleados para desarrollar la descripción del área de estudio. Esta información fue recopilada de la web del Sistema de Información Geológico y Minero (GEOCATMIN) del INGEMMET.

### **3.3.3. Software Utilizado**

- ArcGIS 10.5: es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios.
- Google Earth Pro: es un programa utilizado para ver información relacionada con una ubicación específica. Google Earth Pro ofrece el conjunto más completo de datos geospaciales disponibles de manera pública e incluye imágenes de alta resolución, escapadas en 3D por ciudades, mapas detallados de carreteras, imágenes panorámicas desde calles, imágenes históricas y puntos de interés importantes, como accidentes naturales, patrones climáticos y ubicaciones de empresas.
- AutoCAD 2018: es un programa de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. Es un software reconocido a nivel internacional por

sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D.

- Microsoft Office 2017: Programas Microsoft Word y Excel, desarrollados y distribuidos por Microsoft, los cuales fueron empleados para la elaboración del presente Trabajo Monográfico.

### **3.4. PROCEDIMIENTO**

Para analizar y describir la propuesta de mitigación, se definirán las siguientes fases, donde se explicará cómo se realizará y que medios se emplearán para ejecutar cada objetivo específico. Las fases planteadas son:

**Fase 1:** Se definirán los requerimientos de información que se le solicitarán a la administración de la empresa, así como se iniciará con la investigación de información bibliográfica y de antecedentes al presente estudio.

**Fase 2:** Se describirá la situación actual de la empresa, así como las características ambientales del área estudio. También se describirá el actual proceso de cocción en la empresa, así como se analizará el registro histórico de los niveles de monóxido de carbono. Posteriormente, se analizarán las alternativas tecnológicas que debe emplear la empresa para mitigar los niveles de monóxido de carbono.

**Fase 3:** Finalmente, luego del análisis, se describirá la alternativa propuesta con el objetivo de demostrar que los niveles de monóxido de carbono en el proceso de cocción se reducirán a comparación del proceso actual. Se colocarán cuadros comparativos y una interpretación de los resultados.

### **3.1.2. Método**

El presente Trabajo Monográfico comprenderá distintos tipos de investigación, tales como: observacional, transversal y retrospectiva; así como un nivel de investigación descriptivo. Puesto que en el presente estudio se realizará la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición de los procesos que se desarrollan en la cocción de ladrillos. El enfoque se realizará sobre conclusiones dominantes. La investigación descriptiva trabajará sobre realidades de hecho, y su característica fundamental será la de presentar una interpretación correcta.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Descripción de la medida propuesta**

Debido a la estrategia de negocios que permita la mejora tecnológica de la Planta, se ha determinado la necesidad de cambiar el proceso de cocción, reemplazando los Hornos Hoffman (como combustibles materia orgánica) por un Horno Túnel (como combustible gas natural) operado con una Estación de Descompresión de Gas Natural Comprimido; con la finalidad de reducir los gases nocivos se emiten a la atmósfera como resultado del proceso de cocción.

### **4.2. Introducción**

Se propone reemplazar los Hornos Hoffman (como combustible materia orgánica) por Hornos Túnel (como combustible gas natural) operado con una Estación de Descompresión de Gas Natural Comprimido, que tendrá un proceso de combustión completa, lo cual garantizará un óptimo consumo de la materia prima utilizada y también se reducirán las emisiones gaseosas nocivas para el ambiente.

### **4.3. Objetivos**

- Reducir las concentraciones de las emisiones atmosféricas (gases de combustión y material particulado), durante el proceso de cocción de ladrillos de arcilla.
- Se evitará la dispersión de material particulado en el abastecimiento de combustibles del actual proceso de cocción, debido a que no se empleará guano, aserrín, viruta y cascara de café.

- Se contribuirá a la mitigación de impactos ambientales que se generan en el proceso de producción de ladrillos de arcilla.

#### **4.4. Descripción de la Etapa de Construcción**

##### **A. Etapa de Excavaciones**

Se procederá al retiro planificado, en forma mecanizada, de cierto volumen de suelo, hasta conseguir  $2 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia de  $650 \text{ m}^3$  para la losa del horno y la estación de descompresión.

##### **B. Etapa de Acondicionamiento del terreno**

Esta etapa consiste en realizar las actividades de adecuación del área, donde se realizará el proyecto. Dichas actividades consistirán en la realización del afirmado con hormigón de  $195 \text{ m}^3$ , HL-150/P/20 de  $150 \text{ kg/cm}^3$  con espesor mínimo de 10 cm y hormigón de  $500 \text{ m}^3$  tipo HA-30/P40 con armadura de  $50 \text{ kg/m}^3$ .

##### **C. Etapa de Obras Civiles**

En este proceso se ejecutarán las acciones de construcción. Dichas acciones consistirán en la construcción de dos muros interiores con ladrillo refractario de 33 cm de ancho por 2,40 cm de alto, 224 m de largo, construcción de un muro exterior, vertido de material aislante refractario, cimentación y construcción de losas de concreto para el Horno Túnel y la estación de Compresión de Gas Natural.

##### **D. Etapa de Instalaciones eléctricas**

Entre las principales actividades a desarrollar dentro de las obras eléctricas están la instalación del suministro eléctrico, instalación de malla de tierra,

instalación de tableros eléctricos, tendido de cables, instalación de canaletas, conexiones a toma tierra, entre otros.

#### **E. Etapa de Instalaciones mecánicas**

Las principales actividades a desarrollar dentro de las obras mecánicas son la instalación de puertas de entrada y salida de vagones del horno; el montaje de 80 vagones con material refractario para soportar el esfuerzo mecánico de los ladrillos pandereta, King Kong, etc.; instalación del Gaseoducto para el Horno Túnel, la Unidad de Descompresión y los Módulos de Almacenamiento.

#### **F. Etapa de Prueba y puesta en marcha**

En esta última fase del proceso de construcción se realiza la verificación de todo el Sistema del Horno túnel y de la Estación de Descompresión de gas natural, a fin de evaluar su correcto funcionamiento.

La estación de descompresión presentará un recinto de almacenamiento con capacidad para dos módulos de almacenamiento de Gas Natural Comprimido montados sobre semirremolques, un recinto de descompresión equipado con una unidad de descompresión de dos etapas (redundante para evitar paradas en el servicio) y un cuarto de tableros eléctricos donde se instalará el tablero de control y el mando de la unidad de descompresión.

En la Tabla N° 29, se detallan las características de la estación de descompresión a implementar:

**Tabla N° 29: Características de la Estación de Descompresión de Gas Natural**

<b>Unidad de Descompresión</b>	
Largo	2,50 m
Ancho	1,50 m
Altura	2 m
Peso	1500 kg
Potencia	5 Hp
<b>Módulos de Almacenamiento</b>	
Diámetro	1,066 m
Largo	12,192 m
Espesor	0,154 m
Capacidad	6 700 m <sup>3</sup>
Presión de trabajo	250 Bar
Temperatura de Trabajo	20°C

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.

Mientras que el Horno Túnel está dividido en tres zonas diferenciales de trabajo que son: Zona de Pre calentamiento, Zona de Cocción y Zona de Enfriamiento; diseñados específicamente para que el producto sea de calidad, por ello se tendrá que corroborar el rango de temperatura antes de la vitrificación y al inicio de la deformación, dado que ante cualquier variación en la temperatura, generaría que el ladrillo esté excesivamente cocido. Asimismo, se tendrá que evaluar el tiempo de cocción a la máxima temperatura, el cual dependerá de las dimensiones del producto. En la Tabla N° 30, se detallan las características del Horno Túnel a implementar:

**Tabla N° 30: Características del Horno Túnel**

<b>Horno</b>	
Tipo	Convencional
Ancho	8,9 m
Combustible	Gas Natural
Poder Calorífico del Combustible a utilizar	9 200 Kcal/kgNm <sup>3</sup>
Temperatura de Operación del Combustible	< 40°C
Balance Térmico	363,2 Cal/kg arcilla

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.



Es preciso indicar que en el Anexo N° 3, se adjuntan planos del diseño del Sistema del Horno Túnel y detalles de la cimentación del Horno Túnel.

#### **4.5. Descripción de los procesos productivos modificados (debido a la modificación del proceso de cocción)**

##### **A. Carguío al Horno Túnel**

El producto procesado es cargado hacia las unidades vehiculares, los cuales son transportados hacia el área de cocción automatizada.

##### **B. Cocción Automatizada de Ladrillos**

El producto procesado es llevado a la zona de Pre-Calentamiento, en donde se da un calentamiento del material por convección y a contracorriente, luego pasará a la Zona de Cocción en donde se producen las reacciones físico-químicas de las arcillas, que conferirán al producto cerámico las características, comunes a todos ellos, de resistencia absorción de agua, calor, etc., finalmente llegará a la Zona de Enfriamiento la cual cuenta con tres circuitos independientes:

- **Circuito de enfriamiento rápido:** Consiste en un ventilador centrífugo que aspira aire del ambiente y lo impulsa a un colector que canaliza el aire a los inyectores;
- **Circuito de Recuperación de calor:** Está encargado de extraer aire caliente procedente del enfriamiento del material cocido, aprovechándose estos gases para el circuito del secado; y
- **Circuito contravets:** Consiste de un ventilador centrífugo, el cual aspira aire atmosférico proporcionando un caudal y presión.

### C. Descarga y Almacenamiento de Producto Terminado

Los ladrillos son llevados hacia el almacén de productos terminados por medio de montacargas para su almacenamiento.

### D. Control de Calidad

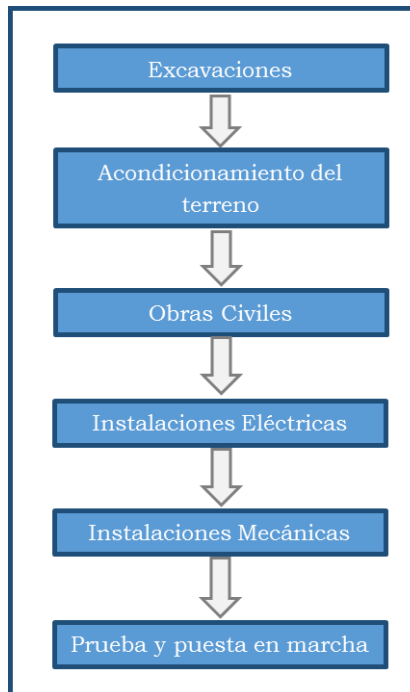
El producto almacenado es puesto a una revisión técnica, para corroborar que estos no tengan ninguna fisura o en todo caso alguna falla.

### E. Despacho del Producto

En la última fase de la Operación el producto terminado es despachado a los proveedores correspondientes.

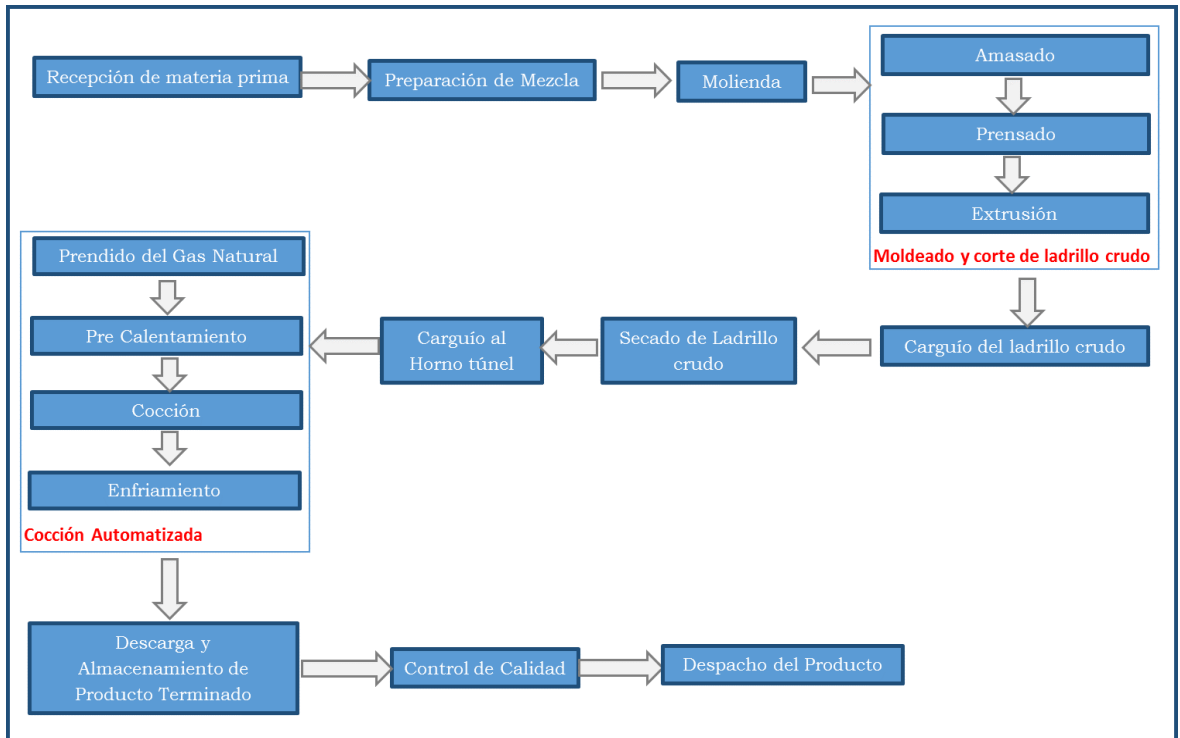
En los Diagramas N° 1 y 2 se aprecian los flujogramas de los procesos en las etapas de construcción y funcionamiento de la medida propuesta.

#### Diagrama N° 1: Etapa de construcción



Fuente: Elaboración Propia.

**Diagrama N° 2: Etapa de funcionamiento**



Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.6. Producto terminado

En la Tabla N° 31, se detallan los tipos de producto y el promedio diario en toneladas que se producirán en la Planta.

Cabe resaltar que, con la Mejora Tecnológica del proceso de cocción, la producción mensual de la Planta aumentará, siendo esta de 500 ton/día, ya que con el actual proceso de cocción se tiene un promedio diario de 326 ton.

**Tabla N° 31: Productos terminados**

Producto	Promedio diario (Ton)
King Kong 18h	95
King Kong 15h	95
Pandereta Lisa	74
Pandereta raya	74
Panderetón	55
Hueco 8	18
Hueco del 12 lisa	65
Hueco del 12 raya	4
Hueco del 15 lisa	5

<b>Producto</b>	<b>Promedio diario (Ton)</b>
Hueco del 15 raya	3
Hueco del 20 lisa	5
Pastelero	7
Total	500

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.

#### **4.7. Recurso humano**

El proyecto en su etapa de Funcionamiento requerirá aproximadamente de 7 trabajadores, además de 2 personas externas adicionales, las cuales se encargarán del mantenimiento y operación de las unidades de descompresión.

Para el caso de las actividades de acondicionamiento e instalación de equipos se requerirá un aproximado de 20 trabajadores.

#### **4.8. Consumo de recursos**

Para el funcionamiento del Horno Túnel con instalación de gas, se requerirá energía eléctrica, combustible y agua, a continuación, se presentan los consumos estimados.

- **Energía eléctrica:** La operación del Sistema del Horno Túnel, requerirá de energía eléctrica para su funcionamiento, siendo el consumo aproximado 43 752 kWh/mes. Tomando como referencia lo que actualmente la empresa consume, que viene a ser 119 716 kWh/mes, el proyecto no demandará mayor consumo de energía con referencia al consumo actual.
- **Gas natural:** para el funcionamiento del Horno Túnel, se empleará gas natural, para lo cual se estima un consumo aproximado de 150 000 m<sup>3</sup>/mes. Representando una reducción significativa de las emisiones de gases tóxicos al ambiente.

- **Agua:** Para el proceso de construcción del Horno Túnel a Gas Natural, se estima que se empleará un aproximado de 20 m<sup>3</sup> de agua.

Así mismo, en la siguiente tabla se indica el consumo de agua al mes por actividad realizada en la Planta. Además, cabe resaltar que, según la ANA, el consumo anual corresponde a 18 766,08 m<sup>3</sup>, por lo que el consumo promedio mensual es de 1 563,84 m<sup>3</sup>, valor total que figura en la Tabla N° 32.

**Tabla N° 32: Consumo de agua en Planta**

Consumo de Agua en Planta	Cantidad (m <sup>3</sup> /mes)
Área de producción	1 195,34
Área de oficinas	132
Mantenimiento de áreas verdes	178
Programa de riego	58,5
Total	1 563,84

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.

#### 4.9. Relación de máquinas y equipos

En la Tabla N° 33, se enlista la relación de máquinas y equipos que se emplearán para la Implementación del Horno Túnel.

**Tabla N° 33: Relación de máquinas y equipos**

Siglas	Relación de máquinas y equipos	Potencia (kW)	Cantidad	Marca
VT	Ventilador de Tiro	18,5	1	SIEMENS
VHM	Ventilador de Homogenización	7,5	1	SIEMENS
VRC	Ventilador de Recirculación	25	1	SIEMENS
VRB	Ventilador de Refrigeración de bóveda	15	1	SIEMENS
VC1	Ventilador comburente 1	7,5	1	SIEMENS
VC2	Ventilador comburente 2	18,5	1	SIEMENS
VC3	Ventilador comburente 3	15	1	SIEMENS
VPF	Ventilador presurizador foso	16	1	SIEMENS
VR	Ventilador Recupero	12,5	1	SIEMENS
VCV	Ventilador Contrave	18	1	SIEMENS
EQ	Equipos de Quema	77	1	CERIC

Siglas	Relación de máquinas y equipos	Potencia (kW)	Cantidad	Marca
VP	Ventilador Pre - Horno	120	1	SIEMENS
ACB	Arrastradores de Cable	1	6	SIEMENS
ACD	Arrastradores de Cadena	1,5	6	SIEMENS
PH	Posicionador Hidráulico	10	2	SIEMENS
EH	Empujador Hidráulico	18	3	SIEMENS
UD	Unidad de descompresión	3,73	1	---

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.

Asimismo, en el Anexo N° 4, se adjunta la Memoria Descriptiva de los quemadores del Sistema del Horno Túnel.

#### 4.10. Cronograma de actividades

Para la implementación del “Horno Túnel” se realizarán algunas actividades, las cuales se detallan en la Tabla N° 34.

Es preciso indicar que la implementación de la medida propuesta, tendrá un tiempo estimado de duración de 7 meses.

**Tabla N° 34: Cronograma de la Implementación del Horno Túnel**

Ítem	Descripción	1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M
1	Nivel de Suelo	X						
2	Cimentación de Vías de Traslado de Vagones.	X						
3	Construcción de Paredes Refractarias y Muro Estructural.		X					
4	Levantamiento de Bóveda de Techo del Horno parte metálica y parte refractaria.		X					
5	Colocación de ventiladores, extractores de humo, extractores de aire caliente, ventiladores reciclo, ventilador de contra v.			X				
6	Instalación de equipos de quema, tuberías de gas.			X				
7	Instalación de ventilador de enfriamiento rápido.				X			
8	Prueba de movimiento de vagones en las vías y horno túnel.					X		

Ítem	Descripción	1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M
9	Colocación de vagones en el horno con carga de ladrillos para el calentamiento del horno.						X	
10	Termino del proyecto.							X

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.

M: mes

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. Diferencias en los procesos de cocción

- **Cocción en los Hornos Hoffman**

Los hornos de fuego móvil como el que actualmente se cuenta en las instalaciones de la Planta, tienen como principal característica que el fuego va avanzando a través de sus ocho galerías de cocción para realizar el proceso de cocción del producto cerámico (ladrillos) depositados en las mencionadas galerías, teniendo que calentar en cada proceso toda la obra civil que comprende la mencionada estructura para que una vez culminado el proceso de cocción de ladrillo proceder a enfriarlo y poder efectuar la extracción del producto terminado con el considerable derroche energético que representa esta acción que hay que repetir cada día de calentamiento y posterior enfriamiento.

- **Cocción en el Horno Túnel**

En el horno túnel la zona de fuego pasa a ser de 12 metros de longitud, en el Hoffman a 30 metros, y al ser estática con gas y mediante quemadores automáticos con control pirométrico de la temperatura más barométrico de la presión y caudal de combustible conseguimos:

- Una temperatura constante
- Una combustión perfecta
- Una recuperación en pre-horno del calor resultante de la cocción

En definitiva, ahorro energético y mitigación de impactos ambientales.

### 5.2. Comparación del Balance térmico

Para poder valorar en su justa medida y comprobar el avance cualitativo entre ambos procesos, pasemos a analizar el balance térmico entre ambos.



- **Balance térmico del Horno Hoffman**

Analizando distintos factores para determinar el consumo energético total necesario obtenido para cocer 1 kg de arcilla en un Horno Hoffman con secadero natural a la intemperie, tenemos como resultado 723 Cal/kg. Ver Tabla N° 35.

**Tabla N° 35: Balance Horno Hoffman**

<b>Consumo energético</b>	<b>Cantidad (Cal/kg)</b>
Calor para calentar la arcilla	199,2
Calor de reacciones endotérmicas	142
Calor desprendido en los humos	212
No quemados	50
Calor almacenado en paredes	120
<b>Total</b>	<b>723,2</b>

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.

- **Balance térmico del Horno Túnel**

Para determinar el balance térmico en un horno tipo túnel con pre-horno de acabado de secado y empleando como combustible gas natural, se emplean los mismos criterios que aparecen en la Tabla N° 36, para determinar lo siguiente:

**Tabla N° 36: Balance Horno Túnel**

<b>Consumo energético</b>	<b>Cantidad (Cal/kg)</b>
Calor para calentar la arcilla	199,2
Calor de reacciones endotérmicas	142
Calor desprendido en los humos	22
No quemados	0
Calor almacenado en paredes	0
<b>Total</b>	<b>363,2</b>

Fuente: Ladrillera San Lorenzo S.A.C., 2017.

Si comparamos los consumos en calorías por kg de arcilla cocida comprobamos que nos quedamos en el 50% y además debido a las condiciones de estequiometría que conseguimos en nuestra zona de combustión del horno túnel

pasamos a reducir el impacto medio ambiental a la mínima expresión de los carbonatos que desprende la arcilla siendo nulos el CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes que se desprenden de las combustiones de combustibles sólidos con condiciones no controladas de comburentes y temperaturas.

