



**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN.  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PROYECTADA  
CON LA INCLUSIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN Y DUCHAS  
ELÉCTRICAS POR RANGO DE CONSUMO PARA EL SECTOR RESIDENCIAL  
EN CUENCA – ECUADOR**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO**

**BORIS ABRAHAM TRELLES CHITACAPA**

**Director:** Mgs. Pablo Danilo Arias Reyes.

2017.

## **DERECHOS DEL AUTOR**

### **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

Yo Boris Abraham Trelles Chitacapa autor de la tesis “Determinación de la demanda máxima unitaria proyectada con la inclusión de las cocinas de inducción y duchas eléctricas en el cantón Cuenca” reconozco y acepto el derecho de la Universidad Católica de Cuenca, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Eléctrico. El uso que la universidad Católica de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicara afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 01 de Abril de 2016.

Boris Abraham Trelles Chitacapa

0104479365

## **CERTIFICACIÓN**

Yo Mgs. Pablo Arias certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 01 de Octubre de 2016

Mgs. Pablo Arias

DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

Al finalizar este trabajo deseo agradecer a Dios por compañía incondicional de todos los días, a mis padres Abraham y Zoila por ser un pilar fundamental en mi vida quienes me brindaron su amor y consejos para cumplir mis objetivos.

A mi esposa Carolina quien me brindo parte de su tiempo para poder estudiar y realizar mi carrera universitaria y una dedicatoria especial a mi hija María Emilia a quien no la pude disfrutar de sus travesuras y ocurrencias en sus primeros años.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero dejar un agradecimiento especial a todas las personas que con sus experiencias, sus consejos y amistad me apoyaron y orientaron para el desarrollo de este trabajo, de manera especial a mis compañeros del Departamento de Control de la Medición de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, quienes me brindaron todo el apoyo técnico e instrumental para la recopilación de los datos, un reconocimiento especial al Mgs. Pablo Arias por sus consejos y dirección para finalizar el presente proyecto.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## TABLA DE CONTENIDO

Derechos del autor .....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento .....	V
Índice de contenidos .....	VI
Lista de figuras .....	IX
Lista de tablas .....	XII
Resumen .....	XIII
summary .....	XIV
CAPITULO I.....	16
1.1 INTRODUCCIÓN.....	16
1.2 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
CAPITULO II.....	18
2. FUNDAMENTO TEORICO .....	18
2.1 Principio de funcionamiento de la cocina de inducción, estado del arte. ....	18
2.2 Uso del GLP como energético en el Ecuador .....	20
2.3 EQUIVALENTE ENERGÉTICO ELECTRICIDAD – GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP).....	21
2.3.1 El factor de eficiencia energética de las cocinas. ....	21
2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA COCINA DE INDUCCIÓN. ....	22
2.4.1 Ventajas.....	22
2.4.2 Desventajas.....	23
2.5 ASPECTOS SOBRE LA DEMANDA DE ENERGÍA.....	24

3. Características de las cargas eléctricas.....	24
3.1 Cargas semisensibles.....	24
3.2 Cargas normales.....	24
3.3 Características de las cargas eléctricas.....	25
3.4 Densidad de carga.....	25
3.5 Carga instalada.....	25
3.6 Capacidad instalada.....	25
3.7 Carga máxima.....	25
3.7.1 Número de horas de carga equivalente.....	26
3.8 Demanda.....	26
3.9 Demanda Máxima.....	27
3.10 Demanda Máxima Unitaria (DMUn).....	27
3.11 Demanda máxima unitaria proyectada (DMUp).....	27
3.12 Tasa de crecimiento de la demanda.....	27
3.13 Factor de Demanda (Fd).....	28
3.14 Factor de utilización (Fu).....	29
3.15 Factor de carga (Fc).....	29
3.16 Factor de Diversidad o de Grupo (Fdiv).....	29
3.17 Factor de simultaneidad o coincidencia (Fco).....	30
4. Determinación de la Demanda Máxima Unitaria.....	30
4.1 Método utilizado por la EERCS CA.....	30
4.2 Cálculo de la demanda máxima unitaria.....	31
4.2.1 ÁREA URBANA:.....	31
4.2.2 Área rural:.....	32
4.3 Cálculo de la demanda de diseño.....	32
CAPITULO III.....	34
3. OBJETIVOS E HIPOTÈSIS.....	34
3.1 Objetivo General.....	34

3.2 Objetivo Específicos. ....	34
3.3 Hipótesis de la Investigación. ....	34
3.4 Alcance de la Investigación. ....	34
CAPITULO IV .....	35
4. DISEÑO METODOLÒGICO .....	35
4.1 Tipo de estudio.....	35
4.2 Área de estudio.....	35
4.3 Universo y Muestra. ....	35
4.3.1 Universo .....	35
4.3.2 Muestra .....	37
4.4. Criterios de Inclusión. ....	40
4.5 Método, técnica e instrumento de recolección de datos, para la determinación de la demanda máxima unitaria proyectada con la inclusión de las cocinas de inducción y duchas eléctricas. ....	40
4.5.1. Técnica e Instrumento. ....	40
4.5.2 Método.....	41
4.3 Proceso para el registro de las muestras.....	44
4.3.1 Proceso para la construcción de los tableros de medición. ....	44
CAPITULO V .....	46
5. RESULTADOS .....	46
5.1 Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción. ....	46
5.1.2 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE COINCIDENCIA DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN. ....	84
5.2 Determinación de la demanda del sector residencial por rango de consumo (DMP). 87	
5.2.1 Determinación del Factor de Coincidencia para usuarios Residenciales por Rango de Consumo. ....	94
5.3 Determinación de la Demanda Máxima (DMP) de los sistemas eléctricos utilizados para el calentamiento de agua.....	106
5.3.1 Determinación de los factores de coincidencia ducha y calentadores de agua. .	114

5.3.2 Demandas Máximas Proyectadas (DMP) y ecuaciones de los Factores de Coincidencia por rango de consumo de sector residencial.....	116
CAPITULO VI.....	118
6.1 Conclusiones.....	118
6.2 Recomendaciones.....	122
CAPITULO VII.....	123
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAGICAS.....	123

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Parte Interna de una cocina de Inducción.....	18
Fig. 2 Inducción Magnética.....	19
Fig. 3 Equivalente energético.....	21
Fig. 4 Demanda diaria y curva de duración.....	26
Fig. 5 Método de medición.....	40
Fig. 6 Diagrama unifilar instalación contador de prueba.....	41
Fig. 7 Diagrama conexión circuito cocina de inducción.....	43
Fig. 8 Construcción Prototipo de Medición.....	44
Fig. 9 Tableros de medición Portátil.....	45
Fig. 10 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes.....	47
Fig. 11 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes.....	48
Fig. 12 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes.....	49
Fig. 13 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes.....	50
Fig. 14 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes6.....	51
Fig. 15 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes.....	52
Fig. 16 <i>Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes.</i> .....	53

Fig. 17 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes .....	54
Fig. 18 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes .....	55
Fig. 19 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes .....	56
Fig. 20 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes .....	57
Fig. 21 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes .....	58
Fig. 22 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 101-200kWh/mes .....	60
Fig. 23 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 101-200kWh/mes .....	61
Fig. 24 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 101-200kWh/mes .....	62
Fig. 25 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 101-200kWh/mes .....	63
Fig. 26 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 101-200kWh/mes .....	64
Fig. 27 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes .....	66
Fig. 28 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes .....	67
Fig. 29 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes .....	68
Fig. 30 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes .....	69
Fig. 31 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes .....	70
Fig. 32 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes .....	71
Fig. 33 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 301-400kWh/mes .....	73
Fig. 34 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo superior a 400kWh/mes. ....	75

Fig. 35 Curva de uso de la cocina de inducción día lunes.....	77
Fig. 36 Curva de uso de la cocina de Inducción día Martes.....	78
Fig. 37 Curva de uso de la cocina de inducción día miércoles.....	79
Fig. 38 Curva de uso de la cocina de inducción día jueves. ....	80
Fig. 39 Curva de uso de la cocina de inducción día viernes.....	81
Fig. 40 Curva de uso de la Cocina de Inducción día Sábado .....	82
Fig. 41 Curva de uso de la Cocina de Inducción día Domingo .....	83
Fig. 42 Factor de Coincidencia correspondiente al uso de las cocinas de Inducción.....	86
Fig. 43 Curva de demanda clientes con consumo mensual 0 - 100kWh/mes .....	88
Fig. 44 Curva de carga clientes con consumo mensual entre 101 - 200kWh/mes .....	89
Fig. 45 Curva de carga clientes con consumo mensual entre 201 - 300kWh/mes .....	90
Fig. 46 Curva de carga clientes con consumo mensual entre 301 - 400kWh/mes .....	91
Fig. 47 Curva de carga clientes con consumo mensual entre 401 - 500kWh/mes .....	92
Fig. 48 Curva de carga clientes con consumo superiores 501kWh/mes .....	93
Fig. 49 Factor de Coincidencia para rango de consumo entre 0 - 100kWh/mes.....	100
Fig. 50 Factor de Coincidencia para rango de consumo entre 101 - 200kWh/mes.....	101
Fig. 51 Factor de Coincidencia para rango de consumo entre 201 - 300kWh/mes.....	102
Fig. 52 Factor de Coincidencia para rango de consumo entre 301 - 400kWh/mes.....	103
Fig. 53 Factor de Coincidencia para rango de consumo entre 401 - 500kWh/mes.....	104
Fig. 54 Factor de Coincidencia para consumos superiores a 501kWh/mes. ....	105
Fig. 55 Curva de Demanda para el día lunes correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.....	106
Fig. 56 Curva de Demanda para el día martes correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.....	107
Fig. 57 Curva de Demanda para el día miércoles correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.....	108
Fig. 58 Curva de Demanda para el día jueves correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.....	109
Fig. 59 Curva de Demanda para el día viernes correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.....	110
Fig. 60 Curva de Demanda para el día sábado correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.....	111
Fig. 61 Curva de Demanda para el día domingo correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.....	112
Fig. 62 Factor de utilización de las Duchas y calentadores eléctricos de agua. ....	115

## LISTA DE TABLAS

TABLA. I Eficiencia de los tipos de cocinas. ....	22
TABLA. II Categorías de Abonados de la Centro Sur .....	30
TABLA. III Abonados para el área Urbana .....	31
TABLA. IV Abonados para el Área Rural. ....	32
TABLA. V Universo de clientes residenciales del cantón Cuenca. ....	35
TABLA. VI Universo de clientes inscritos en el PEC. ....	36
TABLA. VII Universo de clientes que usan un sistema eléctrico para el calentamiento del agua por rango de consumo. ....	36
TABLA. VIII Número de muestras clientes residenciales por rango de consumo. ....	38
TABLA. IX Número de Muestras clientes inscritos en el programa PEC. ....	39
TABLA. X Clientes usan ducha eléctrica. ....	39
TABLA. XI Datos de Placa de las cocinas de inducción conocidas en el estudio. ....	46
TABLA. XII Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción. ....	59
TABLA. XIII Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción. ....	65
TABLA. XIV Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción. ....	72
TABLA. XV Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción. ....	74
TABLA. XVI Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción. ....	76
TABLA. XVII Demanda absorbida por las cocinas de inducción. ....	84
TABLA. XVIII Factor de coincidencia uso de las cocinas de inducción. ....	85
TABLA. XIX DMP de clientes residenciales por rango de consumo. ....	94
TABLA. XX FC, clientes con consumo 0 – 100kWh/mes .....	95
TABLA. XXI FC, clientes con consumo 101 – 200kWh/mes .....	95
TABLA. XXII FC, clientes con consumo 201 – 300kWh/mes. ....	96
TABLA. XXIII FC, clientes con consumo 301 – 400kWh/mes .....	97
TABLA. XXIV FC, clientes con consumo 401 – 500kWh/mes .....	98
TABLA. XXV FC, clientes con consumo superior a 500kWh/mes. ....	99
TABLA. XXVI Demanda Máxima por día. ....	113
TABLA. XXVII Factores de Coincidencia, Duchas y calentadores de agua. ....	114
TABLA. XXVIII Demandas y FC por rango de consumo del sector residencial del cantón cuenca. ....	116

## RESUMEN

La demanda de energía eléctrica en el país y en especial del sector residencial atraviesa un crecimiento considerable debido a la implementación de dos programas de eficiencia energética y cambio de la matriz energética de consumo, considerados como emblemáticos; la cocción eficiente con el uso de las cocinas de Inducción y el calentamiento de agua con sistemas eléctricos.

Mediante el presente trabajo se determinó la Demanda Máxima y los factores de coincidencia para la nueva carga residencial que se encuentra ingresando en el Sistema Eléctrico de Potencia del Ecuador y especialmente en la zona de concesión de la Empresa CENTROSUR.

El área de estudio se encuentra circunscrita a los clientes de la Empresa Eléctrica Regional Centrosur del cantón Cuenca que se encuentran dentro del programa de cocción eficiente y calentamiento de agua. La investigación inicio con la instalación de un contador de energía con perfil de carga al circuito de la cocina de inducción, sistema de calentamiento de agua eléctrico y circuitos de los clientes residenciales segmentados por el consumo. Los contadores de energía eléctrica fueron programados en intervalos de un minuto para registrar las magnitudes de demanda eléctrica, energía activa, energía reactiva inductiva, energía reactiva capacitiva los mismos que sirvieron para determinar los factores de coincidencia, Demanda Máxima Unitaria Proyectada (DMUP), y la incidencia en las redes de distribución de la CENTROSUR.

El análisis se realizó por día, utilizando información de registros horarios de los medidores instalados, se aplicó el método de iteraciones para establecer los factores de coincidencia, cuando desde 1 a “n” cargas van ingresando al sistema eléctrico de distribución del total de las muestras, el método se aplicó para los usuarios que poseen: las cocinas de inducción, duchas eléctricas, y viviendas sin estos enseres.

Se finalizó el análisis con la determinación de las ecuaciones de la Demanda Máxima Unitaria proyectada (DMUP) por rango de consumo residencial.

**Palabras claves:** Factor de Coincidencia, PEC, DMUP, Demanda Eléctrica, Iteraciones.

## SUMMARY

The electric power demand in the country and especially of the residential sector has with considerable growth due to the implementation of two programs of energy efficiency and change of the energy matrix of consumption, considered as emblematic; the efficient fragment cooking with the use of the kitchens of Induction and the water warming with electrical systems

By means of the present work it was determined the Maximum Demand and the factors of coincidence for the new residential load were determined in connection with the Electrical System of Potency of the Ecuador and especially the area of authorization of the Company CENTROSUR

The study area is circumscribed to the clients of the Regional Electrical Company Centrosur of the canton Cuenca that are inside the efficient Cooking program and water warming.

The investigation initiated with the installation of a meter of energy with a load profile to the circuit of the kitchen induction, system of electrical warming of water and circuits of the residential clients segmented by the consumption run on, The meters of electric power were programmed in intervals of a minute to register the magnitudes of electrical demand, active energy, reactive inductive energy, reactive capacitive energy, the same ones that served to determine the coincidence factors, Projected Unitary Maximum Demand (DMUP), and the incidence in the distribution networks of the CENTROSUR.

The analysis was realized for day, using information of hourly records of the installed meters, the iterations method was applied to establish the coincidence factors fregmend when 1 to "n" charges are entered in to the electrical system of distribution from the total samples, the method was applied to the users who possess the following the kitchens of induction, Showers, and housings without these items.

The analysis finished with the determination of the equations of the Unitary Maximum Demand projected (DMUP) for the status of residential consumption.

**Key words:** Coincidence Factor, PEC, DMUP, Electrical Demand, Iterations.

# CAPITULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable puso en marcha el Plan del cambio de la matriz energética cuyo objetivo principal es la sustitución del uso del gas licuado de petróleo por energía eléctrica.

La presente investigación tuvo como finalidad establecer la incidencia de la implementación de los proyectos de eficiencia energética en el sistema eléctrico ecuatoriano, para lo cual se enfocó el estudio en el proyecto de la Cocción Eficiente con la introducción de las cocinas de inducción y el calentamiento del agua a través de las duchas o calentadores eléctricos en la zona de influencia de la CENTROSUR.

La investigación surgió con la necesidad de determinar los valores de demanda, con mediciones en sitio a los artefactos que se introdujeron por primera vez al sistema eléctrico, permitiendo evaluar, proyectar y repotenciar el sistema eléctrico del Ecuador teniendo como escenario la inclusión masiva de estos elementos en el sector residencial.

Para el análisis del proyecto, la investigación se centró en el sector residencial de la ciudad de Cuenca en los usuarios de CENTROSUR que dispongan la cocina de inducción, calentadores de agua y duchas eléctricas: para determinar las frecuencias de uso, potencia máxima; factores de coincidencia, estableciendo el valor de la demanda máxima unitaria proyecta (DMUP) con la inclusión de estos equipos utilizadores, y la incidencia que estas cargas produzcan en las redes de distribución de la empresa eléctrica CENTROSUR.

La obtención de los datos técnicos de los utilizadores antes mencionados se realizó través de la instalación de un equipo de medición especial el mismo que registra magnitudes eléctricas en intervalos de un minuto.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El proyecto de tesis se plantea debido a que se encuentra en vigencia el Plan Nacional del Buen Vivir, que impulsa el Gobierno Nacional del Ecuador y entre uno de los objetivos principales está el cambio de la matriz energética, el cual consiste en reemplazar el uso del gas licuado de petróleo GLP que es utilizado para la cocción en el sector residencial por el uso masivo de la energía eléctrica.

La presente investigación enunciará el valor de la Demanda Máxima Unitaria Proyectada por rango de consumo con mediciones del consumo y perfil de carga en clientes que se encuentran dentro del programa PEC “Plan de cocción eficiente”.

Hasta el día 05 de Mayo de 2015 en la ciudad de Cuenca existen 6469 clientes pertenecientes a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur que se encuentran inscritos dentro del programa de la cocción eficiente.

Ante el cambio de la matriz energética, la CENTROSUR y a nivel país se estableció una demanda de 2,4kW por el uso de las cocinas de inducción y la ducha eléctrica, la misma que se adicionó a la DMUP por categoría y este resultado se dividió para dos, adoptando así el nuevo valor de la DMUP para el diseño, replanteo y repotenciación de las redes de distribución.

## CAPITULO II

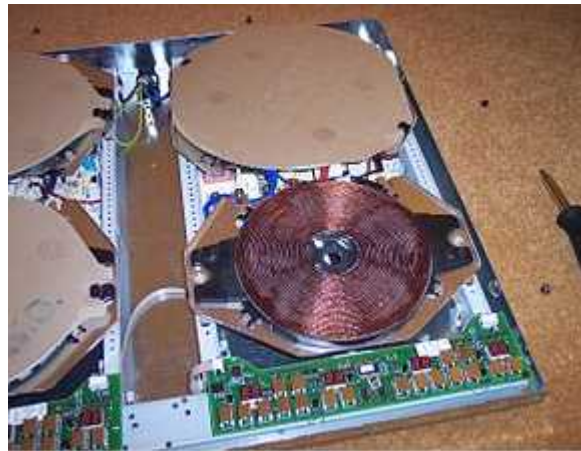
### 2. FUNDAMENTO TEORICO

#### 2.1 Principio de funcionamiento de la cocina de inducción, estado del arte.

El funcionamiento de la cocina está relacionado con la inducción magnética, principio que fue enunciado por Faraday quien descubrió e investigo este fenómeno.

La ley de Faraday enuncia que si en un campo magnético se introduce un conductor eléctrico en los terminales del mismo se genera una fem, la misma dependerá directamente de la velocidad con la que varía el flujo magnético

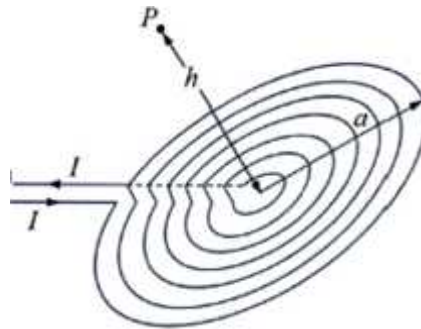
Bajo este principio la cocina de inducción, está compuesta de una bobina espiral la cual se encuentra ubicada debajo de la vitrocerámica material que no posee caracterizas de conductividad eléctrica y es de gran dureza, a través del circula una corriente variable entre (20 – 100kHz con la utilización de un control de frecuencia), el mismo que genera un campo magnético con la misma frecuencia con la que cambia la corriente de la bobina.



*Fig. 1 Parte Interna de una cocina de Inducción.*

La zona de cocción está determinada por el diámetro de la bobina espiral, al asentar el utensilio de cocina de un material ferromagnético el campo magnético producido por la

bobina será relativamente igual en toda esa área y está representado con la siguiente ecuación:



**Fig. 2** Inducción Magnética.

$$B(P) = \sum_{i=1}^N \frac{\sim_o I(ai)^2}{2N^2 \left[ h^2 + \left( \frac{ai}{N} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}} \sim_z$$

“Donde:

**a** Es el radio de la bobina plana de cobre y con forma espiral.

**h** Es la altura por encima de la bobina a la cual se está determinado la densidad de flujo magnético.

**N** Es el número de espiras o de vueltas que tiene la precitada bobina, asumiendo que se encuentran uniformemente distribuida y que cada espira o vuelta es una espiral circular perfecta.

**i** Es el elemento espiral circular perfecta”. (Franco, 2013, pág. 2)

El campo magnético no tiene incidencia, si en la zona de cocción no existe un conductor eléctrico, los utensilios que utilizan las cocinas de inducción para la cocción de los alimentos deben ser de materiales ferromagnéticos que tengan una buena conductividad eléctrica y una resistencia muy pequeña, facilitando la circulación de la corriente de inducción en los utensilios de cocina.

El campo magnético producido por la bobina espiral atraviesa sin dificultad por la vitrocerámica y penetra en las ollas, sartenes, que se asienten en el área de cocción creando

una corriente de Foucault circular en la base del utensilio de cocina, por la circulación de esta corriente parasita se disipa energía en forma de calor por efecto Joule  $I^2 * R$ , de manera elevada y rápida.

Al tener el campo magnético en la olla de cocción el mismo magnetiza y desmagnetiza, repetitivamente debido a la variación de la frecuencia “provocando que las moléculas de hierro vibren entre 20000 a 50000 veces por segundo y la fricción provocada entre ellas producen un calor adicional”. (Franco, 2013, pág. 2)

“La superposición del calor liberado por el efecto joule, del calor liberado por el efecto pelicular y del calor debido a las pérdidas por histéresis es el que se emplea para cocinar los alimentos. Estas corrientes inducidas generan gran calor en la base del recipiente, pero solo en el recipiente, ya que los materiales vitro cerámicos no son conductores y los campos magnéticos no provocan en ellos ninguna inducción. Esto supone que, al calentar el recipiente, este calienta la superficie de la hornilla y no está la cacerola. Todo funciona como si una transferencia de energía de la red alcanzase la cacerola. Solo la cacerola se calienta, y solo hay consumo de energía cuando hay la cacerola, alcanzándose la mayor eficiencia energética posible”. (Franco, 2013, pág. 3)

## **2.2 Uso del GLP como energético en el Ecuador**

“El gas licuado de petróleo GLP es obtenido durante la refinación del petróleo crudo, como uno de los tantos subproductos derivados. Es una mezcla de propano  $C_3H_8$  y butano  $C_4H_{10}$  hidrocarburos livianos, que son compuestos orgánicos formados únicamente por carbono e hidrógeno por lo general en una relación 70% - 30% o 60% - 40% dependiendo del producto” (Electricidad, 2012). El GLP se evapora a temperaturas y presión normales, por lo que se reparte o suministra en los clásicos balones o cilindros presurizados en estado líquido, de ahí su identidad de licuables. El GLP es un derivado del petróleo con alto poder calorífico y una densidad mayor que la del aire, utilizando en la cocción de alimentos, en la calefacción domiciliaria, como combustible para vehículos y refrigerante, como combustible en hornos, secadores y calderas de diferentes tipos de industrias en motores de combustión interna y en turbinas de gas para la generación de energía eléctrica.



El departamento de energía de los EEUU determinó la eficiencia de tres tipos de cocinas, las mismas se detallan a continuación:

**TABLA. I** Eficiencia de los tipos de cocinas.

ITEM	Cocina a gas GLP	Cocina eléctrica Inducción.	Cocina eléctrica Convencional
Eficiencia	40%	84%	74%
Unidad definida	Cilindro de GPP 15kg.	1 kWh	1 kWh
Energía por Unidad	722.223,0 kJ.	3.600 kJ.	3.600 kJ.
Energía considerando el factor de Eficiencia.	288.889,2 kJ	3.024 kJ.	2.664 kJ.

De los tipos de tecnología utilizada para la cocción de los alimentos, se puede visualizar que la cocina de inducción es la que de mejor manera aprovechada el poder calorífico obtenido como resultado la mayor eficiencia dentro de las cocinas en estudio.

## **2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA COCINA DE INDUCCIÓN.**

### **2.4.1 Ventajas**

- Mayor eficiencia energética.

De los resultados expuestos en la tabla I se puede deducir que la cocina de inducción dispone una pérdida del 16% en la transformación de energía eléctrica a energía calorífica siendo la tecnología de la inducción la más adecuada para la cocción de los alimentos.

- Rapidez de Calentamiento.

Los tiempos de cocción se reducen debido a que el poder calorífico se distribuye en todo el conductor eléctrico “utensilios de cocina” por el efecto de la inducción.

- Mayor factibilidad de limpieza

La superficie de cocción “vitrocerámica” al ser un material liso y que no almacena el calor reduce el los riegos de impregnación de los alimentos en la misma haciendo más fácil y rápido el proceso de limpieza.

- Eficiencia en el consumo de energía eléctrica.

La cocina de inducción dispone un sistema electrónico que detecta la presencia y la ausencia del conductor eléctrico y en función de este sensor se enciende o se apaga la zona de cocción, evitando consumos energéticos innecesarios.

- Contaminación Ambiental.

Al no tener un proceso de combustión no existe las emisiones de CO<sub>2</sub>.

#### **2.4.2 Desventajas.**

- Utensilios de cocina.

Los utensilios tradicionales de aluminio y barro utilizados para cocción con las cocinas de GLP, no se pueden utilizar en las cocinas de inducción debido a que no son conductores del campo magnético, solo se puede utilizar utensilios que son fabricados con materiales ferromagnéticos, en este sentido la vajilla de cocina tiene que ajustarse a esta tecnología.

- Costos.

Los utensilios ferromagnéticos tienen un costo elevado.

- Suministro Eléctrico.

No todas las viviendas en su interior disponen de una instalación a 220v, por lo que se requiere de la construcción de un circuito exprés hasta la cocina en muchos casos sobrepuesto. La confiabilidad del sistema eléctrico por parte de la empresa distribuidora juega un rol muy importante debido a que se puede cortar el proceso de cocción en los hogares debido a este inconveniente obliga a los usuarios a disponer de una cocina a gas.

## **2.5 ASPECTOS SOBRE LA DEMANDA DE ENERGÍA.**

“Considerando que el consumo medio de los hogares ecuatorianos es de 1.47 cilindros de 15 kg al mes y que todos entrarían al programa de uso eficiente de energía, el consumo de electricidad se incrementaría en 7,800.45 GWh al año (la demanda de energía facturada en el 2012 fue de 16,090.02 GWh al año), lo que representa el crecimiento del 48.5%.

Por otro lado, aplicando la mejora en el rendimiento (de 42.99% a 68.91%) y el equivalente energético, cada uno de los hogares urbanos incrementaría su consumo eléctrico en 187.51 kWh por mes o 5,309.13 GWh al año a nivel de país lo que representa el crecimiento del 33.0%.

Los costos de la energía eléctrica para las empresas eléctricas distribuidoras, según estudio del CONELEC, tiene un valor de 8.265 cUSD/kWh (sin tasas e impuestos para el 2012); por tanto, cada uno de los hogares insertos en el programa de uso eficiente de energía pagará mensualmente USD 15.50 adicionales por el consumo de electricidad (valor equivalente a 1.47 cilindros de 15 kg)”. (CONELEC, 2015)

## **3. CARACTERÍSTICAS DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS.**

### **3.1 Cargas semisensibles.**

Se consideran semisensibles a aquellas cargas que en ausencia del suministro de energía eléctrica en un periodo de tiempo menor a 10 minutos no genere grandes perjuicios o pérdidas al consumidor por ejemplo están los: talleres artesanales que no tiene un proceso continuo de fabricación, etc.

### **3.2 Cargas normales.**

Dentro de la carga normal se consideran a los clientes residenciales, circuitos de distribución rurales, los cuales ante una ausencia del servicio eléctrico que va desde 1 a 5 horas no causa mayores problemas a los usuarios.

### **3.3 Características de las cargas eléctricas.**

Para tener un nivel de confiabilidad alto en la transmisión de la energía a los usuarios finales la empresa encargada de la transmisión y subtransmisión realiza inversiones considerables para el mantenimiento de dichos sistemas, transportando gran cantidad de potencia con un índice muy reducido de pérdidas, por ello se debe conocer las características de las cargas debido a que influyen directamente en el dimensionamiento del conductor, aislamiento, protecciones, y la confiabilidad del sistema eléctrico.

### **3.4 Densidad de carga.**

“Es la relación entre la carga instalada y el área de la zona del proyecto a servir.

Densidad de Carga = Carga Instalada/área de la zona [  $kVA/km^2, kW/km^2$  ]” (Salgado, 2009)

### **3.5 Carga instalada.**

La carga instalada es la sumatoria de todas cargas existentes en una red de distribución o en la parte interna de una edificación, fabrica u comercio etc, representada magnitudes de [kVA, MVA, kW o MW].

$C_i =$  W de c/u de los servicios instalados.

### **3.6 Capacidad instalada.**

La capacidad instalada es la potencia instalada a lo largo de una red para suministrar de energía eléctrica y demanda a todos los usuarios de esa red, denominada también como capacidad nominal del sistema.

$C_{ins} =$  W de c/u de los equipos instalados.

### **3.7 Carga máxima.**

La carga máxima también es conocida como demanda máxima y es el valor máximo de Potencia Activa absorbida en un intervalo de tiempo.