### 5.3. Análisis de emisiones

- **Emisión de gases a la atmósfera**

Podemos definir que la contaminación atmosférica se origina debido a la presencia de altas concentraciones de gases contaminantes en la atmósfera, lo que puede ocasionar una potencial afectación de la salud de las personas y otros seres vivos. Por consiguiente, en la Tabla N° 37, se describe la comparación de las concentraciones de emisiones atmosféricas de la Planta con el actual proceso de cocción, con relación a las concentraciones de emisiones en otras Plantas que emplean gas natural para el proceso de cocción.

**Tabla N° 37: Concentración de emisiones gaseosas**

Ítem	Parámetros	Horno Hoffman Ladrillera San Lorenzo <sup>(a)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )	Horno Túnel Ladrillera Rex <sup>(b)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )	LMP (mg/Nm <sup>3</sup> )
1	Partículas	59,3	1,0	150 <sup>(e)</sup>
2	Monóxido de carbono (CO)	914,6	113,0	1445 <sup>(d)</sup>
3	Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	681,9	50,3	500 <sup>(c)</sup>
4	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	25,7	171,5	2000 <sup>(c)</sup>

Fuente: Elaboración propia.

<sup>(a)</sup>Promedio de los monitoreos ambientales semestrales realizados en la Planta en el año 2016.

<sup>(b)</sup>Promedio del monitoreo ambiental realizado en Junio 2007 – Elaboración de LMP para la Industria Ladrillera. (Casado M., 2010)

<sup>(c)</sup>LMP del Banco Mundial, 98, Emission Requirements: Parameters and Maximum Values.

<sup>(d)</sup>LMP para CO, según Norma Venezolana (Decreto Presidencial N°638 – Venezuela)

<sup>(c)</sup>LMP para partículas, D.E. N°3399 República de Ecuador, norma para fuentes de emisión instaladas después de 2003.

Luego del análisis de las concentraciones, se puede evaluar el porcentaje de variación entre el proceso de cocción actual en la Planta (se emplea materia orgánica como combustible) en relación al proceso de cocción empleando gas natural en un Horno Túnel. Por lo que en la Tabla N° 38, se describe lo siguiente:

**Tabla N° 38: Porcentajes de variación**

Ítem	Parámetros	Horno Hoffman Ladrillera San Lorenzo <sup>(a)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )	Horno Túnel Ladrillera Rex <sup>(b)</sup> (mg/Nm <sup>3</sup> )	%
1	Partículas	59,3	1,0	- 98,3
2	Monóxido de carbono (CO)	914,6	113,0	-87,6
3	Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	681,9	50,3	-92,5
4	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	25,7	171,5	+667,3

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, podemos evidenciar la gran variación en las concentraciones de emisiones gaseosas, si el proceso de cocción emplearía gas natural como combustible. El nivel del monóxido de carbono se reduciría en un 87,6% en relación a la concentración que actualmente existe en la Planta, definiendo de esta forma que la implementación del Horno Túnel reducirá considerablemente el nivel de monóxido de carbono en la producción de ladrillos de arcilla.

Es importante recalcar que el combustible empleado por los quemadores de apoyo y caldera de vapor utilizada en la instalación, funcionan mediante gas natural, la combustión de gas natural para el funcionamiento de dichos elementos ocasiona la emisión a la atmósfera unos residuos contaminantes los

cuales estarán por debajo de los límites máximos permisibles. El combustible empleado con quemadores de gas que disponen de control de comburente para lograr una combustión perfecta y optimizar el consumo nos garantiza unas emisiones de productos no quemados cero.

## VI. CONCLUSIONES

- Se ha propuesto reemplazar los Hornos Hoffman (tienen como combustible materia orgánica) por un Horno Túnel (tiene como combustible gas natural) que operará con una Estación de Descompresión de Gas Natural Comprimido, lo que garantizará un proceso de combustión completa y un óptimo consumo de la materia prima utilizada, así como se reducirán las emisiones gaseosas nocivas para el ambiente.
- El actual proceso de cocción de ladrillos de arcilla por medio del Sistema de Hornos Hoffman con el que cuenta la Planta, inicia con el transporte de ladrillos crudos de la zona de secado a los hornos Hoffman. Al apilar los ladrillos dentro del horno, se procede a cerrar ambas paredes con una capa de ladrillos, a la cual se le añade barro y melaza, con el fin de lograr cierta hermeticidad.
- Al terminar con el sellado del horno, luego se realiza el precalentamiento empleando flujos de calor de un horno contiguo, el cual debe estar en plena cocción; luego se da inicio al proceso de alimentación del horno con combustible. Los materiales empleados como combustible son: viruta, aserrín, guano y cáscara de café. Luego de culminar la cocción, se procede a clausurar el ingreso de aire para lograr que el horno se enfríe por unas seis horas, antes de retirar los ladrillos cocidos.
- Generalmente, los gases de combustión, tales como el monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), se generan en la cocción de ladrillos de arcilla; los cuales presentan moderadas concentraciones que son manejadas con un Sistema de Tratamiento de Emisiones (Lavador de gases) y controladas mediante monitoreos ambientales semestrales, por lo que debido a la generación de estos gases de combustión se propone la

implementación de un Sistema de Horno Túnel a gas natural para reducir las concentraciones de gases de combustión.

- De acuerdo a los análisis realizados y haber buscado la mejor alternativa económicamente viable, se determinó implementar el Sistema de Hornos Túnel que operarán con gas natural.
- En el capítulo de Resultados, se describió a detalle la medida propuesta para mitigar los niveles de monóxido de carbono en la producción de ladrillos de arcilla de la Planta; se describieron los procesos constructivos y funcionamiento, el personal a emplear, el consumo de recursos (energía eléctrica, agua y gas natural) y el cronograma para la Implementación del Sistema de Horno Túnel a gas natural.
- El nivel del monóxido de carbono se reduciría en un 87,6% con relación a la concentración que actualmente existe en la Planta, concluyendo de esta forma que la implementación del Horno Túnel reducirá a más del 50% el nivel de monóxido de carbono en la producción de ladrillos de arcilla.
- Se recomienda que la Sociedad Nacional de Industrias considere el presente trabajo monográfico como base para la determinación de mejoras tecnológicas en el proceso de cocción en otras unidades ladrilleras u otros procesos productivos de todo el país, teniendo en cuenta la Implementación del Sistema del Horno Túnel operado a gas natural.

## VII. RECOMENDACIONES

A la Gerencia General de la empresa Ladrillera San Lorenzo:

- Considerar el presente trabajo monográfico como guía para un mejor análisis técnico ambiental de la Implementación del Sistema del Horno Túnel, lo cual permitirá una producción energéticamente eficiente.
- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos al Sistema del Horno Túnel, sobretodo en la zona de quemadores, para asegurar una adecuada combustión completa del gas natural, y reducir los niveles de concentración de emisiones gaseosas.

Al Ministerio de la Producción:

- Se deben proponer mesas de diálogo con todos los grupos de interés en la industria de la producción de ladrillos de arcilla, con el objetivo de discutir nuevos mecanismos para implementar innovaciones tecnológicas mediante la eficiencia energética, mejorar la gestión empresarial y el desarrollo sostenible a través de la protección del medio ambiente.
- Se debe incentivar a todos los productores de ladrillos de arcilla, sobre todo a los microempresarios, para desarrollar tecnología limpia y buenas prácticas de producción, demostrándoles que estos costos a futuro generarán rentabilidad a sus empresas.
- Se deben implementar alternativas que beneficien las condiciones de crédito para los productores de ladrillos, con el objetivo de que modifiquen lo artesanal por lo automatizado, debido a que hoy en día las elevadas tasas de interés y la competencia con el mercado informal, ocasionan un inadecuado desarrollo del sector de ladrillos de arcilla.

A la Sociedad Nacional de Industrias:

- Considerar el presente trabajo monográfico como base para la determinación de mejoras tecnológicas en el proceso de cocción en otras unidades ladrilleras u otros procesos productivos de todo el país, contemplando la Implementación del Sistema del Horno Túnel operado a gas natural.



## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabanillas A. (1996). *La reparación de los daños al Medio Ambiente*, 1ra ed., Ed. ARANZADI S.A. Pamplona, España.
- Casado M. (2010). *Elaboración de Límites Máximos Permisibles de emisiones para la Industria Ladrillera*. Cusco, Perú.
- Dávila S. & Celi C. (1994). *Estudio Geodinámico de la cuenca del río Chancay-Huaral*. (Boletín N° 12 del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET). Lima, Perú.
- Despacho Viceministerial de MYPE e Industria del Ministerio de la Producción. (2010). *Guía de buenas prácticas para Ladrilleras Artesanales*. Lima, Perú.
- Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, Ministerio del Ambiente. (2015). *Memoria descriptiva del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal*. Lima, Perú.
- Ferre de Merlo, L. (2003). *Tecnología de la Construcción Básica*. Alicante, España.
- Henriques M., Valenca M., & Pinto J. (2015). *Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina - EELA. Obtenido de Manual de Eficiencia Energética en la Industria Ladrillera*: <http://www.redladrilleras.net/assets/files/ecb5109fc2e4ac42aa51215c7d8e92ae.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Información (2007). *XI Censo de Población y VI de Vivienda*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Información (2017). *Población 2000 al 2015*. Recuperado de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>
- Instituto Nacional de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura (1995). *Guía Explicativa del Mapa Ecológico del Perú*. Lima, Perú.
- Ladrillera San Lorenzo S.A.C. (2014). *Diagnóstico Ambiental Preliminar (DAP)*. Lima, Perú.
- Ladrillera San Lorenzo S.A.C. (2017). *Informe Técnico Sustentatorio (ITS)*. Lima, Perú.
- Marín I. & Rivero A. (2005). *Estudio de la factibilidad basándose en un análisis técnico-económico, de impacto ambiental para la implementación de Gas Natural Vehicular (GNV) en el estado Anzoátegui*. (Trabajo de grado UDO, Ingeniería de petróleo). Puerto La Cruz, Venezuela.
- Martínez E. & Díaz Y. (2004). *Contaminación atmosférica Vol. 45*. Universidad de Castilla La Mancha. Albacete, España.
- Ministerio de Salud. (2013). *Registro Nacional de Establecimientos de Salud*.

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010). *Diagnóstico Territorial del Plan de Acondicionamiento Territorial de la Provincia de Huaral 2009-2019*.
- Moreno F. (1981). *El ladrillo en la construcción*. Ediciones CEAC. España.
- Moreno P. (2004). *Estimación de Riesgos Ambientales causados por la Industria Ladrillera (Tesis de maestría inédita)*. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales del Instituto Nacional de Planificación (1969). *Inventario, Evaluación y Uso Racional de los recursos naturales del valle Chancay – Huaral*. Lima, Perú.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación. (1976). *Ladrillos bloques cerámicos de barro, arcilla y/o similares (Norma Mexicana NMX-C-006-1976)*. Ciudad de México, México.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (2016). *Boletín informativo de los agentes autorizados por Osinergmin*. Lima, Perú.
- Palacios, O., Caldas, J., & Vela, C. (1992). *Serie A: Carta geológica nacional. Boletín N° 43 del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico*. Lima, Perú.
- Schmidheiny, S. (2000). *Consejo Empresarial Mundial para el desarrollo sostenible. Bogotá, Colombia. Obtenido de Creando más valor con menos impacto: <http://cecodes.org.co/site/wp-content/uploads/publicaciones/ES-Eco-Efficiency-CreatingMoreValue.pdf>*
- Suma C., Gutiérrez J. & Suma R. (2008). *Estudio de definición de tipo de horno apropiado para el sector ladrillero*. Cusco, Perú.
- Unidad de Asistencia Técnica Ambiental (1999). *Unidad de asistencia para la pequeña y mediana industria - Industria cerámica*. Bogotá D.C., Colombia: Departamento Administrativo del Medio Ambiente.
- Vásquez, T. (2018). *Determinación de la efectividad de las medidas de manejo ambiental, en la reducción de los riesgos ambientales del proceso productivo de ladrillos*. Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima - Perú.

## **IX. ANEXOS**

### **1. Planos del Área de Estudio**

- Plano N° 01: Ubicación
- Plano N° 02: Vías de acceso
- Plano N° 03: Hidrología
- Plano N° 04: Geología
- Plano N° 05: Geomorfología
- Plano N° 06: Capacidad de Uso Mayor de Suelos

### **2. Informes de ensayo del 2016 de los Monitoreos Ambientales de la Ladrillera San Lorenzo**

- Informes de ensayo del Primer Semestre
- Informes de ensayo del Segundo Semestre

### **3. Planos del Horno Túnel**

- Plano N° 01: Diseño del Sistema del Horno Túnel
- Plano N° 02: Detalles de cimentación del Horno Túnel

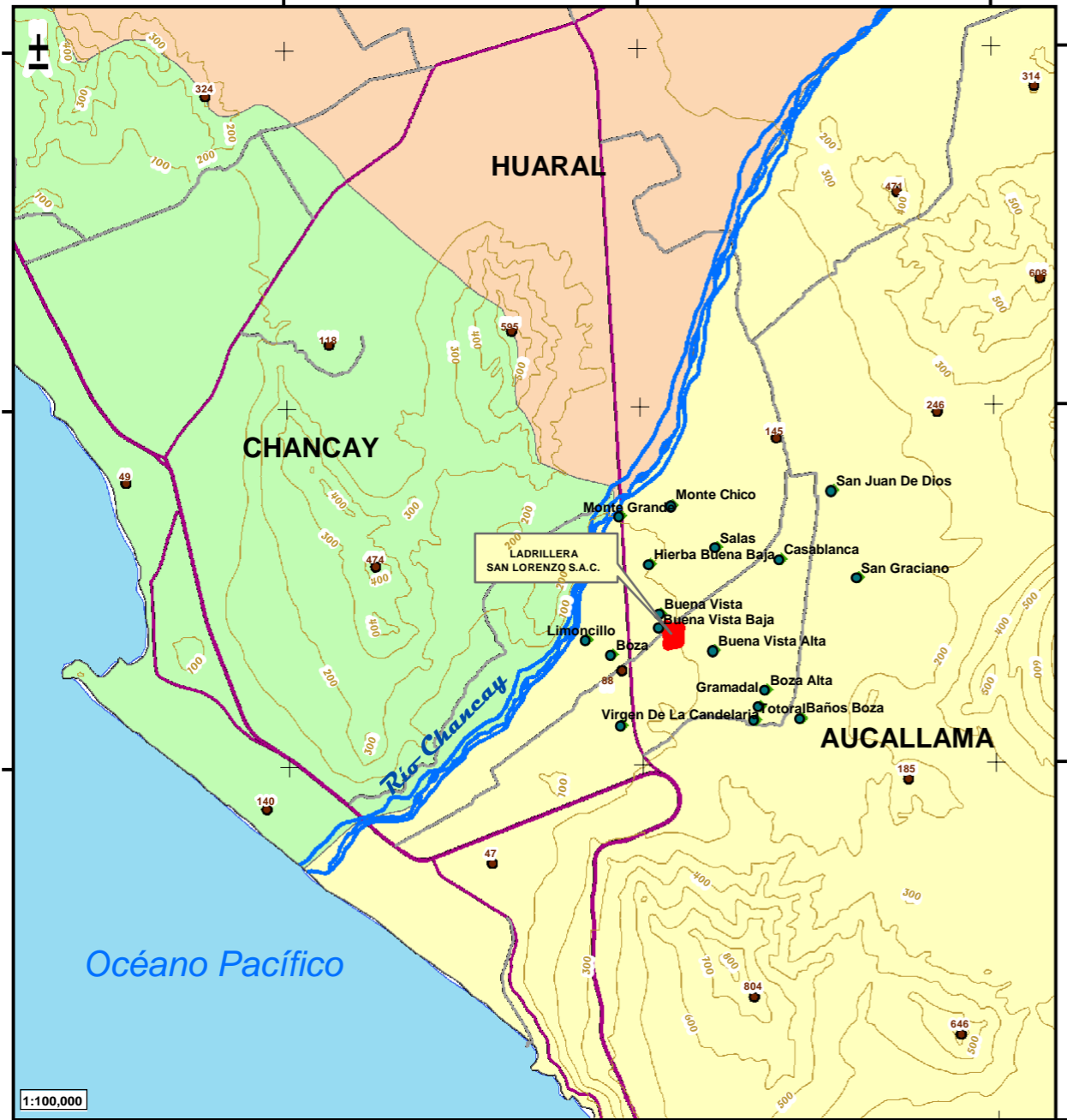
### **4. Memoria descriptiva del Sistema de quemadores**

914000

914500

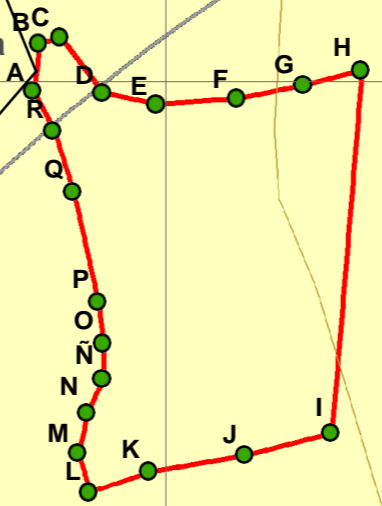
915000

### MAPA DE UBICACIÓN LOCAL



Buena Vista

Buena Vista Baja



914000

914500

915000

8717500

8717000

8716500

8717500

8717000

8716500

VERTICE	COORDENADASUTMWGS-84	
	ESTE	NORTE
A	260430.30	8718839.1
B	260433.57	8718870.4
C	260447.31	8718874.2
D	260475.93	8718838.4
E	260511.56	8718831.6
F	260564.90	8718836.5
G	260608.32	8718846.6
H	260646.15	8718856.8
I	260631.62	8718616.8
J	260575.58	8718601.5
K	260511.85	8718589.1
L	260473.01	8718574.7
M	260464.70	8718599.9
N	260470.25	8718626.7
Ñ	260479.98	8718649.6
O	260479.60	8718672.8
P	260475.83	8718700.0
Q	260457.76	8718772.5
R	260444.11	8718812.3

- SIGNOS CONVENCIONALES**
- Cotas
  - ◆ Centros Poblados
  - ~ Curvas de Nivel
  - Red Hidrológica**
  - ~ Río principal
  - Red Vial**
  - Vía Vecinal
  - Vía Nacional
  - Districtos**
  - Chancay
  - Huaral
  - Aucallama

**LEYENDA**

- Vertices
- ▭ Ladrillera San Lorenzo

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

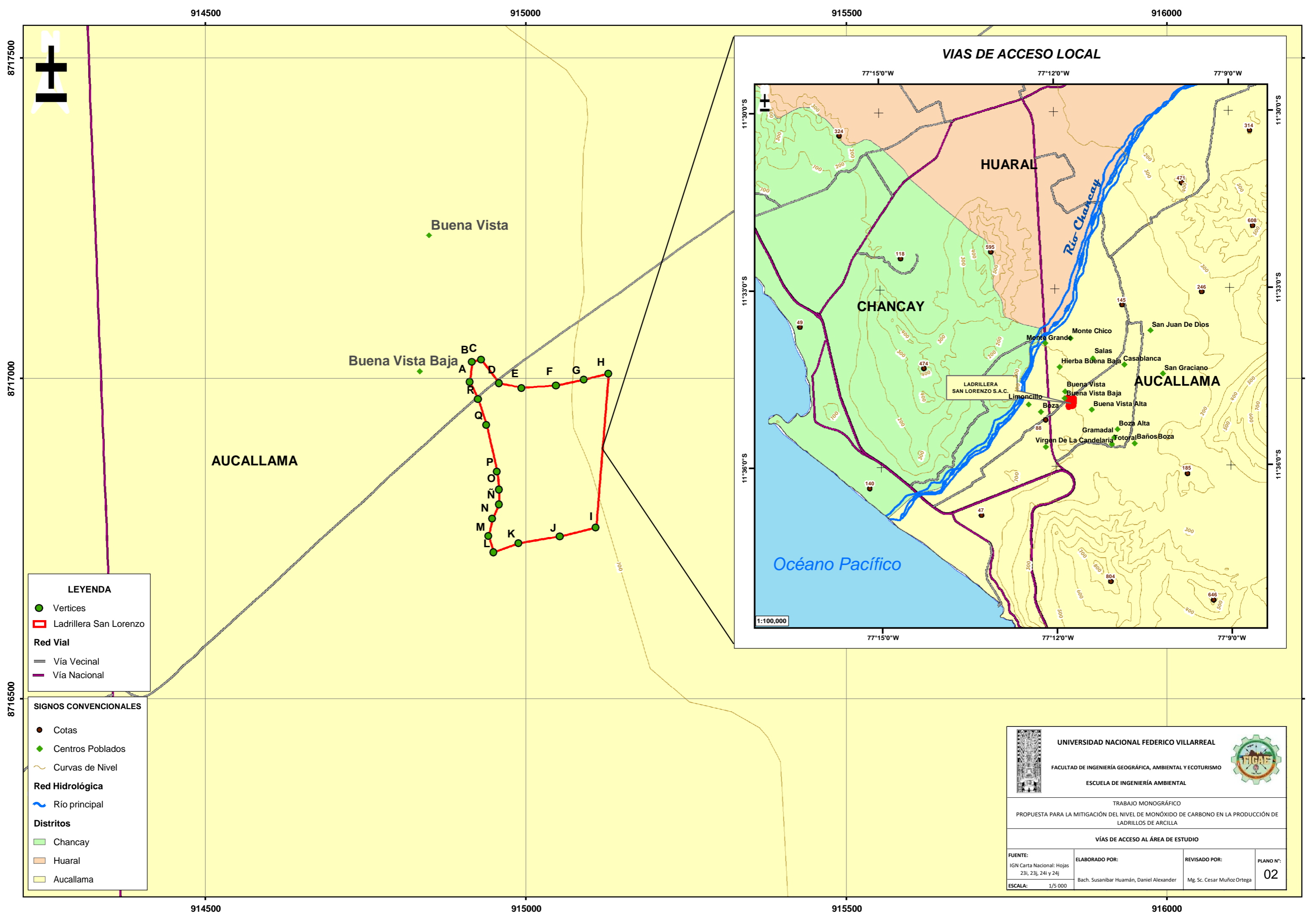
TRABAJO MONOGRÁFICO

PROPUESTA PARA LA MITIGACIÓN DEL NIVEL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA

**UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

FUENTE: IGN Carta Nacional: Hojas 23i, 23j, 24i y 24j	ELABORADO POR: Bach. Susanibar Huamán, Daniel Alexander	REVISADO POR: Mg. Sc. Cesar Muñoz Ortega	PLANO N°: <b>01</b>
--	--	---	------------------------

ESCALA: 1:500



**LEYENDA**

- Vertices
- Ladrillera San Lorenzo

**Red Vial**

- Vía Vecinal
- Vía Nacional

**SIGNOS CONVENCIONALES**

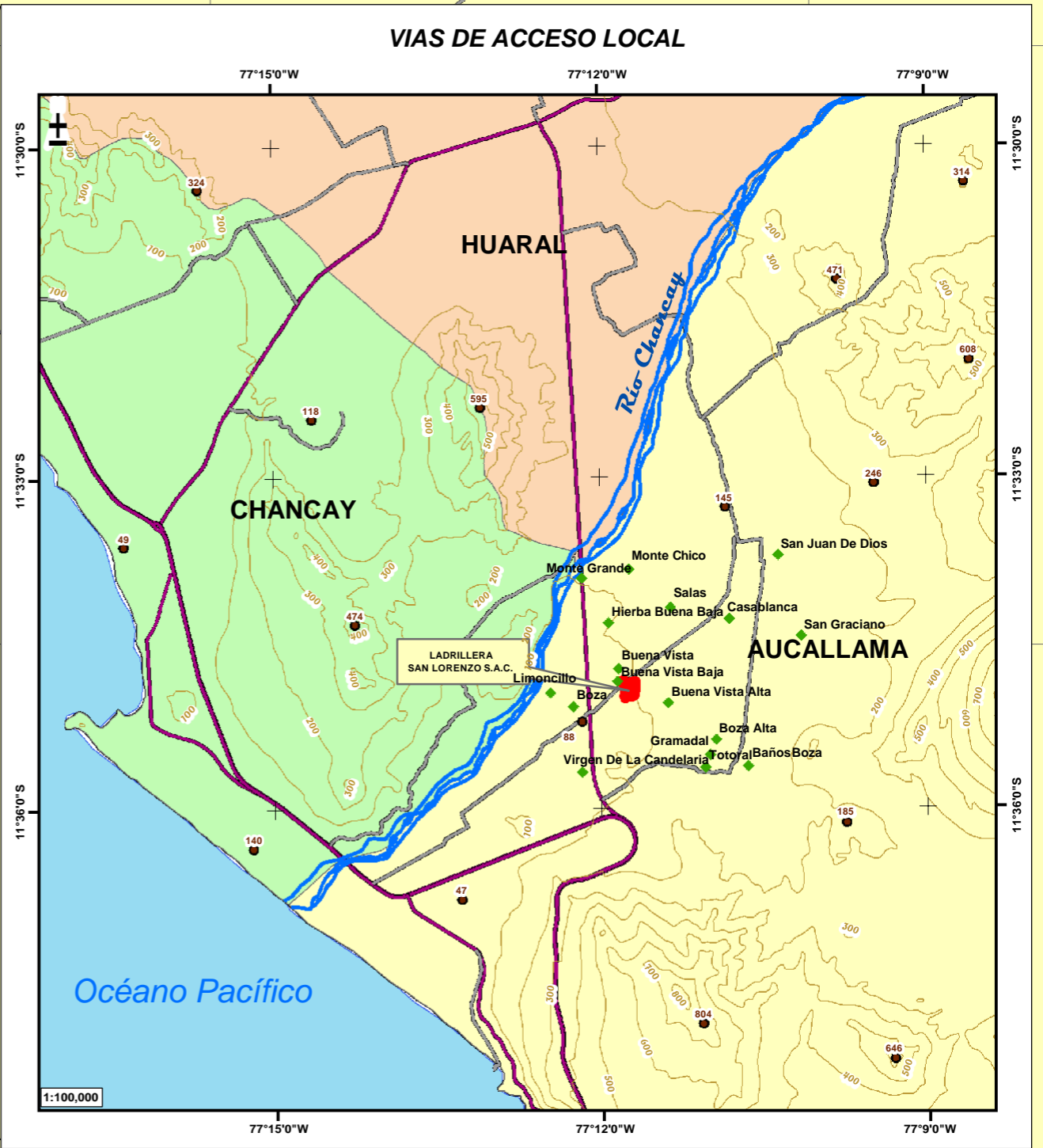
- Cotas
- ◆ Centros Poblados
- ~ Curvas de Nivel

**Red Hidrológica**

- ~ Río principal

**Distritos**

- Chancay
- Huaral
- Aucallama





**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

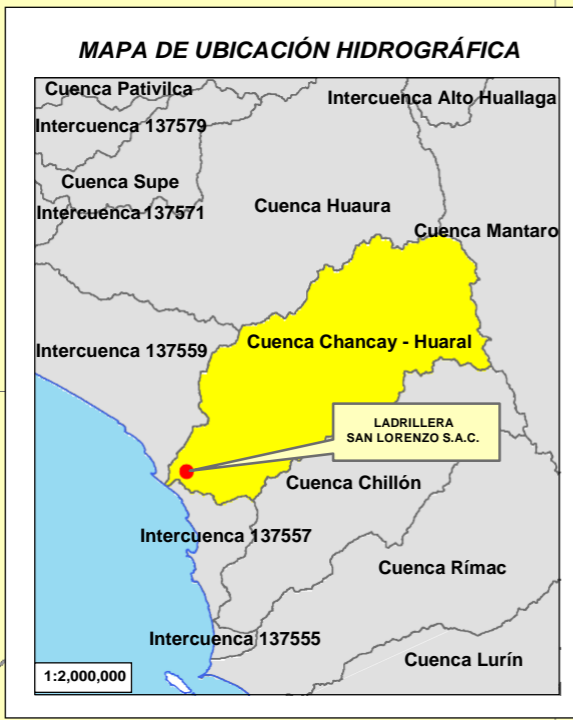
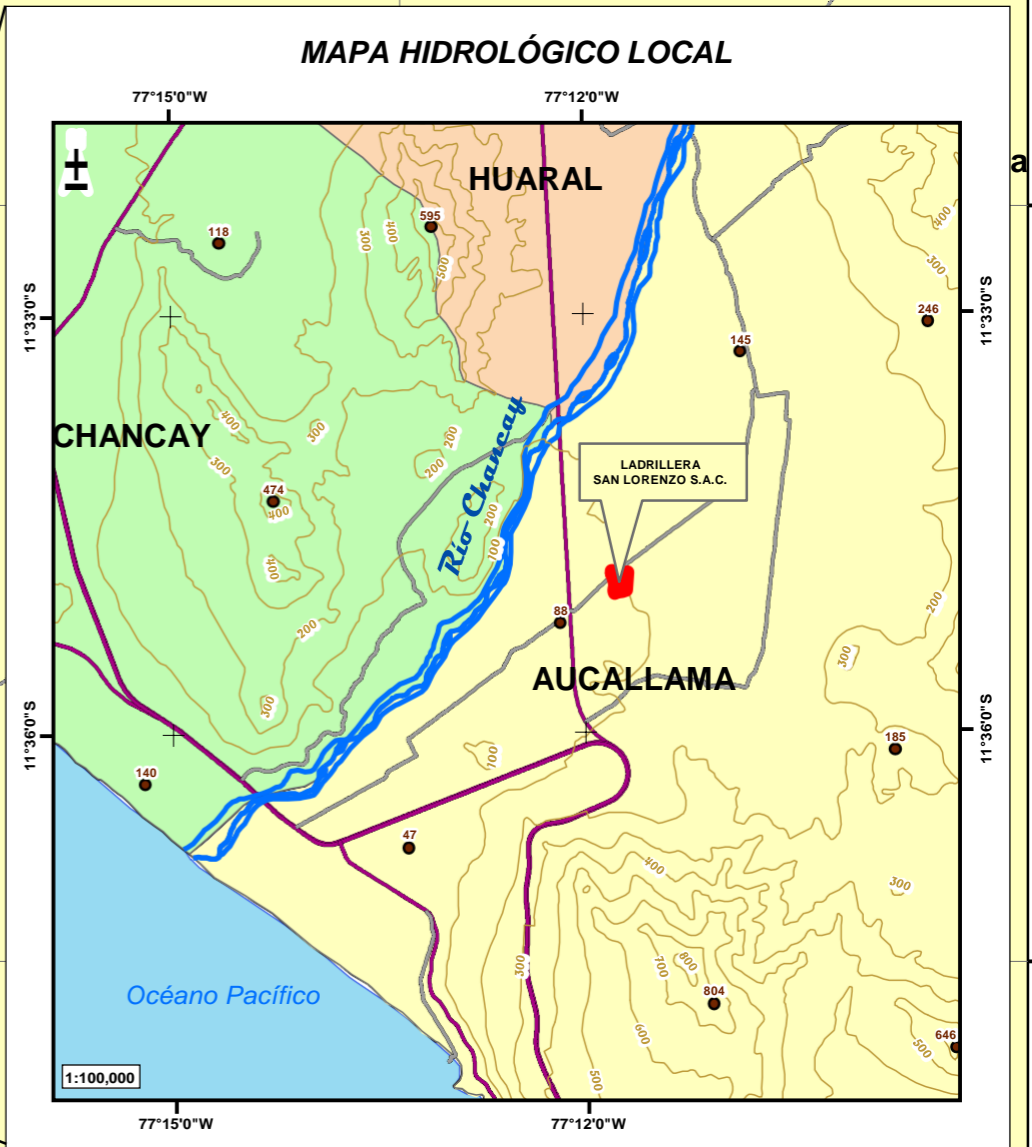
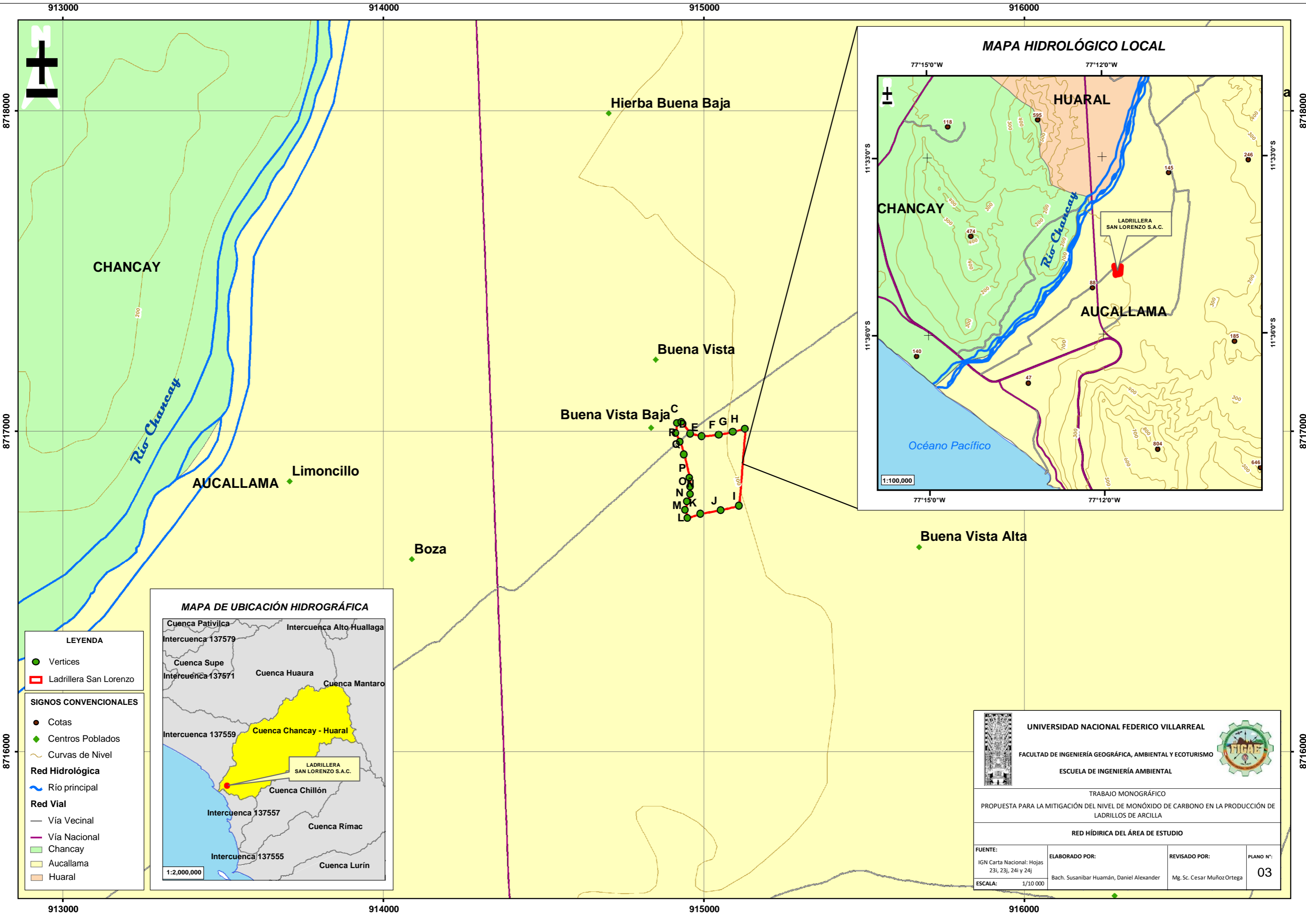
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TRABAJO MONOGRÁFICO  
PROPUESTA PARA LA MITIGACIÓN DEL NIVEL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA

**VIAS DE ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO**

FUENTE: IGN Carta Nacional: Hojas 23i, 23j, 24i y 24j	ELABORADO POR: Bach. Susanibar Huamán, Daniel Alexander	REVISADO POR: Mg. Sc. Cesar Muñoz Ortega	PLANO N°: <b>02</b>
ESCALA: 1/5 000			



- LEYENDA**
- Vertices
  - Ladrillera San Lorenzo
- SIGNOS CONVENCIONALES**
- Cotas
  - ◆ Centros Poblados
  - ~ Curvas de Nivel
- Red Hidrológica**
- ~ Río principal
- Red Vial**
- Vía Vecinal
  - Vía Nacional
- Redes de Área**
- Chancay
  - Aucallama
  - Huaral



**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

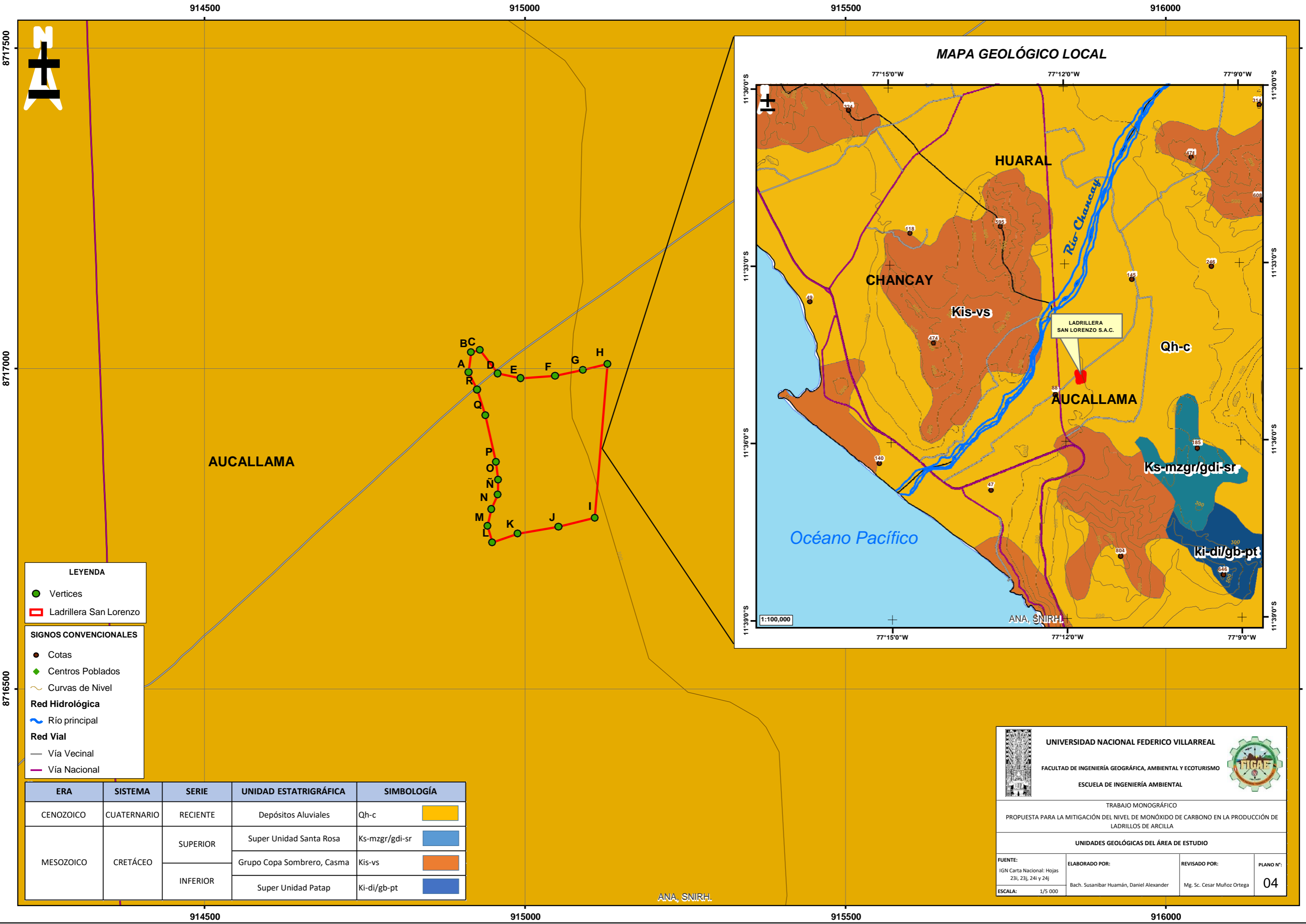
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO MONOGRÁFICO

PROPUESTA PARA LA MITIGACIÓN DEL NIVEL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA

**RED HÍDRICA DEL ÁREA DE ESTUDIO**

<b>FUENTE:</b> IGN Carta Nacional: Hojas 23i, 23j, 24i y 24j	<b>ELABORADO POR:</b> Bach. Susanibar Huamán, Daniel Alexander	<b>REVISADO POR:</b> Mg. Sc. Cesar Muñoz Ortega	<b>PLANO N.º:</b> 03
<b>ESCALA:</b> 1/10 000			



**LEYENDA**

- Vertices
- Ladrillera San Lorenzo

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Cotas
- ◆ Centros Poblados
- Curvas de Nivel

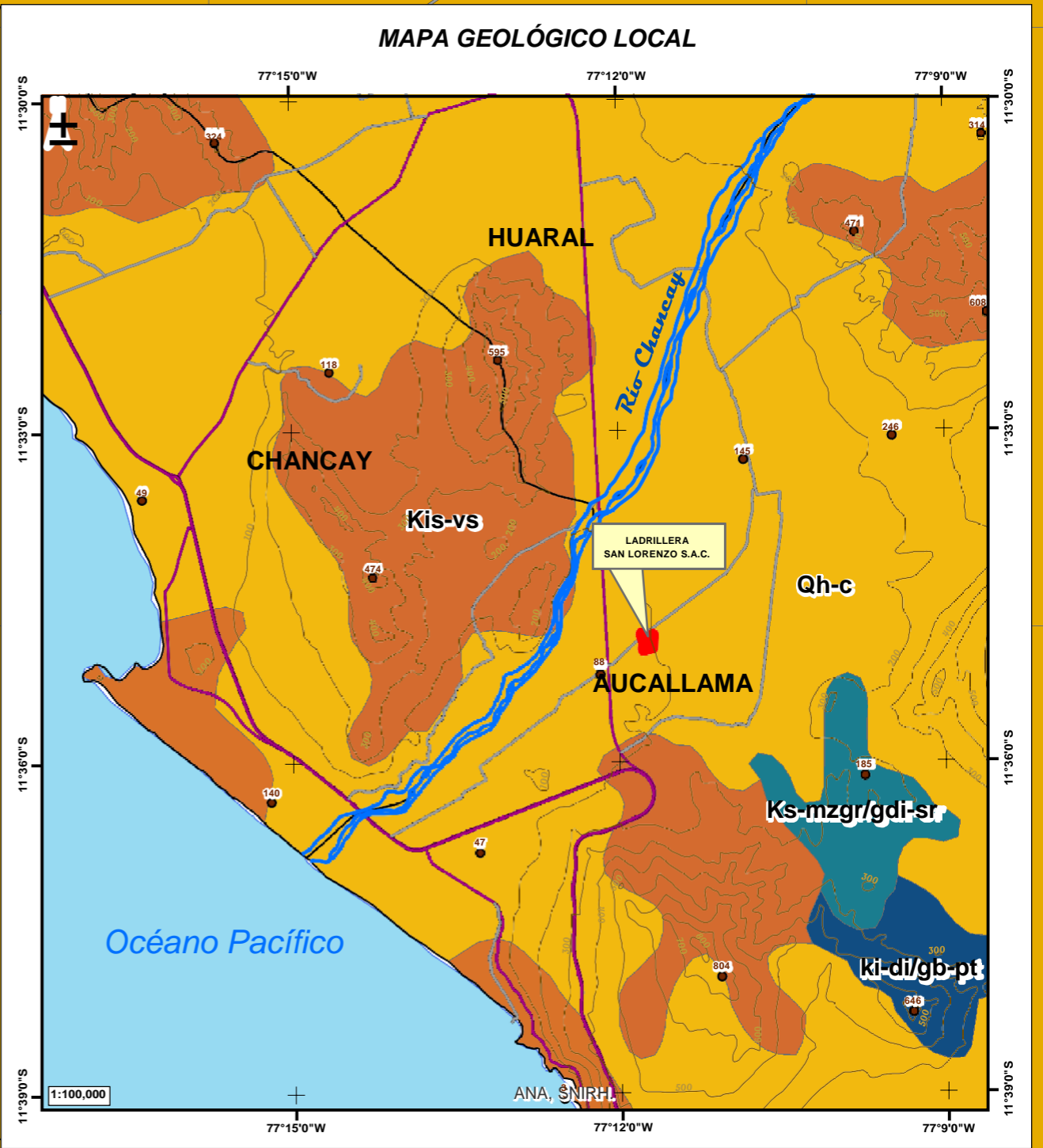
**Red Hidrológica**

- Río principal

**Red Vial**

- Vía Vecinal
- Vía Nacional

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTATRIGRÁFICA	SIMBOLOGÍA
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos Aluviales	Qh-c <span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>
MESOZOICO	CRETÁCEO	SUPERIOR	Super Unidad Santa Rosa	Ks-mzgr/gdi-sr <span style="background-color: lightblue; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>
			Grupo Copa Sombrero, Casma	Kis-vs <span style="background-color: orange; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>
		INFERIOR	Super Unidad Patap	Ki-di/gb-pt <span style="background-color: blue; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>