Debido a la que la carga eléctrica es dinámica en el tiempo es aquí donde se genera y existe el mayor factor de pérdidas del sistema, debido a que las ondas de tensión sufren el mayor

impacto por la caída de tensión existente en este punto. “Además la demanda máxima corresponde a un factor de diseño, siendo imposible calcularla con exactitud. Lo que se hace es calcularse o estimarse en base a estadísticas.” (Salgado, 2009).

### 3.7.1 Número de horas de carga equivalente.

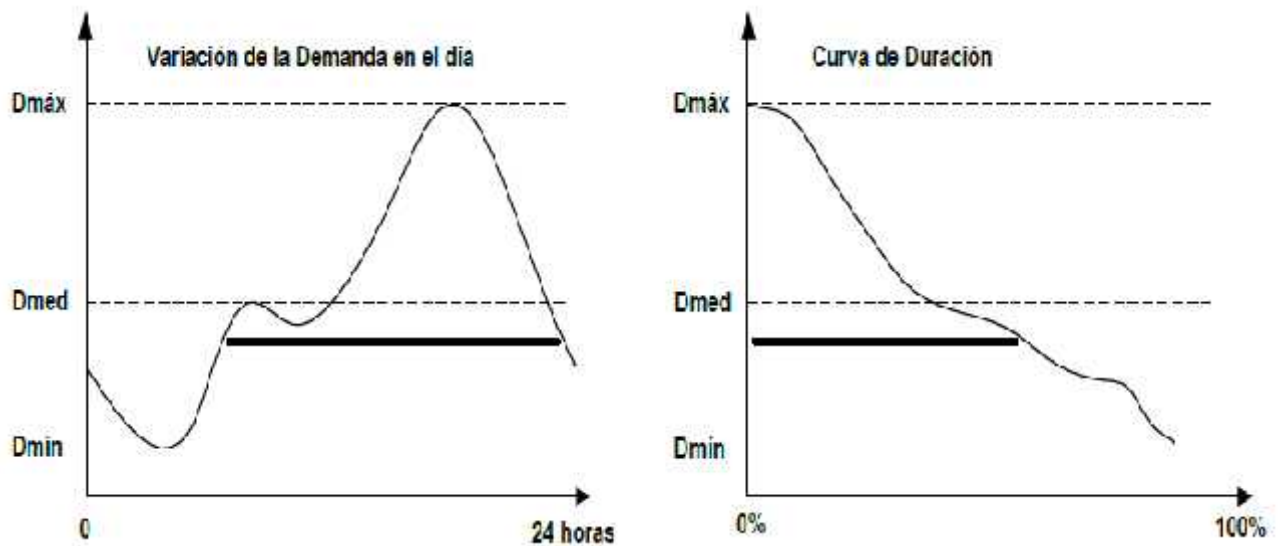
El número de horas equivalentes viene definido por la siguiente ecuación:

$$EH = \frac{\text{Energía total consumida en el periodo (kWh)}}{\text{carga máxima (kW)}}$$

## 3.8 Demanda.

Es el valor de la potencia promedio utilizada en un intervalo de tiempo, la demanda rolada se la mide en intervalos de 15 minutos de acuerdo a la regulación 01/04 emitida por el órgano regulador del sector eléctrico Arconel.

Con la variación de potencia en el tiempo o perfil de carga es la manera más adecuada para cuantificar el funcionamiento de un circuito o de un sistema eléctrico de potencia.



**Fig. 4** Demanda diaria y curva de duración.

### **3.9 Demanda Máxima.**

La mayor potencia utilizada en un periodo de tiempo se le denomina Demanda Máxima.

### **3.10 Demanda Máxima Unitaria (DMUn).**

Es la potencia máxima requerida desde la red de distribución en bajo voltaje por cliente residencial, comercial, industrial en un intervalo de tiempo y su unidad es en Watios, kW o kVA.

### **3.11 Demanda máxima unitaria proyectada (DMUp).**

Su unidad es kW o kVA, en la DMUp se encuentra categorizada la demanda de los clientes residenciales bajo los siguientes parámetros: área de construcción, sector, área de terreno, rango promedio de consumo de las áreas contiguas, etc.

Con la DMUp se dimensiona la potencia de la estación de transformación que suministrara la demanda y energía a los clientes en bajo voltaje conectados a la red diseñada.

### **3.12 Tasa de crecimiento de la demanda.**

“Para el diseño de circuitos primarios se debe tomar en consideración las proyecciones de la demanda en la zona de influencia de la línea primaria o de la subestación. En estos casos y teniendo en cuenta la escasez de datos estadísticos confiables y numerosos que permiten aplicar criterios de extrapolación, se debe determinar una tasa de crecimiento geométrico en base a los siguientes factores:

- El crecimiento demográfico.
- El aumento en el consumo por mejoramiento del nivel de vida.
- Los desarrollos industriales, comerciales, turísticos, agropecuarios y otros previsible.
- El posible represamiento de la demanda debido al mal servicio prestado anteriormente.
- La ubicación de instituciones educativas que demandan recursos tecnológicos tales como Internet.

Para la tasa de crecimiento de la demanda se utilizará una de las siguientes fórmulas de acuerdo a las necesidades y experiencia del proyectista”. (Salgado, 2009)

Tasa de crecimiento geométrico.

$$r = \sqrt[n]{\frac{D_n}{D_o} - 1}$$

“Tasa de crecimiento geométrico.

$$r = \frac{\frac{D_n}{D_o} - 1}{n}$$

Dónde:

n Demanda para el período de proyección (cargas de diseño)

0 Demanda actual

n Período de proyección:

15 años para redes de distribución primarias

10 años para transformadores de distribución”. (Salgado, 2009)

### 3.13 Factor de Demanda (Fd).

“El factor de demanda de una carga, en un intervalo de tiempo t, es la razón entre la demanda máxima y la carga total instalada.

El factor de demanda es menor que 1, es 1 cuando en el intervalo considerado, estuviesen todos los aparatos consumiendo sus potencias nominales, lo que es improbable”. (Salgado, 2009)

$$F_d = \frac{C_m}{C_1} = \frac{D_m}{C_1} \leq 1$$

Dónde:

C<sub>m</sub> Carga máxima.

C<sub>1</sub> Carga instalada.

D<sub>m</sub> Demanda máxima.

### 3.14 Factor de utilización (Fu).

Es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema en un intervalo de tiempo.

$$F_u = \frac{C_m}{C_{ins}} = \frac{D_m}{C_{ins}}$$

Dónde:

$C_{ins}$  Capacidad instalada

El factor de utilización indica la utilización máxima del equipo o instalación, mientras que el factor de demanda nos da el porcentaje de carga que se está alimentando. [7]

### 3. 15 Factor de carga (Fc).

Es la relación entre la potencia absorbida por el cliente y potencia nominal del sistema en un mismo intervalo de tiempo dado.

$$F_c = \frac{P_{absorbida}}{P_{nominal}}$$

### 3.16 Factor de Diversidad o de Grupo (Fdiv).

El factor de diversificación o diversidad de grupo viene dado por la siguiente relación:

$$F_{div} = \frac{DMNC}{DMC} > 1$$

Dónde:

DMC = Demanda Máxima Coincidente.

DMNC= Demanda Máxima No Coincidente.

El factor de diversidad sirve para estimar a la demanda máxima coincidente conociendo a las demandas máximas individuales, es decir:

$$DMC = \frac{DM_i}{F_{div}}$$

DMi= Demanda Máxima Individual.

### 3.17 Factor de simultaneidad o coincidencia (Fco).

El factor de coincidencia o simultaneidad es el valor que establece la ocurrencia de uso de n cargas eléctricas de un circuito cerrado es decir cuando cada una de ellas vaya ingresando a la red de distribución.

Se determina con el cociente entre la demanda máxima coincidente de un grupo “i” de cargas eléctricas y la suma de las demandas máximas individuales que conforman el grupo, las cargas deben ser del mismo punto de alimentación y para un mismo tiempo.

$$F_{co} = \frac{\text{Demanda.Màxima.Coincidente}}{\text{Suma.de.las.Demandas.Màximas.individuales}} = \frac{DMC}{DMNC} = \frac{1}{F_{div}} < 1$$

$$DMC = DM_i * F_{co}$$

## 4. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA

### 4.1 Método utilizado por la EERCS CA.

“Para el cálculo de la Demanda Máxima Unitaria (DMU) la CENTROSUR utiliza el método planteado en los “Estudios de Distribución de Energía Eléctrica y Alumbrado Público para Cuenca y su Área Metropolitana”, realizado por el consorcio entre las compañías INELIN-COINELCA”. (Centrosur, 2015, pág. 12)

*TABLA. II Categorías de Abonados de la Centro Sur*

CATEGORÍAS	
Área Urbana	Área Rural
A	F
B	G
C	H
D	
E	

## 4.2 Cálculo de la demanda máxima unitaria

### 4.2.1 ÁREA URBANA:

“Para el área urbana se procedió a sacar un promedio del consumo específico (KWH-MES) del área en estudio y este resultado obtenido definirá la categoría en el cual el abonado típico de diseño se enmarca y orientará la determinación de la probable tasa de crecimiento en base a los valores de referencia que se presentan en la Tabla 2.4. Este procedimiento se aplicará cuando haya un sistema existente y se pueda obtener el consumo específico de las plantillas, pero si es un sistema nuevo, el valor del consumo específico será de un sistema similar al que está en estudio”. (Centrosur, 2015, pág. 13)

**TABLA. III** Abonados para el área Urbana

<b>CATEGORÍA</b>	<b>POTENCIA INSTALADA (KW)</b>	<b>CONSUMO ESPECIFICO (KWH-MES)</b>	<b>TASAS DE CRECIMIENTO (%)</b>
A	12 - 16	800 – 1800	1,75 – 1,25
B	8 – 12	400 - 800	2,25 – 1,75
C	6 – 8	200 – 400	2,75 – 2,25
D	5 – 6	125 – 200	3,25 – 2,75
E	4,5 - 5	75 – 125	3,75 – 3,25

“Los parámetros que constan en el cuadro anterior, permiten calcular el consumo específico proyectado por medio de la siguiente relación:

$$CE_p = CE \left( 1 + \frac{t}{100} \right)^n$$

Dónde:

CE<sub>p</sub> = Consumo específico proyectado (KWh - mes).

CE = Consumo específico (KWh – mes).

t = Tasa de crecimiento.

n = Número de años”. (Centrosur, 2015, pág. 14)

“La demanda máxima unitaria proyectada (DMUp) se calcula a través de la siguiente ecuación, obtenida de la correlación energía-potencia del informe de planeamiento de la red subterránea”. (Centrosur, 2015, pág. 14)

$$DMUp(KVA)=\frac{CE_p}{1,67+0,26+\ln (CE_p)}$$

Dónde:

CE<sub>p</sub> = Está dado en MWh/año.

#### 4.2.2 Área rural:

Los abonados para el área rural han sido clasificados en tres categorías que constan en la Tabla 2.5.

*TABLA. IV Abonados para el Área Rural.*

CATEGORÍA	CONSUMO ESPECÍFICO (kWh-MES)	TASA DE CRECIMIENTO (%)
F	100 – 125	3,25 – 3,25
G	75 – 100	3,75 – 3,50
H	50 - 75	4,00 – 3,75

#### 4.3 Cálculo de la demanda de diseño.

“El valor de la demanda máxima a considerar para el dimensionamiento de la red, debe ser calculada para un punto dado, mediante la siguiente ecuación”. (Centrosur, 2015, pág. 15)

$$DM_p=DMU_p \times N \times FC$$

“Dónde:

DM<sub>p</sub> = Demanda máxima en el punto dado.

DMU<sub>p</sub> = Demanda máxima unitaria proyectada.

N = Número de abonados.

FC = Factor de coincidencia.

Donde el factor de coincidencia es igual a:

$$FC=N^{-0,0944}$$

Esta demanda correspondiente al conjunto de abonados típicos y por lo tanto, deberán incorporarse además, en caso de incidir, la demanda de las cargas puntuales y del alumbrado público”. (Centrosur, 2015, pág. 16)

$$DD=DM_p+AP+C_e$$

Dónde:

DD= Demanda de diseño.

DM<sub>p</sub> = Demanda máxima en el punto dado.

AP = Cargas de alumbrado público.

C<sub>e</sub> = Cargas especiales.

## CAPITULO III

### 3. OBJETIVOS E HIPOTÈSIS

#### 3.1 Objetivo General

Determinar la demanda máxima unitaria proyectada por rango de consumo en sitio con la implementación de las cocinas de inducción y duchas eléctricas en base a mediciones reales.

#### 3.2 Objetivo Específicos.

- Conocer la situación actual del sector eléctrico del país, plan cambio de la matriz energética.
- Determinar los valores de energía y Demanda, perfil de carga y  $\cos\theta$ , en clientes residenciales con diferentes rangos de consumo.
- Analizar los resultados y determinación de la nueva DMUP.

#### 3.3 Hipótesis de la Investigación.

Se determinará los valores de DMUP, con la inclusión de las cocinas de inducción y las duchas eléctricas los mismos que permitirá, proponer la nueva DMUP para los nuevos diseños eléctricos residenciales que acepte la CENTROSUR.

Se realizara un análisis de los perfiles de carga registrados, por los contadores especiales para determinar el flujo real de carga en las redes de distribución en baja tensión, con la inclusión de los planes de eficiencia y uso de la energía eléctrica.

#### 3.4 Alcance de la Investigación.

La presente investigación tiene como límite determinar los valores de la demanda asignada al uso de las cocinas de inducción y al calentamiento de agua a través de las duchas y calentadores eléctricos en una muestra de clientes tipo residenciales que poseen la instalación

## CAPITULO IV

### 4. DISEÑO METODOLÒGICO

#### 4.1 Tipo de estudio.

Se trata de un estudio experimental con mediciones en sitio a los circuitos de las cocinas de inducción, viviendas residenciales y sistemas eléctricos utilizados para el calentamiento de agua.

#### 4.2 Área de estudio.

Para determinar la incidencia del Proyecto de la Cocción Eficiente, en las redes de distribución en media y baja tensión de la Empresa Eléctrica Regional Centrosur, se adoptó como campo de estudio el cantón Cuenca.

#### 4.3 Universo y Muestra.

##### 4.3.1 Universo

Para plasmar el presente estudio, se solicitó a la Empresa Eléctrica Regional Centrosur a través del Departamento de Control de la Medición, los datos de los clientes residenciales del cantón Cuenca.

De la base de datos de los clientes Residenciales de la Empresa Eléctrica Regional Centrosur, se realizó una segmentación del número de clientes por rango de consumo la misma que se detalla en la Tabla V.

*TABLA. V Universo de clientes residenciales del cantón Cuenca.*

Clientes Residenciales en Cuenca por rango de consumo.	
Rango de consumo kWh	No. Clientes
0 - 100	95.581
101 - 200	59.597
201 - 300	16.982

301 - 400	4.823
401 - 500	1.719
>500	1.710

**TABLA. VI** Universo de clientes inscritos en el PEC.

Universo de clientes que usan cocina de inducción	
Rango de consumo kWh	No. Clientes
0 - 100	1.653
101 - 200	2.393
201 - 300	1.105
301 - 400	368
401 - 500	97
>500	73

En la tabla V, se expone por rango de consumo los clientes residenciales que se encuentran en el programa PEC con corte a mayo 2016.

**TABLA. VII** Universo de clientes que usan un sistema eléctrico para el calentamiento del agua por rango de consumo.

Número de clientes por rango de consumo Calentamiento de Agua con electricidad.	
Rango de consumo kWh	No. Clientes
0 - 100	268
101 - 200	357
201 - 300	104
301 - 400	26
401 - 500	13
>500	12

En la tabla VI, se expone por rango de consumo los clientes residenciales que se encuentran utilizando un sistema eléctrico para el calentamiento del agua, con corte a mayo 2016.

### 4.3.2 Determinación de la Muestra

Con el universo de clientes expuestos en las tablas V, VI, VII, se realizó el muestreo probabilístico para determinar las muestras necesarias para el desarrollo de la investigación, la cual se definió a partir de los siguientes términos:

➤ **Población:**

El número de clientes residenciales inscritos en el cambio de la matriz energética a través del proyecto de la cocción eficiente con corte a mayo 2016 es de 6.469 clientes.

➤ **Probabilidad de ocurrencia para universo.**

$$... = \frac{6469}{172874} = 0,04$$

➤ **Varianza de la muestra.**

$$S^2 = (P) * (1 - P) = 0,038$$

➤ **Error Estándar  $Se$ .**

Para la presente investigación se adoptó un error estándar del 4%, es decir que de 100 casos 96 veces mi predicción es correcta.

➤ **Varianza de la Población  $V^2$ .**

$$V^2 = Se^2$$

$$V^2 = (0,038)^2$$

$$V^2 = 0,0016$$

➤ **Tamaño de la muestra.**

$$n = \frac{S^2}{Se^2}$$

$$n = \frac{0,005}{0,0016}$$

$$n = 30$$

Teniendo el dato del universo la muestra se puede ajustar de la siguiente manera:

$$n' = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

$$n' = \frac{30}{1 + \frac{30}{172874}}$$

$$n' = 30$$

Como se puede observar el tamaño de la muestra ajustada  $n'$  con respecto al tamaño de la muestra  $n$  no difiere con relación al universo, por lo que la muestra asignada para este análisis será: **30**.

Aplicando el muestreo probabilístico antes citado, se detalla a continuación el número de muestras por rango de consumo de clientes residenciales que no disponen la cocina de inducción y de un sistema eléctrico para el calentamiento del agua así como también el número de muestras de clientes residenciales que utilizan la cocina de inducción y el calentamiento del agua a través de un sistema eléctrico.

**TABLA. VIII** Número de muestras clientes residenciales por rango de consumo.

Clientes residenciales en Cuenca.			
Rango consumo kWh	Universo de clientes	Porcentaje	No. Muestras
000 – 100 kWh	93418	53%	30
101 – 200 kWh	56431	33%	18
201 – 300 kWh	15534	9%	5
301 – 400 kWh	4332	3%	1
401 – 500 kWh	1568	1%	1
>500 kWh	1591	1%	1
<b>TOTAL</b>	<b>180412</b>	<b>100%</b>	<b>56</b>

El porcentaje expresado por rango de consumo hace referencia respecto al total de clientes residenciales de la ciudad de Cuenca. Los datos considerados para el presente estudio fueron adoptados de la base de datos del Programa de la cocción eficiente del

Departamento de Control de Medición de la CENTROSUR con corte al mes de mayo de 2016.

**TABLA. IX** Número de Muestras clientes inscritos en el programa PEC.

Clientes usan cocina de inducción			
Rango consumo kWh	No. Clientes	Porcentaje	No. Muestras
000 – 100 kWh	1653	29%	16
101 – 200 kWh	2393	42%	24
201 – 300 kWh	1105	19%	11
301 – 400 kWh	368	6%	4
401 – 500 kWh	97	2%	1
>500 kWh	73	1%	1
<b>TOTAL</b>	<b>5689</b>	<b>100%</b>	<b>56</b>

En la tabla IX, se expone el número de clientes residenciales que se encuentran utilizando la cocina de Inducción, para el estudio se analizaron 56 muestras. El porcentaje expresado por rango de consumo es con respecto al total de usuarios que disponen la cocina de Inducción.

**TABLA. X** Clientes usan ducha eléctrica.

Clientes usan ducha eléctrica			
Consumo kWh	No. Clientes	PORCENTAJE	No. MUESTRAS
0 - 100	268	34%	19
101 - 200	357	46%	26
201 - 300	104	13%	7
301 - 400	26	3%	2
401 - 500	13	2%	1
>500	12	2%	1
<b>TOTAL</b>	<b>780</b>	<b>100%</b>	<b>56</b>

En l Tabla X, se analizaron 56 clientes que usan un sistema eléctrico para el calentamiento del agua.

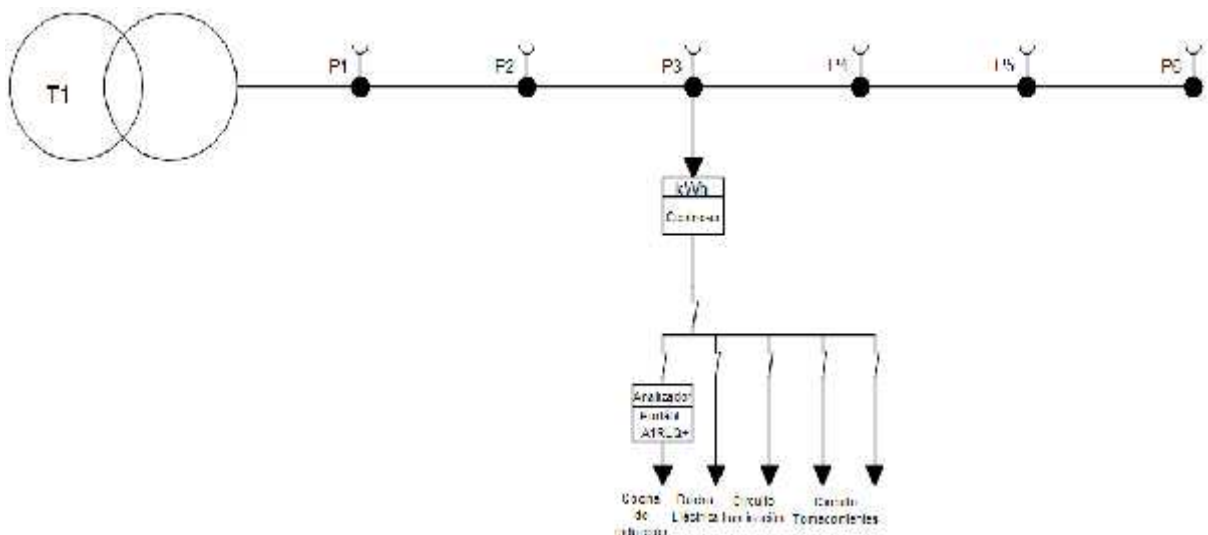
#### 4.4. Criterios de Inclusión.

El presente estudio analizara los perfiles de carga de 168 clientes del sector residencial, que se encuentran inscritos en el Programa de la Cocción Eficiente a través del uso de las cocinas de inducción y calentamiento del agua con un sistema eléctrico, que impulsa el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable a través de las distribuidoras eléctricas.

#### 4.5 Método, técnica e instrumento de recolección de datos, para la determinación de la demanda máxima unitaria proyectada con la inclusión de las cocinas de inducción y duchas eléctricas.

##### 4.5.1. Técnica e Instrumento.

Para obtener las magnitudes de potencia activa y reactiva absorbidas por las cocinas de inducción y duchas eléctricas, se utilizó un contador de energía especial el mismo que estuvo programado y calibrado para obtener los registros en periodos de 1 minuto.



*Fig. 5 Método de medición.*

#### 4.5.2 Método.

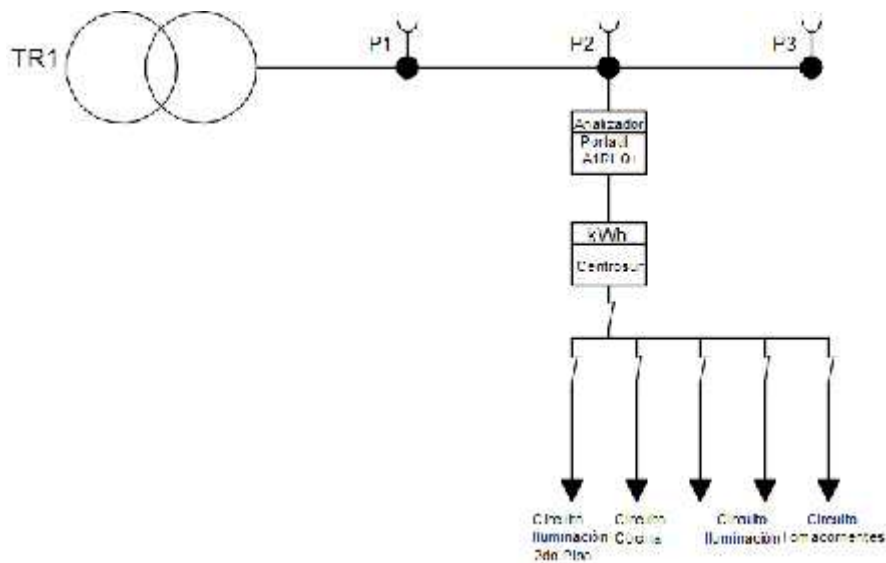
Se parte con el criterio de que la energía eléctrica no es un producto almacenable, y se ha tenido mucha incertidumbre en cómo y en la forma que se la usa con la introducción del Proyecto Cocción Eficiente (PEC), por lo que esta investigación se define como el **Estudio de la Curva de Carga de los Clientes Residenciales por rango de consumo**, en la zona de influencia de la CENTROSUR.

Para determinar la Demanda Máxima Unitaria Proyectada (**DMUP**) del sector residencial se realizó el estudio de tres curvas de carga:

1. Curva de carga cocinas de inducción.
2. Curva de carga calentadores eléctricos de agua.
3. Curva de carga de clientes residenciales.

##### ➤ **Curva de carga de clientes residenciales.**

Se instaló un contador de energía especial en serie al contador de energía instalado por Centrosur a los clientes categorizados con la tarifa residencial y por rango de consumo, **que no disponen de la cocina de inducción y de un sistema eléctrico para el calentamiento de agua**, por un periodo de 7 días de acuerdo a la regulación 04/01 de índice de calidad.



**Fig. 6** Diagrama unifilar instalación contador de prueba.

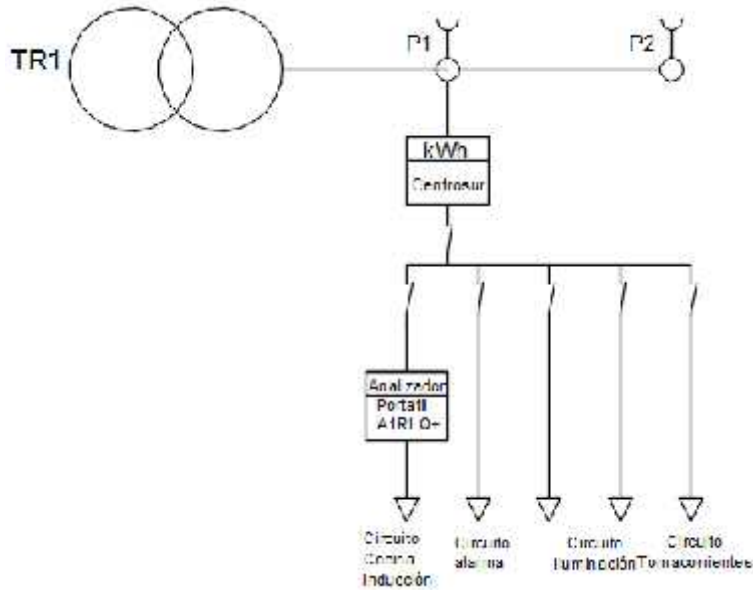
Con los resultados obtenidos se creó una base de datos en EXCEL para el análisis de la curva de demanda, se determinó los valores máximos, mínimos y promedio de potencia activa absorbidos por clientes residenciales por rango de consumo, con el análisis de las 56 muestras se determinó la ecuación característica del Factor de Coincidencia cuando **n** cargas van ingresando en el sistema eléctrico, para ello se utilizó el software MATLAB realizando una programación para obtener **n** combinaciones con los perfiles de carga de las muestras analizadas.

Posterior a ello se enunció seis ecuaciones de la Demanda Máxima Proyectada (DMP) correspondientes a la carga residencial por rango de consumo, dichas ecuaciones contienen los valores de la demanda máxima absorbida con sus factores de coincidencia.

$$\begin{pmatrix} DMP_{0-100kWh} \\ 101-200kWh \\ 201-300kWh \\ 301-400kWh \\ 401-500kWh \\ \text{sup er.501kWh} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} DMP_{0-100kWh.(medida)} \\ 101-200kWh.(medida) \\ 201-300kWh.(medida) \\ 301-400kWh.(medida) \\ 401-500kWh.(medida) \\ \text{sup er.501kWh.(medida)} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} FCoincidencia_{0-100kWh} \\ 101-200kWh \\ 201-300kWh \\ 301-400kWh \\ 401-500kWh \\ \text{sup er.501kWh} \end{pmatrix}$$

➤ **Curvas de carga de las cocinas de inducción.**

Se instaló el contador de energía especial al circuito de la cocina de inducción de las muestras, los datos del perfil de carga se graficaron en un libro de Excel determinando la potencia máxima, mínima y promedio por día correspondiente al uso de la cocina de inducción.



**Fig. 7 Diagrama conexión circuito cocina de inducción.**

De forma similar se determinó la ecuación característica del factor de coincidencia por día, posteriormente se expone la ecuación de la demanda máxima proyectada correspondiente a la carga de las cocinas de inducción.

$$DMP_{cocinas} = (DMP_{cocinas.inducción}) * (FC_{uso.cocinas})$$

➤ **Curva de carga calentadores eléctricos de agua.**

Se determinara la Demanda Máxima Proyectada (**DMP**) y los factores de coincidencia del uso de duchas eléctricas y calentadores de agua eléctricos.

$$DMP_{duchas} = (DMP_{duchas}) * (FC_{duchas})$$

Finalmente se enuncio las ecuaciones de la Demanda Máxima Unitaria Proyectada (**Dmup**) del sector residencial por rango de consumo la misma que se detalla a continuación:

$$Dmup = (N) * (DMP_{clientes.residenciales.por.rango.consumo}) + (DMP_{cocinas.inducción}) + (DMP_{duchas})$$

Donde:

N es el número de usuarios.

### **4.3 Proceso para el registro de las muestras.**

Para cumplir con el objetivo trazado, se gestionó en el Departamento de Control de la Medición de la Empresa Eléctrica Regional Centrosur la dotación de 20 contadores de energía especiales para el monitoreo de la potencia y energía eléctrica consumida por el uso de las cocinas de inducción y duchas eléctricas.

#### **4.3.1 Proceso para la construcción de los tableros de medición.**

1. Se adquirió 20 tableros de madera de 60 x 40cm para la instalación de los contadores de energía.
2. Se utilizó 300m de cable No. 6 AWG flexible para el cableado de la bornera del contador y el enchufe.
3. Se adquirió 20 tomacorrientes y 20 enchufes tipo NEMA 50 y NEMA 30 bifásicos.
4. Se construyeron 20 tableros de medición portátiles, en los cuales se instaló un contador especial con registro del perfil de carga, como se expone en las figuras 8-9.