**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO MONOGRÁFICO

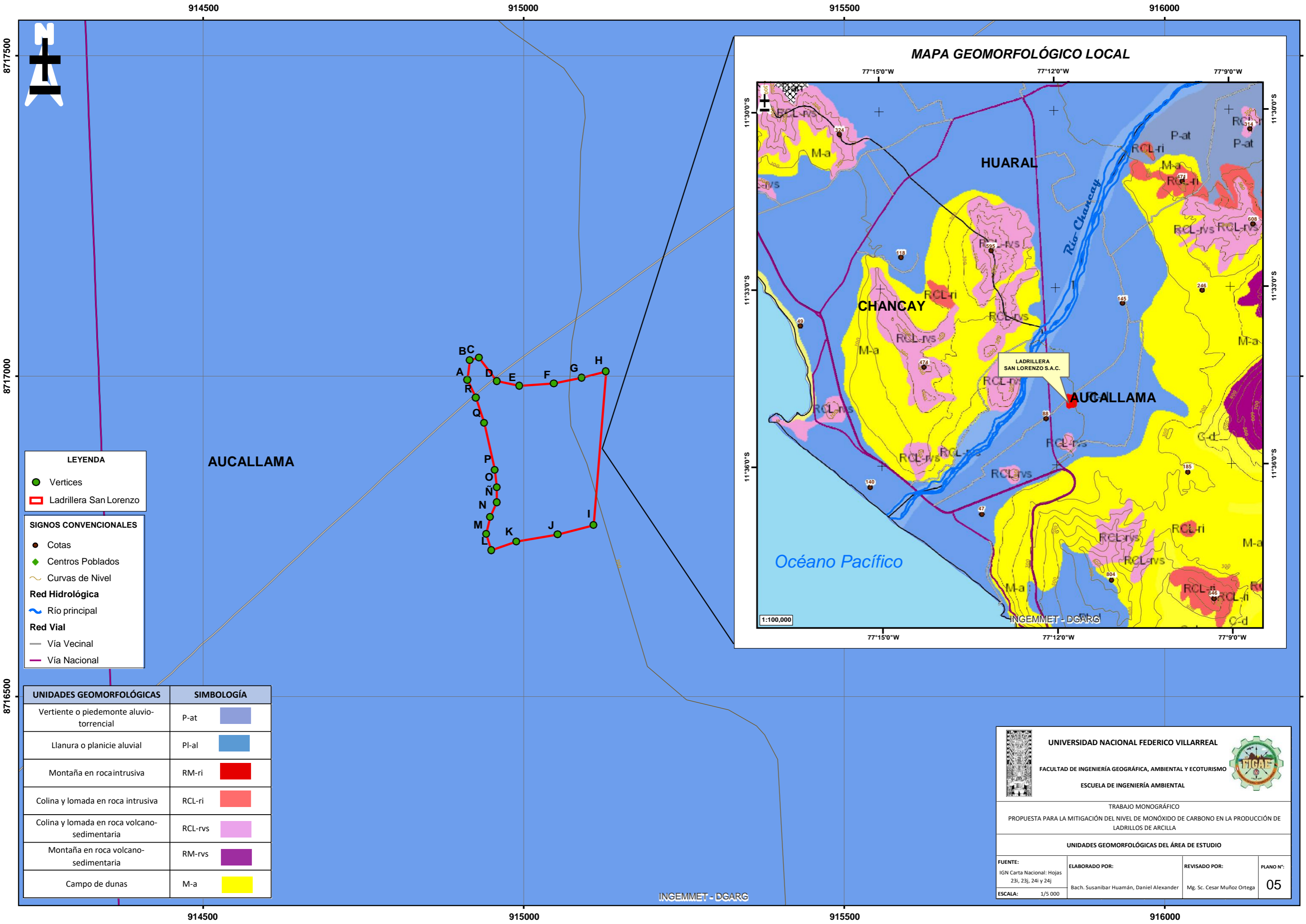
PROPUESTA PARA LA MITIGACIÓN DEL NIVEL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA

**UNIDADES GEOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO**

FUENTE: IGN Carta Nacional: Hojas 23j, 23j, 24i y 24j	ELABORADO POR: Bach. Susanibar Huamán, Daniel Alexander	REVISADO POR: Mg. Sc. Cesar Muñoz Ortega	PLANO N°: <b>04</b>
--	--	---	------------------------

ESCALA: 1/5 000

ANA, SNIRH.



**LEYENDA**

- Vertices
- Ladrillera San Lorenzo

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Cotas
- ◆ Centros Poblados
- Curvas de Nivel

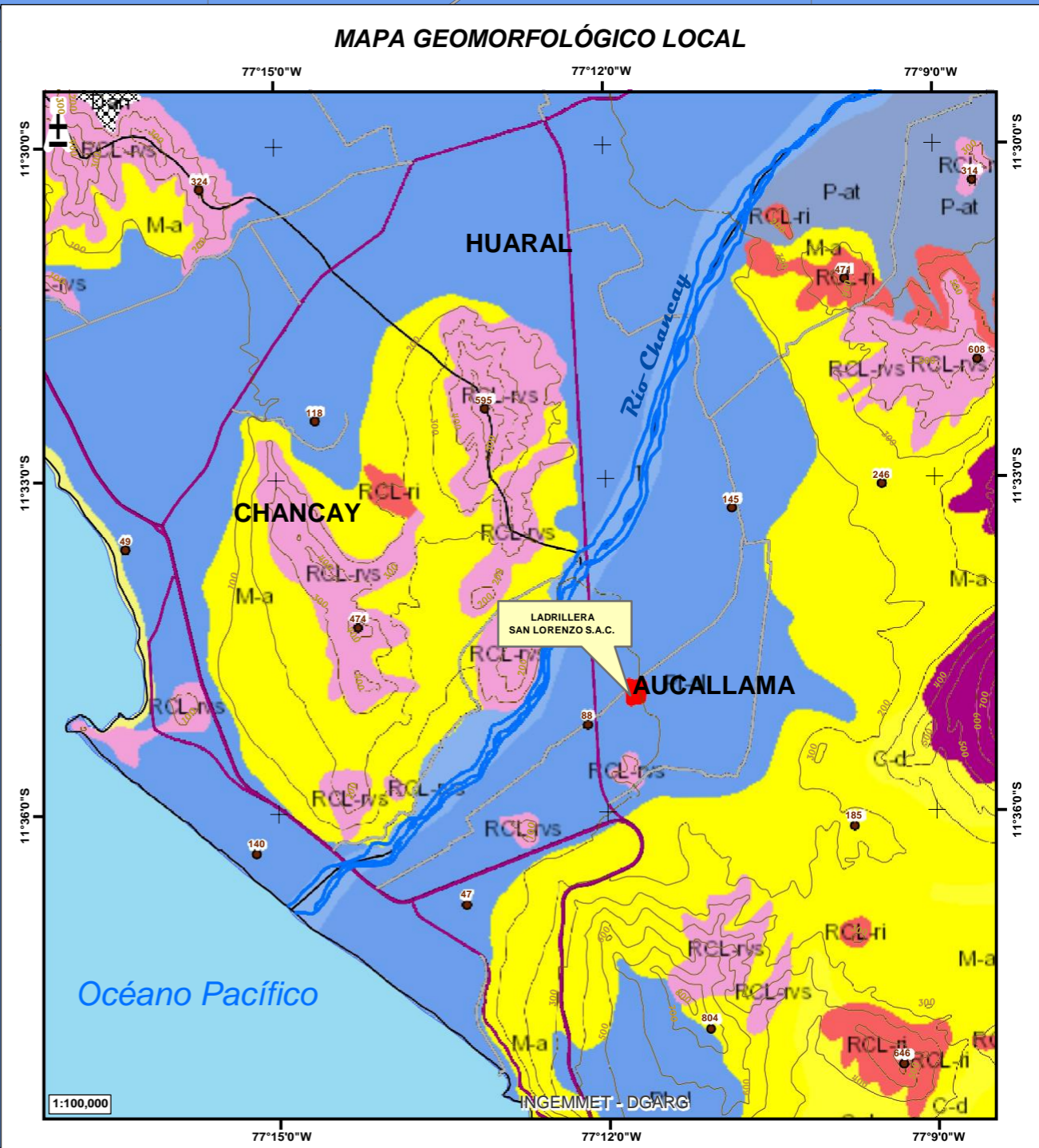
**Red Hidrológica**

- Río principal

**Red Vial**

- Vía Vecinal
- Vía Nacional

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	SIMBOLOGÍA
Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	P-at
Llanura o planicie aluvial	Pl-al
Montaña en roca intrusiva	RM-ri
Colina y lomada en roca intrusiva	RCL-ri
Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria	RCL-rvs
Montaña en roca volcano-sedimentaria	RM-rvs
Campo de dunas	M-a



**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO MONOGRÁFICO

PROPUESTA PARA LA MITIGACIÓN DEL NIVEL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA

**UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO**

FUENTE: IGN Carta Nacional: Hojas 23i, 23j, 24i y 24j	ELABORADO POR: Bach. Susanibar Huamán, Daniel Alexander	REVISADO POR: Mg. Sc. Cesar Muñoz Ortega	PLANO N°: <b>05</b>
ESCALA: 1/5 000			

INGEMMET - DGARG



914500

915000

915500

916000

8717500

8717500

8717000

8717000

8716500

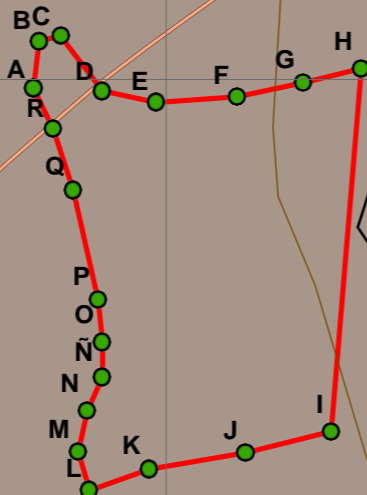
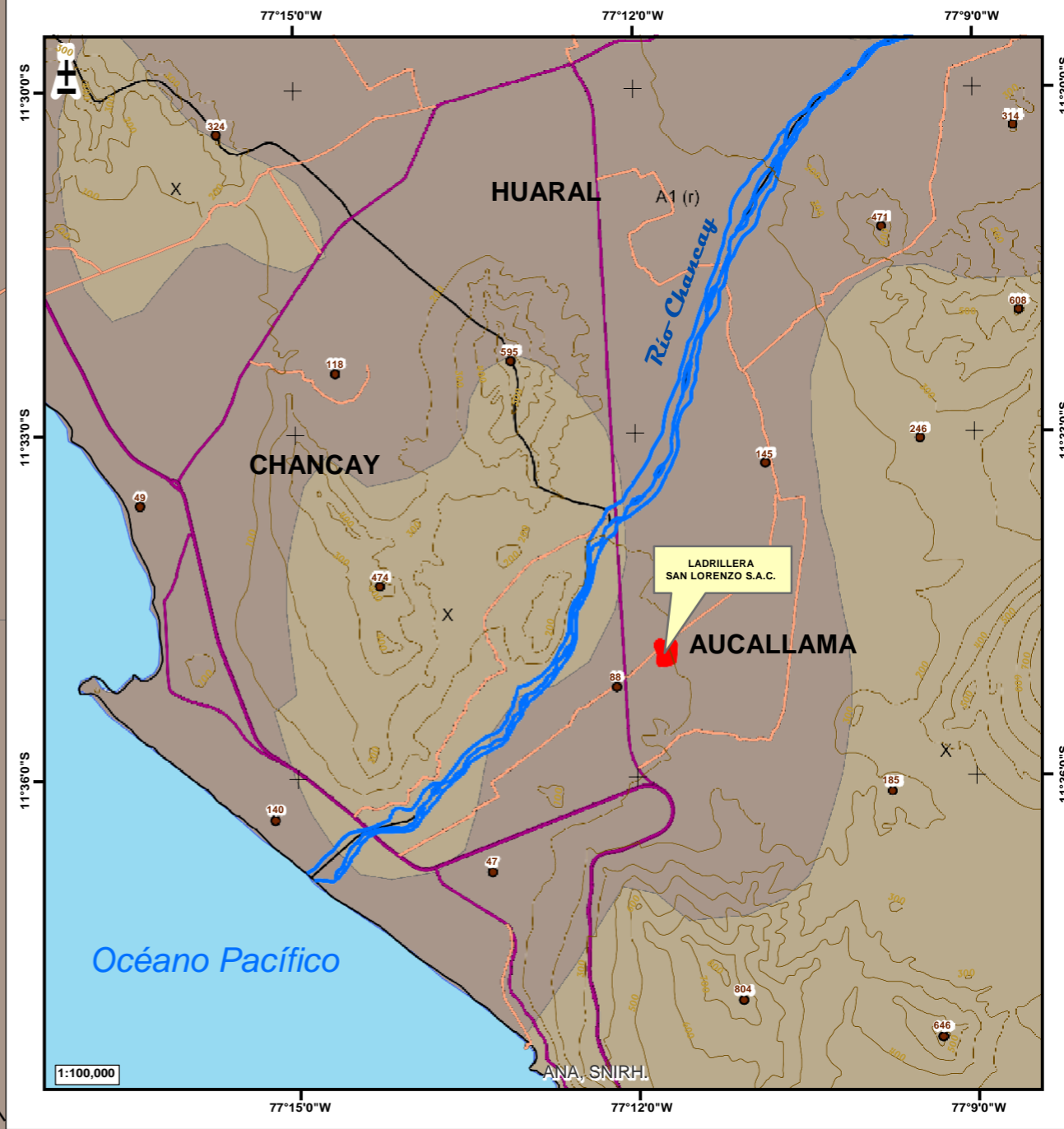
8716500

AUCALLAMA

A1 (r)



### MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE SUELO LOCAL



**LEYENDA**

- Vertices
- ▭ Ladrillera San Lorenzo

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Cotas
- ~ Curvas de Nivel

**Red Hidrológica**

- ~ Río principal

**Red Vial**

- Vía Vecinal
- Vía Nacional

CATEGORÍA	SIMBOLOGÍA	
Tierras de Protección	X	
Tierra apta para cultivo permanente de calidad agrológica alta y necesidad de riego	A1 (r)	
Tierras aptas para cultivo en limpio (intensivo-arable), Limitación suelo-necesidad de riego. Calidad agrológica alta	A2s (r) - C15 (r)	

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO MONOGRÁFICO

PROPUESTA PARA LA MITIGACIÓN DEL NIVEL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA

**CAPACIDAD DE USO MAYOR DE SUELOS DEL ÁREA DE ESTUDIO**

FUENTE: IGN Carta Nacional: Hojas 23i, 23j, 24i y 24j	ELABORADO POR: Bach. Susanibar Huamán, Daniel Alexander	REVISADO POR: Mg. Sc. Cesar Muñoz Ortega	PLANO N°: <b>06</b>
ESCALA: 1/5 000			

ANA, SNIRH.

914500

915000

915500

916000

**SAG**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047**



Registro N° LE-047

## INFORME DE ENSAYO N° 103191-2016 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : SERV GOLD S.A.C.  
**DOMICILIO LEGAL** : PARC. I MZA. F3 LOTE 12 URB. EL PINAR 1ER. SECTOR (CUADRA 18 y 19 RETABLO - AV. LOS INCAS)  
 COMAS - LIMA  
**SOLICITADO POR** : JORGE CAPUÑAY / YESELIN DIAZ TORIBIO  
**REFERENCIA** : MONITOREO DE AIRE I SEMESTRE - LADRILLERA SAN LORENZO  
**PROCEDENCIA** : HUARAL - LIMA  
**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2016-05-24  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2016-05-23  
**MUESTREO POR** : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.<sup>(1)</sup>

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Material particulado PM10 (Alto volumen)	NTP 900.030:2003. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM10 en la atmósfera.	0.60	ug/m <sup>3</sup>
Material particulado PM2.5 (Bajo volumen)	40 CFR APPENDIX L TO PART 50: Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere (2006).	2.0	ug/m <sup>3</sup>
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	ASTM D-1607-91 (Reapproved 2011) Standard Test Method for Nitrogen Dioxide Content of the Atmosphere (Griess Saltzman Reaction).	8.46	ug/m <sup>3</sup>
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	EPA- 40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxid in the Atmosphere (Pararosaniline Method). 2010	13.00	ug/m <sup>3</sup>
Monóxido de Carbono (CO)	SAG-150410- Rev.0 (2015): Referenciado en Método colorimétrico. Calidad de Aire (Validado).	600	ug/m <sup>3</sup>
*Mediciones ambientales de nivel de ruido	ISO 1996-1:2003 / ISO 1996-2:2007. Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1: Basic quantities and assessment procedures. / Part 2: Determination of Environmental noise levels. (Electrométrico)	1.0	dB
*Meteorología	ASTM D5741-96(2011). Standard Practice for Characterizing surface wind using a wind vane and Rotating Anemometer.	---	---

L.C.: Límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 103191 y procedimiento PL-009.

  
 Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
 Director Técnico  
 C.Q.P. N° 648  
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. **EPA:** U.S. Environmental Protection Agency. **ASTM:** American Society for Testing and Materials. **NTP:** Norma Técnica Peruana

**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Página 1 de 6

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425-6047 | MÓVIL 994 976 442  
 Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

**SAG**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047**



Registro N°LE-047

## INFORME DE ENSAYO N° 103191-2016 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Aire	Aire	Blanco	Blanco	
Matriz analizada	Aire	Aire	---	---	
Fecha de muestreo	2016-05-23/24	2016-05-23/24	---	---	
Hora de inicio de muestreo (h)	13:00	14:00	---	---	
Coordenadas UTM WGS 84	0260531E	0260745E	---	---	
	8718556N	8718741N	---	---	
Altitud ( msnm)	116	120	---	---	
Condiciones de la muestra	Conservada / refrigerada	Conservada / refrigerada	Conservada / refrigerada	Conservada / refrigerada	
Descripción del punto de muestreo	Predio agrícola de la Sra. Doris Colán Nieto, colinda con la parte posterior de la planta	Predio agrícola de la Sra. Marcelina Miranda Ríos, colinda con la margen izquierda de la planta	---	---	
Código del Cliente	CA-1	CA-2	BKc (Blanco)	BKv (Blanco)	
Código del Laboratorio	16052381	16052382	16052383	16052384	
Ensayos	Unidades	Resultados			
Material particulado PM10 (Alto volumen)	ug/m <sup>3</sup>	39.64	59.85	<0.60	////
Material particulado PM2.5 (Bajo volumen)	ug/m <sup>3</sup>	25.0	26.1	<2.0	////
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	ug/m <sup>3</sup>	<8.46	<8.46	////	<8.46
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	ug/m <sup>3</sup>	<13.00	<13.00	////	<13.00
Monóxido de Carbono (CO)	ug/m <sup>3</sup>	<600	<600	////	////

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

////: Ensayo no realizado.