*Fig. 8 Construcción Prototipo de Medición.*



*Fig. 9 Tableros de medición Portátil.*

5. Con la disponibilidad de los tableros de medición, se contactó a los clientes del programa PEC, solicitando su autorización y colaboración para la instalación del contador de energía especial al circuito de la cocina de inducción y la ducha eléctrica.
6. Se instaló un contador de energía en serie al contador de energía instalado por Centrosur a los clientes categorizados con la tarifa residencial y por rango de consumo, que no disponen de la cocina de inducción y de un sistema eléctrico para el calentamiento de agua, por un periodo de 7 días.
7. Al séptimo día se procedió con la descarga de los datos del perfil de carga almacenados en el contador de energía.
8. Se creó una base de datos en EXCEL con la información obtenida de los perfiles de carga.
9. Y finalmente, para determinar la coincidencia del uso de las cocinas y de la carga de la vivienda se utilizó el Software MATLAB, realizando una programación para obtener **n** combinaciones con los datos obtenidos a través de los perfiles de carga.

## CAPITULO V

### 5. RESULTADOS

#### 5.1 Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción.

El contador de energía dotado por la Empresa Eléctrica Regional Centrosur fue instalado en serie a los circuitos de las cocinas de inducción y duchas eléctricas, su programación se la hizo en intervalos de 1 minuto para el registro de Potencia Activa, Reactiva y Fp.

A través del estudio de la demanda y el factor de coincidencia correspondiente al uso de las cocinas de inducción se enunciara la DMU de la misma.

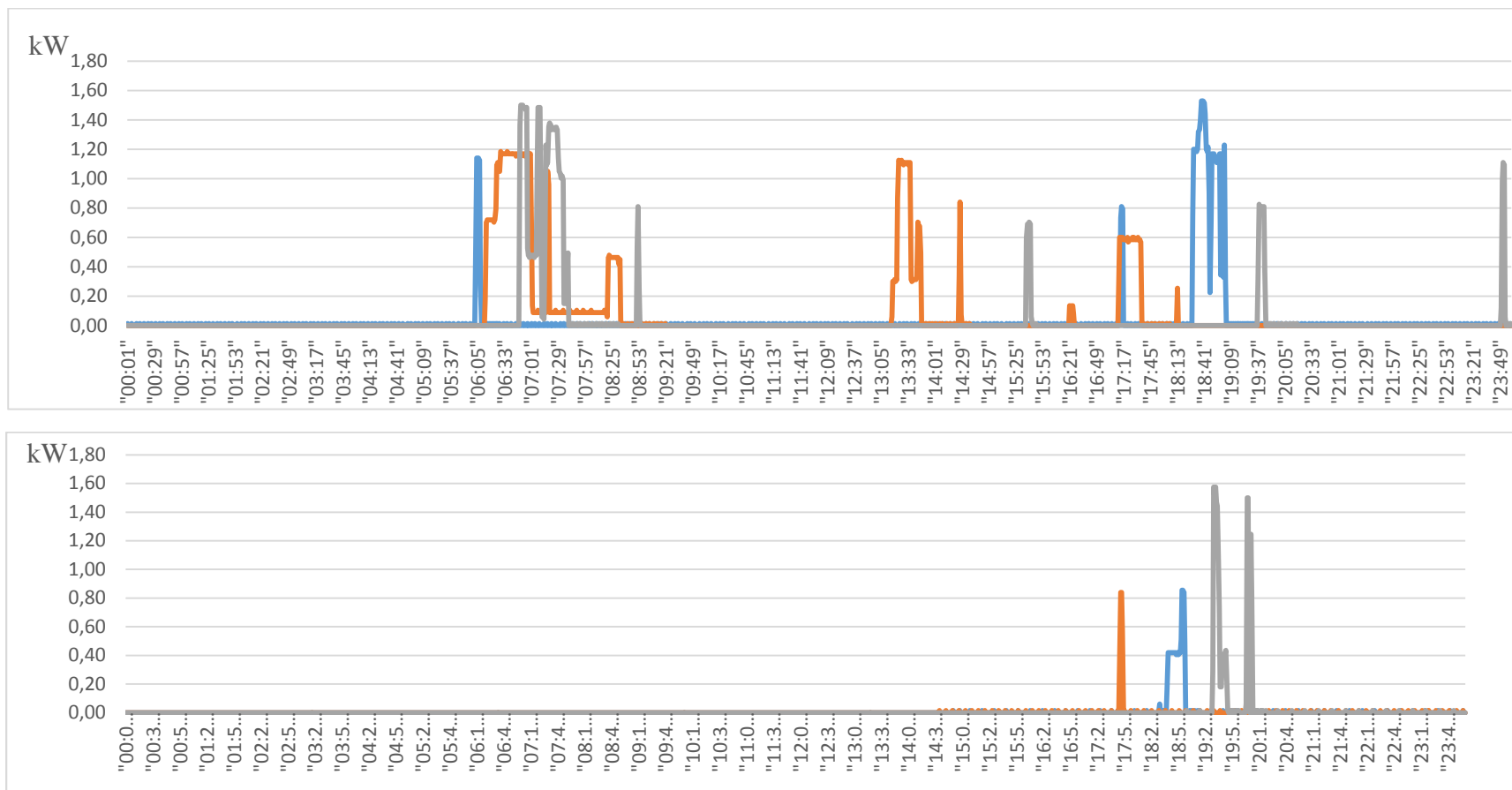
Las cocinas de inducción utilizadas por los usuarios en estudio se detallan a continuación:

**TABLA. XI** Datos de Placa de las cocinas de inducción conocidas en el estudio.

Tipo de Cocinas utilizadas en Programa –PEC-.			
Marca	No. Zonas	Potencia	Niveles de Potencia.
INDURAMA	4	4000w	10
ECOGAS	4	4000w	9
TEKA	4	8000w	10
GENERAL ELÈCTRIC	4	10000w	10
MIDEA	4	4000w	8

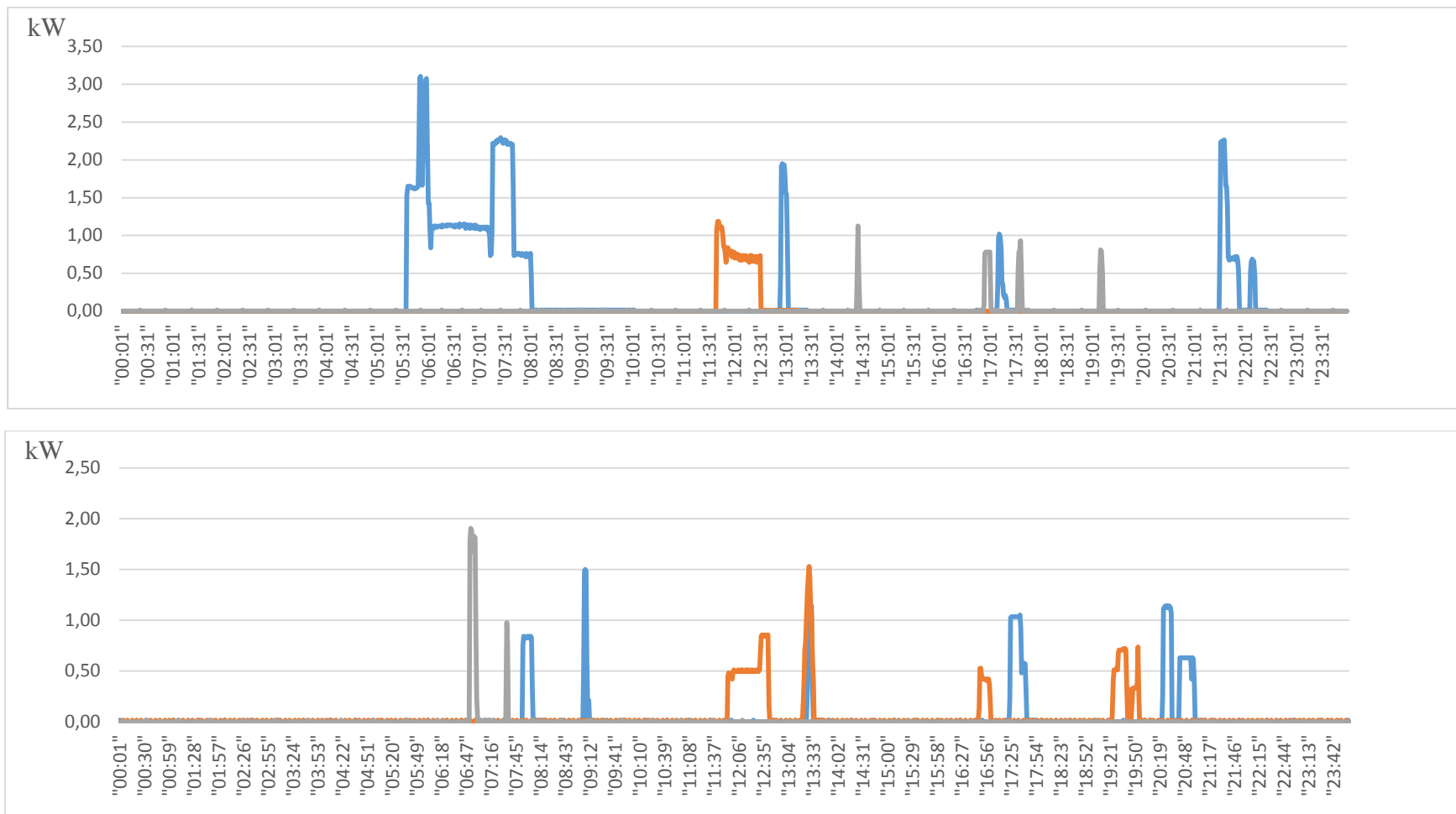
El contador de energía especial se instaló por 7 días a los clientes del cantón Cuenca, que se encuentran inscritos en el Programa de la Cocción Eficiente (PEC), en las presentes gráficas se detalla por rango de consumo los perfiles de carga correspondientes al uso de las cocinas de Inducción, cada color representa un cliente (PEC).

### 5.1.1 Uso cocina de Inducción para clientes con rango de consumo 0 - 100kWh/mes



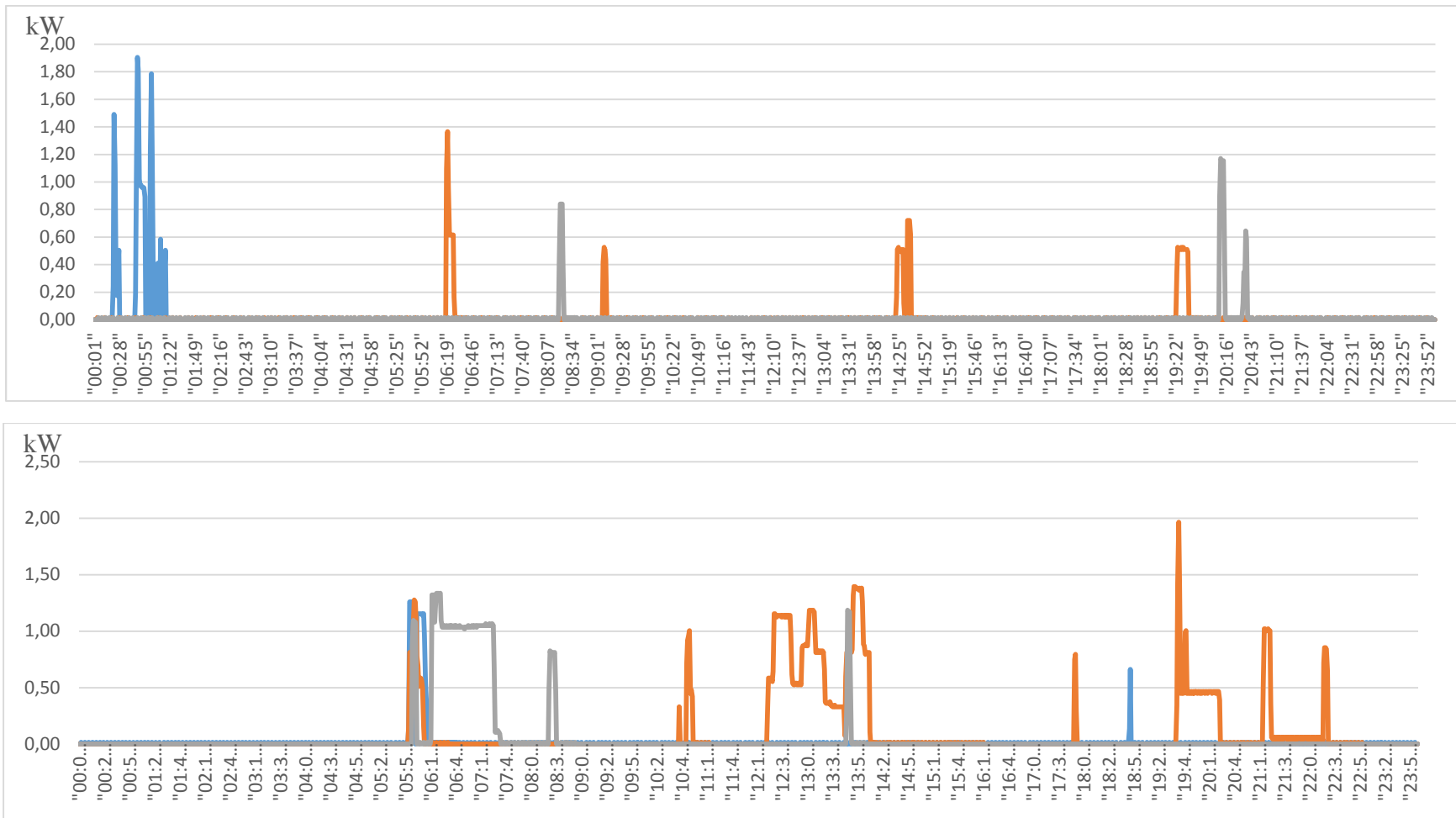
*Fig. 10 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes*

En el primer perfil de carga el cliente de color naranja tiene un consumo de energía importante entre las 06h05 y las 07h01, mientras que en el segundo perfil de carga los valores registrados son atípicos debido a que los usuarios en estudio solo utilizan la cocina de inducción en horas pico.



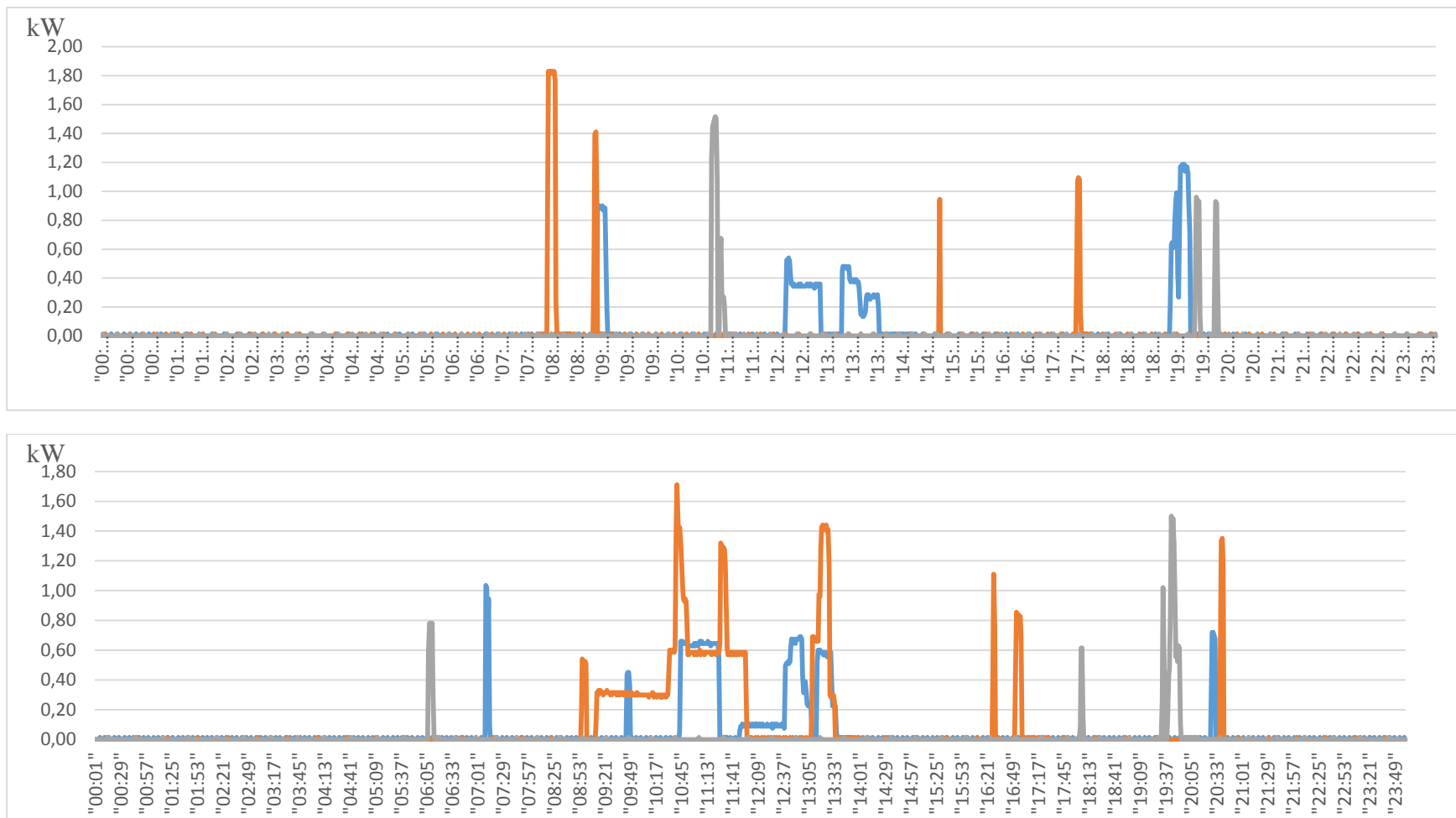
**Fig. 11** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes

En la primera ilustración el cliente representado con el color azul tiene un uso continuo de dos horas y media de la cocina en horas de la mañana, esto nos quiere decir que el cliente prepara su desayuno y almuerzo al inicio del día. En la segunda gráfica la frecuencia de uso de cocina de inducción es pequeña.



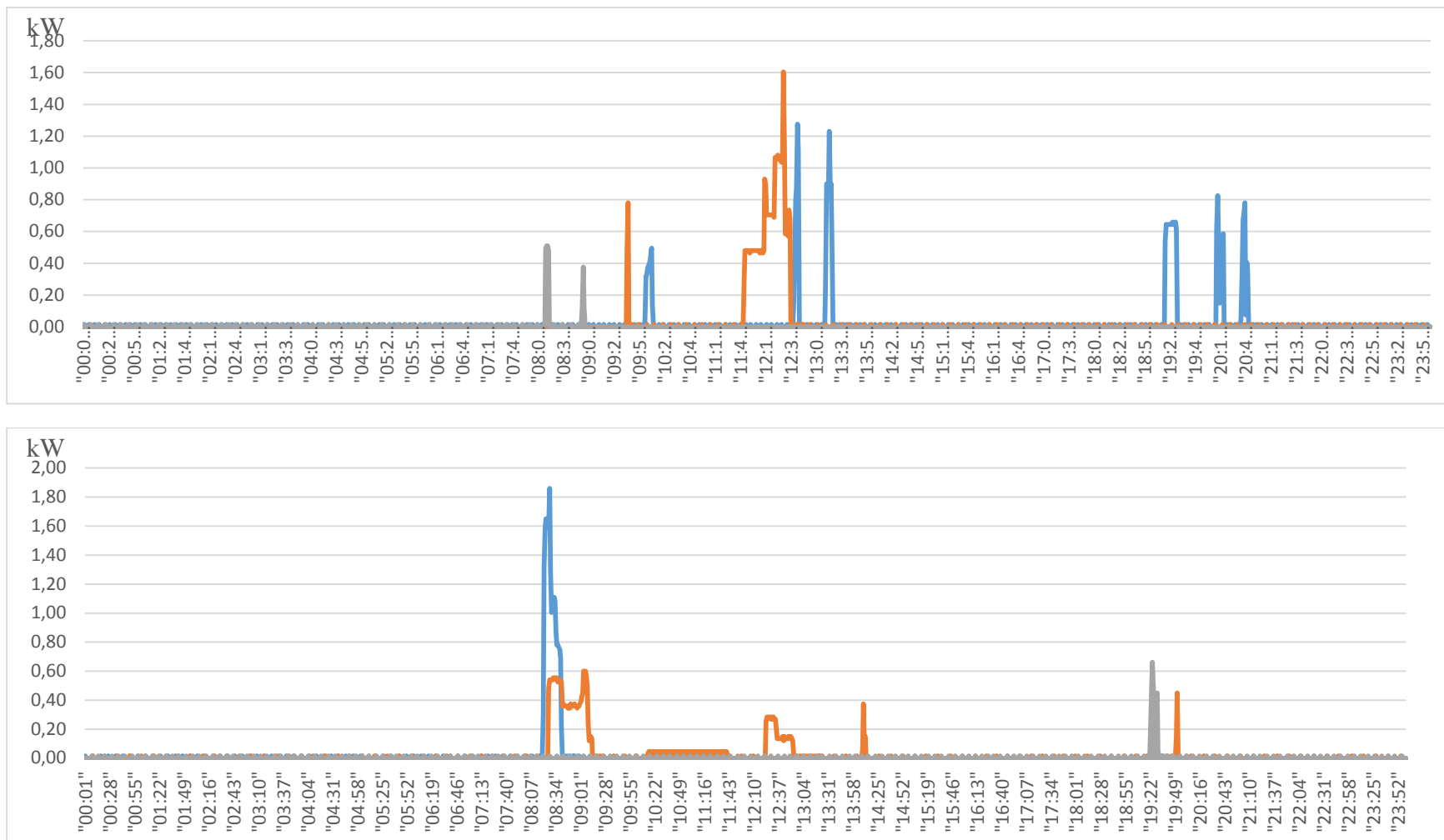
**Fig. 12** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes

En la segunda ilustración el cliente representado con el color gris prepara el desayuno y almuerzo al inicio del día, mientras que el cliente de color naranja prepara sus alimentos tres veces al día.



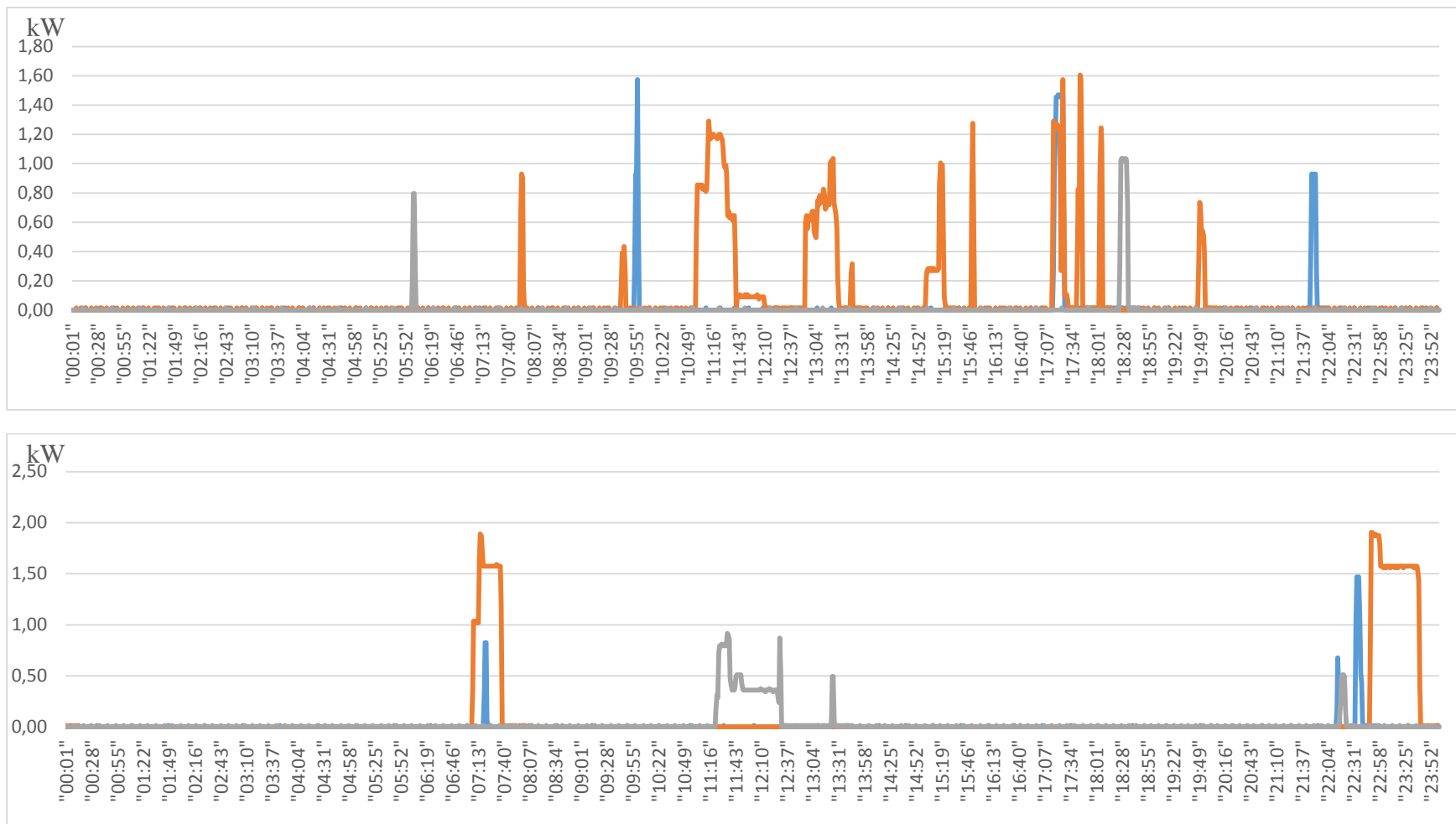
**Fig. 13** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes

Los clientes ilustrados en el primer perfil de carga tienen un uso puntual de la cocina, mientras tanto que los clientes del segundo perfil mantienen un consumo de energía matizado en las 8h00, 11h00 y 19h00 con demanda máxima de 1,7kW.



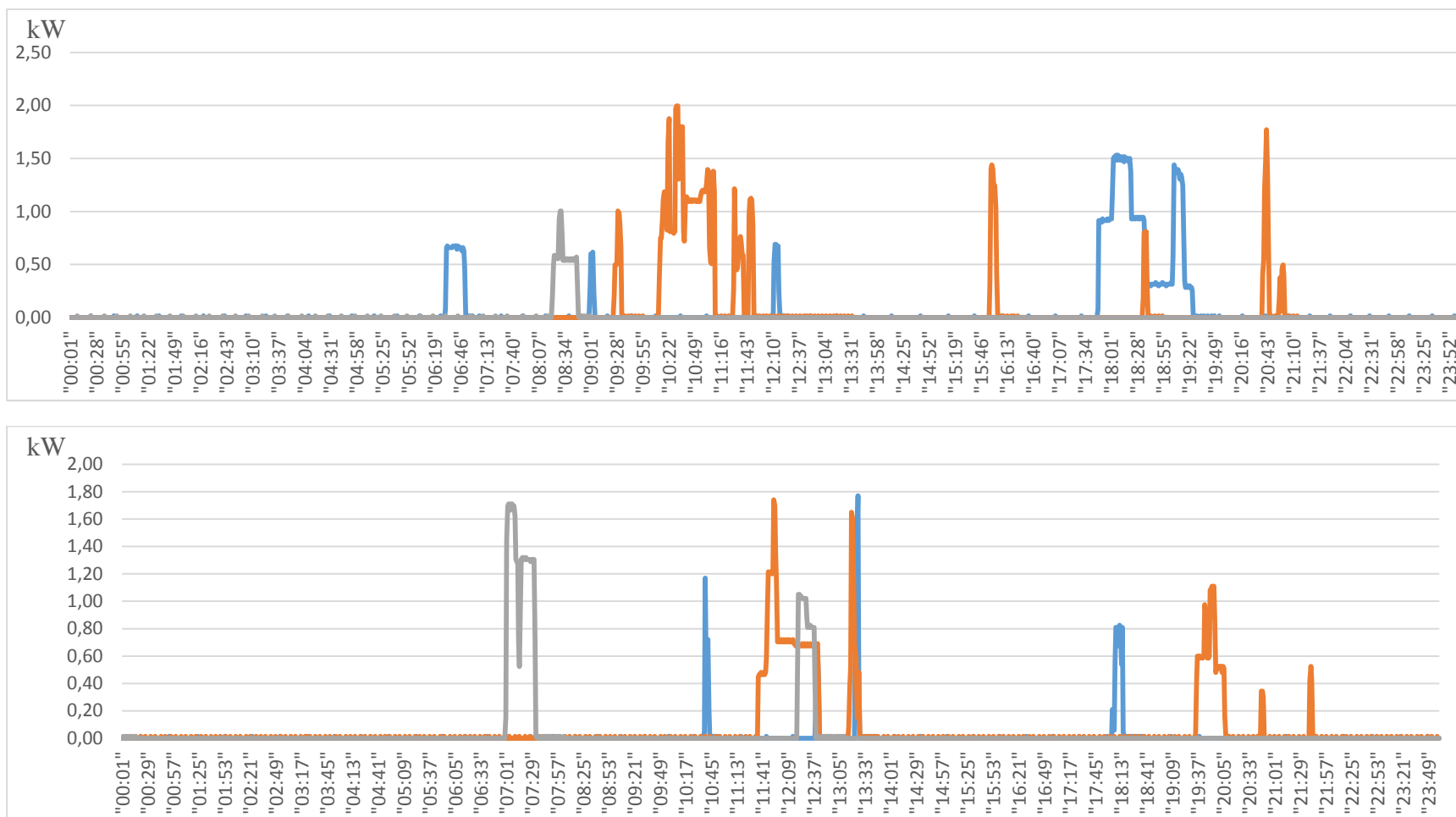
**Fig. 14** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes6

Para este grupo de clientes el uso de la cocina es puntual de acuerdo al perfil de carga registrado se podría entender que estos clientes no cocina en casa.