  
 Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
 Director Técnico  
 C.Q.P. N° 648  
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. **EPA:** U.S. Environmental Protection Agency. **ASTM:** American Society for Testing and Materials. **NTP:** Norma Técnica Peruana

**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Página 2 de 6

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425-6047 | MÓVIL 994 976 442  
Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

## INFORME DE ENSAYO N° 103191-2016 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

*METEOROLOGÍA						
Estación /Código de muestreo	EM-01	Código de laboratorio	16052935	Descripción del punto de muestreo	Sotavento de planta en estación de calidad de aire.	CA-2
Georeferencia: Coordenadas 84 18L	WGS-	E: 0260745	N: 8718741	Altitud (msnm)	120	
Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad viento (m/s)	Dirección del Viento	Presión (mbar)
2016-05-23	14:00	19.3	84	1.3	SW	1002.2
2016-05-23	15:00	20.4	80	1.3	SW	1000.8
2016-05-23	16:00	20.7	79	2.7	SW	1000.1
2016-05-23	17:00	20.3	80	3.1	SW	999.1
2016-05-23	18:00	19.8	81	3.6	SW	998.8
2016-05-23	19:00	19.2	83	3.6	SW	999.2
2016-05-23	20:00	18.6	85	2.7	SW	999.9
2016-05-23	21:00	18.4	87	1.8	SW	1000.3
2016-05-23	22:00	17.9	89	1.8	WSW	1000.9
2016-05-23	23:00	17.8	90	0.9	W	1001.4
2016-05-24	00:00	17.8	90	CALMA	---	1001.9
2016-05-24	01:00	17.8	91	CALMA	---	1002.5
2016-05-24	02:00	17.8	92	CALMA	---	1002.2
2016-05-24	03:00	17.6	93	CALMA	---	1001.9
2016-05-24	04:00	17.4	94	CALMA	---	1001.2
2016-05-24	05:00	17.4	94	CALMA	---	1001.0
2016-05-24	06:00	17.5	94	CALMA	---	1000.9
2016-05-24	07:00	17.6	94	CALMA	---	1001.4
2016-05-24	08:00	17.7	94	CALMA	---	1002.3
2016-05-24	09:00	17.8	94	CALMA	---	1002.9
2016-05-24	10:00	18.1	93	CALMA	---	1003.6
2016-05-24	11:00	18.7	90	CALMA	---	1004.2
2016-05-24	12:00	20.3	87	CALMA	---	1003.9
2016-05-24	13:00	22.2	78	CALMA	---	1003.2
<b>PROMEDIO</b>		18.7	88	1.0		1001.5
<b>MÁXIMO</b>		22.2	94	3.6	<b>SW</b>	1004.2
<b>MÍNIMO</b>		17.4	78	CALMA		998.8

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

  
Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana

**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Página 3 de 6

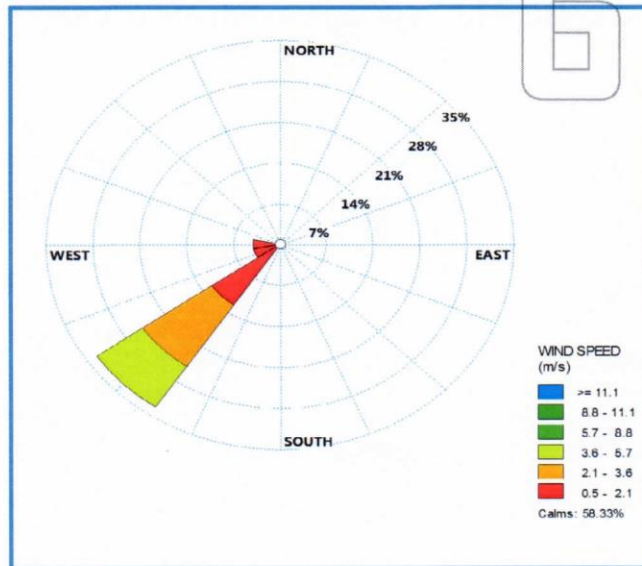
Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425 - 6047 | MÓVIL 994 976 442

Website [www.sagperu.com](http://www.sagperu.com) Contacto Electrónico [sagperu@sagperu.com](mailto:sagperu@sagperu.com) | [laboratorio@sagperu.com](mailto:laboratorio@sagperu.com)

## INFORME DE ENSAYO N° 103191-2016 CON VALOR OFICIAL

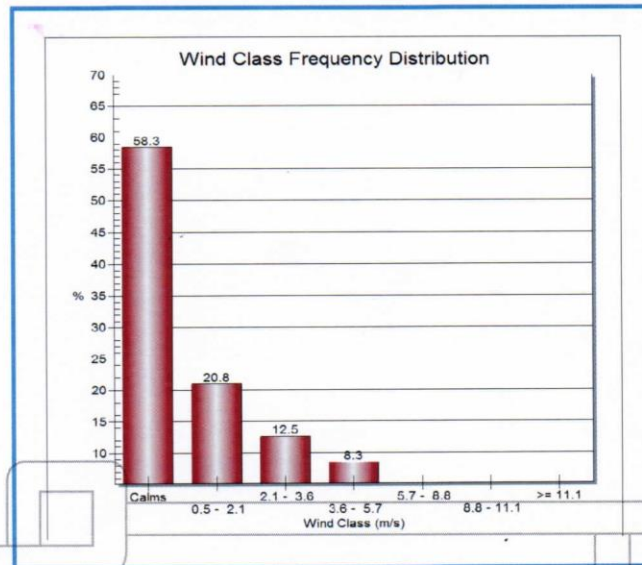
### II. RESULTADOS:

#### \*\*ROSA DE LOS VIENTOS - ESTACIÓN METEOROLÓGICA EM-01



**\*\*DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO**  
SW 33.33%

#### \*\*DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE VELOCIDADES DEL VIENTO



*[Signature]*  
Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

\*\* Los gráficos adjuntos se encuentran fuera del alcance de la acreditación por INACAL-DA

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF, 22nd, Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana

OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 4 de 6

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú, Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425 - 6047 | MÓVIL 994 976 442

Website [www.sagperu.com](http://www.sagperu.com) Contacto Electrónico [sagperu@sagperu.com](mailto:sagperu@sagperu.com) | [laboratorio@sagperu.com](mailto:laboratorio@sagperu.com)

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

**SAG**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-047**



Registro N°LE-047

## INFORME DE ENSAYO N° 103191-2016 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

<b>*Medición ruido dB [A] Horario Diurno</b>										
Fecha	Hora (h)	Código de lab.	Código de cliente	Descripción del punto de muestreo	Unidades: dB(A)			Coordenadas UTM WGS84		
					Lmáx	Lmín	LAeqT	E	N	ALT
2016-05-23	16:00 - 16:15	16052467	RA-1	Frontis de planta	75.8	65.7	69.8	0260443	8718849	112
2016-05-23	16:40 - 16:55	16052469	RA-2	Frente a entrada cerca de avenida	73.2	62.2	68.1	0260431	8718878	117
2016-05-23	15:40 - 15:55	16052466	RA-3	A 50 metros costado derecho	63.4	58.2	61.1	0260456	8718858	113
2016-05-23	16:20 - 16:35	16052468	RA-4	A 50 metros costado izquierdo	70.1	60.3	65.7	0260431	8718843	116
2016-05-23	15:00 - 15:15	16052464	RA-5	A 50 metros del costado izquierdo (puerta trasera)	73.1	54.9	63.3	0260608	8718614	100
2016-05-23	15:20 - 15:35	16052465	RA-6	A 50 metros del costado derecho (puerta trasera)	75.2	56.1	62.5	0260624	8718667	120
<b>Observaciones :</b>										
RA-1	Salida de camiones de planta, sonido de radio en camiones.									
RA-2	Ruido proveniente de carretera. Salida de camiones de forma ocasional.									
RA-3	Sonido de salida de camiones de forma ocasional.									
RA-4	Salida de movillidades de forma ocasional.									
RA-5	Ingreso y salida de camiones de forma ocasional.									
RA-6	Sonido proveniente de acequia y motores de horno Hoffman (ladrillera Kallpa), aproximadamente a 250 metros.									
<b>*Medición ruido dB [A] Horario Nocturno</b>										
Fecha	Hora (h)	Código de lab.	Código de cliente	Descripción del punto de muestreo	Unidades: dB(A)			Coordenadas UTM WGS84		
					Lmáx	Lmín	LAeqT	E	N	ALT
2016-05-23	23:05 - 23:20	16052467	RA-1	Frontis de planta	63.7	45.3	55.8	0260443	8718849	112
2016-05-23/24	23:45 - 00:00	16052469	RA-2	Frente a entrada cerca de avenida	70.1	55.1	61.4	0260431	8718878	117
2016-05-23	22:45 - 23:00	16052466	RA-3	A 50 metros costado derecho	62.3	49.9	55.2	0260456	8718858	113
2016-05-23	23:25 - 23:40	16052468	RA-4	A 50 metros costado izquierdo	62.3	46.1	53.1	0260431	8718843	116
2016-05-23	22:05 - 22:20	16052464	RA-5	A 50 metros del costado izquierdo (puerta trasera)	71.8	43.4	53.7	0260608	8718614	100
2016-05-23	22:25 - 22:40	16052465	RA-6	A 50 metros del costado derecho (puerta trasera)	70.1	45.5	52.8	0260624	8718667	120
<b>Observaciones :</b>										
RA-1	Zoosemiótica de la zona.									
RA-2	Tránsito ocasional en carretera. Zoosemiótica de la zona.									
RA-3	Zoosemiótica de la zona.									
RA-4	Zoosemiótica de la zona.									
RA-5	Zoosemiótica de la zona.									
RA-6	Zoosemiótica de la zona.									

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

**Quim. Belbeth Fajardo León**  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana

**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Página 5 de 6

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425 - 6047 | MÓVIL 994 976 442  
Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

**SAG**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047**



Registro N°LE - 047

## INFORME DE ENSAYO N° 103191-2016 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

<b>*Medición de Ruido Ocupacional dB [A]</b>										
Fecha y hora del inicio de muestreo	Fecha y hora del termino de muestreo	Código de lab.	Código de cliente	Descripción del punto de muestreo	Unidades: dB(A)			Coordenadas UTM WGS84		
					Lmáx	Lmín.	LAeqT	E	N	ALT
2016-05-24 15:00	2016-05-24 15:15	16052470	R-1	PUERTA PRINCIPAL	74.5	44.5	58.2	0260451	8718835	112
2016-05-24 15:20	2016-05-24 15:35	16052471	R-2	ZONA ADMINISTRATIVA	61.6	44.2	51.3	0260477	8718828	122
2016-05-24 15:40	2016-05-24 15:55	16052472	R-3	ÁREA DE MAQUINAS	76.3	63.9	68.2	0260567	8718823	120
2016-05-24 16:00	2016-05-24 16:15	16052473	R-4	ZONA DE MOLIENDA	88.9	73.9	76.4	0260612	8718819	120
2016-05-24 16:20	2016-05-24 16:35	16052474	R-5	ZONA DE MEZCLA	68.5	50.6	57.2	0260559	8718663	118
2016-05-24 16:40	2016-05-24 16:55	16052475	R-6	HORNOS	60.2	56.6	57.8	0260581	8718680	123
2016-05-24 17:00	2016-05-24 17:15	16052476	R-7	DETRÁS DE HORNOS	68.8	60.3	64.2	0260589	8718615	114
2016-05-24 17:20	2016-05-24 17:35	16052477	R-8	DESCARGA CÁSCARA DE CAFÉ	60.4	52.3	55.2	0260479	8718609	113
2016-05-24 17:40	2016-05-24 17:55	16052462	R-9	INTERIOR DE PLANTA	66.3	44.3	53.2	0260524	8718772	111
2016-05-24 18:00	2016-05-24 18:15	16052463	R-10	INTERIOR DE PLANTA	68.5	56.6	60.8	0260534	8718654	120

**Observaciones :**

R-1	Tránsito ocasional de camiones.
R-2	Punto ubicado en oficinas de atención al público ventas.
R-3	Transporte de ladrillo crudo hacia las pampas de secado con uso de tractores.
R-4	Tránsito ocasional de camiones.
R-5	Produccion de ladrillo crudo en sistema mecánico
R-6	Abastecimiento de cáscara de café en techos de hornos. Sonido de molienda de cáscara de café en techo de hornos.
R-7	Ruido generado por el uso de motores en hornos Hoffman.
R-8	Tránsito ocasional de camiones.
R-9	Tránsito ocasional de operadores.
R-10	Tránsito ocasional de camiones y cargador frontal.

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

Lima, 01 de Junio del 2016

  
Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana

OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Página 6 de 6

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425 - 6047 | MÓVIL 994 976 442

Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

## INFORME DE ENSAYO N° 107705-2016 CON VALOR OFICIAL


**RAZÓN SOCIAL** : SERV GOLD S.A.C.  
**DOMICILIO LEGAL** : PARC I MZA. F3 LOTE 12 URB. EL PINAR 1ER SCTR (CDRA. 18 Y 19 RETABLO - AV. LOS INCAS) COMAS - LIMA - LIMA  
**SOLICITADO POR** : JORGE CAPUÑAY, YESELIN DIAZ TORIBIO  
**REFERENCIA** : MONITOREO AMBIENTAL (2° SEMESTRE - 2016) - LADRILLERA "SAN LORENZO"  
**PROCEDENCIA** : AUCALLAMA - HUARAL - LIMA  
**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2016-11-26  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2016-11-25  
**MUESTREO POR** : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.<sup>(1)</sup>

**I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Material particulado PM10 (Alto volumen)	NTP 900.030:2003. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM10 en la atmósfera.	0.60	ug/m <sup>3</sup>
Material particulado PM2.5 (Bajo volumen)	40 CFR APPENDIX L TO PART 50: Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere (2006).	2.0	ug/m <sup>3</sup>
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	ASTM D-1607-91 (Reapproved 2011) Standard Test Method for Nitrogen Dioxide Content of the Atmosphere (Griess Saltzman Reaction).	8.22	ug/m <sup>3</sup>
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	EPA- 40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method). 2010	13.00	ug/m <sup>3</sup>
Monóxido de Carbono (CO)	SAG-150410- Rev.01 (Validado), referenciado en método colorimétrico, 2016.	600	ug/m <sup>3</sup>
*Mediciones ambientales de nivel de ruido	ISO 1996-1:2003 / ISO 1996-2:2007. Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1: Basic quantities and assessment procedures. / Part 2: Determination of Environmental noise levels. (Electrométrico)	1.0	dB
*Meteorología	ASTM D5741-96(2011). Standard Practice for Characterizing surface wind using a wind vane and Rotating Anemometer.	---	---

L.C.: Límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 107705 y procedimiento PL-009.

  
**Quim. Belbeth Y. Fajardo León**  
**Director Técnico**  
**C.Q.P. N° 648**  
**Servicios Analíticos Generales S.A.C.**

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF, 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana  
**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.  
 Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Página 1 de 5

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425-6047 | **MÓVIL** 994 976 442

Website [www.sagperu.com](http://www.sagperu.com) Contacto Electrónico [sagperu@sagperu.com](mailto:sagperu@sagperu.com) | [laboratorio@sagperu.com](mailto:laboratorio@sagperu.com)

Cod.:FI 02/Revisión: 06/FE:09/2015



## INFORME DE ENSAYO N° 107705-2016 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Aire	Aire	Blanco	Blanco	
Matriz analizada	Aire	Aire	---	---	
Fecha de muestreo	2016-11-25/26	2016-11-25/26	---	---	
Hora de inicio de muestreo (h)	12:00	11:00	---	---	
Coordenadas UTM WGS 84	0260531E	0260745E	---	---	
	8718556N	8718741N	---	---	
Altitud (msnm)	116	120	---	---	
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada	
Descripción del punto de muestreo	Predio agrícola de la Sra. Doris Colán Nieto colinda con la parte posterior de la Planta	Predio agrícola de la Sra. Marcelina Miranda Ríos colinda con la margen izquierdo de la Planta	---	---	
Código del Cliente	CA-1	CA-2	BKc(Blanco)	BKv(Blanco)	
Código del Laboratorio	16112506	16112507	16112508	16112509	
Ensayos	Unidades	Resultados			
Material particulado PM10 (Alto volumen)	ug/m <sup>3</sup>	57.3	43.9	<0.60	////
Material particulado PM2.5 (Bajo volumen)	ug/m <sup>3</sup>	24.2	19.5	<2.0	////
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	ug/m <sup>3</sup>	10.98	55.52	////	<8.22
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	ug/m <sup>3</sup>	<13.00	<13.00	////	<13.00
Monóxido de Carbono (CO)	ug/m <sup>3</sup>	<600	<600	////	////

/////: Ensayo no realizado.

  
**Quim. Belbeth Y. Fajardo León**  
 Director Técnico  
 C.Q.P. N° 648  
**Servicios Analíticos Generales S.A.C.**

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana

**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Página 2 de 5

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425 - 6047 | MÓVIL 994 976 442

Website [www.sagperu.com](http://www.sagperu.com) Contacto Electrónico [sagperu@sagperu.com](mailto:sagperu@sagperu.com) | [laboratorio@sagperu.com](mailto:laboratorio@sagperu.com)

## INFORME DE ENSAYO N° 107705-2016 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

*Medición ruido dB [A] Horario Diurno										
Fecha	Hora (h)	Código de lab.	Código de cliente	Descripción del punto de muestreo	Unidades: dB(A)			Coordenadas UTM WGS 84		
					Lmáx	Lmín.	LAeqT	E	N	ALT
2016-11-25	16:00-16:15	16112490	RA-1	Frontis de Planta	80.9	45.5	63.5	0260443	8718849	112
2016-11-25	16:20-16:35	16112491	RA-2	Frente a entrada cerca a avenida	87.0	40.2	69.6	0260431	8718878	117
2016-11-25	16:40-16:55	16112492	RA-3	A 50 m costado derecho	88.9	48.7	69.5	0260456	8718858	113
2016-11-25	17:00-17:15	16112493	RA-4	A 50 m costado izquierdo	81.4	45.8	60.4	0260431	8718843	116
2016-11-25	17:30-17:45	16112494	RA-5	A 50 m del costado izquierdo (puerta trasera)	82.0	44.6	61.6	0260608	8718614	100
2016-11-25	17:55-18:10	16112495	RA-6	A 50 m del costado derecho (puerta trasera)	73.4	45.2	58.6	0260624	8718667	120

**Observaciones :**

RA-1	Salida y entrada de camiones de la Planta.
RA-2	Salida y entrada de camiones de la Planta. Ruido de la carretera.
RA-3	Salida y entrada de camiones de la Planta.
RA-4	Salida y entrada de vehiculos de la Planta.
RA-5	Tránsito de personal. Ladrido de perros.
RA-6	Tránsito ocasional de vehiculos. Tránsito de personas.

**\*Medición ruido dB [A] Horario Nocturno**

Fecha	Hora (h)	Código de lab.	Código de cliente	Descripción del punto de muestreo	Unidades: dB(A)			Coordenadas UTM WGS 84		
					Lmáx	Lmín.	LAeqT	E	N	ALT
RA-1	22:15-22:30	16112490	RA-1	Frontis de Planta	72.6	38.7	54.7	0260443	8718849	112
RA-2	22:35-22:50	16112491	RA-2	Frente a entrada cerca a avenida	85.4	37.6	64.8	0260431	8718878	117
RA-3	22:55-23:10	16112492	RA-3	A 50 m costado derecho	72.7	46.6	56.0	0260456	8718858	113
RA-4	23:15-23:30	16112493	RA-4	A 50 m costado izquierdo	80.1	42.6	60.0	0260431	8718843	116
RA-5	23:45-00:00	16112494	RA-5	A 50 m del costado izquierdo (puerta trasera)	72.6	48.6	54.0	0260608	8718614	100
RA-6	00:10-00:25	16112495	RA-6	A 50 m del costado derecho (puerta trasera)	57.5	45.3	50.1	0260624	8718667	120

**Observaciones :**

RA-1	Salida mínima de vehiculos por la puerta.
RA-2	Salida mínima de vehiculos por la puerta. Tránsito ligero de vehiculos por la carretera.
RA-3	Salida mínima de vehiculos por la puerta.
RA-4	Salida mínima de vehiculos por la puerta.
RA-5	Ruido ocasional dentro de la empresa.
RA-6	Tránsito mínimo de vehiculos.

\*El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL-DA.

  
**Quim. Belbeth Y. Fajardo León**  
**Director Técnico**  
**C.Q.P. N° 648**  
**Servicios Analíticos Generales S.A.C.**

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF, 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana  
**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Página 3 de 5

## INFORME DE ENSAYO N° 107705-2016 CON VALOR OFICIAL

**II: RESULTADOS:**

*METEOROLOGÍA						
Estación /Código de muestreo	EM-01	Código de laboratorio	16112510	Descripción del punto de muestreo	Predio agrícola de la Sra. Marcelina Miranda Ríos colinda con la margen izquierdo de la Planta	
Georeferencia: Coordenadas UTM WGS 84		E: 0260745	N: 8718741	Altitud (msnm)	120	
Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad viento (m/s)	Dirección del Viento	Presión (mbar)
2016-11-25	12:00	21.9	77	2.2	N	1000.9
2016-11-25	13:00	22.1	78	4.9	NNE	1000.5
2016-11-25	14:00	22.4	77	4.9	N	1000.2
2016-11-25	15:00	22.3	77	4.0	N	999.7
2016-11-25	16:00	22.3	75	4.0	NNE	998.9
2016-11-25	17:00	20.7	82	4.5	NNE	999.1
2016-11-25	18:00	19.9	83	4.0	NNE	999.5
2016-11-25	19:00	18.9	87	3.1	NNE	1000.5
2016-11-25	20:00	18.2	90	1.3	ENE	1001.3
2016-11-25	21:00	18.1	89	0.4	---	1002.1
2016-11-25	22:00	17.2	88	0.0	---	1002.7
2016-11-25	23:00	16.7	89	0.0	---	1002.9
2016-11-26	00:00	16.1	90	0.0	---	1002.5
2016-11-26	01:00	15.7	90	0.0	---	1001.9
2016-11-26	02:00	15.1	90	0.0	---	1001.0
2016-11-26	03:00	15.0	90	0.0	---	1000.5
2016-11-26	04:00	15.8	91	0.0	---	1000.2
2016-11-26	05:00	16.8	92	0.0	---	1000.3
2016-11-26	06:00	17.2	91	0.0	---	1000.5
2016-11-26	07:00	17.6	91	0.0	---	1001.0
2016-11-26	08:00	21.9	77	2.2	N	1000.9
2016-11-26	09:00	22.1	78	4.9	NNE	1000.5
2016-11-26	10:00	22.4	77	4.9	N	1000.2
2016-11-26	11:00	22.3	77	4.0	N	999.7
<b>PROMEDIO</b>		19.1	84	0.4		1000.7
<b>MÁXIMO</b>		22.4	92	4.9	<b>N / NNE</b>	1002.9
<b>MÍNIMO</b>		15.0	75	0.0		998.9

\*El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL-DA.

  
**Quim. Belbeth Y. Fajardo León**  
 Director Técnico  
 C.Q.P. N° 648  
**Servicios Analíticos Generales S.A.C.**

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana  
**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.  
**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

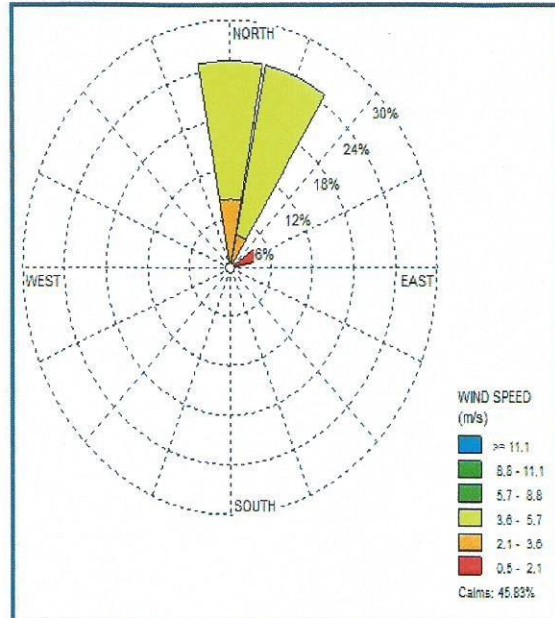
Página 4 de 5

Cod.: FI 02/Revisión: 06/FE:09/2015

## INFORME DE ENSAYO N° 107705-2016 CON VALOR OFICIAL

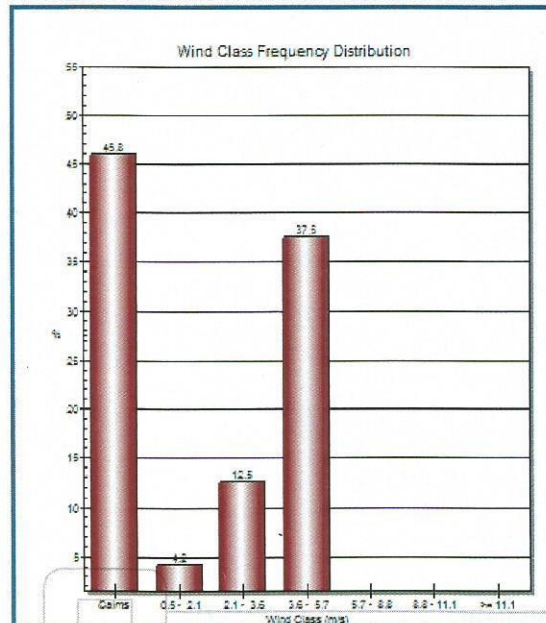
### II: RESULTADOS:

**\*\* GRÁFICA DE ROSA DE VIENTOS CA-2**



**DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO**  
N / NNE 25.0%

**\*\* DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA VELOCIDADES CA-2**



*[Signature]*  
**Quím. Belbeth Y. Fajardo León**  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

\*\* Los gráficos adjuntos se encuentran fuera del alcance de acreditación otorgada por el INACAL-DA.

Lima, 13 de Diciembre del 2016

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana  
**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Página 5 de 5



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

**SAG**

EXPERTS WORKING FOR YOU

## INFORME DE ENSAYO N° 107706-2016

**RAZÓN SOCIAL** : SERV GOLD S.A.C.  
**DOMICILIO LEGAL** : PARC I MZA. F3 LOTE 12 URB. EL PINAR 1ER SCTR (CDRA. 18 Y 19 RETABLO - AV. LOS INCAS)  
COMAS - LIMA - LIMA  
**SOLICITADO POR** : JORGE CAPUÑAY, YESELIN DIAZ TORIBIO  
**REFERENCIA** : MONITOREO AMBIENTAL (2° SEMESTRE - 2016) - LADRILLERA "SAN LORENZO"  
**PROCEDENCIA** : AUCALLAMA - HUARAL - LIMA  
**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2016-11-26  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2016-11-25  
**MUESTREO POR** : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.<sup>(1)</sup>

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Mediciones ambientales de nivel de ruido	ISO 1996-1:2003 / ISO 1996-2:2007. Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1: Basic quantities and assessment procedures. / Part 2: Determination of Environmental noise levels. (Electrométrico)	1.0	dB

L.C.: Límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 107706 y procedimiento PL-009.

  
Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO N° 107706-2016****II. RESULTADOS:**

Medición ruido dB [A] Horario Diurno										
Fecha	Hora (h)	Código de lab.	Código de cliente	Descripción del punto de muestreo	Unidades: dB(A)			Coordenadas UTM WGS 84		
					Lmáx	Lmín.	LAeqT	E	N	ALT
2016-11-25	16:30-16:45	16112501	R-1	Puerta principal	81.1	46.5	65.8	0260451	8718835	112
2016-11-25	16:10-16:25	16112502	R-2	Zona administrativa	72.4	46.6	59.2	0260477	8718828	122
2016-11-25	15:50-16:05	16112503	R-3	Área de maquinas	80.0	61.8	68.1	0260567	8718823	120
2016-11-25	15:30-15:45	16112504	R-4	Zona de molienda	82.2	71.8	73.3	0260612	8718819	120
2016-11-25	14:10-14:25	16112505	R-5	Zona de mezcla	94.9	43.5	67.7	0260559	8718663	118
2016-11-25	14:30-14:45	16112496	R-6	Hornos	95.4	50.5	70.5	0260581	8718680	123
2016-11-25	14:50-15:05	16112497	R-7	Detrás de hornos	63.0	47.2	56.0	0260589	8718615	114
2016-11-25	13:30-13:45	16112498	R-8	Descarga cascara de café	69.8	42.5	57.0	0260479	8718609	113
2016-11-25	15:10-15:25	16112499	R-9	Interior de Planta	86.8	49.6	63.9	0260524	8718772	111
2016-11-25	13:50-14:05	16112500	R-10	Interior de Planta	91.9	42.9	65.8	0260534	8718654	120

**Observaciones :**

R-1	Tránsito de vehiculos por la puerta principal.
R-2	Tránsito ocasional de vehiculos.
R-3	Tránsito de camiones por puerta lateral.
R-4	Ruido de maquinas de molienda. Ruido de trabajadores.
R-5	Ruido de trabajadores en la labor.
R-6	Ruido de trabajadores en la labor.
R-7	Tránsito continuo de camiones.
R-8	Tránsito ocasional de vehiculos.
R-9	Tránsito de vehiculos. Ruido de trabajadores cargando ladrillos.
R-10	Ruido de faja transportadora.

Lima, 14 de Diciembre del 2016

  
Quilm. Belbeth Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

## INFORME DE ENSAYO N° 107691-2016 CON VALOR OFICIAL

<b>RAZÓN SOCIAL</b>	: SERV GOLD S.A.C.
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: PARC I MZA. F3 LOTE 12 URB. EL PINAR 1ER SCTR (CDRA. 18 Y 19 RETABLO - AV. LOS INCAS) COMAS - LIMA - LIMA
<b>SOLICITADO POR</b>	: JORGE CAPUÑAY, YESELIN DIAZ TORIBIO
<b>REFERENCIA</b>	: MONITOREO AMBIENTAL (2° SEMESTRE - 2016) - LADRILLERA "SAN LORENZO"
<b>PROCEDENCIA</b>	: AUCALLAMA - HUARAL - LIMA
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>	: 2016-11-25
<b>FECHA DE INICIO DE ENSAYOS</b>	: 2016-11-25
<b>MUESTREO POR</b>	: SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C. <sup>(1)</sup>

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )	EPA CTM 030 Revisión 7 (1997) : Determination of Nitrogen Oxides, Carbon Monoxide, and Oxygen Emissions from Natural Gas-Fired Engines, Boilers and Process Heaters Using Portable Analyzers.	0.4 <sup>(a)</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> (NO)		2 <sup>(a)</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
CO		2 <sup>(a)</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
O <sub>2</sub>		0.1 <sup>(a)</sup>	%
Dióxido de azufre en emisiones (SO <sub>2</sub> )	EPA-40 CFR, Appendix A-4 to Part 60. Method 6C. Determination of sulfur dioxide emissions from stationary sources (instrumental analyzer procedure). 1997.	4 <sup>(a)</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Material particulado en emisiones	EPA-40 CFR, Appendix A-3 to Part 60. Method 5. Determination of Particulate Matter Emissions from Stationary Sources. 2014.	0.37	mg/Nm <sup>3</sup>
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) en emisiones	EPA-40 CFR, Appendix A-4 to Part 60. Method 6. Determination of Sulfur Dioxide Emissions from Stationary Sources. 2014.	13.6	mg/m <sup>3</sup>

L.C.: Límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 107691 y procedimiento PL-009.

(a) Expresado como límite de detección del método.

  
Quim. Belbeth A. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF, 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana  
OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.  
Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 1 de 4

## INFORME DE ENSAYO N° 107691-2016 CON VALOR OFICIAL

### II . RESULTADOS

EMISIONES GASEOSAS				
<b>CÓDIGO DE LABORATORIO</b>	16112424			
<b>Estación de Muestreo</b>	EG-01			
<b>Coordenadas (UTM) WGS 84 18L</b>	E: 0260470 N:8718622			
<b>Descripción de procedencia de la muestra</b>	CHIMENEA N°3			
<b>Fecha y hora de muestreo</b>	25/11/2016 11:50			
<b>Parámetros Atmosféricos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados</b>		
Temperatura Ambiente	°C	24.8		
Presión atmosférica	mBar	1000.3		
<b>Parámetros de la Fuente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados</b>		
Altura del conducto	m	8.0		
Diámetro interno	m	0.3		
Área del conducto	m <sup>2</sup>	0.05		
Velocidad de gases	m / s	15.3		
Temperatura de salida	°C	145.8		
Temperatura de salida	°K	419.0		
Caudal volumétrico en conducto	m <sup>3</sup> /s	0.7		
Caudal volumétrico en condiciones normales **	Nm <sup>3</sup> /s	0.5		
<b>Parámetros Analizados (Emisiones)</b>	<b>Unidad</b>	<b>Concentración no corregida</b>	<b>Concentración corregida 11% O<sub>2</sub></b>	<b>Caudal máscico (mg/s)</b>
*Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub>	%	0.0	0.0	---
Oxígeno O <sub>2</sub>	%	20.2	20.2	---
Monóxido de Carbono CO	mg/Nm <sup>3</sup>	70.8	987.6	476
Oxidos de Nitrógeno NO <sub>x</sub> - NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	75.0	1045.2	504
Dioxido de Azufre SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	<4	<4	---
Monóxido de Nitrógeno	mg/Nm <sup>3</sup>	48.2	672.3	324.1
Dióxido de Nitrógeno	mg/Nm <sup>3</sup>	1.0	14.3	6.9

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

\*\* Los resultados están expresados a 0 °C, 1013.25 mBar y 11% O<sub>2</sub>

  
Quím. Belbeth Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF, 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana  
OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.  
Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 2 de 4



## INFORME DE ENSAYO N° 107691-2016 CON VALOR OFICIAL

### II . RESULTADOS

MATERIAL PARTICULADO EN EMISIONES		
CÓDIGO DE LABORATORIO	16112424	
Estación de Muestreo	EG-01	
Coordenadas (UTM) WGS 84 18L	E: 0260470 N:8718622	
Descripción de procedencia de la muestra	CHIMENEA N°3	
Fecha y hora de muestreo	25/11/2016 11:50	
Parámetros Atmosféricos	Unidad	Resultados
Temperatura Ambiente	°C	24.8
Presión atmosférica	mBar	1000.3
Parámetros de la Fuente	Unidad	Resultados
Altura del conducto	m	8.0
Diámetro interno	m	0.3
Área del conducto	m <sup>2</sup>	0.05
Velocidad promedio de emision	m / s	5.77
Temperatura promedio de salida	°K	423.0
Caudal volumétrico en conducto	m <sup>3</sup> / s	4.0
Caudal volumétrico en condiciones normales	Nm <sup>3</sup> / s	2.6
Volumen de muestra	Nm <sup>3</sup>	1.31
Porcentaje de oxígeno	%	20.2
Parámetros Analizados (Emisiones)	Unidad	Resultados
Material particulado en emisiones	mg/Nm <sup>3</sup>	46.9
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) en emisiones	mg/Nm <sup>3</sup>	<13.6

  
**Quim. Belbeth Y. Fajardo León**  
 Director Técnico  
 C.Q.P. N° 648  
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana  
**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.  
 Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 3 de 4

## INFORME DE ENSAYO N° 107691-2016 CON VALOR OFICIAL

**II . RESULTADOS**

**ESTACIÓN DE MUESTREO: EG-01**

testo 350 Box #4 V1. 12 02818404/USA		testo 350 Box #4 V1. 12 02818404/USA		testo 350 Box #4 V1. 12 02818404/USA	
SAG SAC KALLPA		SAG SAC KALLPA		SAG SAC KALLPA	
Protocolo Situación: EG-01 SERGOLD		Protocolo Situación: EG-01 SERGOLD		Protocolo Situación: EG-01 SERGOLD	
Combustible: Biomasa 5 CO2Máx: 15.4 %		Combustible: Biomasa 5 CO2Máx: 15.4 %		Combustible: Biomasa 5 CO2Máx: 15.4 %	
25. 11. 2016 13:39:54		25. 11. 2016 13:41:50		25. 11. 2016 13:45:14	
PdC + m/s	0.37 inW Δp1	PdC + m/s	0.42 inW Δp1	PdC + m/s	0.39 inW Δp1
14.7 m/s Velocidad	15.8 m/s Velocidad	15.3 m/s Velocidad	145.5 °C Temp. PDC's	146.0 °C Temp. PDC's	146.0 °C Temp. PDC's
20.16 % O2	20.19 % O2	20.21 % O2	61 ppm CO	55 ppm CO	54 ppm CO
--- % CO2</td <td>---<!-- % CO2</td--> <td>---<!-- % CO2</td--> <td>36.5 ppm NOx</td> <td>36 ppm NOx</td> <td>36.5 ppm NOx</td> </td></td>	--- % CO2</td <td>---<!-- % CO2</td--> <td>36.5 ppm NOx</td> <td>36 ppm NOx</td> <td>36.5 ppm NOx</td> </td>	--- % CO2</td <td>36.5 ppm NOx</td> <td>36 ppm NOx</td> <td>36.5 ppm NOx</td>	36.5 ppm NOx	36 ppm NOx	36.5 ppm NOx
36.5 ppm NOx	36 ppm NOx	36 ppm NOx	0.5 ppm NO2	1 ppm SO2	0.5 ppm NO2
--- % REN</td <td>---<!-- % REN</td--> <td>---<!-- % REN</td--> <td>3.9 ppm H2S</td> <td>4.3 ppm H2S</td> <td>4.6 ppm H2S</td> </td></td>	--- % REN</td <td>---<!-- % REN</td--> <td>3.9 ppm H2S</td> <td>4.3 ppm H2S</td> <td>4.6 ppm H2S</td> </td>	--- % REN</td <td>3.9 ppm H2S</td> <td>4.3 ppm H2S</td> <td>4.6 ppm H2S</td>	3.9 ppm H2S	4.3 ppm H2S	4.6 ppm H2S
--- % Aire ext.</td <td>---<!-- % Aire ext.</td--> <td>---<!-- % Aire ext.</td--> <td>---<!-- % qA</td--> <td>---<!-- % qA</td--> <td>---<!-- % qA</td--> </td></td></td></td></td>	--- % Aire ext.</td <td>---<!-- % Aire ext.</td--> <td>---<!-- % qA</td--> <td>---<!-- % qA</td--> <td>---<!-- % qA</td--> </td></td></td></td>	--- % Aire ext.</td <td>---<!-- % qA</td--> <td>---<!-- % qA</td--> <td>---<!-- % qA</td--> </td></td></td>	--- % qA</td <td>---<!-- % qA</td--> <td>---<!-- % qA</td--> </td></td>	--- % qA</td <td>---<!-- % qA</td--> </td>	--- % qA</td
0.97 l/min Caudal bom.	0.99 l/min Caudal bom.	0.99 l/min Caudal bom.	24.6 °C Temp. Amb.	25.5 °C Temp. Amb.	24.3 °C Temp. Amb.
12 m³/s Caudal	13 m³/s Caudal	13 m³/s Caudal	12 m³/s Caudal	12 m³/s Caudal	12 m³/s Caudal

Lima, 16 de Diciembre del 2016

  
**Quim. Belbén Y. Fajardo León**  
 Director Técnico  
 C.Q.P. N° 648

**Servicios Analíticos Generales S.A.C.**

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. **EPA:** U.S. Environmental Protection Agency. **ASTM:** American Society for Testing and Materials. **NTP:** Norma Técnica Peruana  
**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.  
 Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

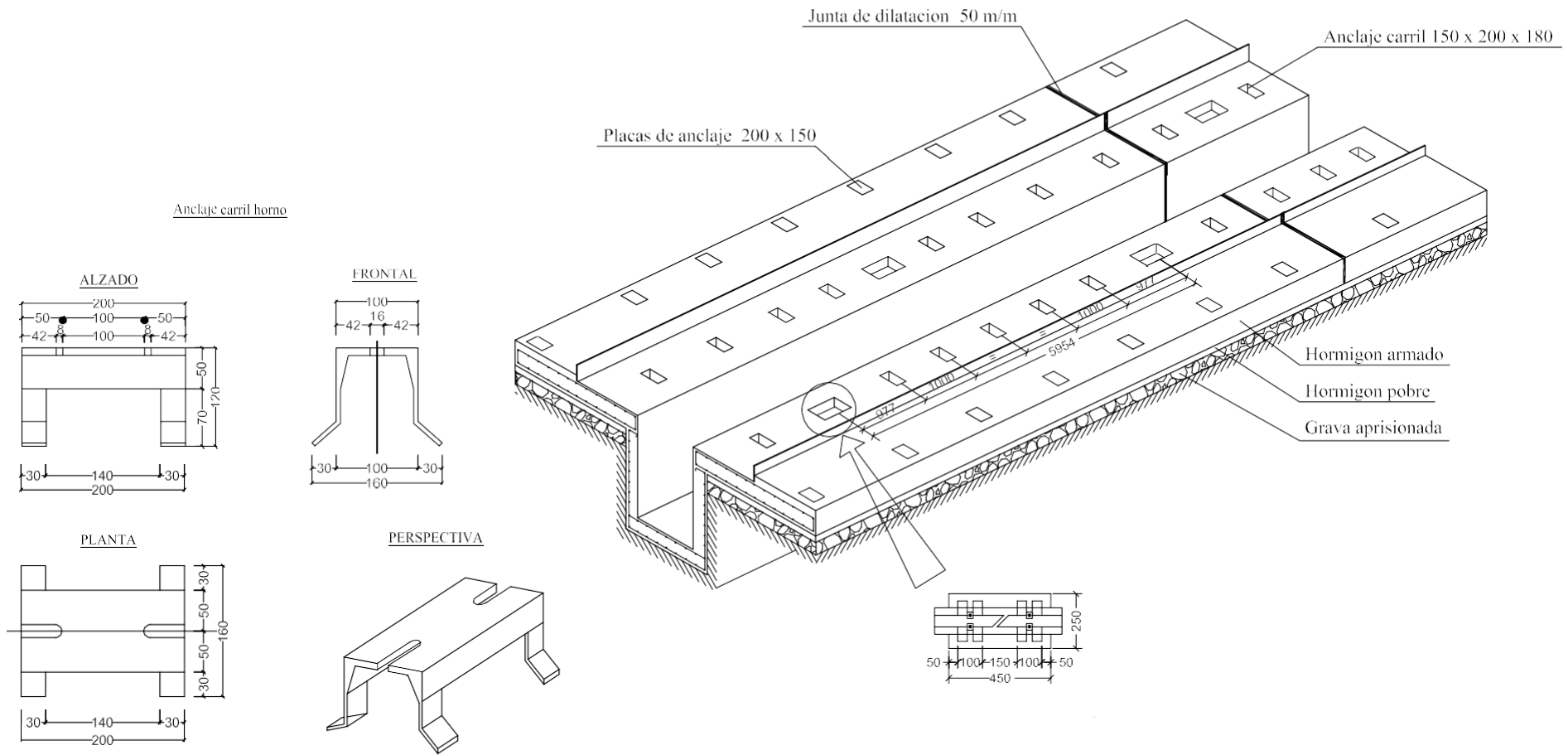
**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

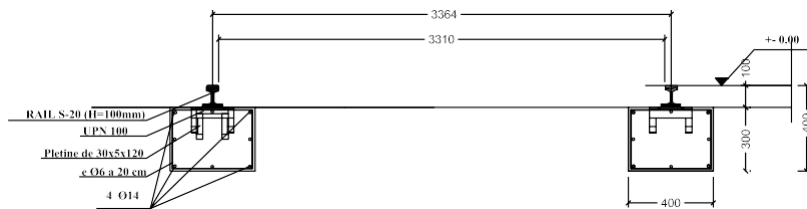
Página 4 de 4

Observacion: Esta es una perspectiva solo de orientacion

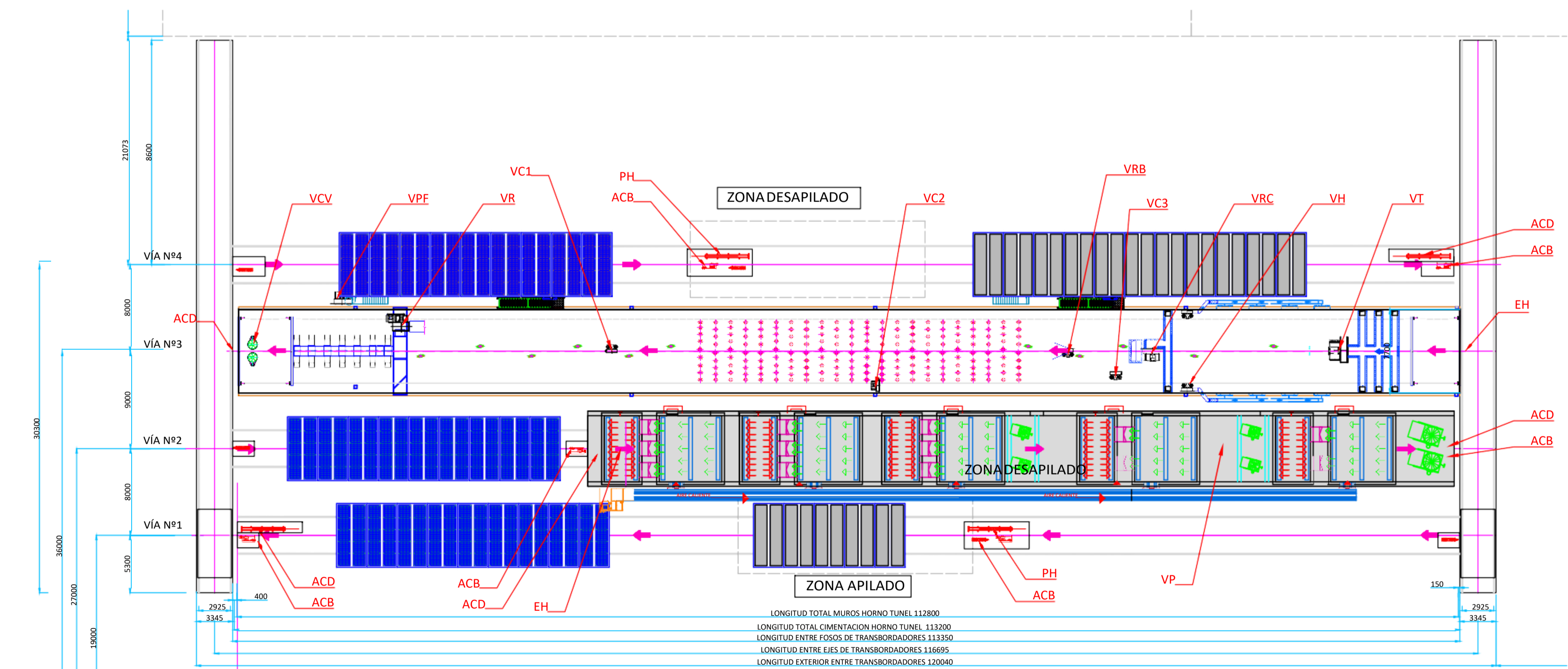
PERSPECTIVA DE CIMENTACION ZONA DE FOSO DE REGISTRO



DISTANCIAS ENTRE VIAS



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO			
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL			
TRABAJO MONOGRÁFICO PROPUESTA PARA LA MITIGACIÓN DEL NIVEL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA			
<b>DETALLE DE CIMENTACIÓN DE LA PLANTA HORNO TÚNEL</b>			
FUENTE: LADRILLERA SAN LORENZO S.A.C. ESCALA: 1/500	ELABORADO POR: Bach. Susanibar Huamán, Daniel Alexander	REVISADO POR: Mg. Sc. Cesar Muñoz Ortega	PLANO N°: 07