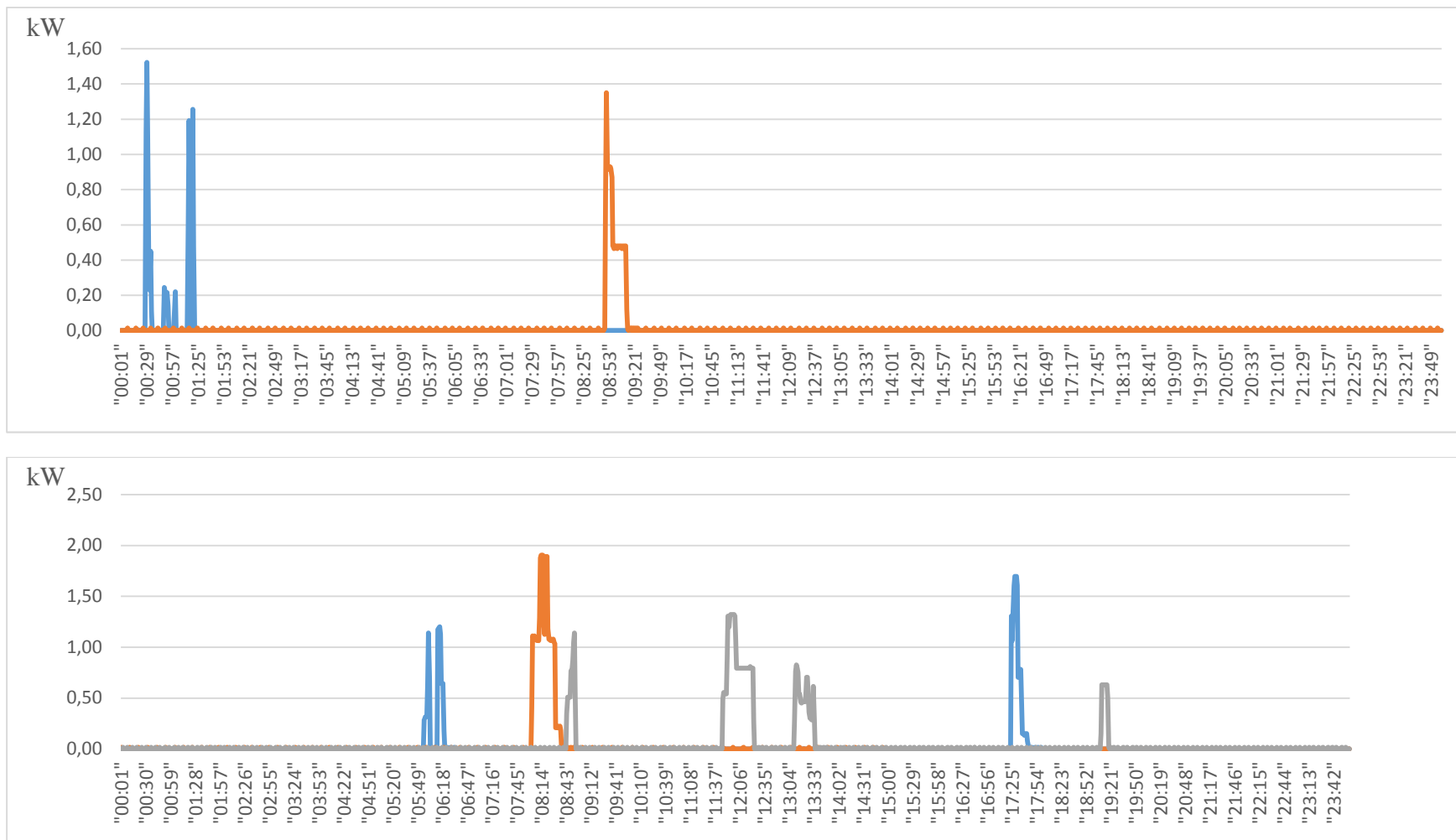
**Fig. 15** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes

Para el presente grupo de usuarios se destaca el cliente representado por el color naranja el cual tiene un consumo de energía atípico desde las 11h00 hasta las 17h34. Para el segundo perfil los 3 clientes tienen un uso puntual de la cocina.



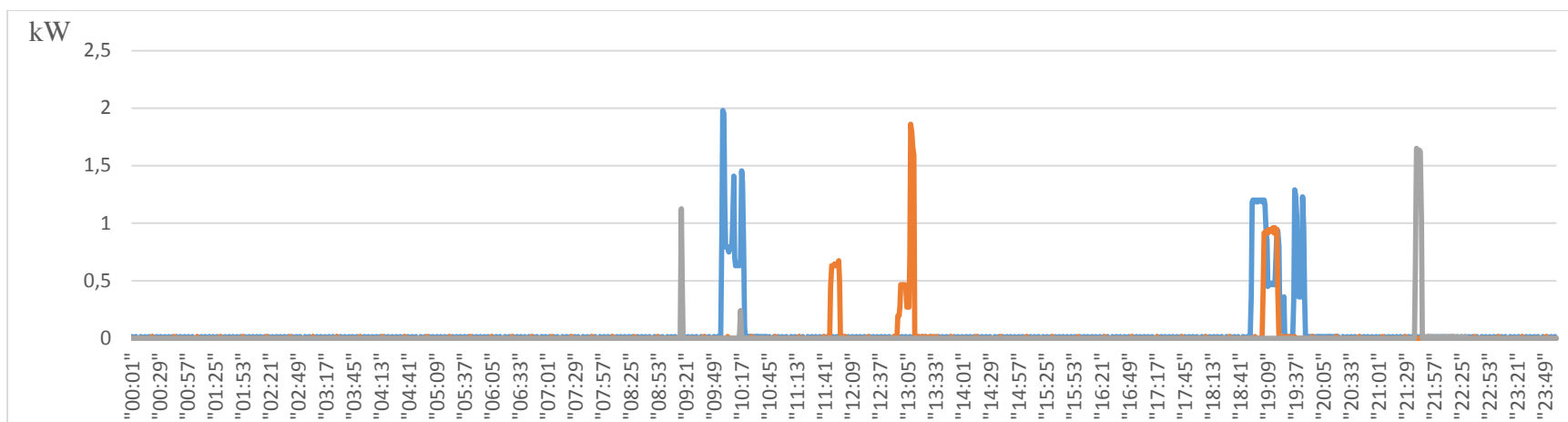
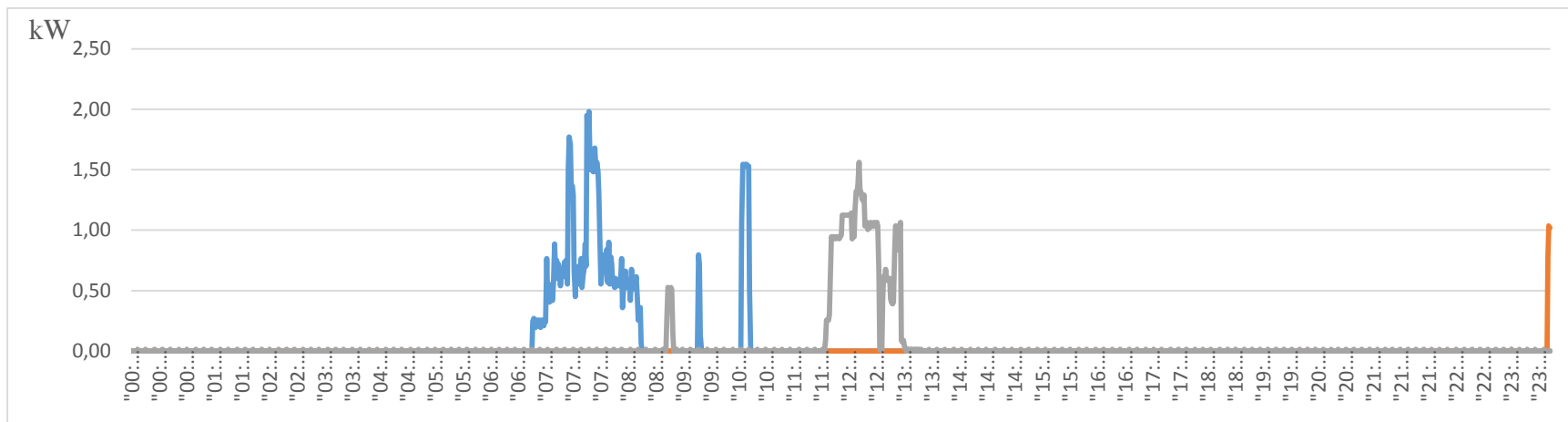
**Fig. 16** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes.

De los seis clientes PEC representados en el presente perfil tres de ellos mantienen un consumo de energía eléctrica considerable por el número de horas de uso de la cocina.



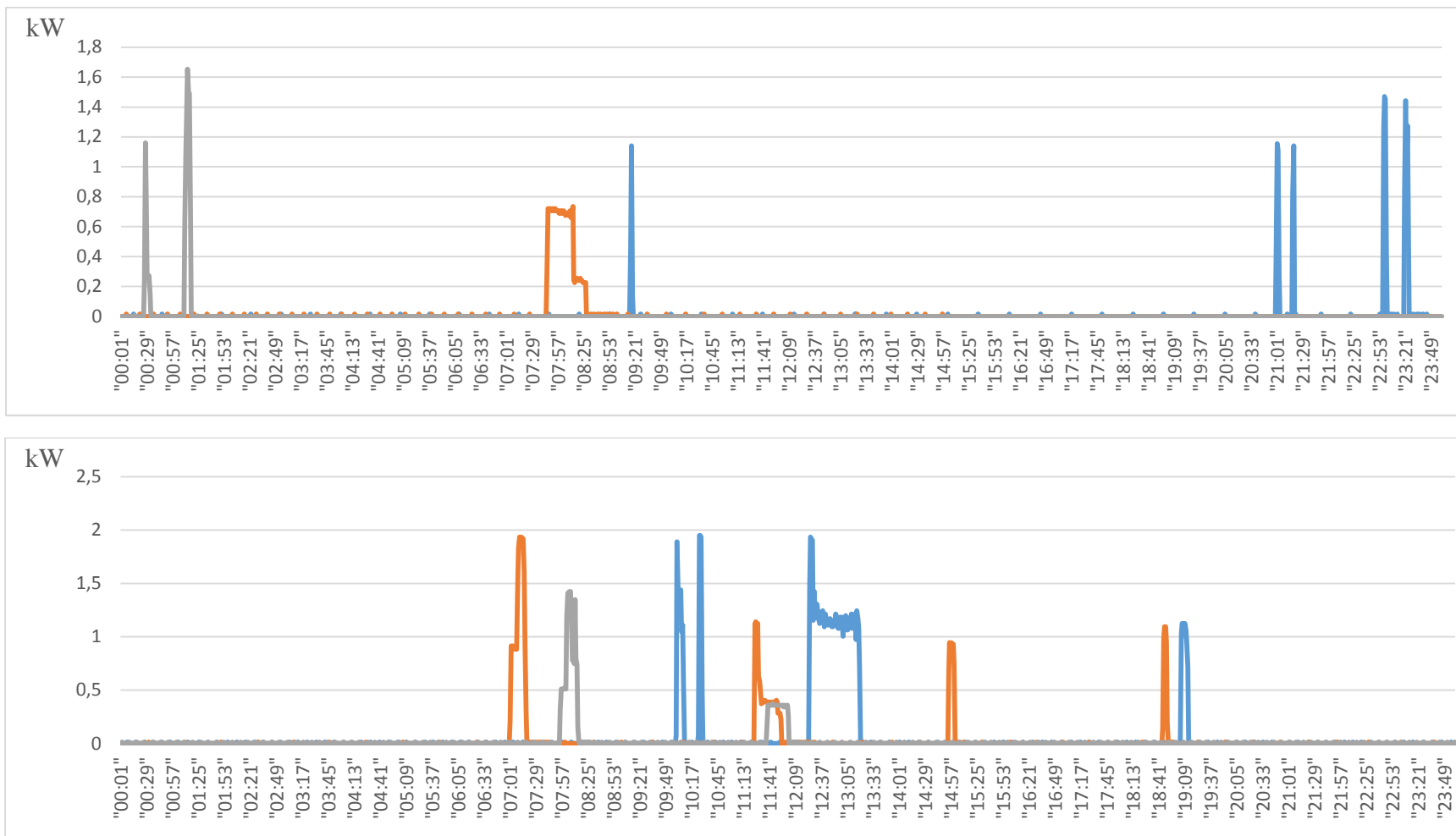
**Fig. 17** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes

La demanda máxima absorbida para este grupo de clientes PEC es de 1,9kW registrada a las 08h20. La tendencia de uso de las cocinas de inducción para el rango de consumo entre 0 – 100kWh/mes se mantiene.



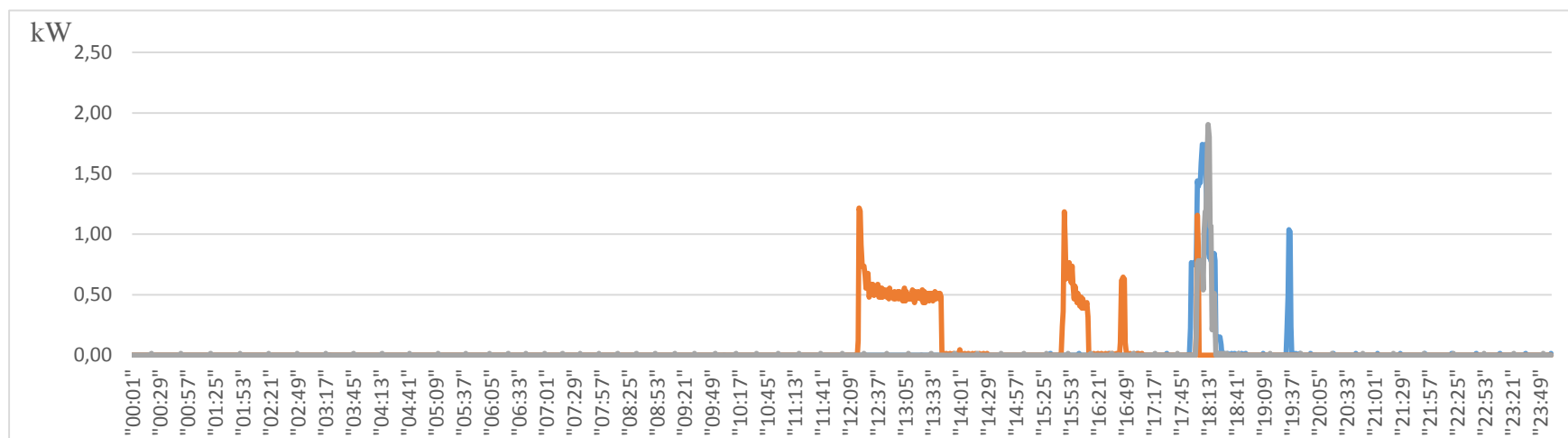
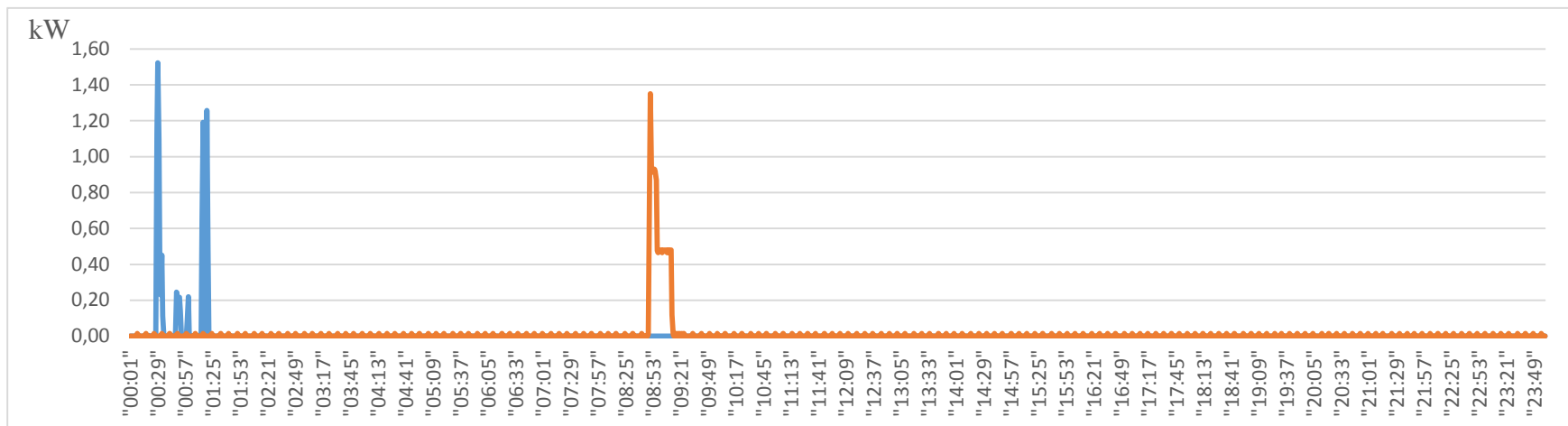
**Fig. 18** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes

De los perfiles expuestos, el cliente representado con el color azul realiza la preparación de todos los alimentos en horas de la mañana mientras que el cliente en gris solo utiliza la cocina al medio día y el resto de clientes tienen un uso mínimo de las cocinas de inducción.



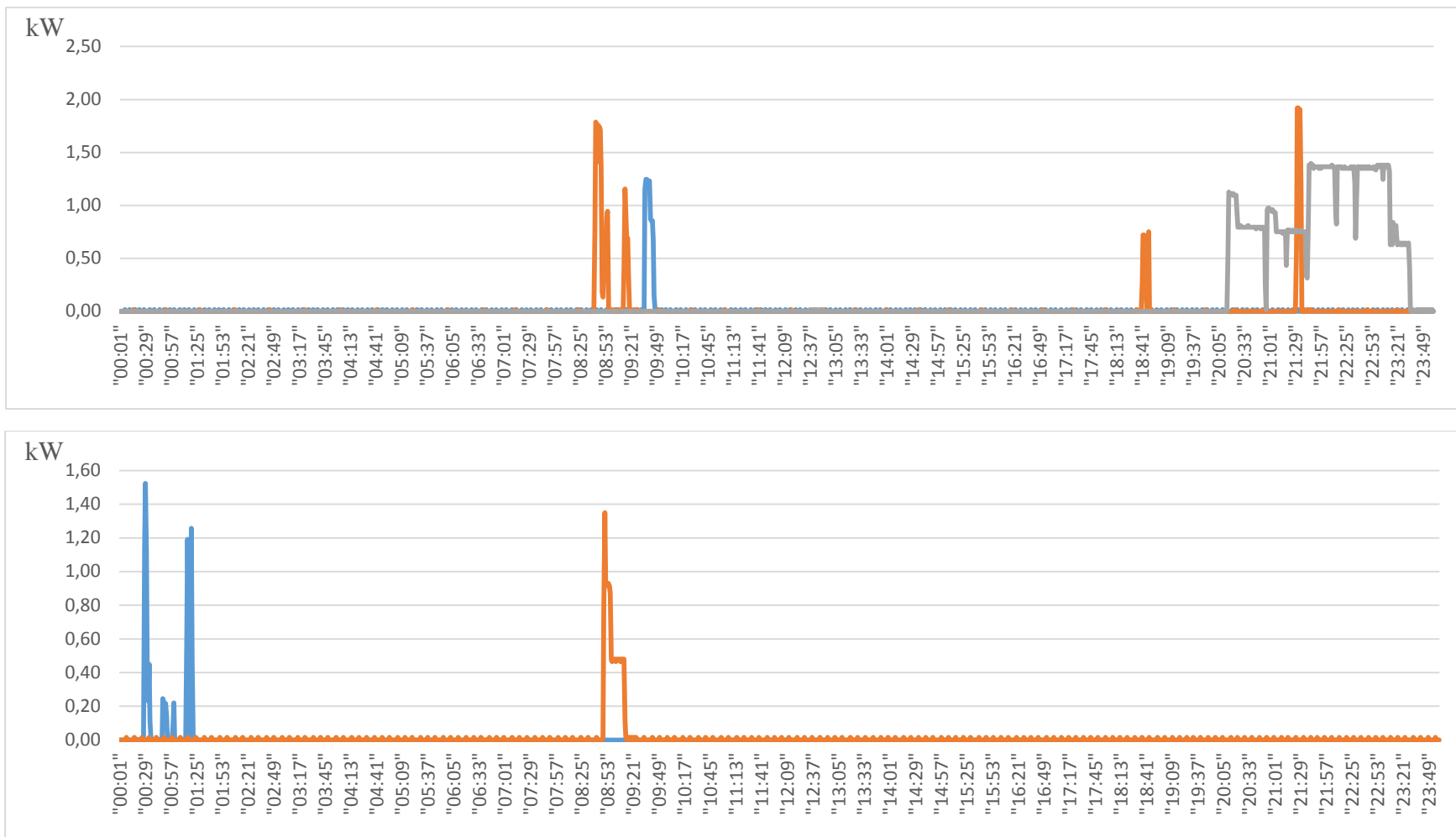
**Fig. 19** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes

Al mantener la tendencia del uso mínimo de las cocinas de inducción se abre la incertidumbre de que los clientes no preparan sus alimentos en casa o aún mantiene las cocinas de GLP.



**Fig. 20** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes

En el primer perfil de carga hay un uso atípico de la cocina desde las 0h00 hasta las 01h25. Las demandas máximas registrados en este grupo de clientes se encuentra a las 08h53, 12h09, 18h15.



**Fig. 21** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 0-100kWh/mes

En los últimos perfiles de carga se destaca el cliente representado con el color gris el mismo que tiene un consumo de energía atípico desde las 20h30 hasta las 23h30 con una demanda máxima de 1,4kW.

### 5.1.2 Determinación de Demanda máxima absorbida por las cocina de Inducción para clientes con rango de consumo 0 - 100kWh/mes.

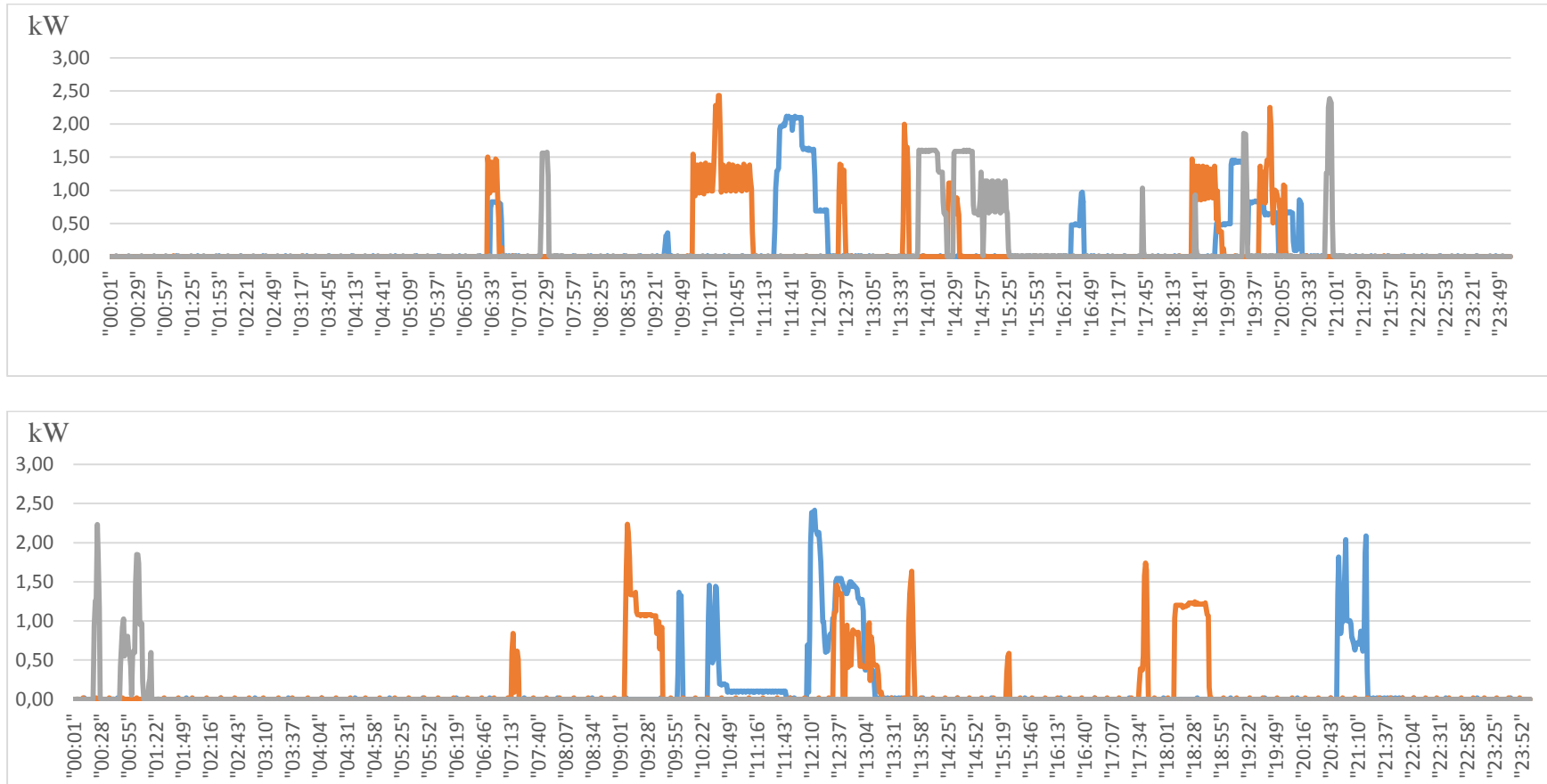
De los perfiles de carga estudiados se determinó los siguientes valores de potencia los mismos que se detallan en la presente tabla:

***TABLA. XII Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción.***

<b>(DMP) Demanda máxima proyecta para las cocinas de Inducción.</b>	
<b>VALORES</b>	<b>POTENCIA (kW).</b>
MÍNIMO	0,4
PROMEDIO	1,5
MÁXIMO	2

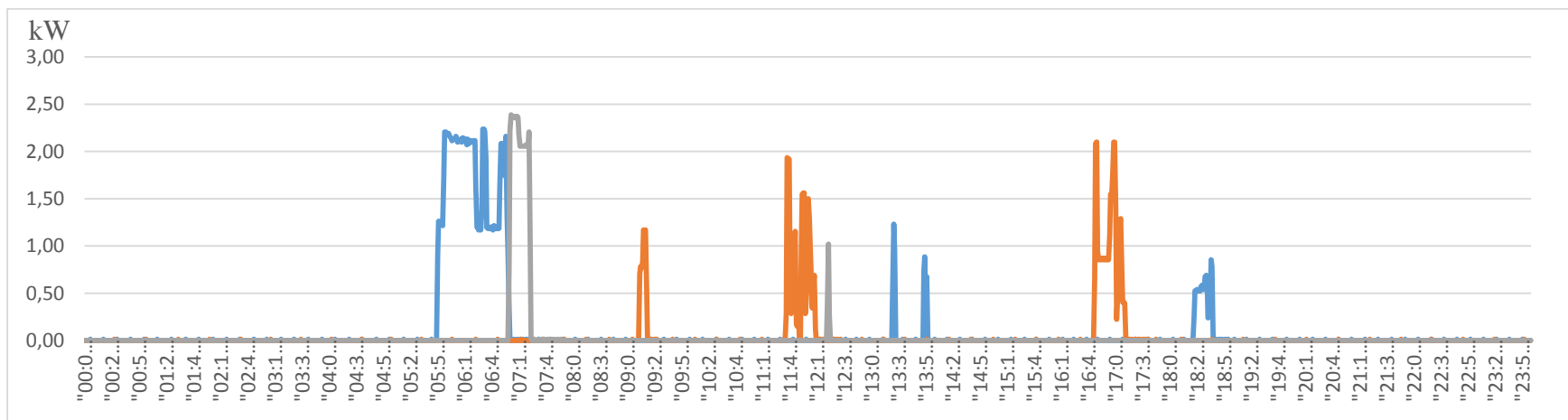
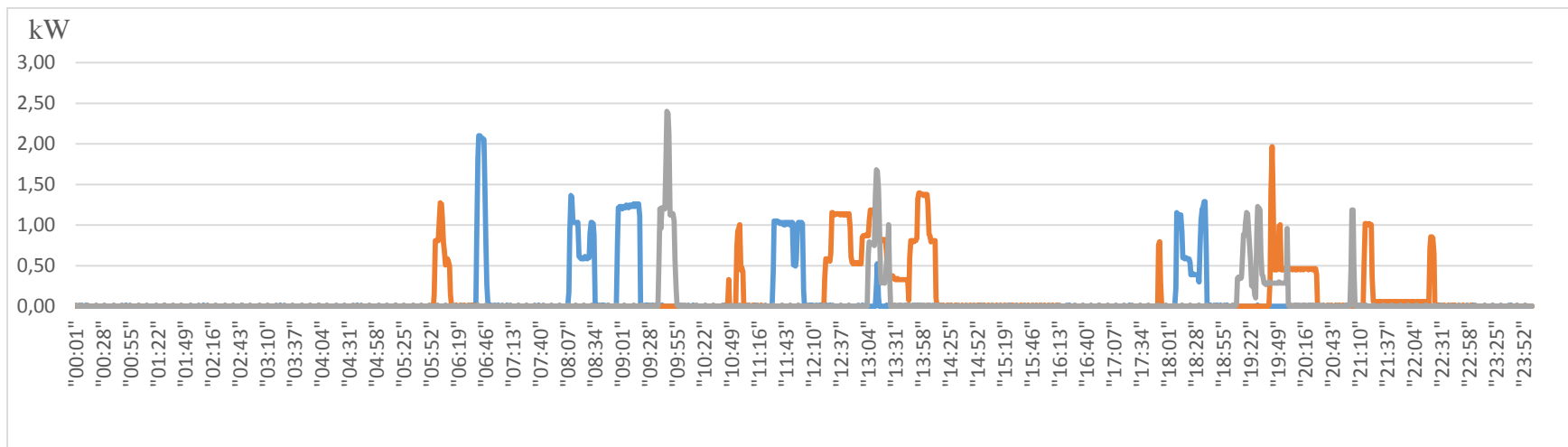
El universo de clientes PEC que se encuentran dentro de este rango de consumo es de 1.653 usuarios, los mismos que tienen un consumo de energía reducido por el uso de la cocina según se puede observar en las gráficas de los perfiles de carga, en este sentido se debe destacar que en la mayoría de nuestros hogares se dispone de una refrigeradora al mantener este utilizador conectado a la red mensualmente al usuario le representa 60kWh/mes dentro de su panilla de pago, es decir para el presente rango de estudio se tiene como límite 100kWh/mes, de ellos 40kWh/mes se distribuye en el uso de la iluminación, circuitos de tomacorrientes y la cocina de inducción, dándonos una idea de que estos clientes mantienen aún la cocina a GLP para la cocción de los alimentos.