LONGITUD TOTAL MUROS HORNO TUNEL 112800  
 LONGITUD TOTAL CIMENTACION HORNO TUNEL 113200  
 LONGITUD ENTRE FOSOS DE TRANSBORDADORES 113350  
 LONGITUD ENTRE EJES DE TRANSBORDADORES 116695  
 LONGITUD EXTERIOR ENTRE TRANSBORDADORES 120040

LEYENDA DE PREVISION POTENCIA VENTILADORES HORNO TUNEL		
SIGLAS	DENOMINACION	POTENCIA (KW)
VT	VENTILADOR DE TIBIO	18.50
VHM	VENTILADOR DE HOMOGENEIZACION	7.00
VRC	VENTILADOR RECIRCULACION	25.00
VRB	VENTILADOR REFRIGERACION BOVEDA	15.00
VC1	VENTILADOR COMBURENTE 1	7.50
VC2	VENTILADOR COMBURENTE 2	18.50
VC3	VENTILADOR COMBURENTE 3	15.00
VFP	VENTILADOR PRESURIZACION FOSO	16.00
VR	VENTILADOR RECUPERACION	32.50
VCV	VENTILADOR CONTRAVEC	18.50
TOTAL PREVISION		153.00

LEYENDA PREVISION POTENCIA VENTILADORES PREHORNO		
SIGLAS	DENOMINACION	POTENCIA (KW)
VP	VENTILADORES PREHORNO	120.00

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

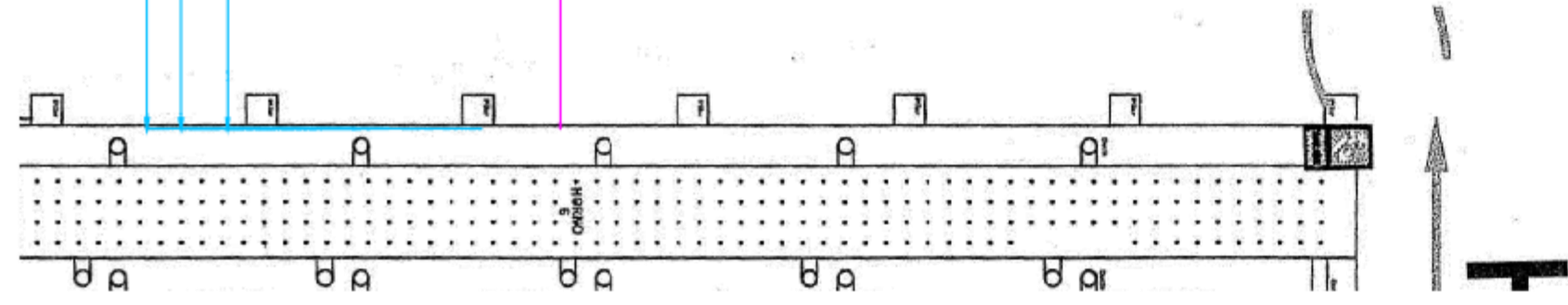
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO MONOGRÁFICO

PROPUESTA PARA LA MITIGACIÓN DEL NIVEL DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA

**DISEÑO DE LA PLANTA HORNO TUNEL**

FUENTE: LADRILLERA SAN LORENZO S.A.C.	ELABORADO POR: Bach. Susanibar Huamán, Daniel Alexander	REVISADO POR: Mg. Sc. Cesar Muñoz Ortega	PLANO N°: 08
ESCALA: 1/500			



## 4. INSTRUCCIONES DE UTILIZACIÓN

### 4.1 DESCRIPCIÓN - FUNCIONAMIENTO

El quemador de gas "JET" es un quemador de alta velocidad de salida : 260 m/s a la potencia máxima. Ha sido creado por CERIC para mejorar las calidades de cocción. Equipa también la zonas de quemadores antifuego de modo que mejore la subida en temperatura.

Su cuerpo de acero refractario tiene más ventajas que la abertura lateral de refractario denso y debido a su enfriamiento por aire, protege de manera eficaz las mamposterías.

Es un quemador de alto rendimiento, totalmente metálico de encendido directo. El sistema de circulación del aire alrededor de la abertura lateral permite el enfriamiento de la envoltura doble, este aire sirve luego de comburente para la combustión de gas (D1). Su combustión escalonada permite la reducción de producción de gas (D1). Su combustión escalonada permite la reducción de producción de Nox.

Este quemador permite el encendido de los hornos sin hogar anexo y autoriza el re arranque de los hornos después de una parada prolongada. La vigilancia de la llama le confiere una total seguridad de utilización durante el encendido y luego durante su funcionamiento.

El quemador "JET" CERIC puede funcionar o en todo o en poco, o en progresivo. Su gran flexibilidad permite la utilización de diferentes gases de baja o alta presión (véase cuadro) pero los equipos asociados deben estudiarse por consecuencia.

### 4.2 INSTRUCCIONES DE CONDUCTA



Antes cualquier intervención sobre el quemador, es imprescindible volver a leer y aplicar las consignas de seguridad siguientes.

#### 4.2.1 CONSIGNAS DE SEGURIDAD

El mantenimiento y la utilización del quemador y de sus equipos asociados están reservados exclusivamente a un personal calificado.

El Operador averiguará antes de una intervención :

- La presencia y el emplazamiento de las válvulas de parada de quemadores y de la válvula de seccionamiento general de la red para poder intervenir rápidamente en caso de peligro.
- Que todos los componentes están instalados como están representados y descritos en los planos de instalación de los equipos de combustión tanto como en las presentes instrucciones de utilización.
- Que las características del combustible (tipo de gas, presión, etc....) corresponden a las características para las cuales el equipo ha sido definido.
- Que todas las conexiones eléctricas están en buen estado y que las tuberías son estanques.

#### 4.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO

Dispositivo de vigilancia de llama para el funcionamiento continuo.

Cuando el ciclo de funcionamiento es superior a 24 horas, una parada quemador diaria debe ser programada por el usuario (durante el ciclo de re arranque, la seguridad intrínseca de la detección de llama está verificada por el cofre. La estanquidad de las válvulas de seguridad está ensayada cuando el cofre efectúa la detección de llama prohibida durante la parada del quemador).

La seguridad de utilización del quemador depende del respecto de las instrucciones generales de los equipos térmicos industriales de combustión definidas en las reglas de prevención de los accidentes aplicables en el país utilizador.

Fuera de estas exigencias, le recordamos a continuación los principios generales a aplicar fuera de la utilización del quemador :

- Está prohibido utilizar el quemador sin vigilancia de llama en los hogares cuya temperatura de muros es inferior a 750° C.
- El quemador solo puede ser arrancado cuando han sido verificadas las buenas condiciones de servicio del gas, del aire, de la extracción de humos, del equipo y de su hogar.

Cuando todas las verificaciones hayan sido efectuadas, un cofre de seguridad certificado y propio a cada quemador debe asegurar el pilotaje del encendido y la vigilancia del quemador durante su explotación :

#### **Encendido automático**

- Barrido de aire suficiente para asegurar la combustión en posición de encendido.
- Puesta en alta tensión del electrodo de encendido.
- Abertura de la válvula de gas en caudal de encendido
- Verificación del encendido correcto de la mezcla aire gas.
- Mantenimiento de la alimentación en aire y gas y vigilancia de la combustión efectiva.

Cuando estas condiciones están alcanzadas, entonces es posible pasar en modo regulación. A no ser, la alimentación en gas se cierra automáticamente y un nuevo proceso tendrá que estar lanzado de nuevo. (tres ensayos pueden ser intentados al encendido antes de la puesta en posición de seguridad pero solo una vez tras defecto de llama).

#### **Funcionamiento después del encendido**

Cuando el encendido es efectivo, el pilotaje de la velocidad del quemador necesario a la regulación está entonces pendiente del proceso. Pero la seguridad sigue siendo independiente de la regulación. En caso de defecto de una de las condiciones de seguridad necesarias al encendido, la alimentación en gas está cerrada automáticamente y un nuevo proceso de encendido tendrá que ser lanzado tras supresión del defecto.

#### **4.2.3 PUESTA EN SERVICIO**



- Antes de la puesta en servicio, volver a leer y aplicar las consignas de seguridad y el proceso de funcionamiento.
- Regular los caudales de aire y de gas para cada quemador antes de lanzar el encendido. A título indicativo, la presión de aire necesaria en posición de encendido es de mas o menos 200 mmCE, la de los gases debe ser adoptada en consecuencia.
- La mise en servicio general del horno puede efectuarse después tener ensayado independientemente en modo manual el bueno funcionamiento de cada quemador.
- Cuando todos los ensayos fueron efectuados y que las condiciones están requeridas, poner en automático según el modo operatorio del proceso.

#### **4.3 INSTRUCCIONES DE REGULACIÓN**

La potencia térmica del quemador depende pos supuesto de la cantidad de combustible utilizado, esta cantidad variando según la presión de alimentación y del diámetro del surtidor.

##### Ejemplo :

caso N° 1 a continuación los reglajes están comunicados por la potencia térmica máxima del quemador.

caso N° 2 ilustra un campo de utilización posible con una presión de gas mas débil.

	<u>CASO N° 1</u>	<u>CASO N° 2</u>
• Potencia térmica máxima	175 kW	116 kW
• Potencia térmica mínima	50 kW	23 kW
• Potencia térmica máxma	150 Th/h	95 Th/h
• Potencia térmica mínima	43 Th/h	20 Th/h
• Presión maxi gas	1,50 Bar	0,090 Bar
• Presión mini gas	0,20 Bar	0,020 bar
• Presión maxi aire al quemador	0,100 Bar	0,065 Bar
• Presión mini aire al quemador	0,018 Bar	0,018 Bar
• Caudal maxi de aire	160 Nm3/h	130 Nm3/h
• Temperatura maxi de los gases (10 % exceso de aire)	1550 °C	1550 °C
• Temperatura maxi del aire de combustión	50 °C	50 °C
• Diámetro maxi del surtidor	3,2 mm	7 mm
• Diámetro mini del surtidor	2 mm	5 mm

El ábaco de preselección permite la determinación rápida del Ø del surtidor mas adaptado en función del par "coeficiente de ventilación/potencia en kW" deseado. Esto para los casos de utilización los mas corrientes.

Sobre las curvas de potencia térmica (adjuntas en anexo) que son en función :

- del PCI del gas utilizado
- del Ø del surtidor instalado
- de la presión del gas mas arriba del surtidor.
- de la presión de aire al nivel del tornillo de toma de presión (marca 23)

Es también posible conocer para cada uno las regulaciones seleccionadas :

- la velocidad teórica de los gases en salida quemador.
- la temperatura teórica de combustión interna
- el coeficiente de ventilación.

Ejemplo :

datos		- gas	:	Mar del Norte
		- potencia deseada	:	60 kW
		- temperatura de llama	:	mas o menos 1200 °C
Resultados		- Ø surtidor	:	2,6 mm
		- presión de aire	:	180 mm CE
		- presión de gas	:	470 m bar
		- coeficiente de ventilación	:	2,1

## 7. CURVAS CARACTERÍSTICAS

A cada hoja corresponde :

- un tipo de gas : gas natural (mar del norte) o gas rico (propano), etc....
- un diámetro de surtidor : 2, 2.6 y 3.2 mm, etc....

Según la presión de aire (en mmCE) y de la presión de gas (en mbar) impuestos al quemador, la lectura de las curvas nos permite conocer :

- el coeficiente de ventilación,
- la potencia en kW,
- la temperatura teórica de llama,
- la velocidad de los gases en la salida del quemador.

El ábaco de preselección permite determinar rápidamente el diámetro del surtidor más adaptado según el par "coeficiente de ventilación / potencia en kW" deseada.

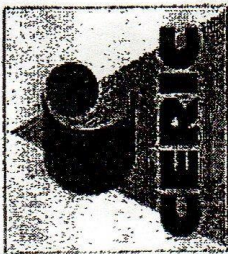
Otras curvas relativas a :

- los gases : gas natural (gas de Argelia y groninco), butano y un gas pobre, etc....
- los diámetros del surtidor : 2.4, 2.8, 3.6 y 4 mm, etc....

están disponibles a petición.



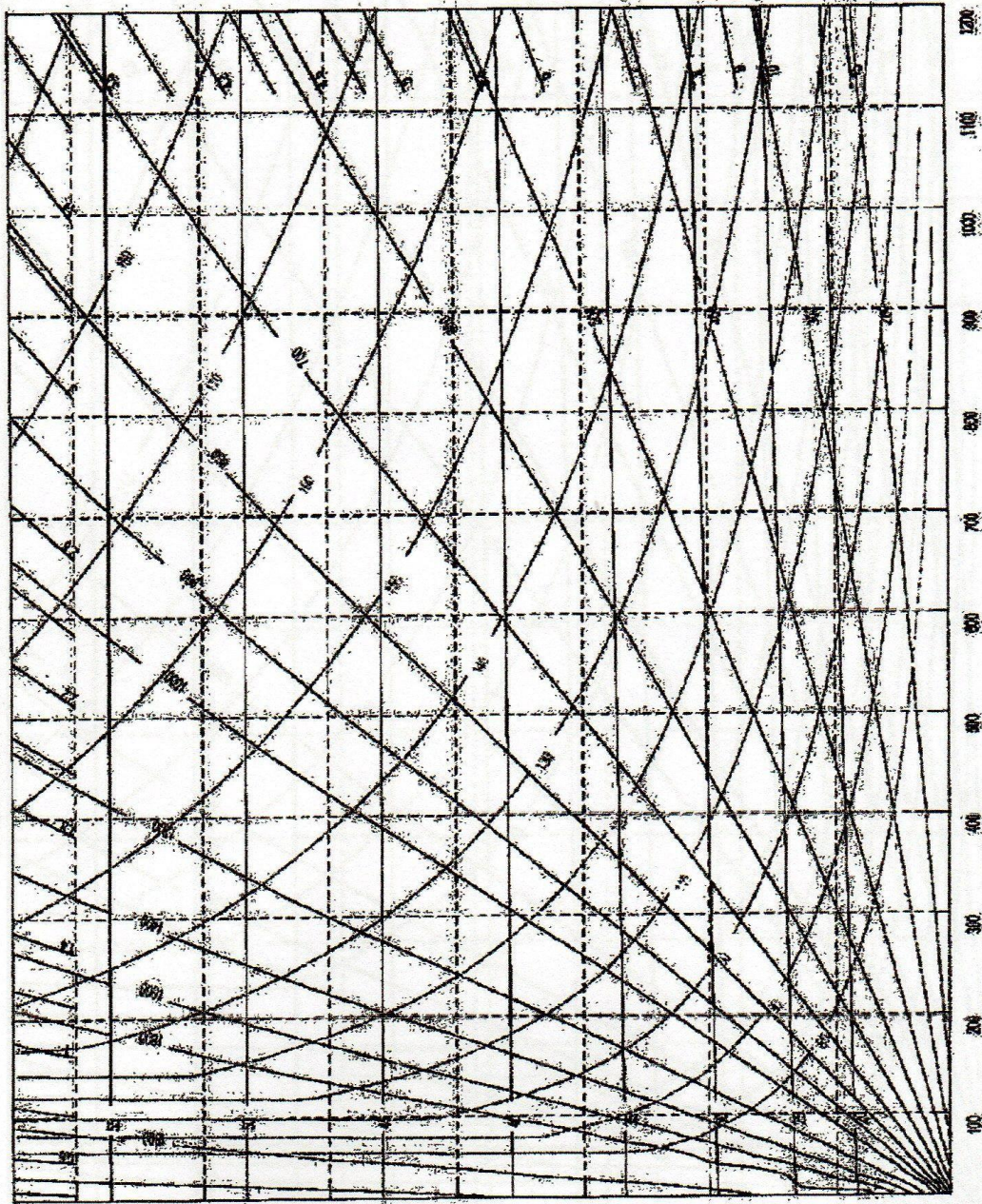
**BKULEUR JET CERIC 150**  
 PCI=8.776 th/Nm<sup>3</sup>



**QUEMADOR JET CERIC 150**  
 PCI=8.776 th / Nm<sup>3</sup>

**Diamètre d'injecteur : 2 mm**

**Diamètre de injecteur : 2 mm**



- Coeficiente de ventilación
- Potencia, en KW
- Temperatura teórica de llama
- velocidad de los gases (salida de quemador), en m/s

**Presión d'air en mmCE**

**Presión de aire en mmCE**

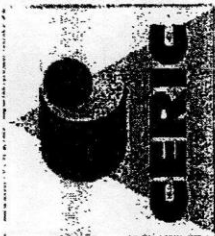
**Presión de gas en mbar**

**Presión de gas en mbar**

— Coefficient d'aération ———— Température théorique de flamme.

— Puissance, en KW. ———— Vitesse des gaz (sortie de brûleur), en m/s.

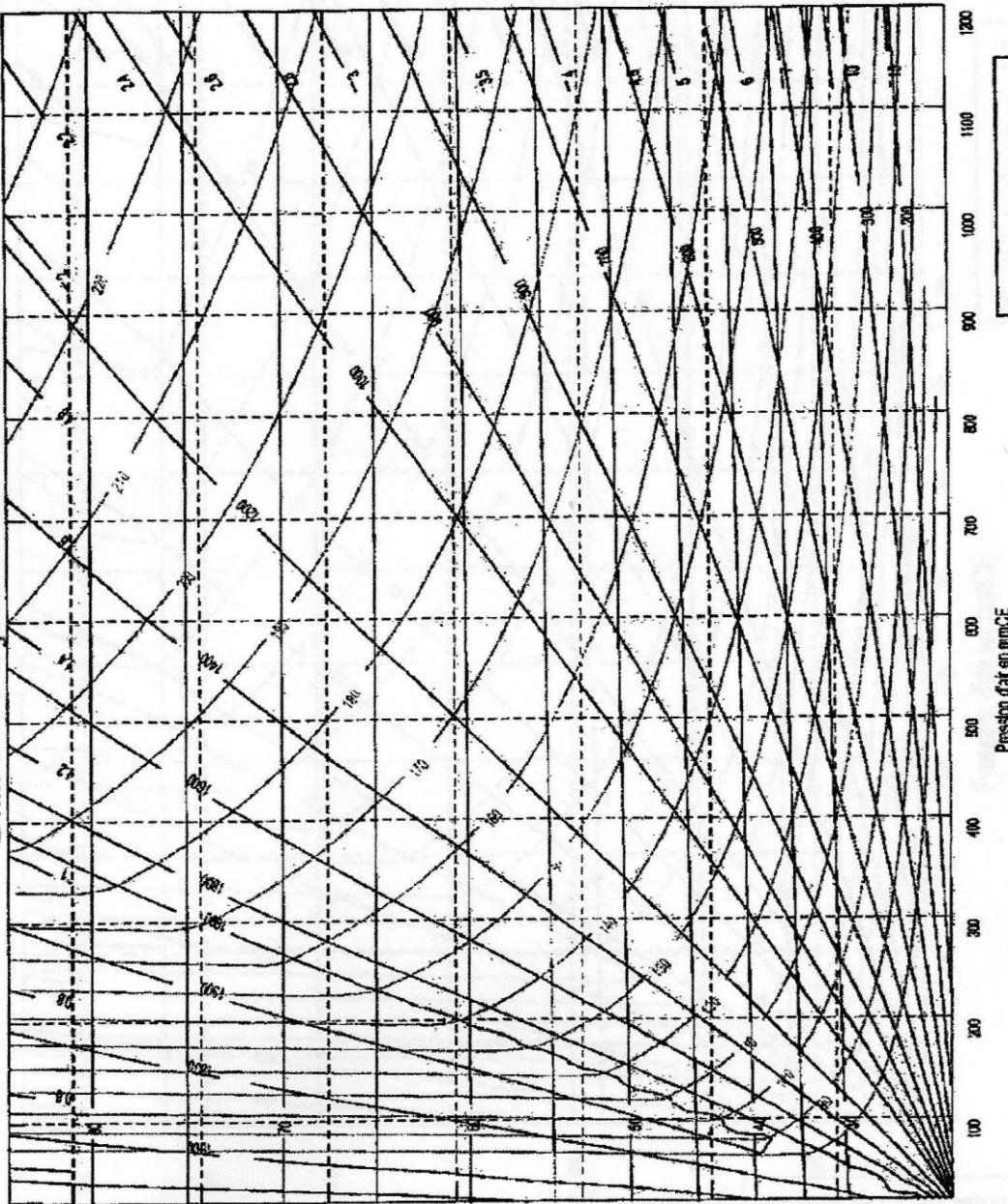
**BRULEUR JET CERIC 150**  
 PCI=8.776 th/Nm<sup>3</sup>



**QUEMADOR JET**  
**CERIC 150 PCI=8.776**

Diámetro de inyector : 2.4 mm

Diámetro d'injecteur : 2.4 mm



Presión de aire en mmCE

Presión d'air en mmCE

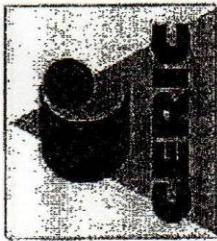
Presión de gas en mbar

- Coeficiente de ventilación
- Potencia, en KW
- Temperatura teórica de llama
- velocidad de los gases (salida de quemador), en m/s

— Coefficient d'aération. — Température théorique de flamme.

— Puissance, en KW. — Vitesse des gaz (sortie de brûleur), en m/s.

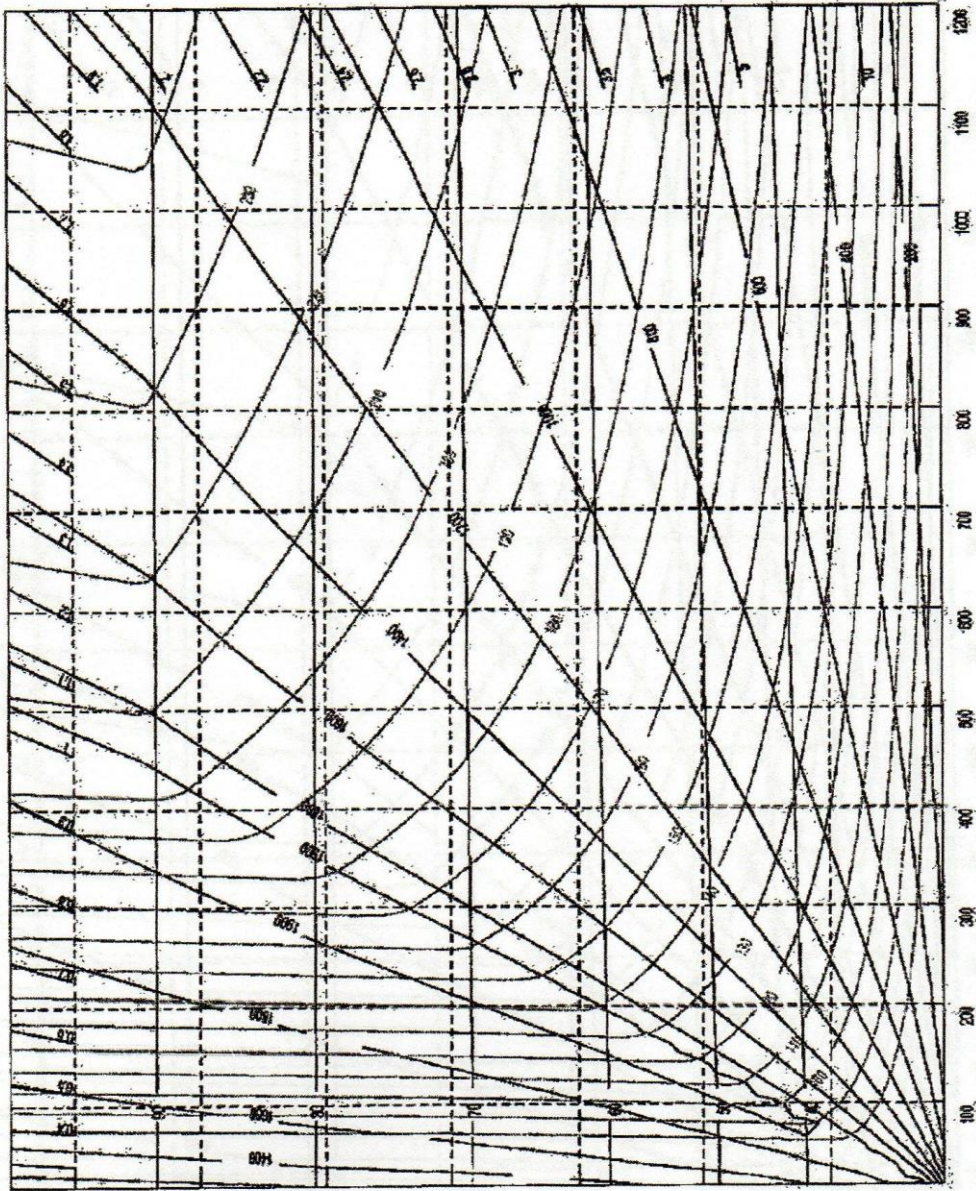
**BRULEUR JET CERIC 150**  
 PCI=8.776 th/Nm<sup>3</sup>



**QUEMADOR JET CERIC 150**  
 PCI=8.776 th/Nm<sup>3</sup>

**Diámetro de inyector 2.6 mm**

**Diámetro d'injecteur : 2.6 mm**



- Coeficiente de ventilación
- Potencia, en KW
- Temperatura teórica de llama
- velocidad de los gases (salida de quemador), en m/s

**Presión de aire en mmCE**

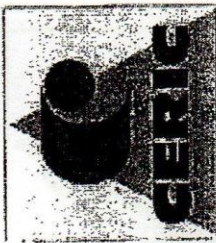
**Presión d'air en mmCE**

**Presión de gas en mbar**

**Presión de gaz en mbar**

- Coeficient d'aération.
- Température théorique de flamme.
- Puissance, en KW.
- Vitesse des gaz (sortie de brûleur), en m/s.

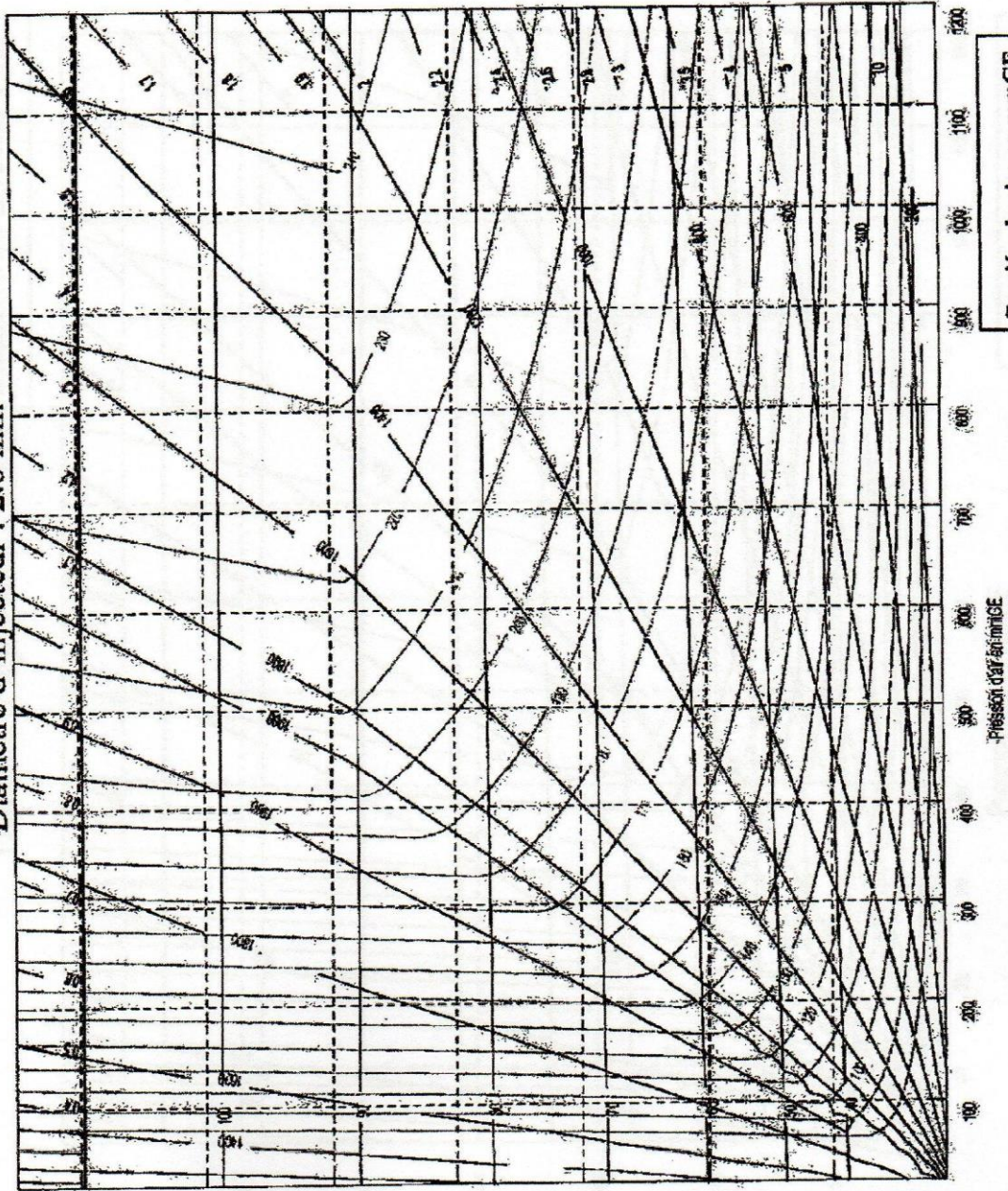
**BRÛLEUR JET CERIC 150**  
 PCI=8.776 th/Nm<sup>3</sup>



**QUEMADOR JET CERIC 150**

**Diámetro de inyector : 2.8 mm**

**Diámetro d'injecteur : 2.8 mm**



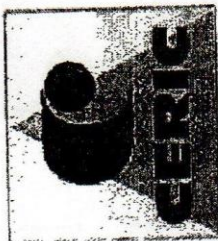
**Presión de aire en mmCE**

- Coeficiente de ventilación
- Potencia, en KW
- Temperatura teórica de llama
- velocidad de los gases (salida de quemador), en m/s

— Coefficient d'aération, — Température théorique de flamme.

— Puissance, en KW. — Vitesse des gaz (sortie de brûleur), en m/s.

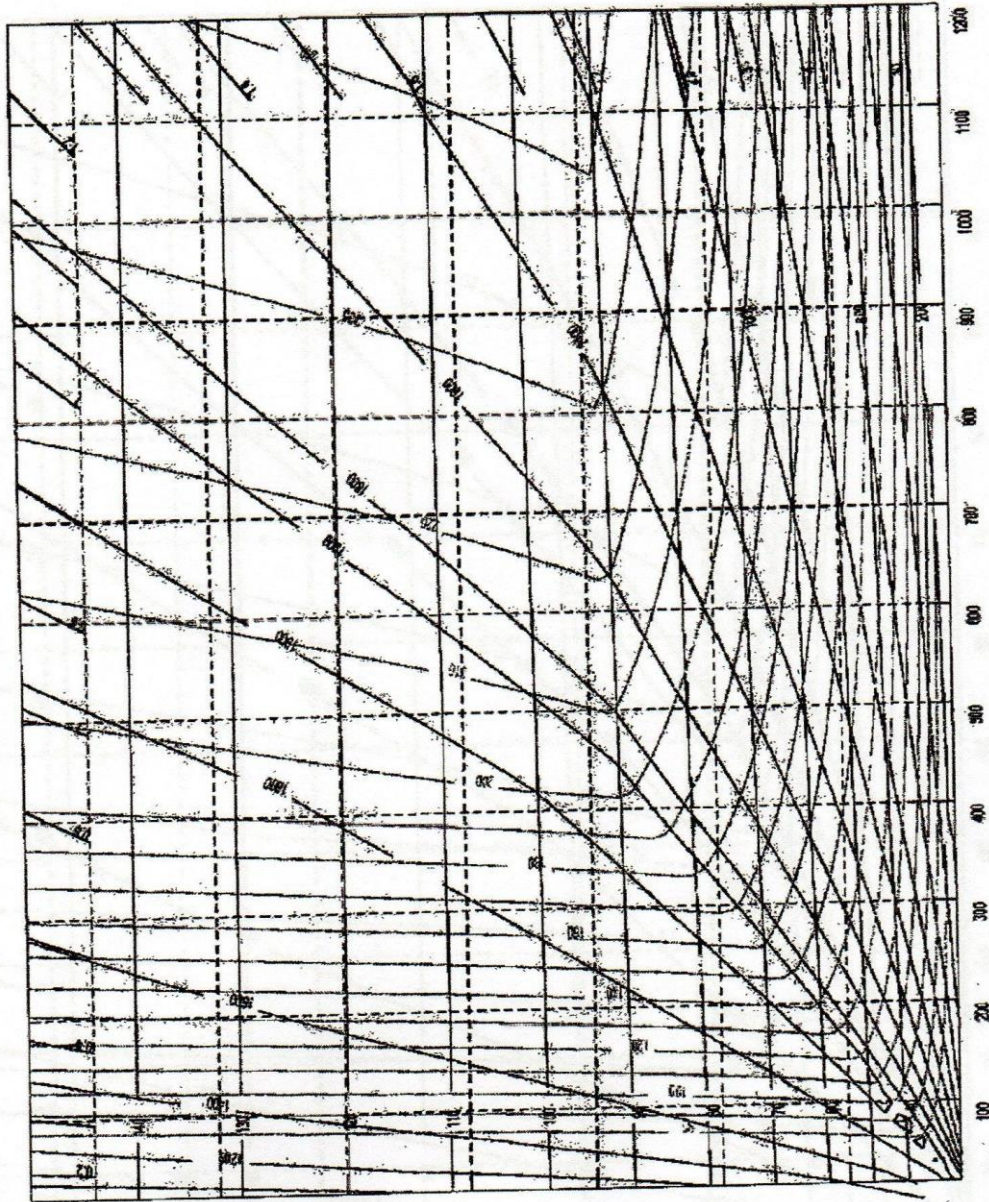
**BRULEUR JET CERIC 150**  
 PCI=8.776 th/Nm<sup>3</sup>



**QUEMADOR JET CERIC 150**  
 PCI=8.776 th/Nm<sup>3</sup>

**Diámetro de inyector : 3.2**

**Diámetro d'injecteur : 3.2 mm.**



**Presión de aire en mmCE**

**Presión d'air en mmCE**

**Presión de gas en mbar**

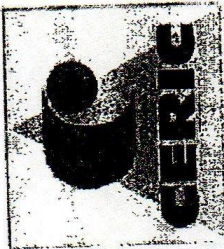
**Presión de gas en mbar**

- Coeficiente de ventilación
- Potencia, en KW
- Temperatura teórica de llama
- velocidad de los gases (salida de quemador), en m/s

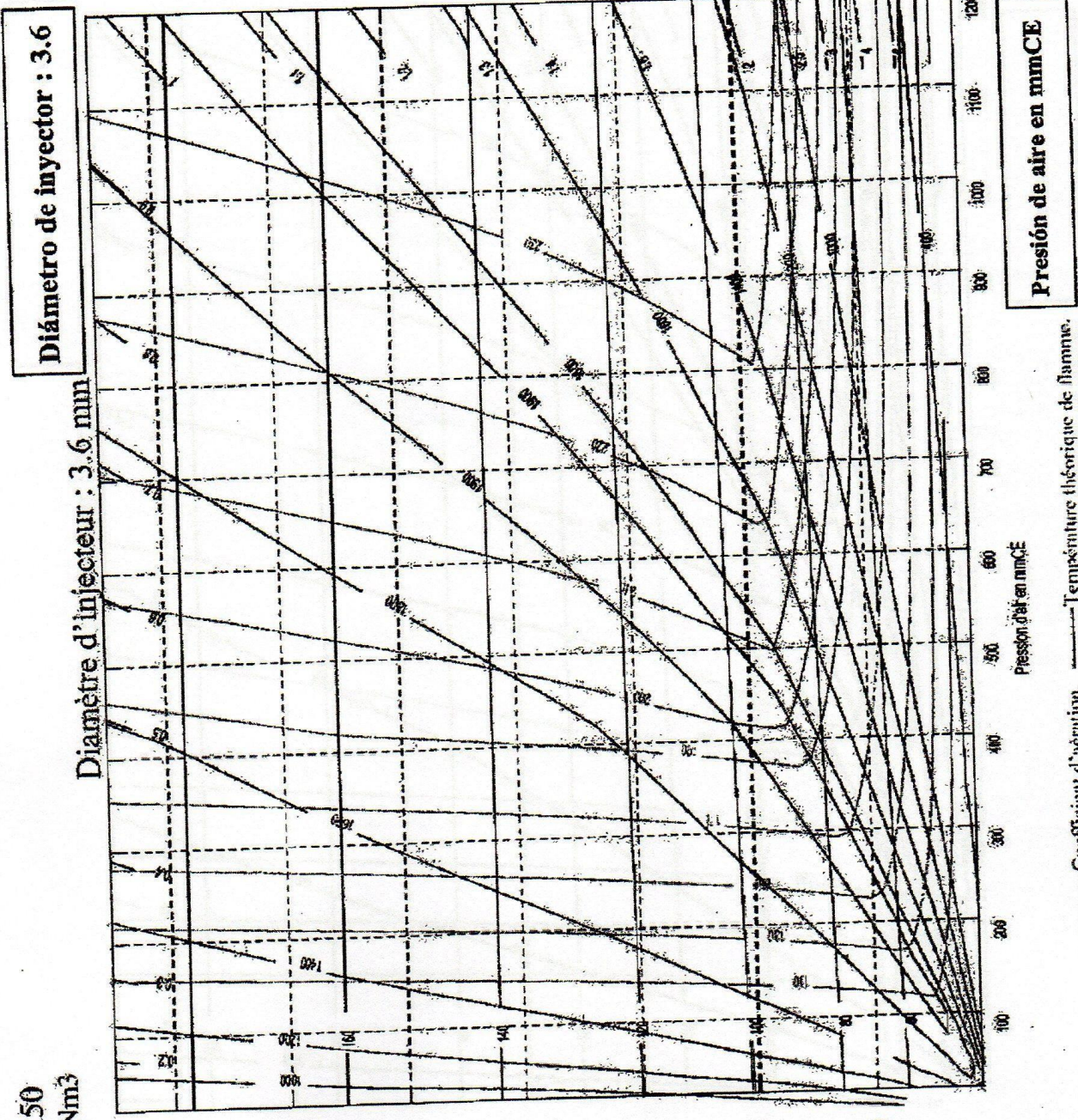
— Coefficient d'aération. ———— Temperature théorique de flamme.

— Puissance, en KW. ———— Vitesse des gaz (sortie de brûleur), en m/s.

**BRULEUR JET CERIC 150**  
 PCI=8.776 th/Nm<sup>3</sup>



**QUEMADOR JET CERIC 150**



**Diámetro de inyector : 3.6**

**Diámetro d'injecteur : 3.6 mm**

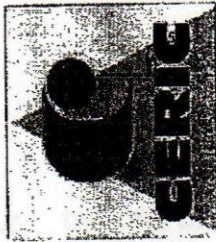
**Presión de aire en mmCE**

**Presión de gas en**

- Coeficiente de ventilación
- Potencia, en KW
- ..... Temperatura teórica de llama
- .-.- velocidad de los gases (salida de quemador), en m/s

- Coefficient d'aération.
- Température théorique de flamme.
- .-.- Vitesse des gaz (sortie de brûleur), en m/s.

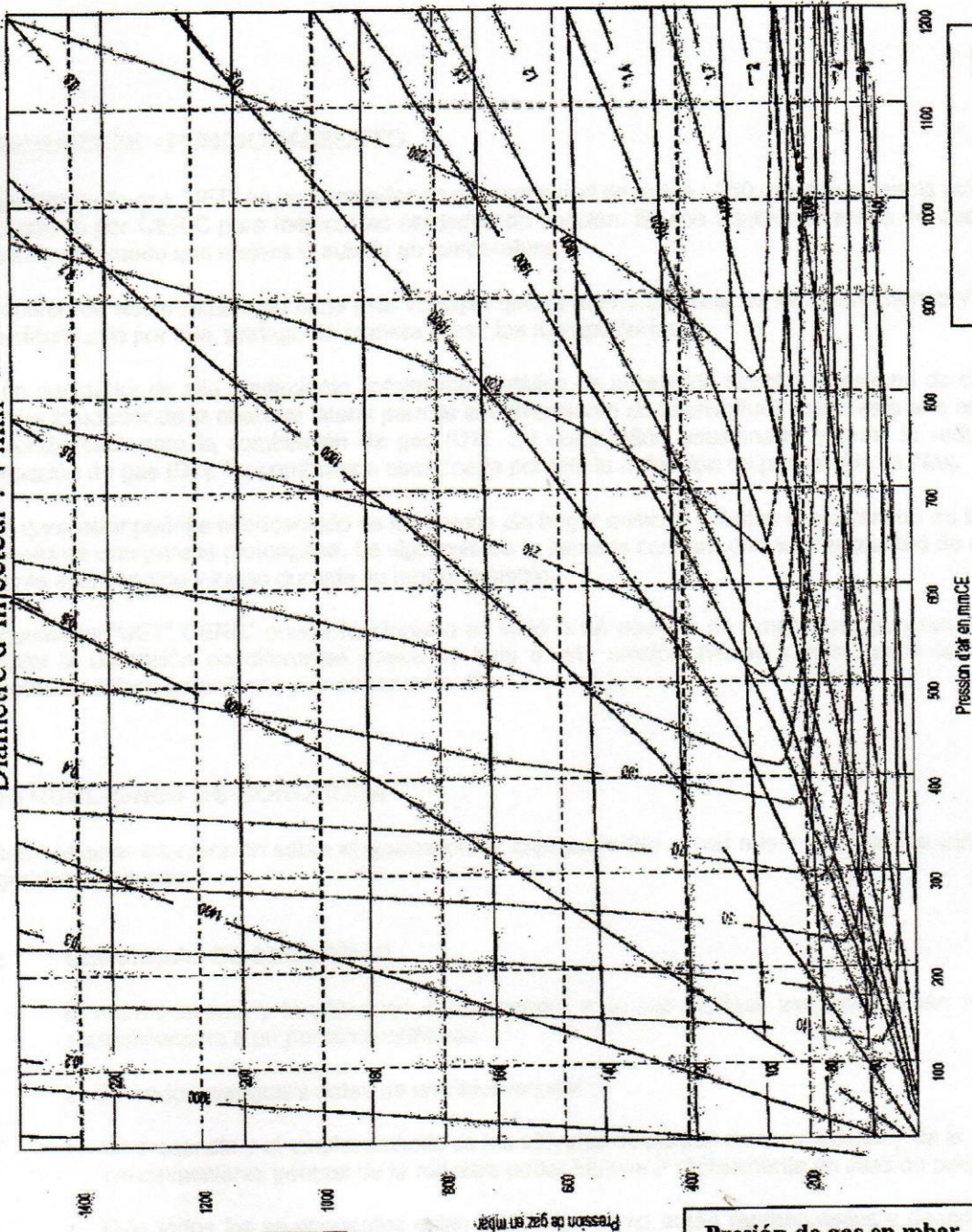
**BRULEUR JET CERIC 150**  
**PCI=8.776 th/Nm<sup>3</sup>**



**QUEMADOR JET CERIC 150**  
**PCI=8.776 th/Nm<sup>3</sup>**

**Diámetro de inyector : 4 mm**

**Diamètre d'injecteur : 4 mm**



**Presión de gas en mbar**

**Presión de aire en mmCE**

- Coeficiente de ventilación
- Potencia, en KW
- Temperatura teórica de llama
- velocidad de los gases (salida de quemador), en m/s

- Coefficient d'aération
- Puissance, en KW
- Température théorique de flamme
- Vitesse des gaz (sortie de brûleur), en m/s