### 5.1.2 Uso cocina de Inducción para clientes con rango de consumo 101 - 200kWh/mes.



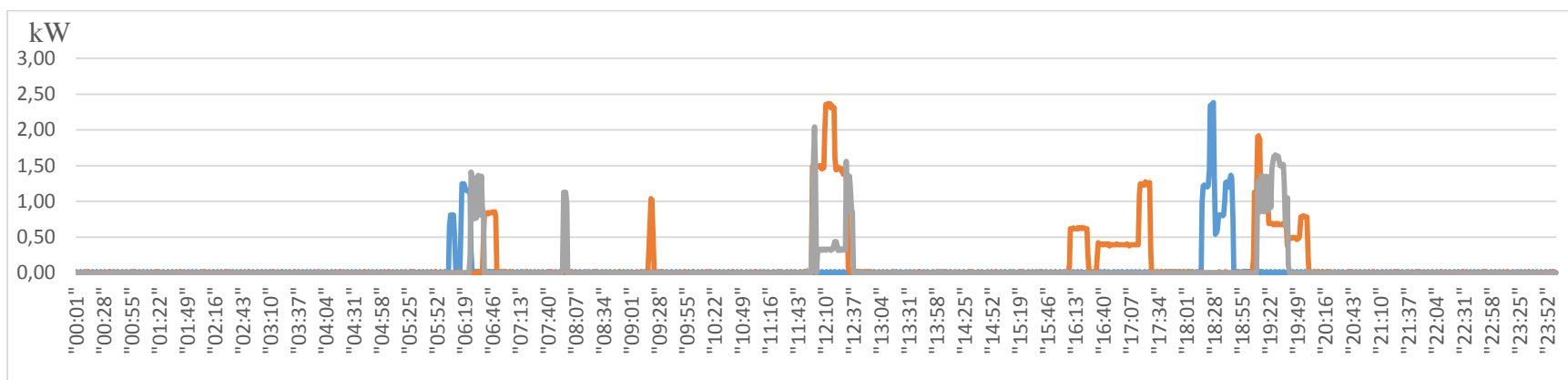
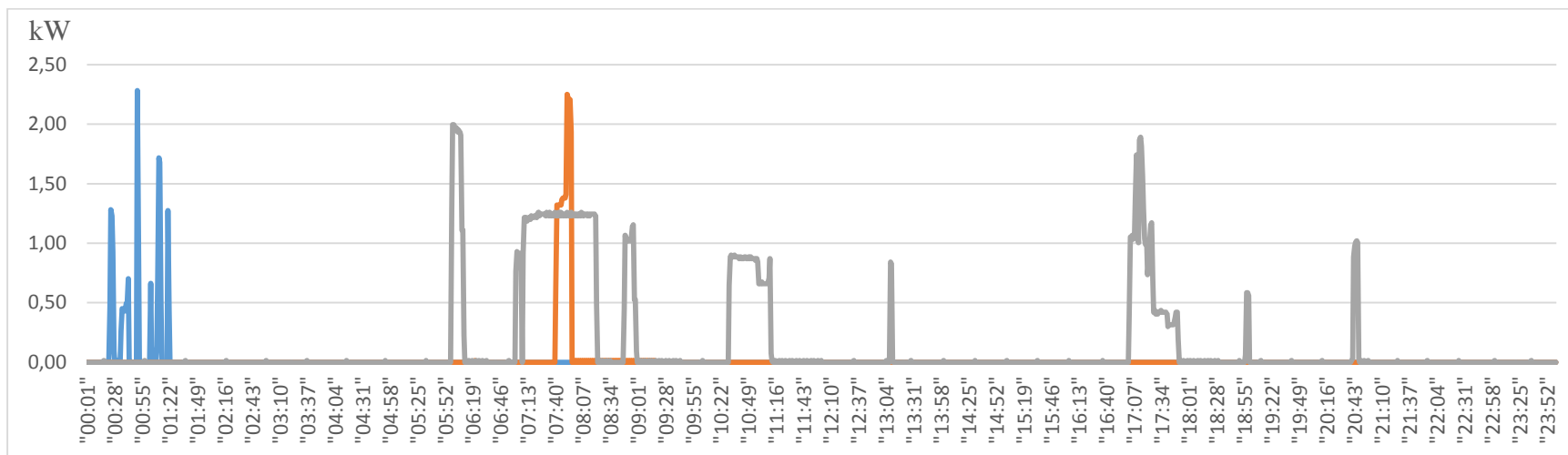
**Fig. 22** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 101-200kWh/mes

De este grupo de clientes, sus perfiles de carga detallan un mayor consumo energía y potencia en función del tiempo. La demanda máxima absorbida es de 2,4kW registrados a las 10h30 y 12h10.



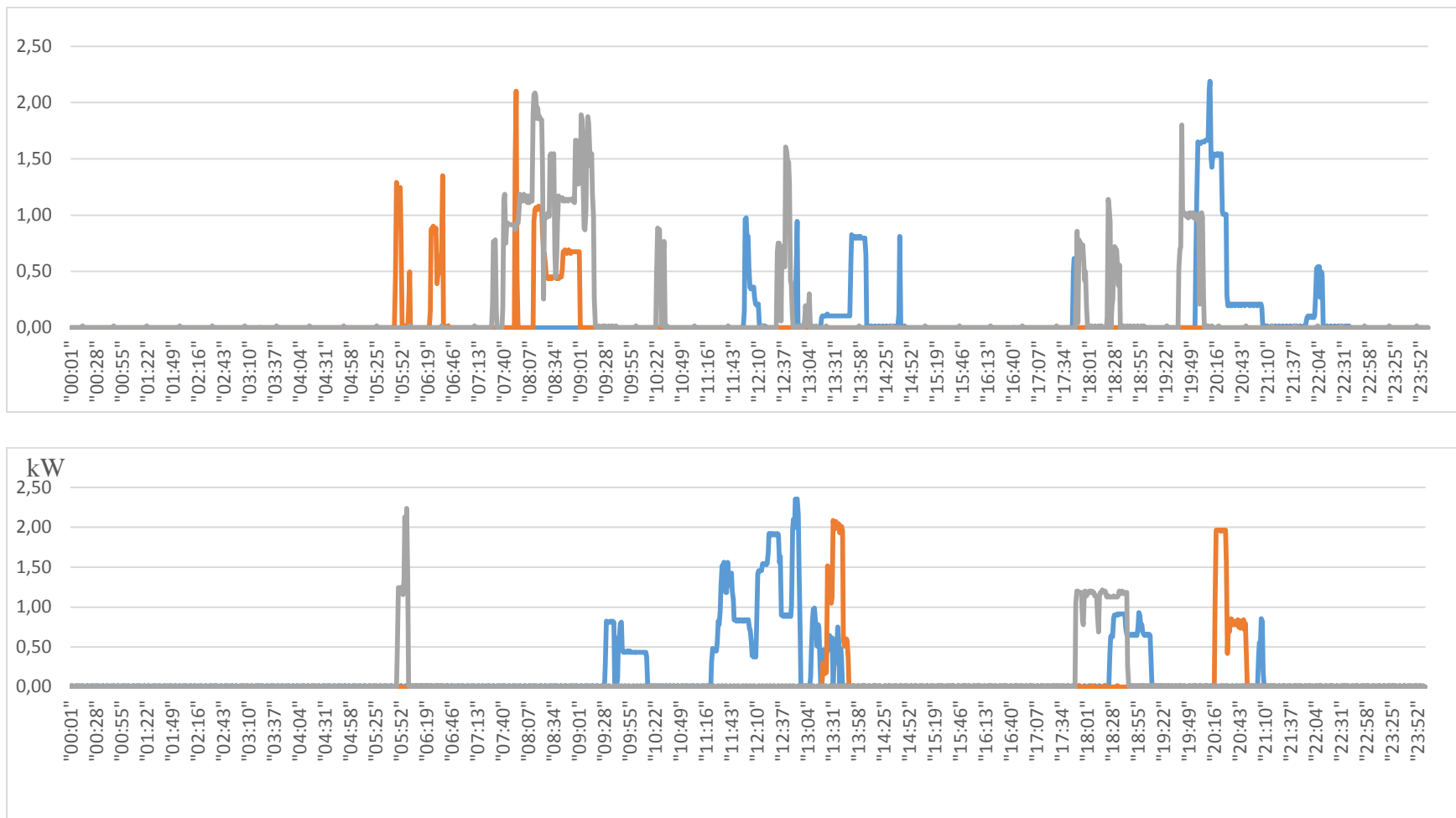
**Fig. 23** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 101-200kWh/mes

En el primer perfil de carga se describe el uso regular de la cocina de tres clientes en similares horas, la potencia máxima absorbida es de 2,4kW.



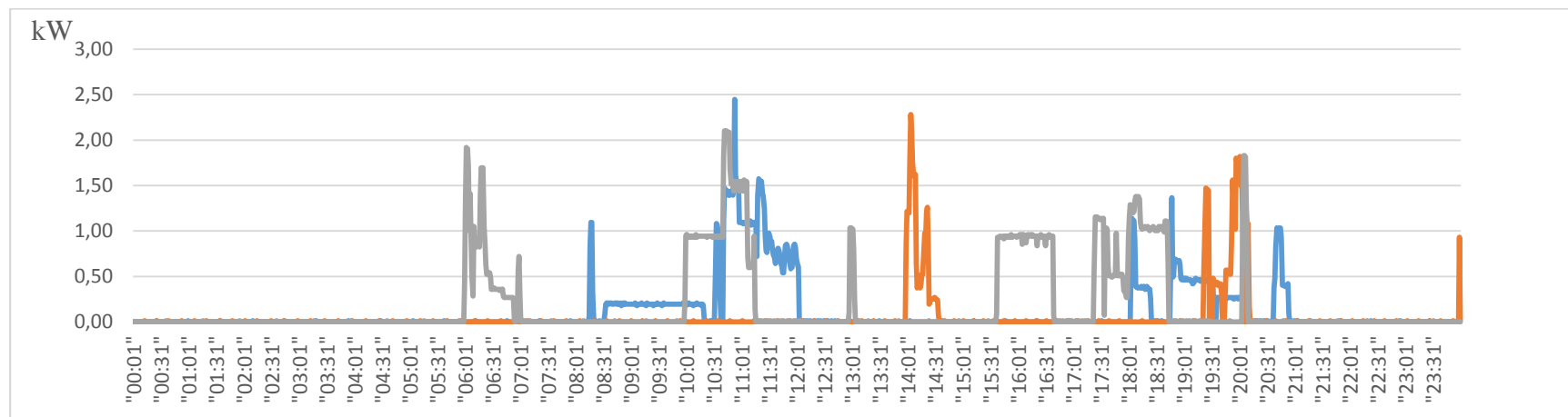
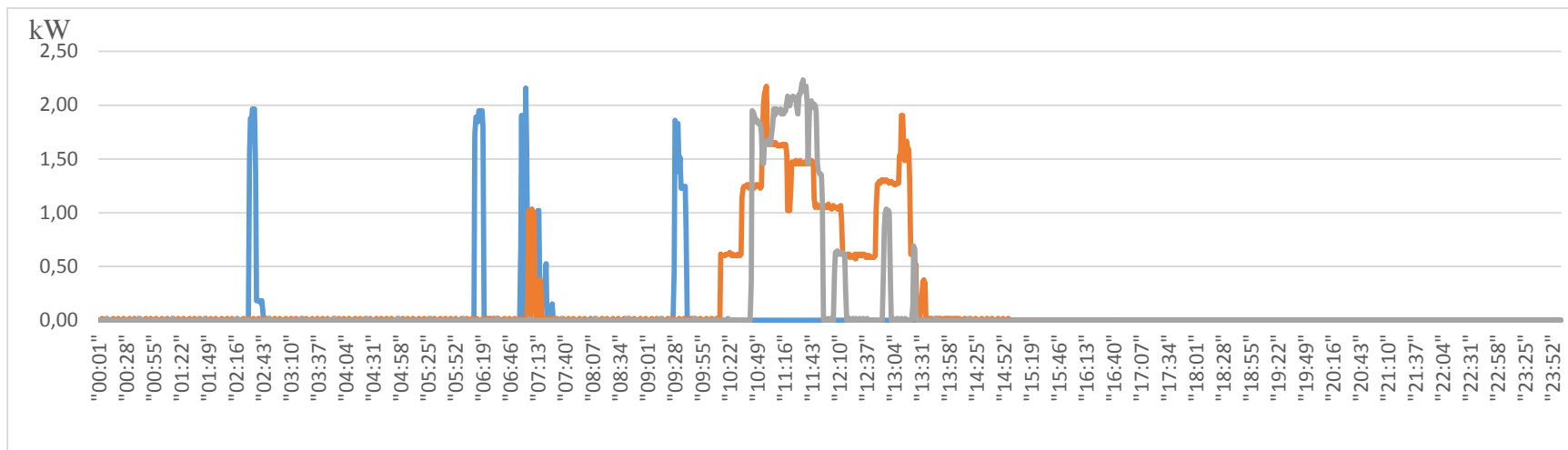
**Fig. 24** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 101-200kWh/mes

En el primer perfil de carga se registra un uso atípico a las 00h28 hasta 01h22, mientras que el cliente representado con el color gris prepara sus alimentos tres veces al día.



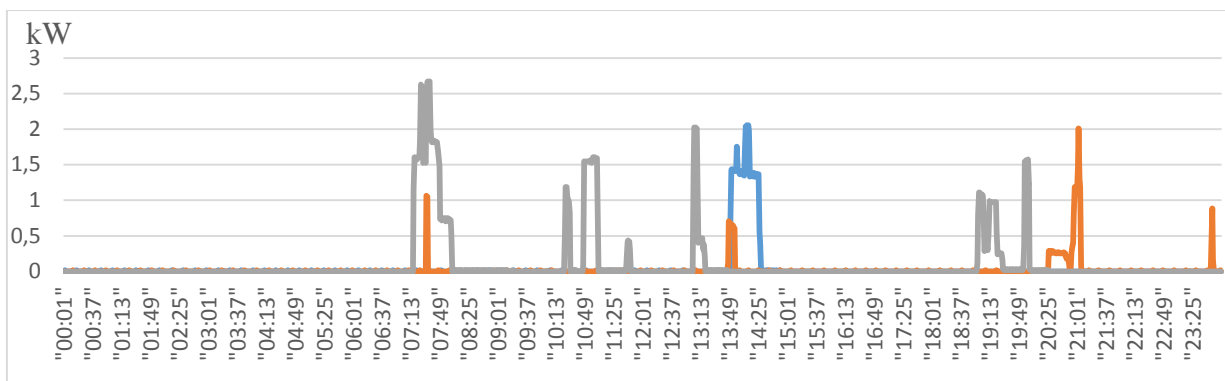
*Fig. 25 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 101-200kWh/mes*

La demanda promedio absorbida por las cocinas es de 2,3 kW, la presente curva de carga detalla el incremento de las horas de uso de la cocina lo que con lleva un incremento del consumo de energía.



**Fig. 26** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 101-200kWh/mes

Para los perfiles de carga descritos el número de horas de uso al día se ha incrementado, registrándose una demanda máxima de 2,5kW.



**5.1.3. Determinación de Demanda máxima absorbida por las cocina de Inducción para clientes con rango de consumo 101 - 200kWh/mes.**

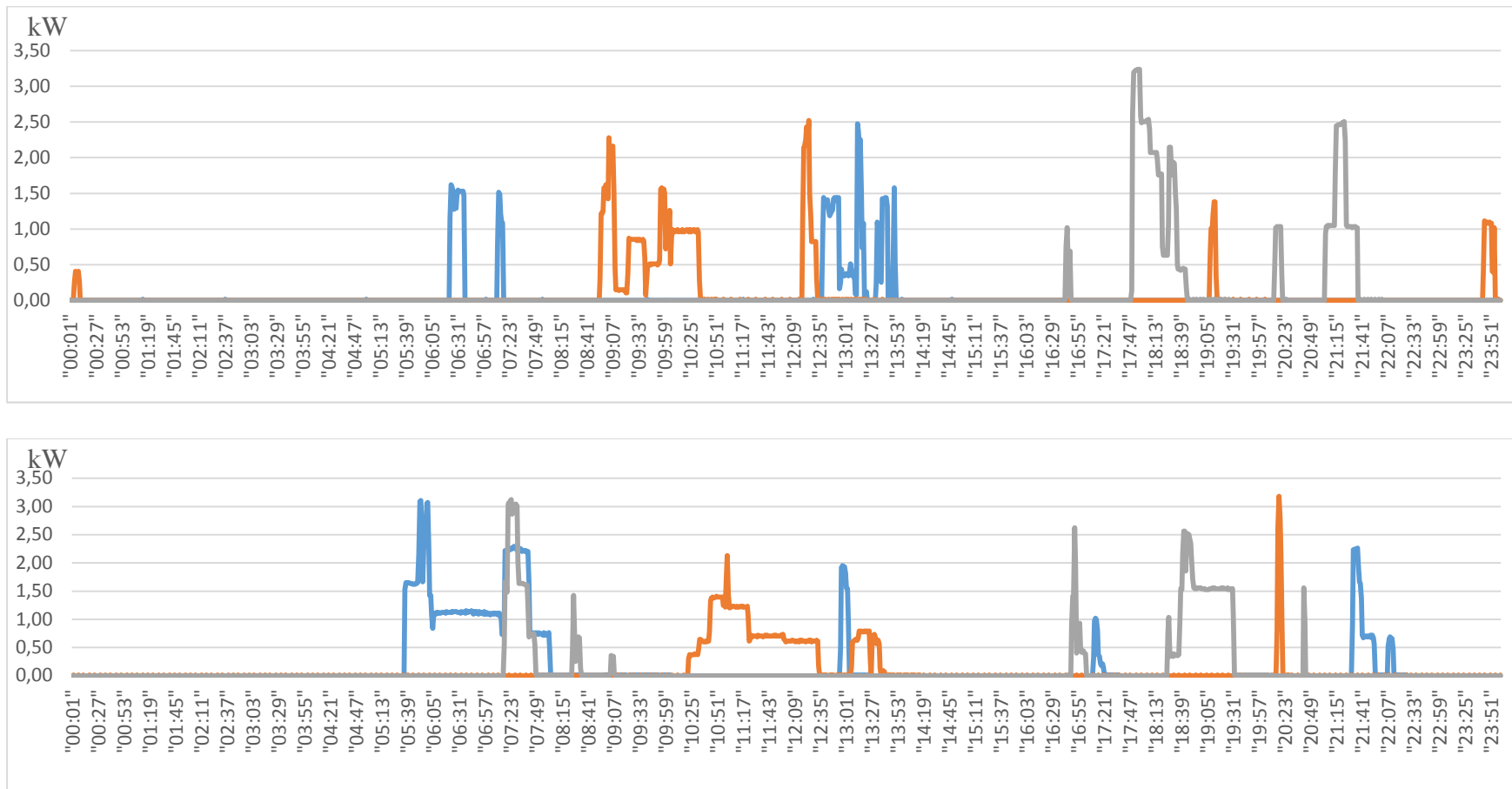
De las muestras analizadas se determinó los siguientes valores de potencia los mismos que se detallan a continuación:

***TABLA. XIII Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción.***

<b>(DMP) Demanda máxima proyecta para las cocinas de Inducción.</b>	
<b>VALORES</b>	<b>POTENCIA (kW).</b>
<b>MÍNIMO</b>	2
<b>PROMEDIO</b>	2,2
<b>MÁXIMO</b>	2,7

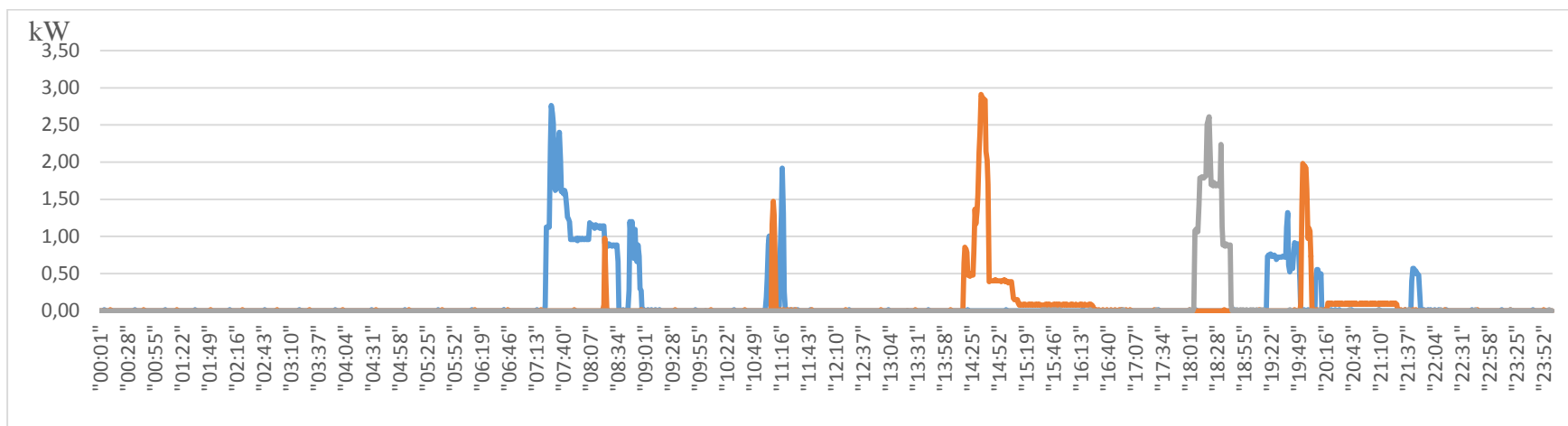
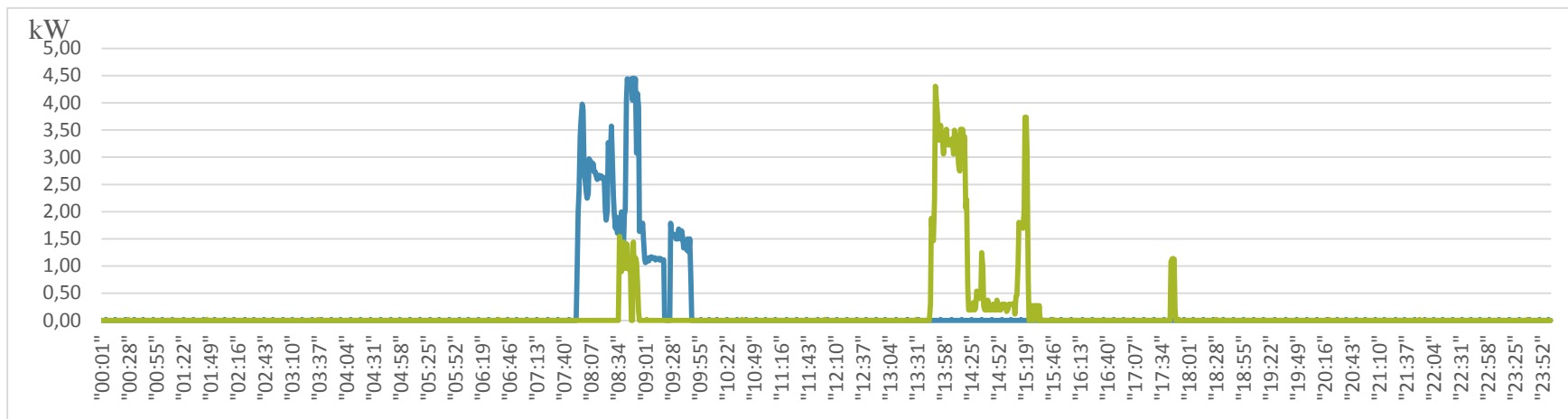
La mayoría de clientes PEC del cantón Cuenca se encuentra distribuidos en este rango de consumo los mismos que suman 2.393 hasta mayo 2016. De acuerdo a los perfiles de carga analizados los clientes tienen un consumo de energía eléctrica considerable en este sentido se debe destacar que dentro de este rango de investigación hay familias que preparan los alimentos tres veces por día, en otros casos hay familias que preparan todos sus alimentos al inicio del día.

### 5.1.3 Uso cocina de Inducción para clientes con rango de consumo 201 - 300kWh/mes



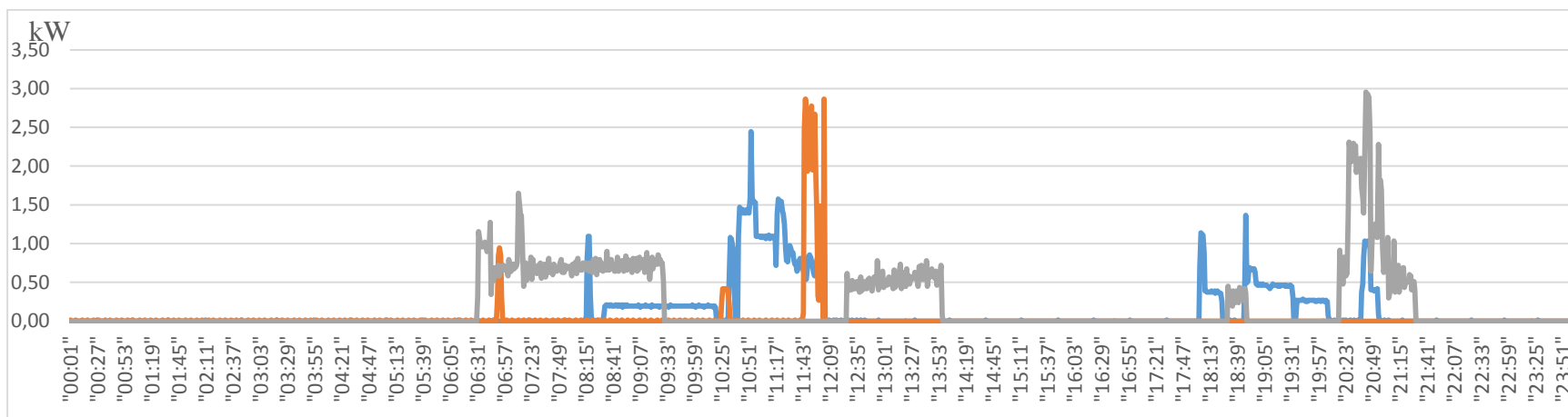
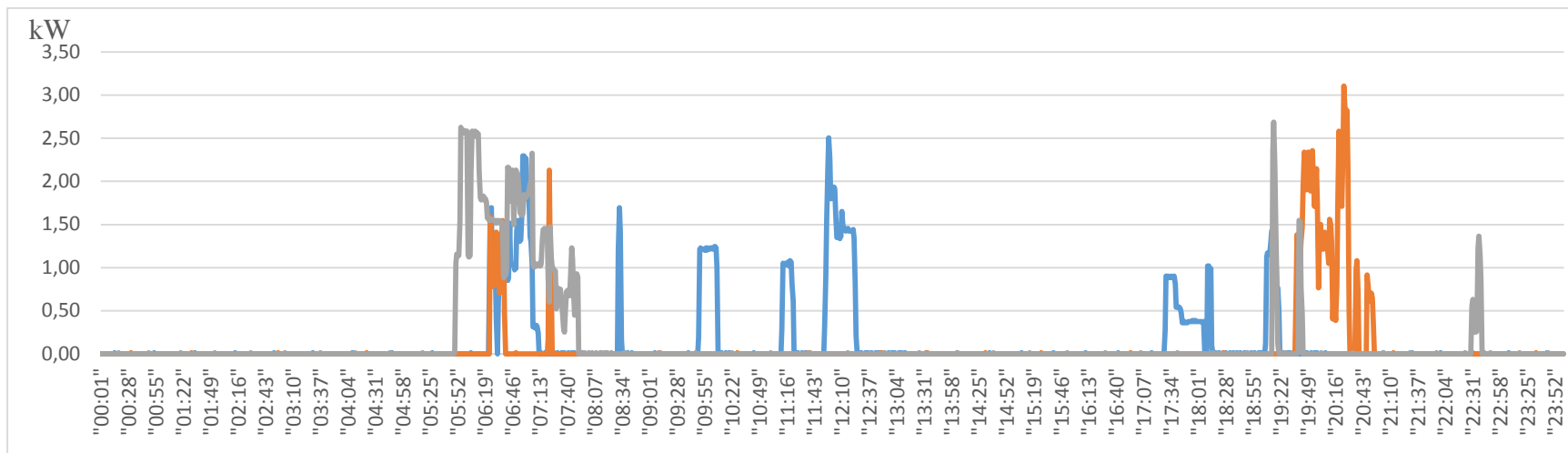
*Fig. 27 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes*

La demanda máxima registrada en los presentes perfiles de carga es de 3,4kW, la misma se atribuye al nivel socio económico que disponen los clientes que pertenecen a este rango de consumo.



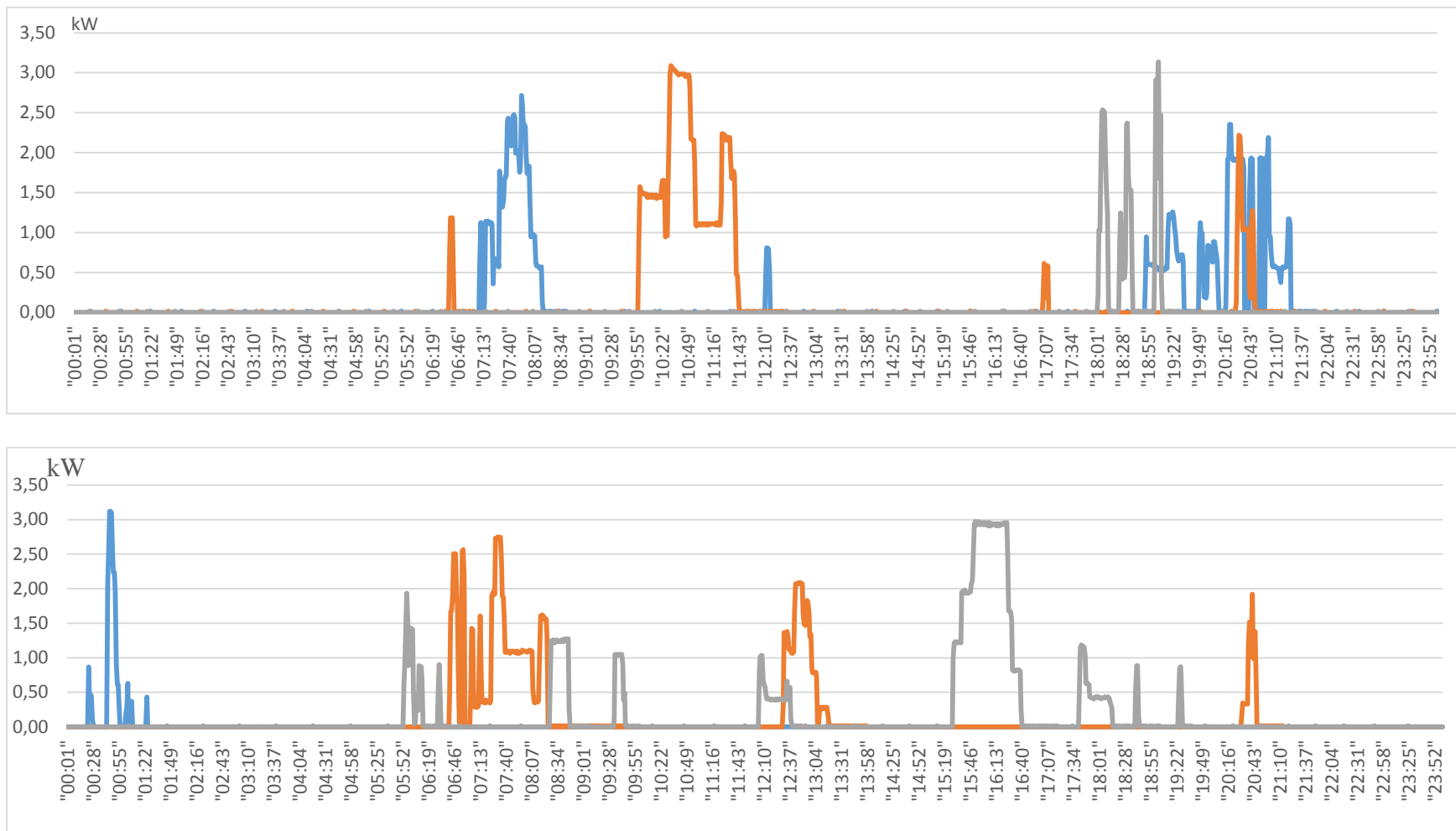
**Fig. 28** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes

Los dos clientes graficados en el primer perfil de carga tienen un uso atípico de la cocina puesto que utilizan una sola vez por día pero con un consumo de energía alto.



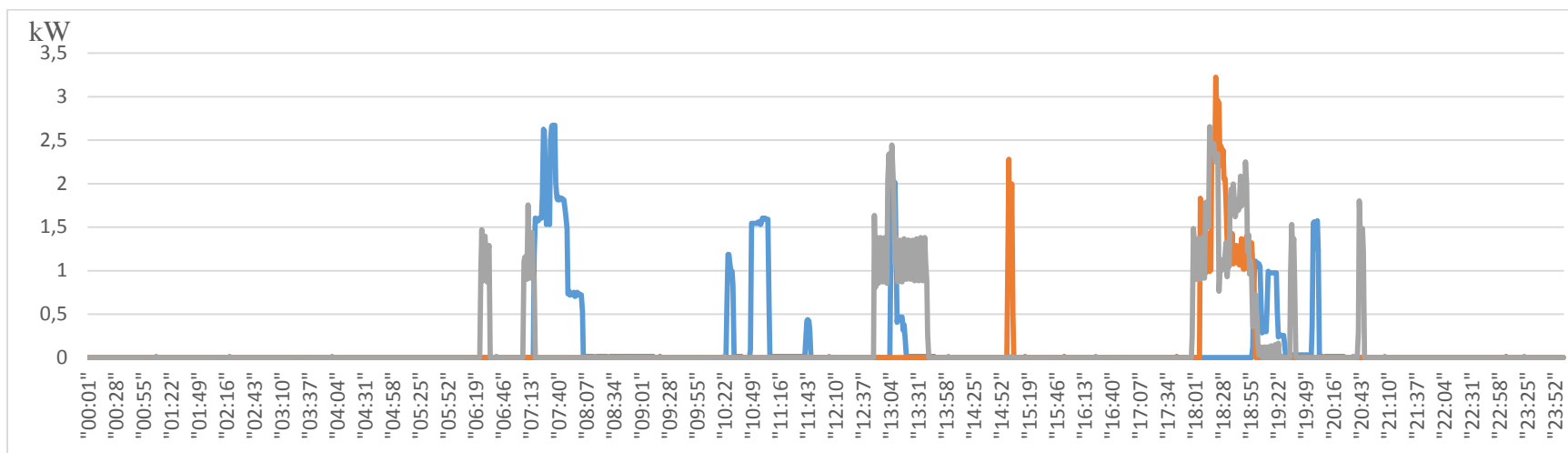
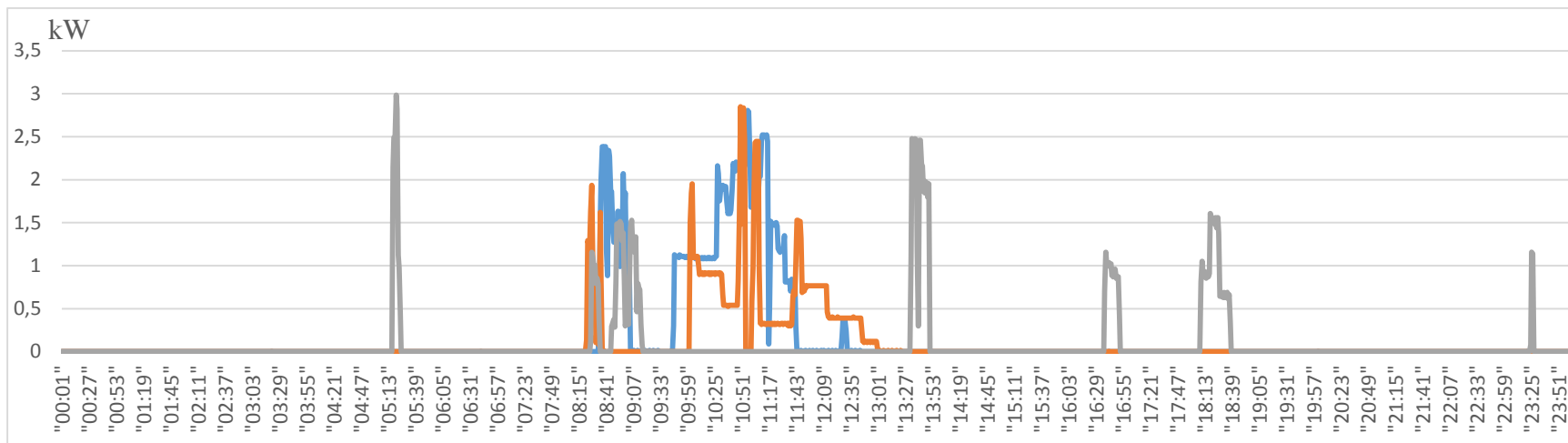
**Fig. 29** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes

Para los clientes en estudio, se puede apreciar que el consumo de energía es considerable por el número de horas de uso.



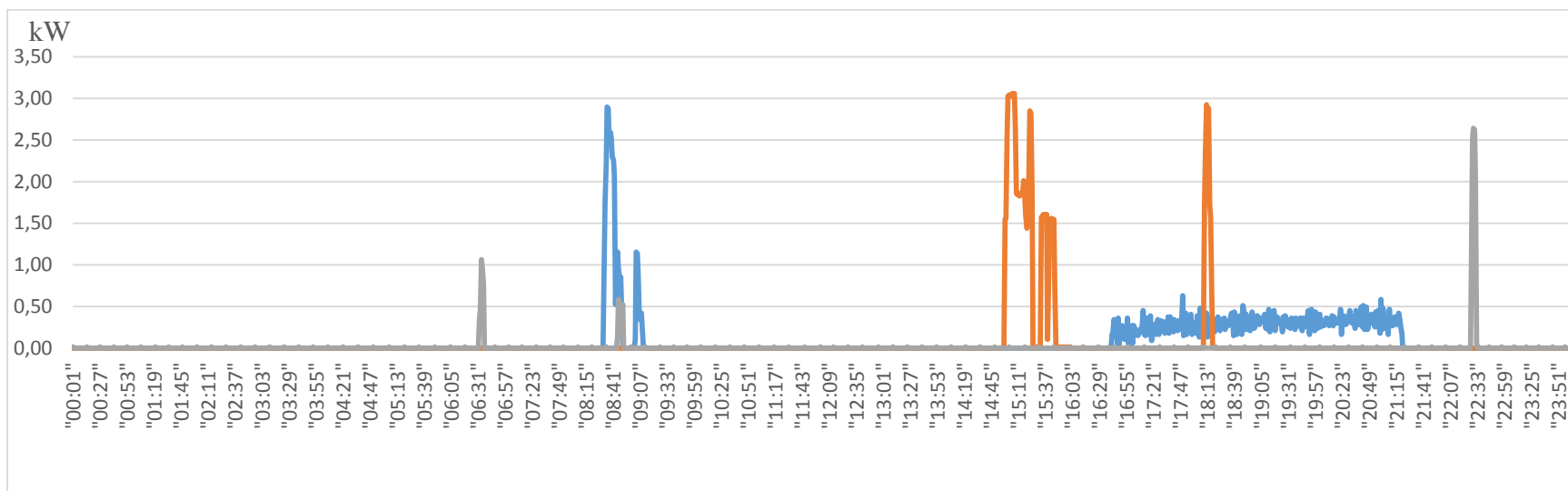
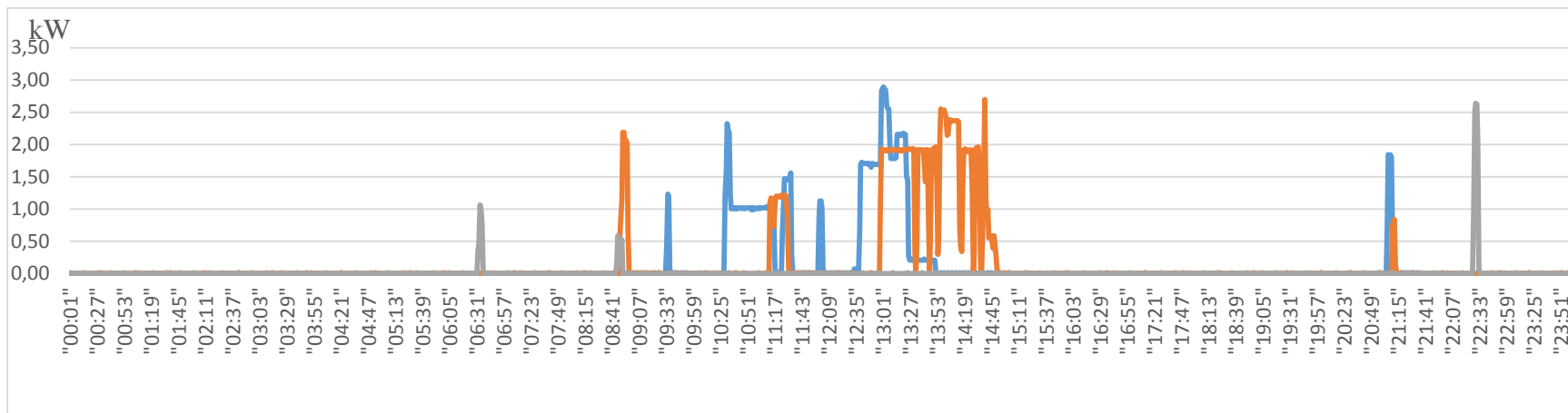
**Fig. 30** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes

El cliente representado con el color naranja en el primer perfil de carga registra un solo uso de la cocina desde las 09h55 hasta las 11h43, mientras que en el segundo perfil el uso es regular tres veces al día.



**Fig. 31** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes

La demanda máxima registrada para este grupo de clientes es de 3,3kW.



*Fig. 32 Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 201-300kWh/mes*

La demanda máxima registrada para este grupo de clientes es de 3,1kW.

#### 5.1.4. Determinación de Demanda máxima absorbida por las cocina de Inducción para clientes con rango de consumo 201 - 300kWh/mes.

De los perfiles de carga analizadas se determinó los siguientes valores de potencia los mismos que se detallan en presente tabla:

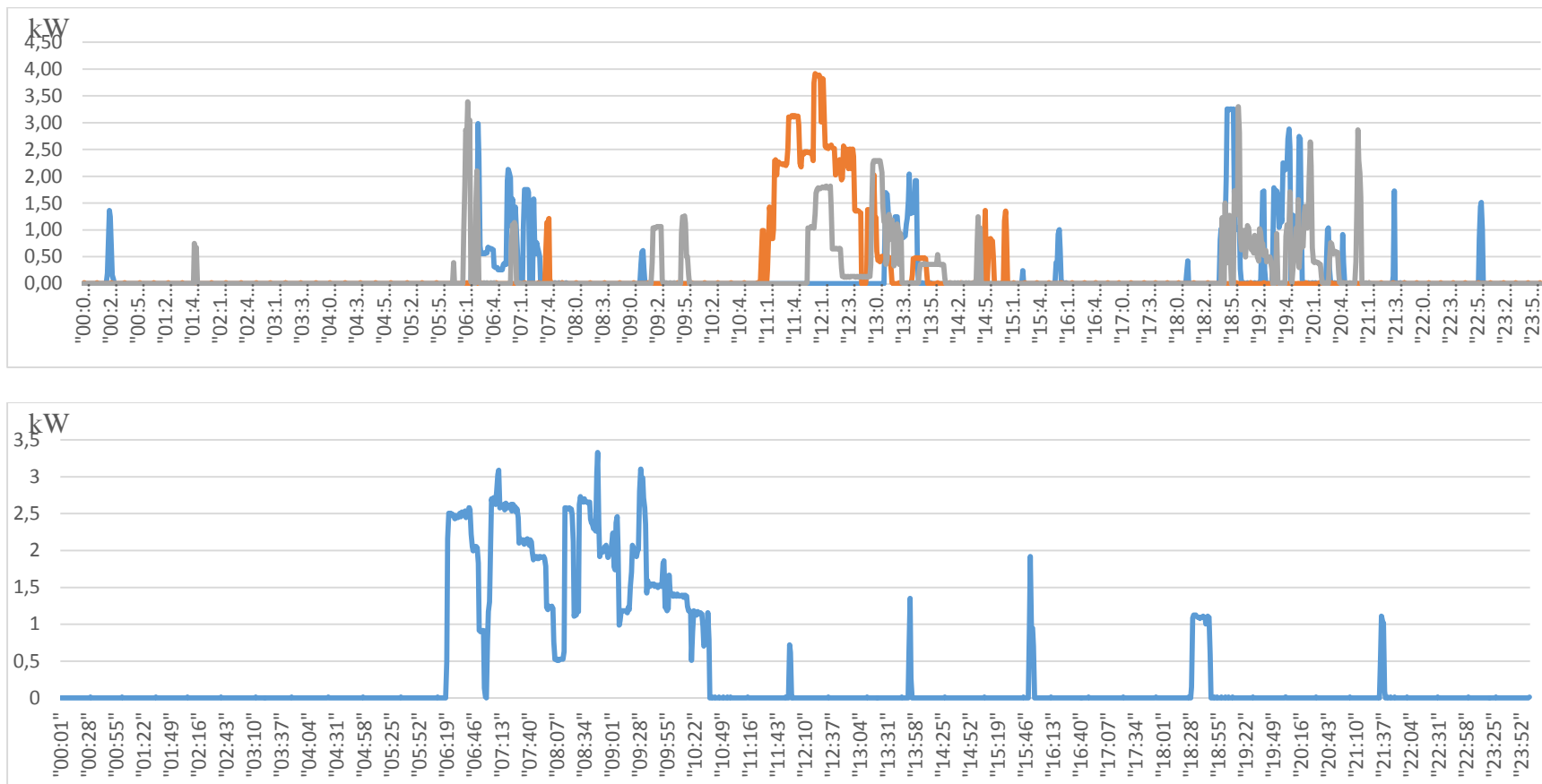
***TABLA. XIV Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción.***

<b>(DMP) Demanda máxima proyecta para las cocinas de Inducción.</b>	
<b>VALORES</b>	<b>POTENCIA (kW).</b>
<b>MÍNIMO</b>	2,4
<b>PROMEDIO</b>	2,9
<b>MÁXIMO</b>	3,2

En este rango de estudio los clientes residenciales (PEC) disponen cocinas tanto de fabricación nacional como varias de origen extranjero, en este sentido la potencia nominal que tienen las cocinas de inducción es considerable

De las curvas de carga analizados se puede apreciar que el consumo de energía eléctrica correspondiente al uso de las cocinas de inducción es considerable, varias familias la utilizan para la preparación de los alimentos tres veces por día, en otros casos familias que preparan sus alimentos de forma puntual.

### 5.1.4. Uso cocina de Inducción para clientes con un rango de consumo 301 - 400kWh/mes.



**Fig. 33** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo 301-400kWh/mes.

En el presente rango de consumo se encuentra registrados 1% clientes PEC del universo, se analizaron 4 de ellos en los que se registra un alto consumo de energía y una demanda máxima de 4kW.

### 5.1.5. Determinación de Demanda máxima absorbida por las cocina de Inducción para clientes con consumo 301 - 400kWh/mes

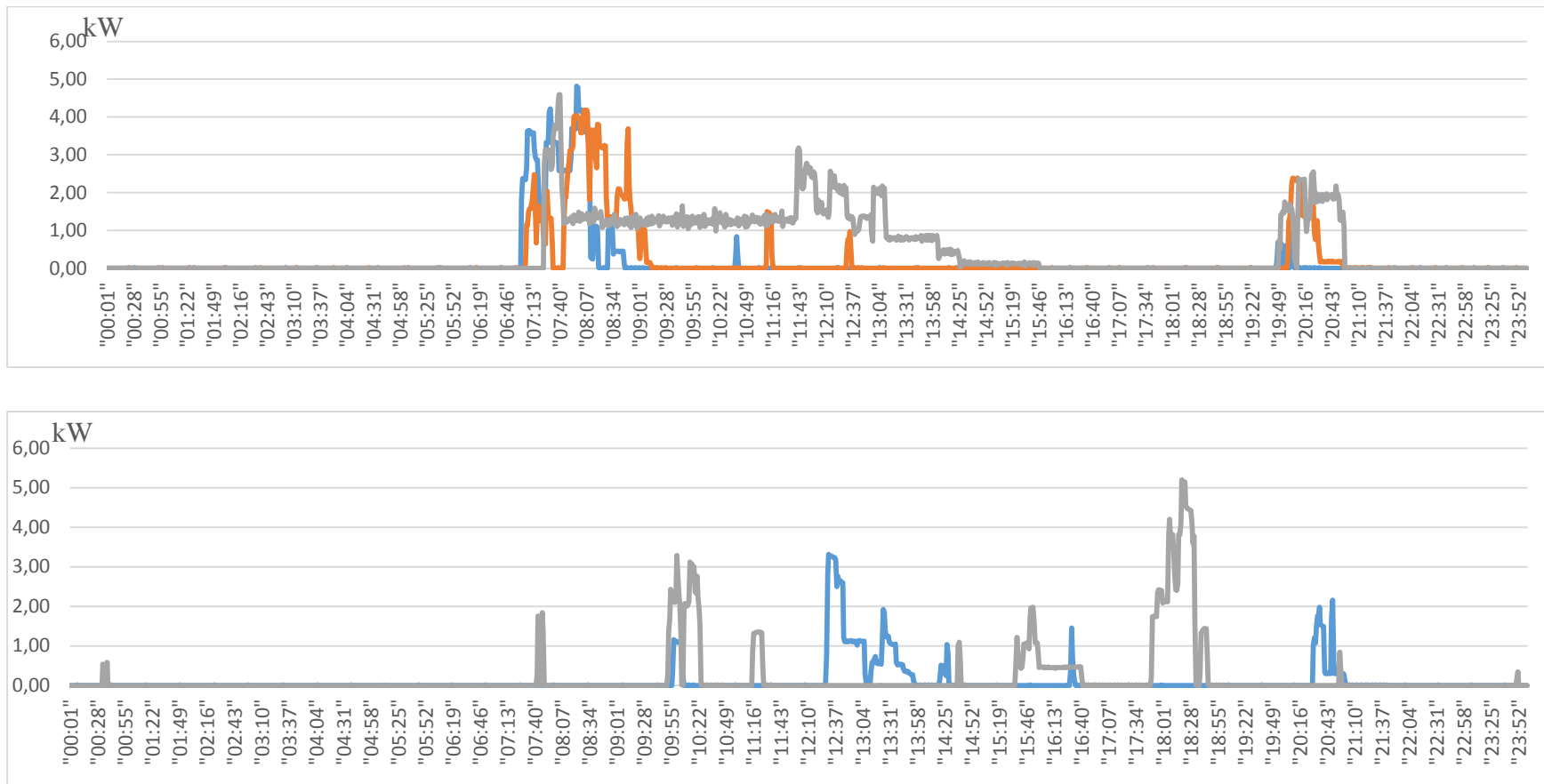
De los perfiles de carga analizadas se determinó los siguientes valores de potencia los mismos que se detallan a continuación:

***TABLA. XV Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción.***

<b>(DMP) Demanda máxima proyecta para las cocinas de Inducción.</b>	
<b>VALORES</b>	<b>POTENCIA (kW).</b>
<b>MÍNIMO</b>	3,06
<b>PROMEDIO</b>	3,5
<b>MÁXIMO</b>	4

Los clientes residenciales (PEC) que mantienen mensualmente un consumo promedio superior a 300kWh/mes, disponen una economía y un poder adquisitivo más solvente, en este sentido la potencia nominal que tienen las cocinas de inducción es elevado debido a que muchas de ellas son de origen extranjero como las marcas Teka y General Electric. De los perfiles de carga analizados se puede apreciar que el consumo de energía eléctrica correspondiente al uso de las cocinas de inducción es alto.

**5.1.6. Uso cocina de Inducción para clientes con un rango de consumo superiores 400kWh/mes.**



**Fig. 34** Perfil de carga, de la cocina de inducción registrada en clientes con consumo superior a 400kWh/mes.

En el presente rango de consumo se encuentra registrados 1% clientes PEC respecto del universo, de las muestras analizadas se determina una demanda máxima de 5,21kW.

### 5.1.7. Determinación de Demanda máxima absorbida por las cocina de Inducción para clientes con consumo superior a 400kWh/mes

De los perfiles de carga analizadas se determinó los siguientes valores de potencia los mismos que se detallan a continuación:

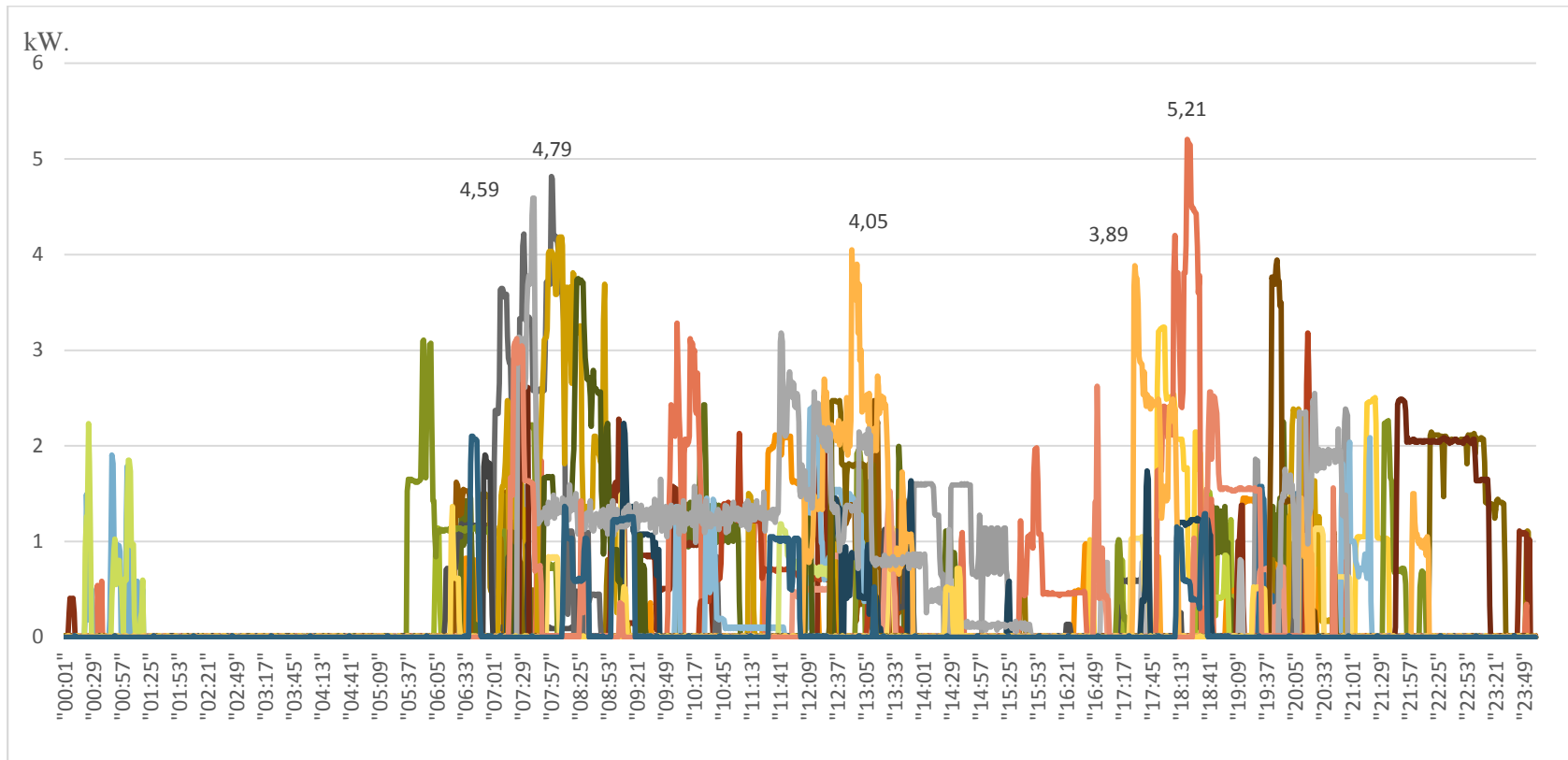
*TABLA. XVI Potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción.*

<b>(DMP) Demanda máxima proyecta para las cocinas de Inducción.</b>	
<b>VALORES</b>	<b>POTENCIA (kW).</b>
MÍNIMO	3,8
PROMEDIO	4,3
MÁXIMO	5,21

En los clientes residenciales del cantón Cuenca que mensualmente disponen un consumo superior a 400kWh/mes, los mismos representan el 1,90% clientes respecto del universo de clientes residenciales de Cuenca. Dichos usuarios disponen un nivel socio económico alto el mismo que es directamente proporcional al consumo de energía eléctrica.

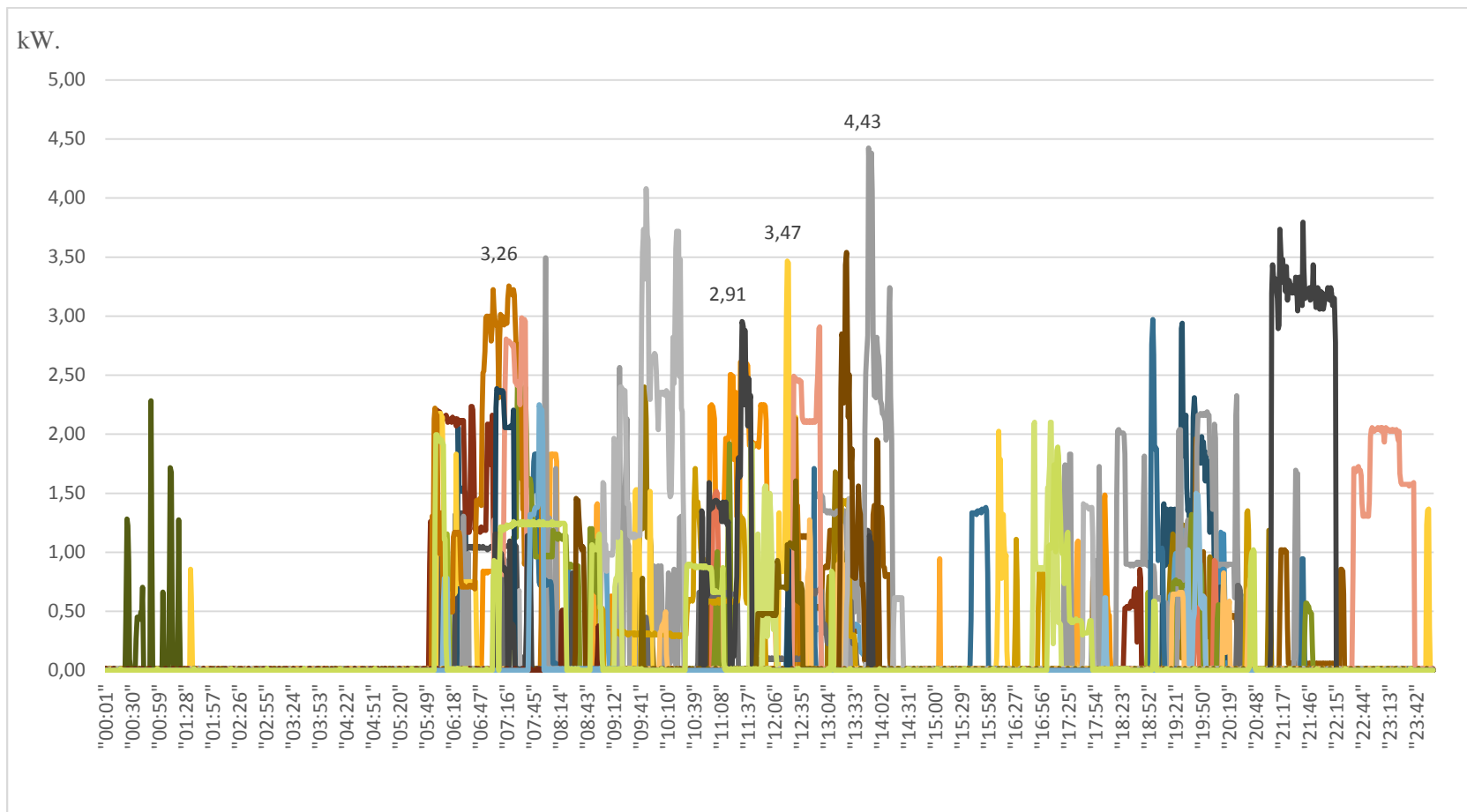
Las cocinas de inducción adquiridas por este grupo de clientes son de nacionalidad extranjera con potencias nominales superiores a 8kW. De los perfiles analizados se puede apreciar un uso puntual de dos clientes, mientras tanto que 3 clientes disponen un consumo de energía elevado debido al número de horas de uso.

### 5.1.5 Curvas de Carga correspondiente al uso de cocina de Inducción por día.



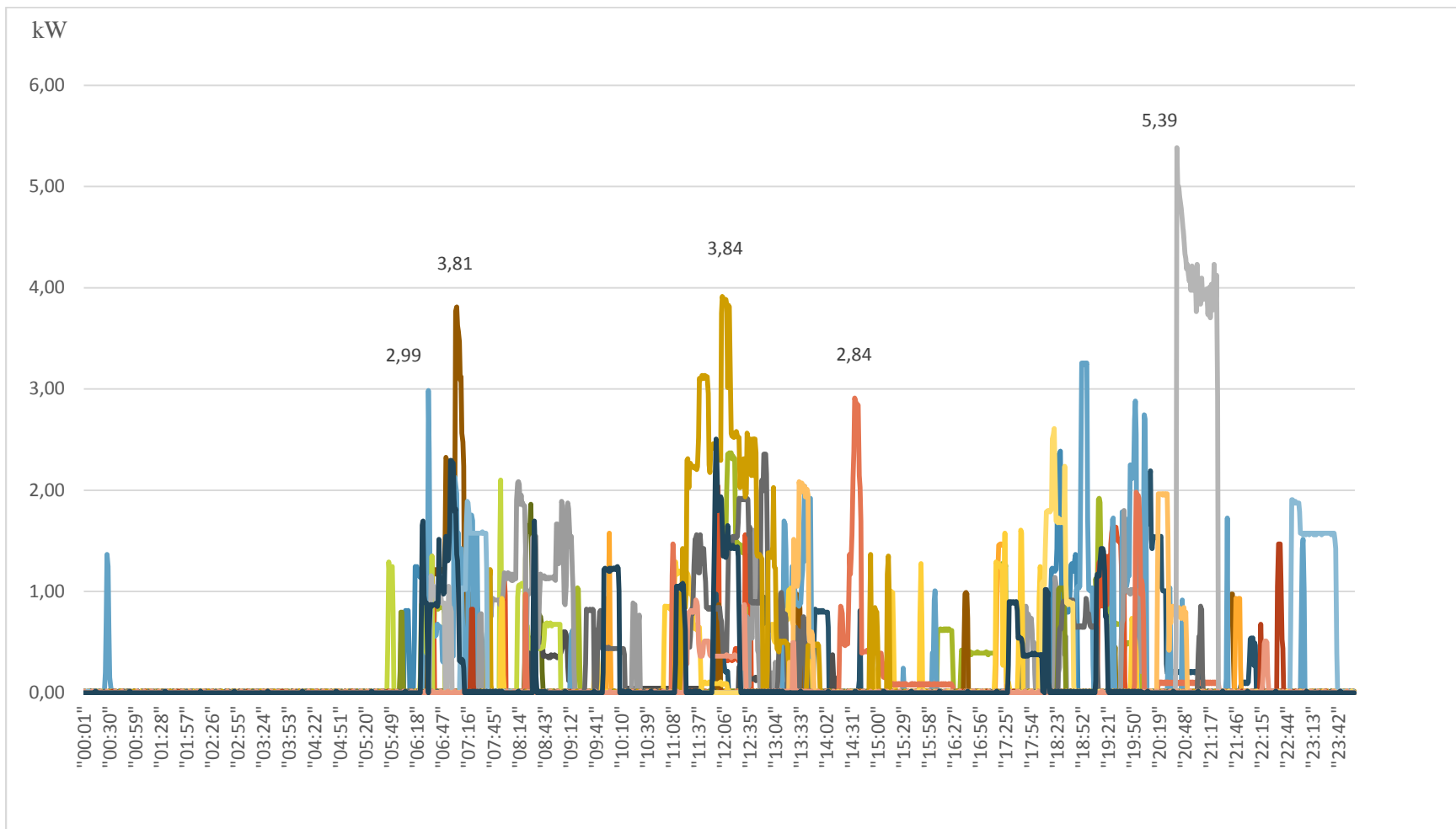
*Fig. 35 Curva de uso de la cocina de inducción día lunes.*

En la fig. 10 se representa la curva de demanda de los clientes del Programa de la Cocción Eficiente con la utilización de la cocina de Inducción; en donde se aprecia los valores máximos de potencia absorbidos por las cocinas de inducción registrados en las siguientes horas: 07H40am, 13h04pm y 18h28pm, cada color representa una curva de carga.



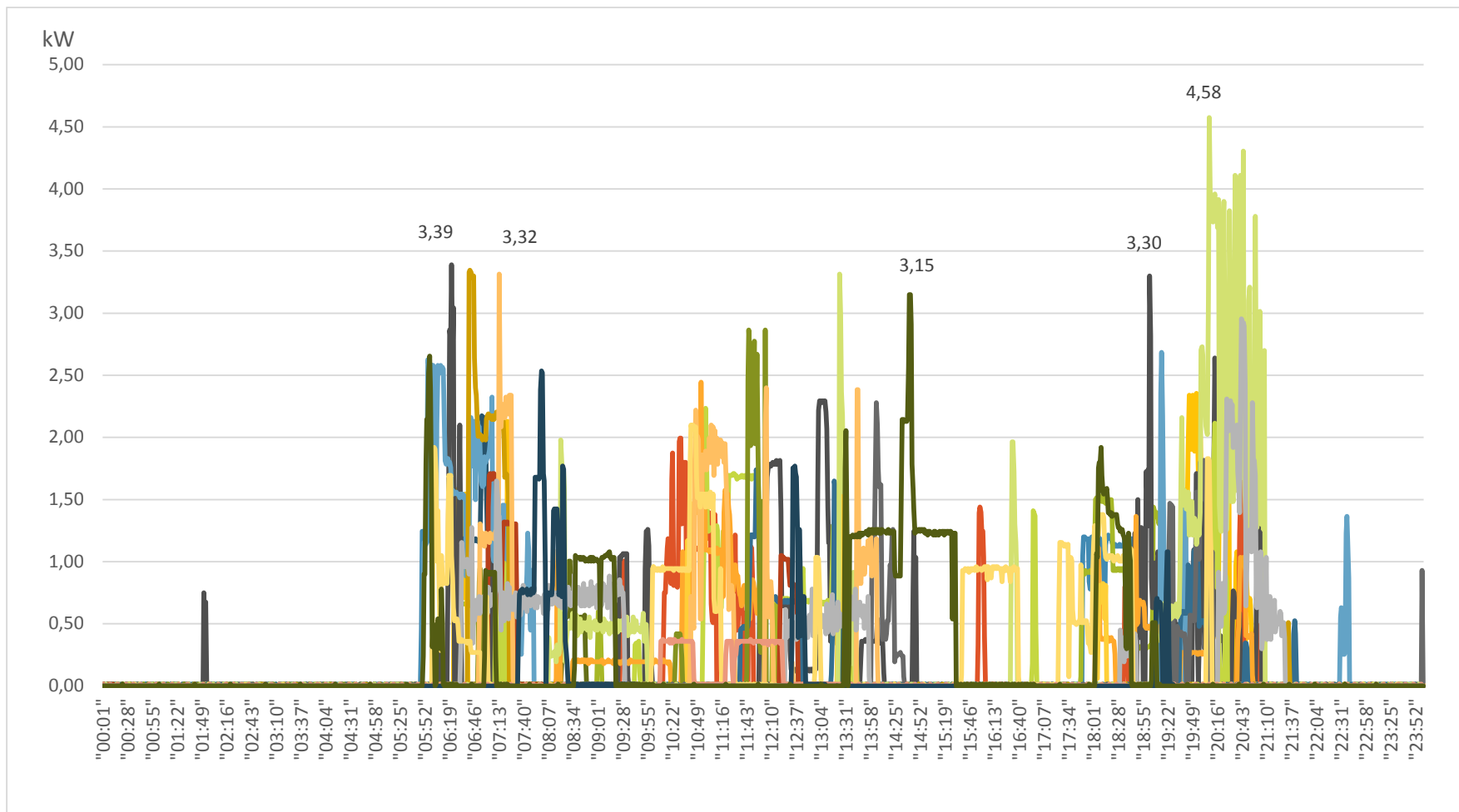
*Fig. 36 Curva de uso de la cocina de Inducción día Martes*

De las muestras analizadas se determinada una demanda máxima de 4,43kW para el día martes, la misma que se registró a las 13h30pm, el uso de las cocinas para este día prevalece desde las 6H00 hasta las 14H00.



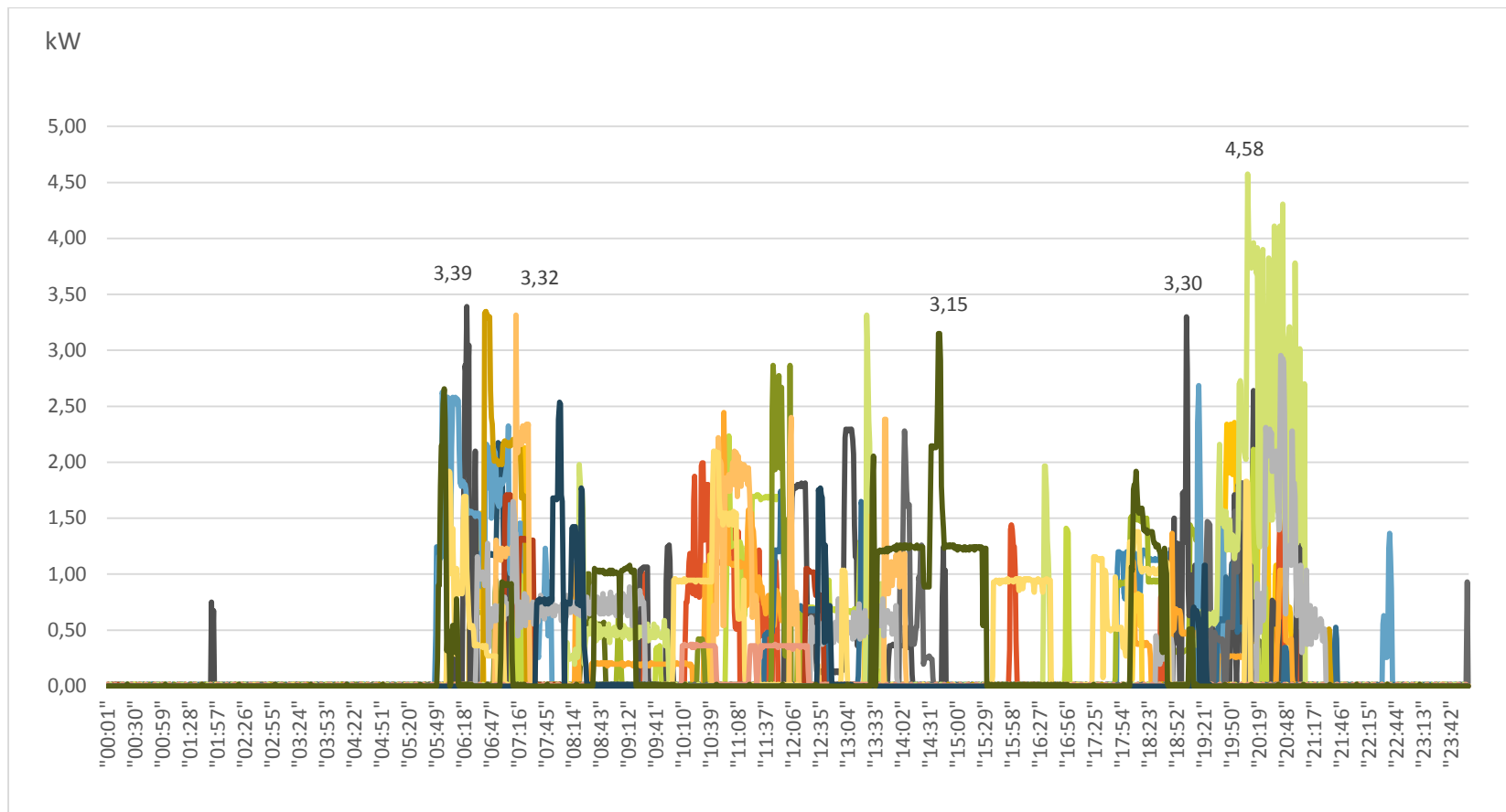
*Fig. 37 Curva de uso de la cocina de inducción día miércoles.*

De todas las muestras estudiadas la potencia máxima absorbida por las cocinas de inducción se registra el día miércoles a las 20H40pm, con una demanda de 5,4kW.



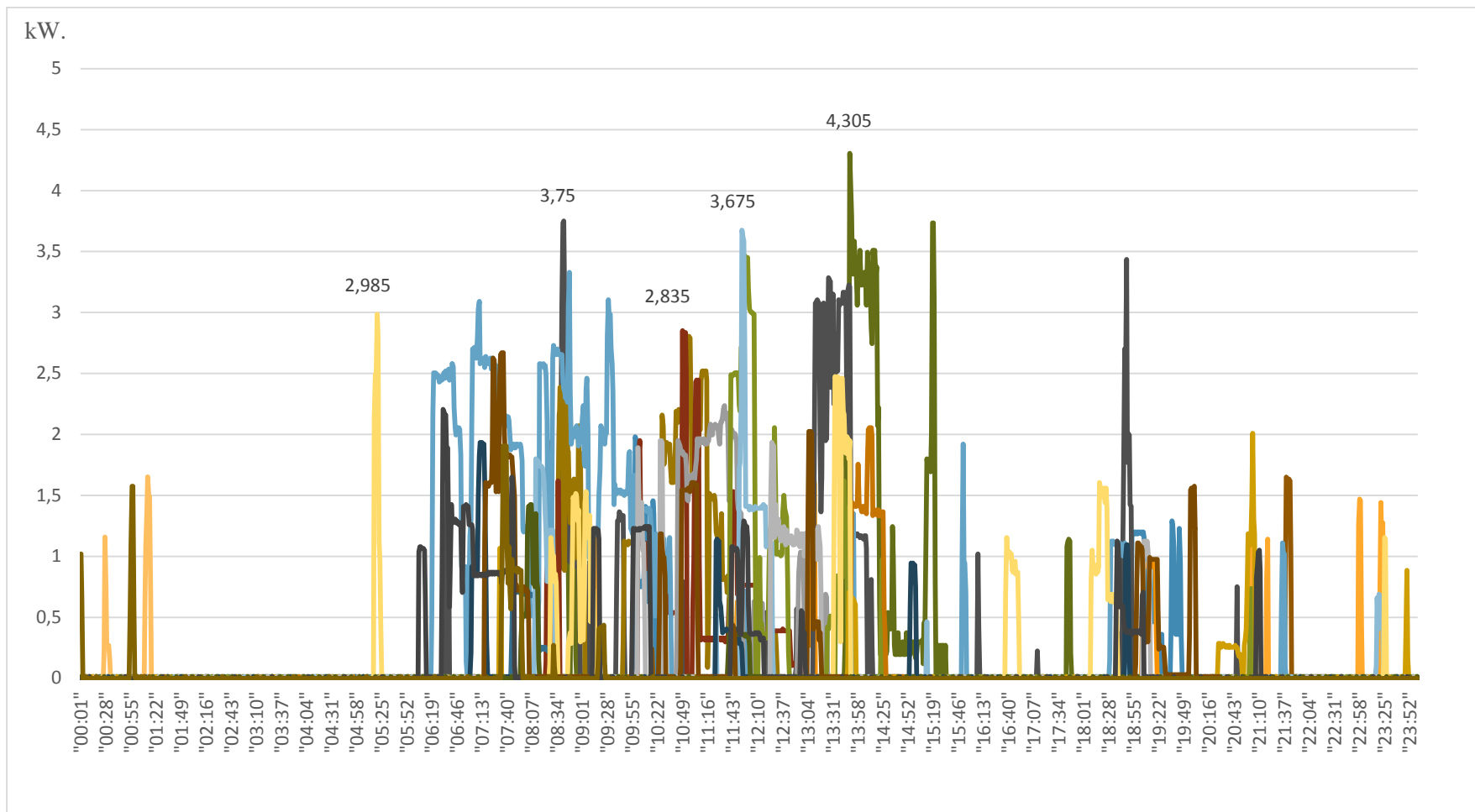
**Fig. 38** Curva de uso de la cocina de inducción día jueves.

Para el día jueves se registra una demanda de 4,58kW en la hora pico, el uso de la cocina prevalece notablemente en la mañana y al medio día.



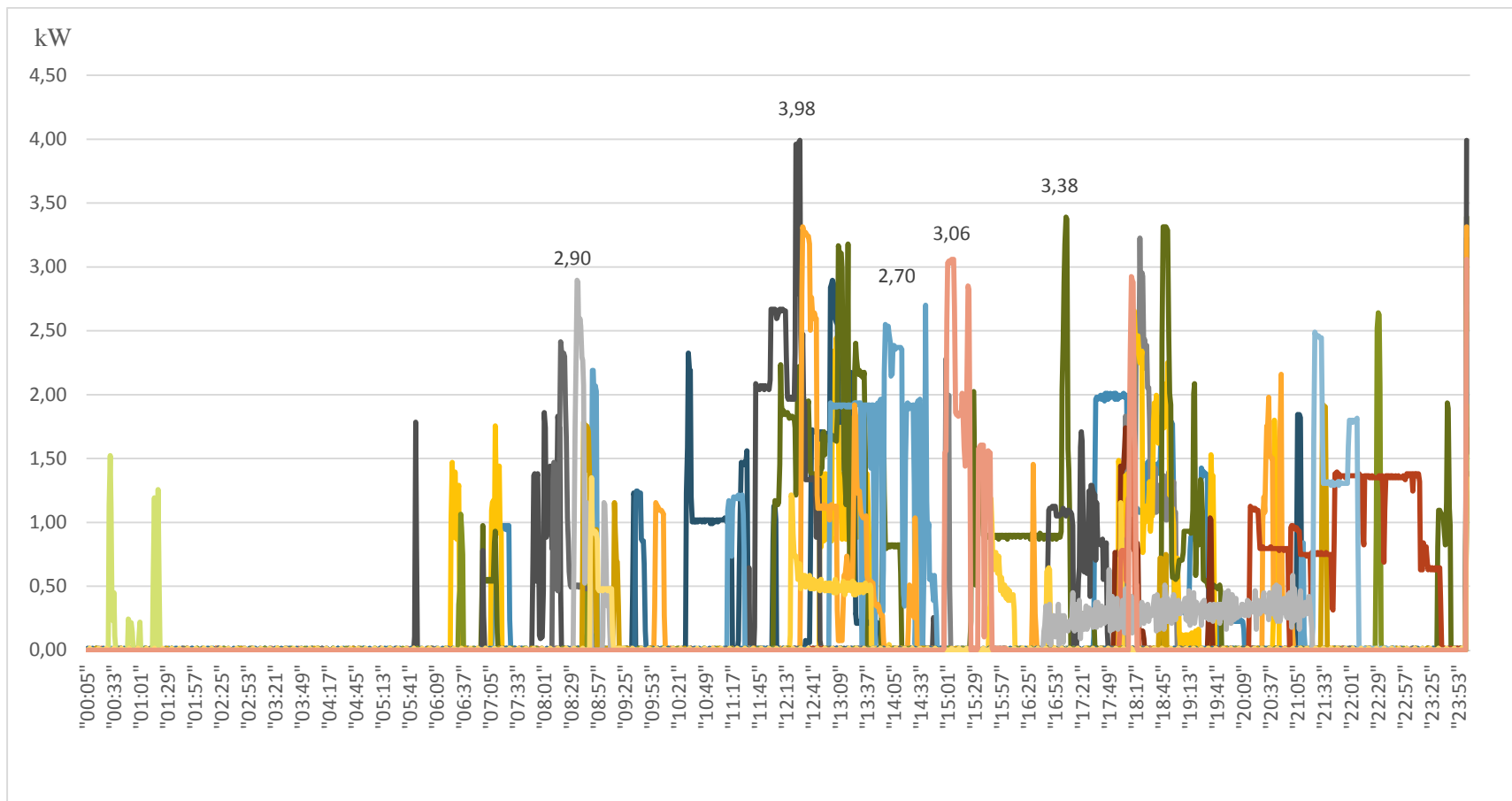
*Fig. 39 Curva de uso de la cocina de inducción día viernes.*

En el perfil del día viernes se aprecia que existe una mayor utilización de las cocinas en horas de la mañana, la demanda máxima registrada para este día es de 4,58kW en horas de la noche.



*Fig. 40 Curva de uso de la Cocina de Inducción día Sábado*

En la presente figura se observa un uso regular desde horas de la mañana hasta el mediodía y se nota una disminución drástica en la utilización de las cocinas de inducción en horas de la tarde y noche del día sábado.



**Fig. 41** Curva de uso de la Cocina de Inducción día Domingo

Para este día se observa una coincidencia notable del uso de las cocinas en horas del mediodía, con una demanda máxima de 3,98kW.

Resumen de las curvas características de la demanda correspondiente al uso de las cocinas de inducción por día.

**TABLA. XVII** Demanda absorbida por las cocinas de inducción.

DEMANDA MÀXIMA ABSORBIDAS POR LAS COCINAS (DMP)	
ITEM	POTENCIA (kW).
LUNES	5,2
MARTES	4,4
MIÉRCOLES	5,4
JUEVES	4,6
VIERNES	4,5
SÁBADO	4,3
DOMINGO	4,0
<b>MEDIA</b>	<b>4,6</b>

De los perfiles de carga estudiados y graficados se determinó la demanda por día, la potencia máxima se registró el día lunes con un valor de 5,2kW, la media de la potencia activa absorbida por las cocinas de inducción es de 4,6 kW.

### 5.1.2 Determinación del Factor de Coincidencia de las cocinas de inducción.

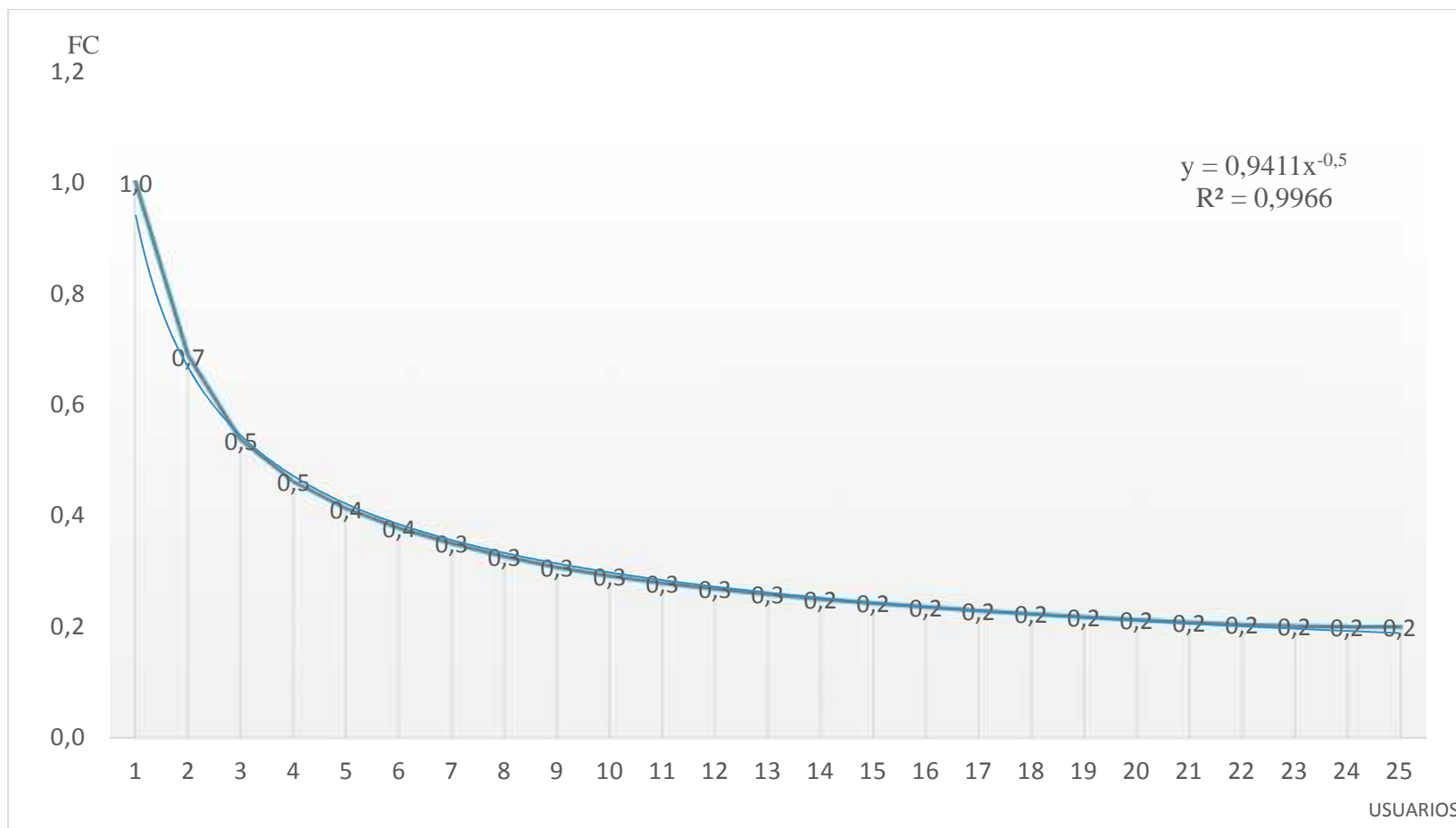
Para determinar el factor de coincidencia del uso de las cocinas de inducción se utilizó el software MATLAB, donde se realizó una programación y aplicando la ecuación del factor de coincidencia, de manera automática el software realiza iteraciones igual al número de columnas menos “n” donde n es el número de perfiles de cargas en estudio, obteniendo un resultado por cada combinación.

El factor de simultaneidad se determinó por día de acuerdo a los perfiles de carga analizados, obteniendo 7 factores de coincidencia desde “uno” hasta “n” usuarios, para relacionar los mismos se obtuvo una media por día.

**TABLA. XVIII** Factor de coincidencia uso de las cocinas de inducción.

FACTOR DE UTILIZACIÒN DE LA COCINA DE INDUCCIÒN.								
No.	Factor de Coincidencia							
Usuarios	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Media
1	1	1	1	1	1	1	1	1,0
2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5
5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
7	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
10	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
11	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
12	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
13	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
14	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
15	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
16	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
17	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
19	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
20	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
21	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
22	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
23	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
24	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
25	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

En la presente tabla se expone los valores por día de la simultaneidad en la utilización de las cocinas de inducción.



**Fig. 42** Factor de Coincidencia correspondiente al uso de las cocinas de Inducción.

En la figura se muestra los factores de simultaneidad con su ecuación de tendencia, la misma que será utilizada para determinar la demanda máxima proyectada correspondiente a la carga de las cocinas de inducción.

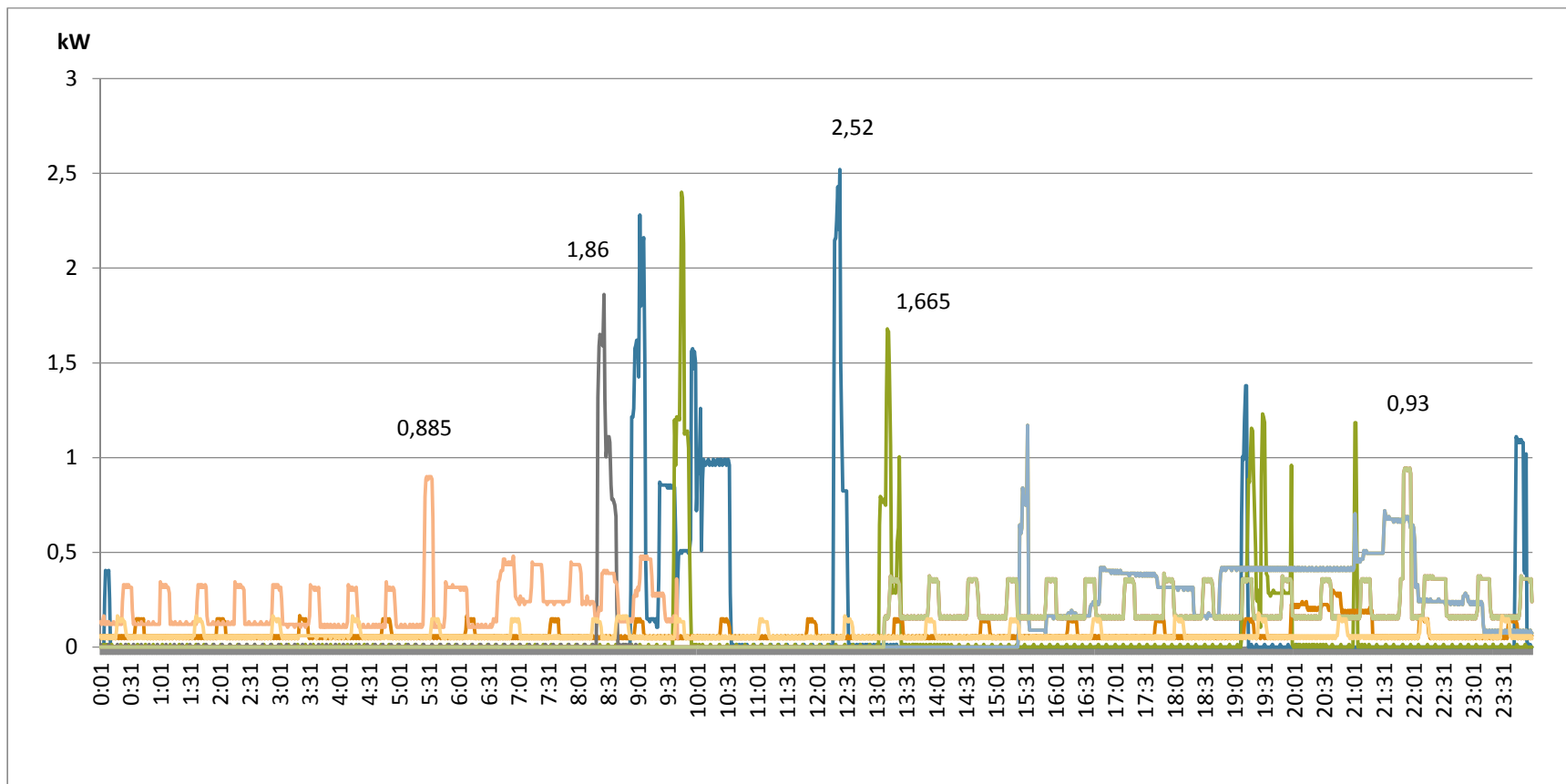
## 5.2 Determinación de la demanda del sector residencial por rango de consumo (DMP).

Para determinar la demanda y los factores de coincidencia de los utilizadores existentes en los hogares de los clientes categorizados con la tarifa residencial del cantón Cuenca, se instaló un contador de energía con registro del perfil de carga en serie al contador de energía de propiedad de la Empresa Eléctrica Regional Centrosur, para ello se segmentó a los clientes de acuerdo al consumo promedio mensual que mantienen.

A través del estudio del consumo mensual que disponen los clientes residenciales se determinó la DMP y los factores de coincidencia por rango de consumo aplicando la siguiente ecuación:

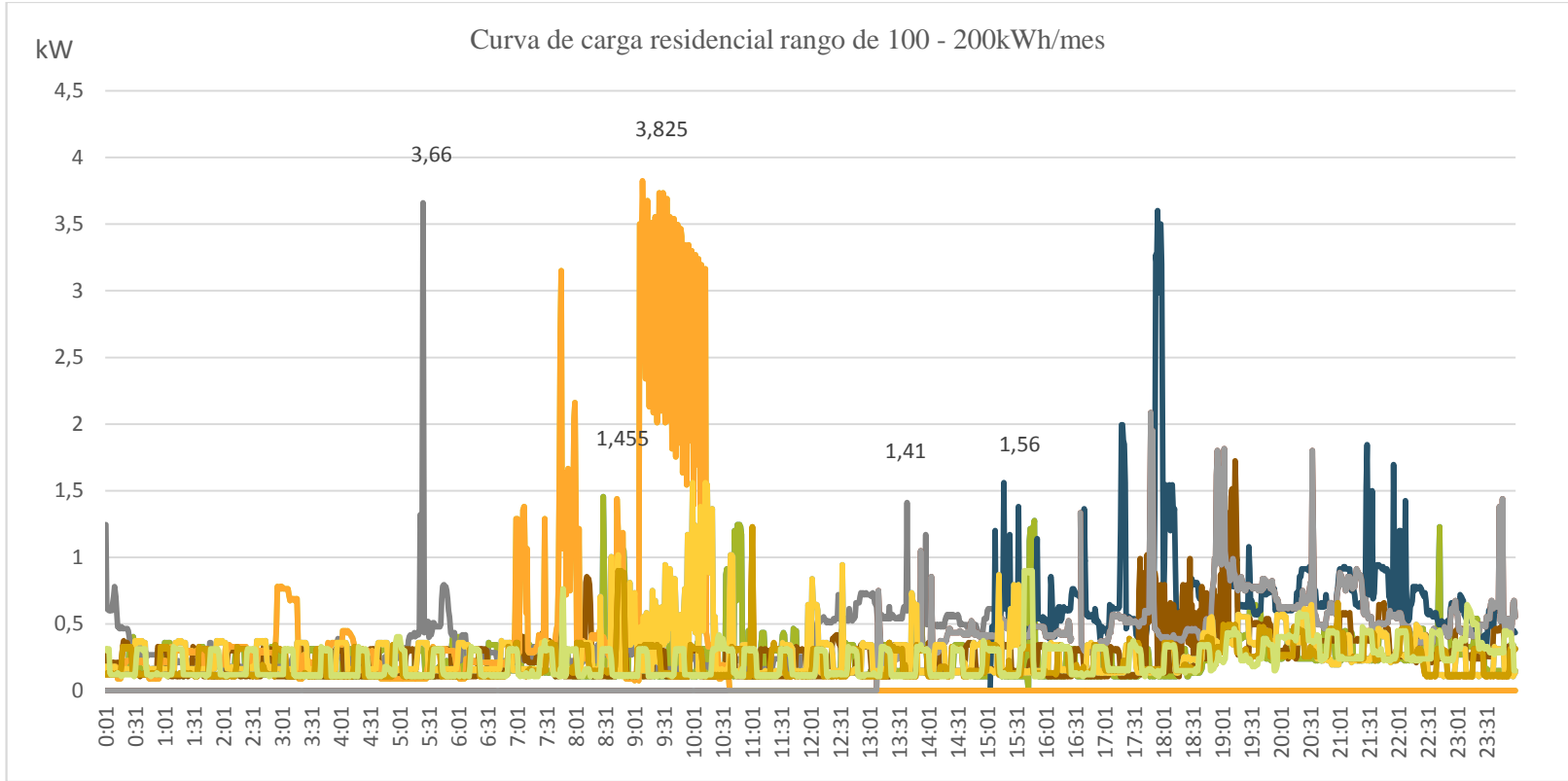
$$\begin{pmatrix} DMP_{0-100kWh} \\ 101-200kWh \\ 201-300kWh \\ 301-400kWh \\ 401-500kWh \\ \text{sup } er.501kWh \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} DMP_{0-100kWh.(medida)} \\ 101-200kWh.(medida) \\ 201-300kWh.(medida) \\ 301-400kWh.(medida) \\ 401-500kWh.(medida) \\ \text{sup } er.501kWh.(medida) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} FCoincidencia_{0-100kWh} \\ 101-200kWh \\ 201-300kWh \\ 301-400kWh \\ 401-500kWh \\ \text{sup } er.501kWh \end{pmatrix}$$

El contador de prueba se instaló por 7 días a **56** clientes del cantón Cuenca por rango de consumo, en las siguientes figuras se detalla por día la curva característica de la demanda absorbida por el sector residencial.



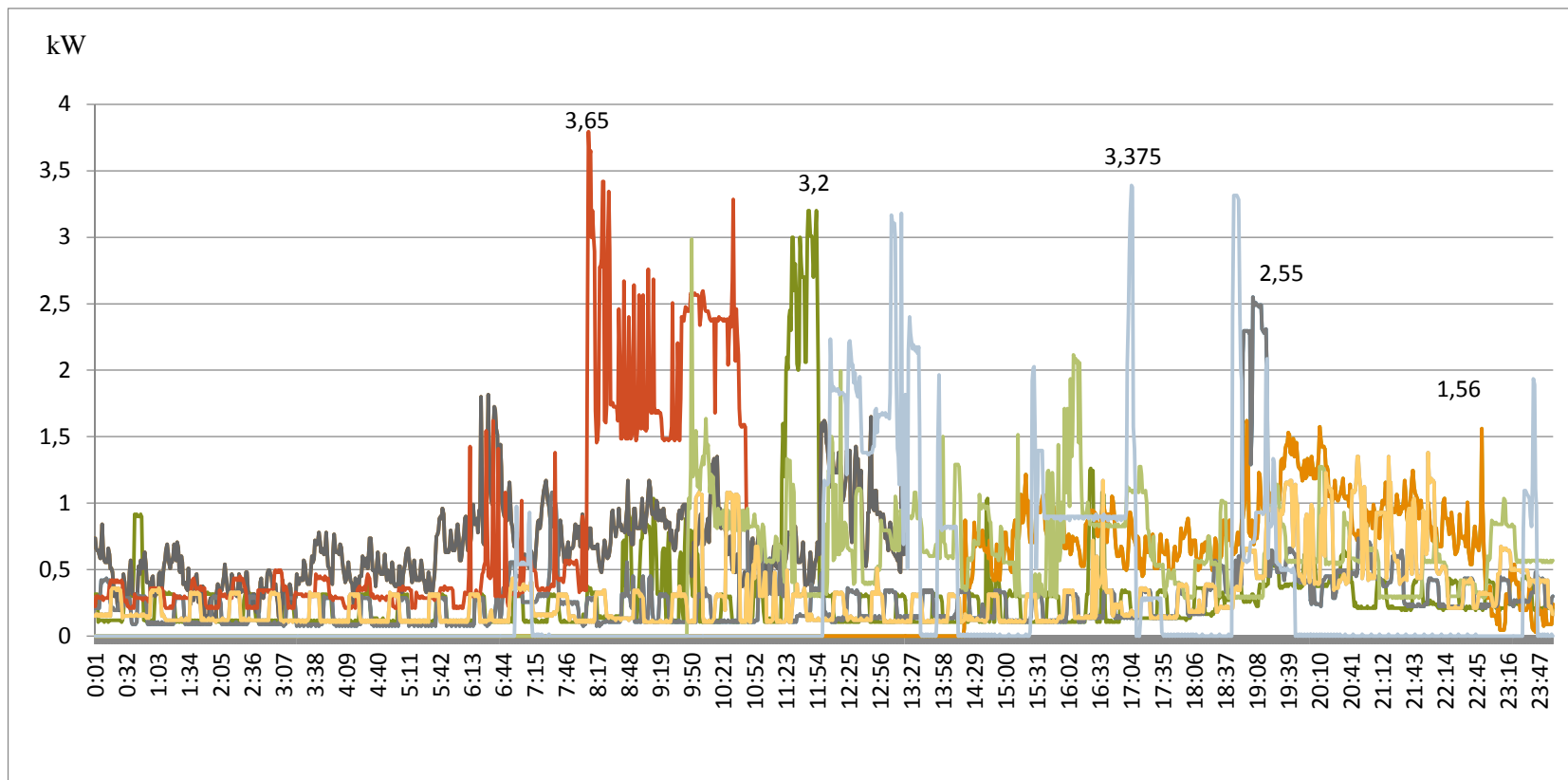
*Fig. 43 Curva de demanda clientes con consumo mensual 0 - 100kWh/mes*

El 53% de clientes residenciales de CENTROSUR se encuentra dentro de la categoría de consumo entre 0 – 100kWh/mes, de las muestras analizadas en este rango de consumo se observa que la demanda máxima es de 2,52 kW registrada al mediodía.



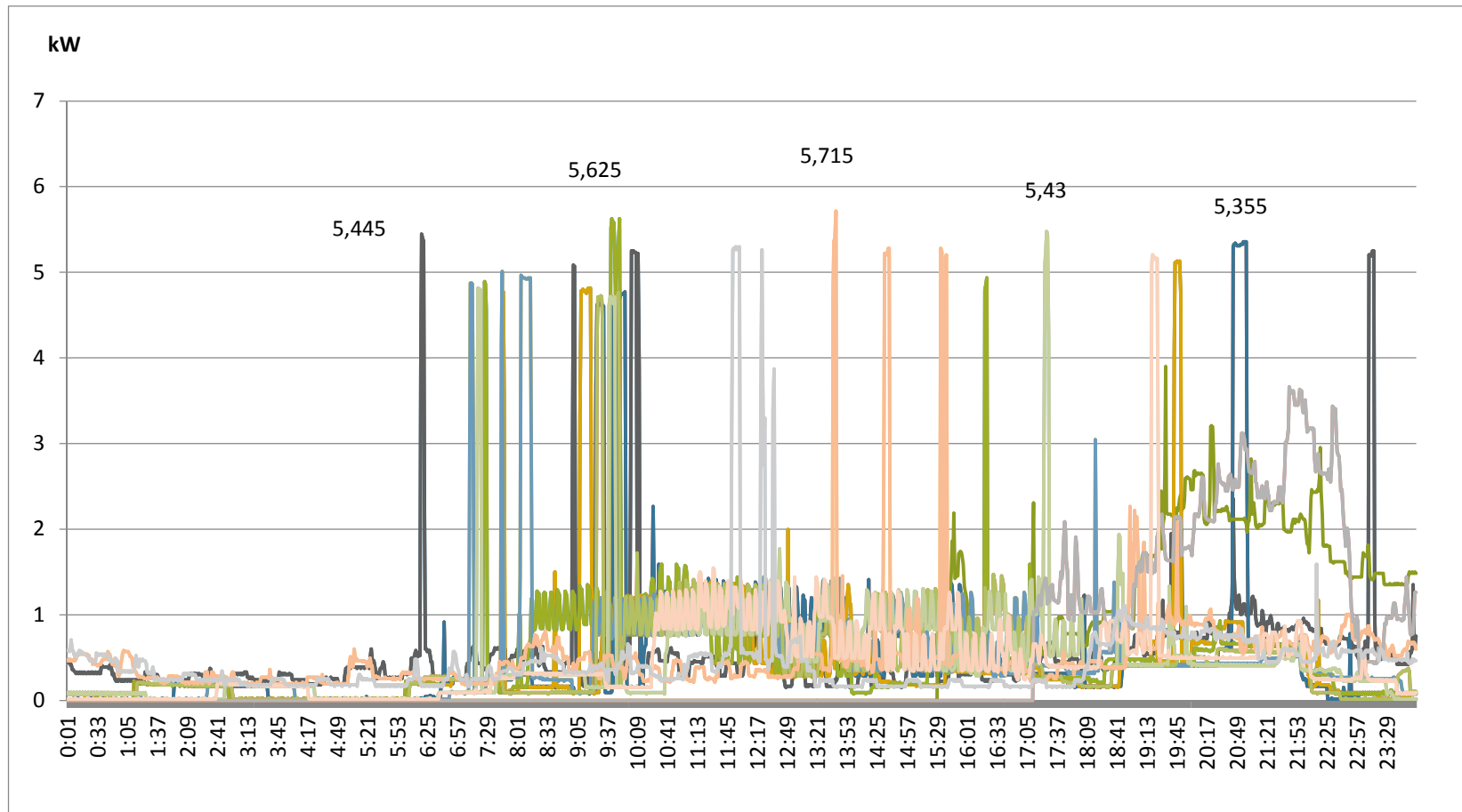
**Fig. 44** Curva de carga clientes con consumo mensual entre 101 - 200kWh/mes

Del universo de clientes residenciales el 33% se encuentra dentro de la categoría de consumo 101 – 200kWh/mes, del análisis en este rango de consumo se observa que la Demanda máxima registrada es de 3,82kW absorbida en la mañana.



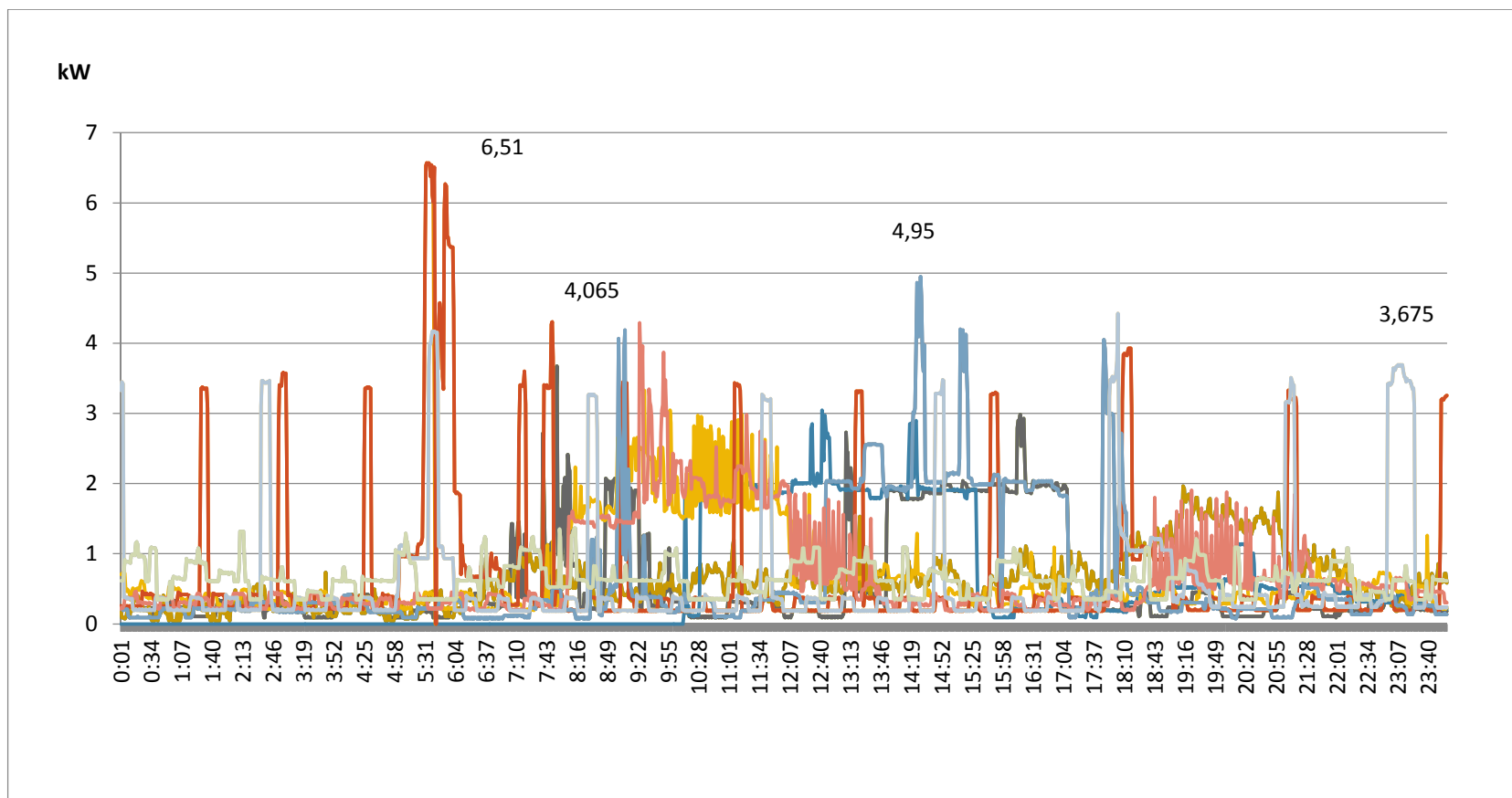
*Fig. 45 Curva de carga clientes con consumo mensual entre 201 - 300kWh/mes*

El 9% de clientes residenciales se encuentra dentro de la categoría de consumo 201 – 300kWh/mes, el valor máximo de demanda registrada es de 3,65kW en la mañana.



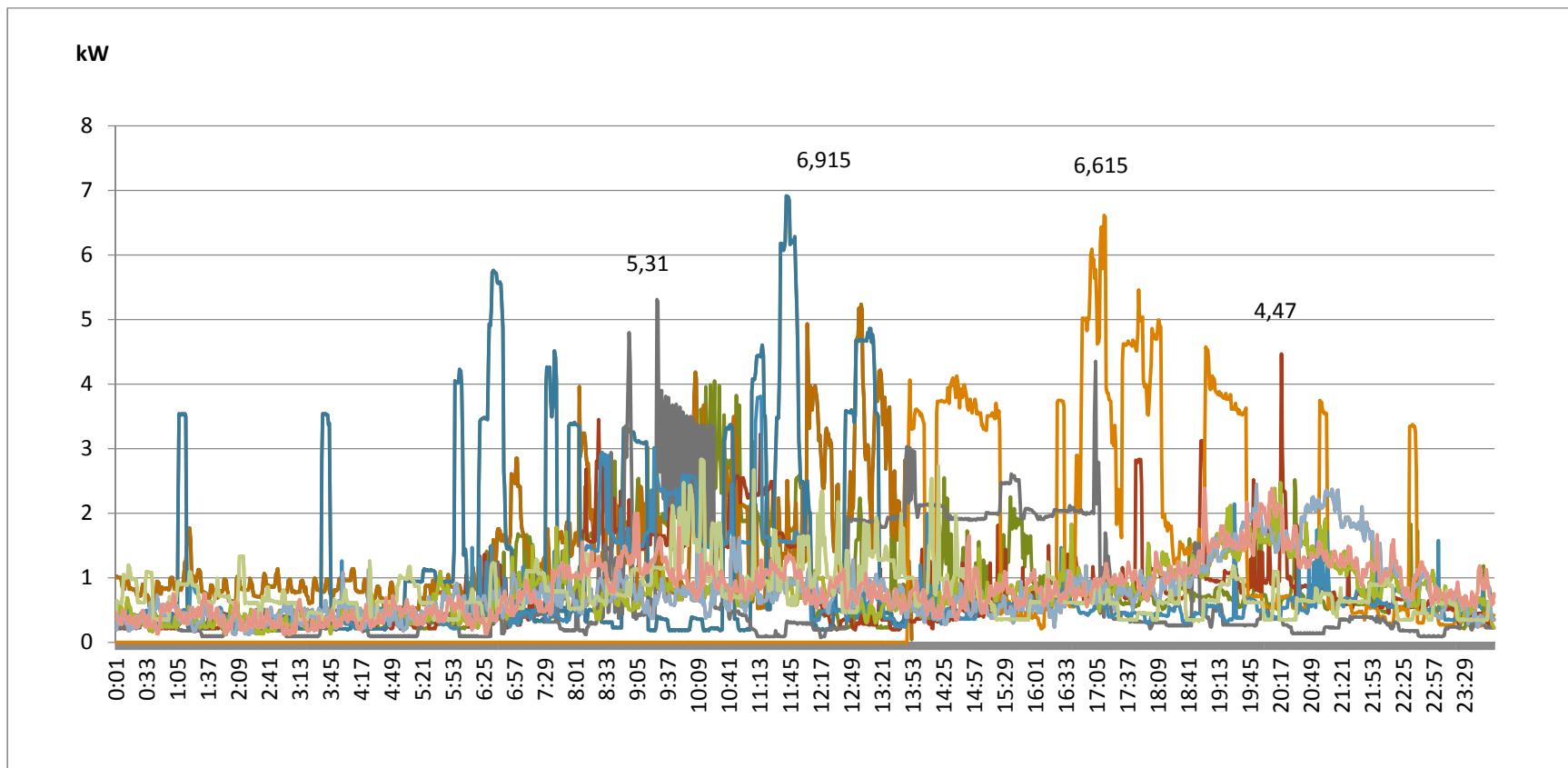
*Fig. 46 Curva de carga clientes con consumo mensual entre 301 - 400kWh/mes*

El 3% de clientes residenciales disponen un consumo promedio mensual 301 – 400kWh/mes, cuya curva característica de uso tiene como valor máximo una demanda de 5,71kW.



*Fig. 47 Curva de carga clientes con consumo mensual entre 401 - 500kWh/mes*

En el rango de consumo 401 – 500kWh/mes, se encuentra el 1% de los clientes residenciales, registrándose una demanda de 6,5kW.



**Fig. 48** Curva de carga clientes con consumo superiores 501kWh/mes

Los usuarios con consumos superiores 500kWh/mes, representan el 1% de los clientes residenciales de CENTROSUR, en el estudio en este rango de consumo se registró una demanda máxima de 6,915kW.

De las curvas características de demanda del sector residencial por rango de consumo se determinó la Demanda Máxima por día la misma que se detalla a continuación:

**TABLA. XIX DMP de clientes residenciales por rango de consumo.**

DEMANDA MÀXIMA ABSORBIDAS CLIENTES RESIDENCIALES POR RANGO DE CONSUMO (DMP)	
RANGO DE CONSUMO (kWh/mes).	POTENCIA (kW).
0 - 100	2,5
100 - 200	3,8
200 - 300	3,8
300 - 400	5,7
400 - 500	6,6
500 - superiores	7,0

Con los valores de demanda expuestos, se deduce que la utilización de la energía eléctrica está ligada íntimamente a la clase social, mientras mayores comodidades se posea mayor es el consumo de energía y demanda eléctrica.

### 5.2.1 Determinación del Factor de Coincidencia para usuarios Residenciales por Rango de Consumo.

Aplicando la ecuación del Factor de Coincidencia:

$$F_{co} = \frac{\text{Demanda.Màxima.Coincidente}}{\text{Suma.de.las.demandas.màximas.individuales}} = \frac{DMC}{DMNC} = \frac{1}{F_{div}} < 1$$

En MATLAB se desarrolló la programación para determinar dichos factores, para este caso se estudiaron todos los perfiles de carga por rango de consumo, en las tablas XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX se detallan de valores de simultaneidad por rango de consumo del sector residencial de Cuenca.

**TABLA. XX FC, clientes con consumo 0 – 100kWh/mes**

FACTOR DE COINCIDENCIA PARA CLIENTES RESIDENCIALES CON CONSUMO 0 - 100 kWh/mes.	
No. Usuarios	Factor de Coincidencia
1	1
2	0,8
3	0,6
4	0,5
5	0,5
6	0,4
7	0,4
8	0,3
9	0,3
10	0,3

**TABLA. XXI FC, clientes con consumo 101 – 200kWh/mes**

FACTOR DE COINCIDENCIA PARA CLIENTES RESIDENCIALES CON CONSUMO 101 - 200 kWh/mes.	
No. Usuarios	Factor de Coincidencia
1	1
2	0,7
3	0,6
4	0,6
5	0,5
6	0,5
7	0,4
8	0,4
9	0,4
10	0,4

11	0,4
12	0,4
13	0,4
14	0,4

**TABLA. XXII FC, clientes con consumo 201 – 300kWh/mes.**

FACTOR DE COINCIDENCIA PARA CLIENTES RESIDENCIALES CON CONSUMO 201 - 300 kWh/mes.	
No. Usuarios	Factor de Coincidencia
1	1
2	0,7
3	0,6
4	0,6
5	0,5
6	0,5
7	0,4
8	0,4
9	0,4
10	0,4
11	0,4
12	0,4

**TABLA. XXIII FC, clientes con consumo 301 – 400kWh/mes**

FACTOR DE COINCIDENCIA PARA CLIENTES RESIDENCIALES CON CONSUMO 301 - 400 kWh/mes.	
No. Usuarios.	Factor de Coincidencia.
1	1
2	0,7
3	0,6
4	0,6
5	0,5
6	0,5
7	0,5
8	0,5
9	0,4
10	0,4
11	0,4
12	0,4
13	0,4
14	0,4
15	0,4
16	0,4
17	0,4
18	0,4
19	0,4
20	0,4
21	0,4
22	0,4
23	0,4

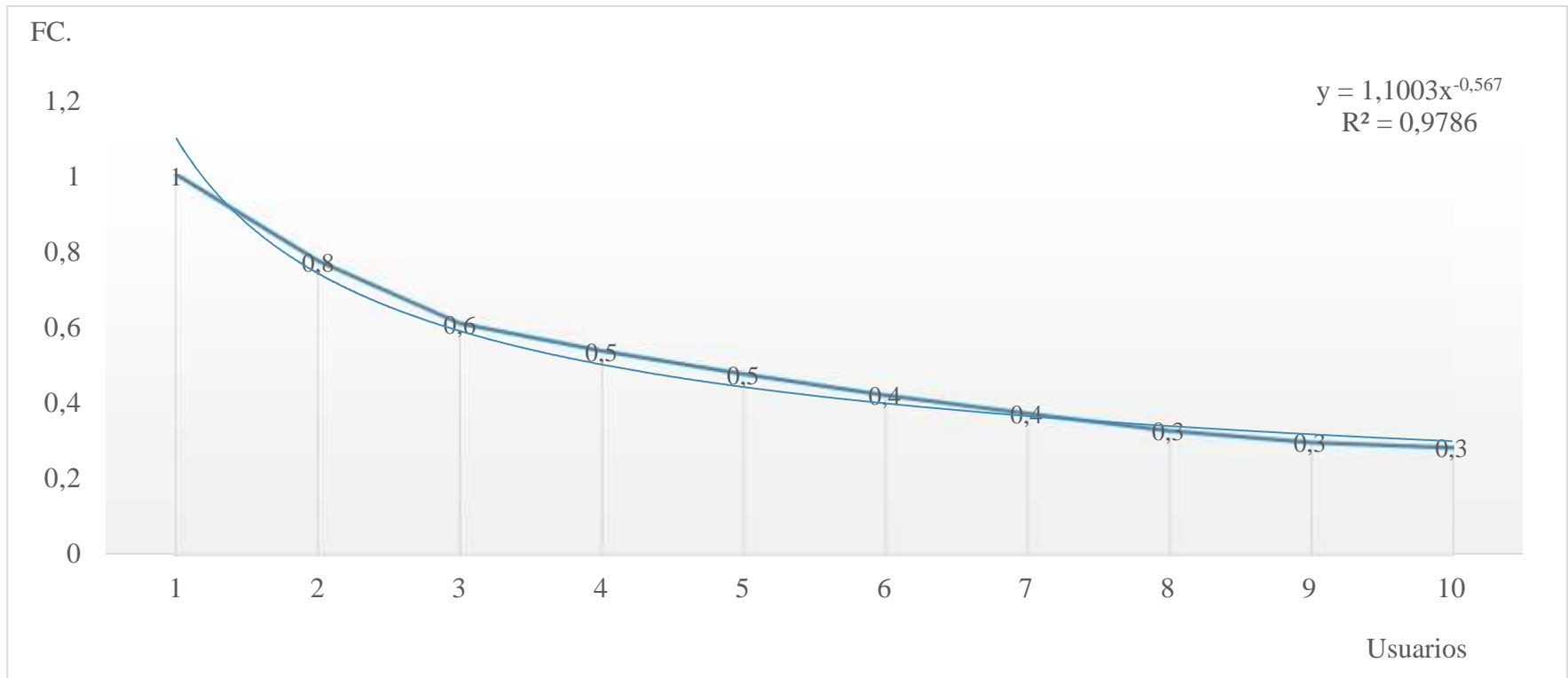
**TABLA. XXIV FC, clientes con consumo 401 – 500kWh/mes**

FACTOR DE UTILIZACIÓN PARA CLIENTES RESIDENCIALES CON CONSUMO 401 - 500 kWh/mes.	
No. Usuarios	Factor de Coincidencia
1	1,0
2	0,8
3	0,7
4	0,6
5	0,6
6	0,6
7	0,5
8	0,5
9	0,5
10	0,5
11	0,5
12	0,5
13	0,5
14	0,5
15	0,5

**TABLA. XXV FC, clientes con consumo superior a 500kWh/mes**

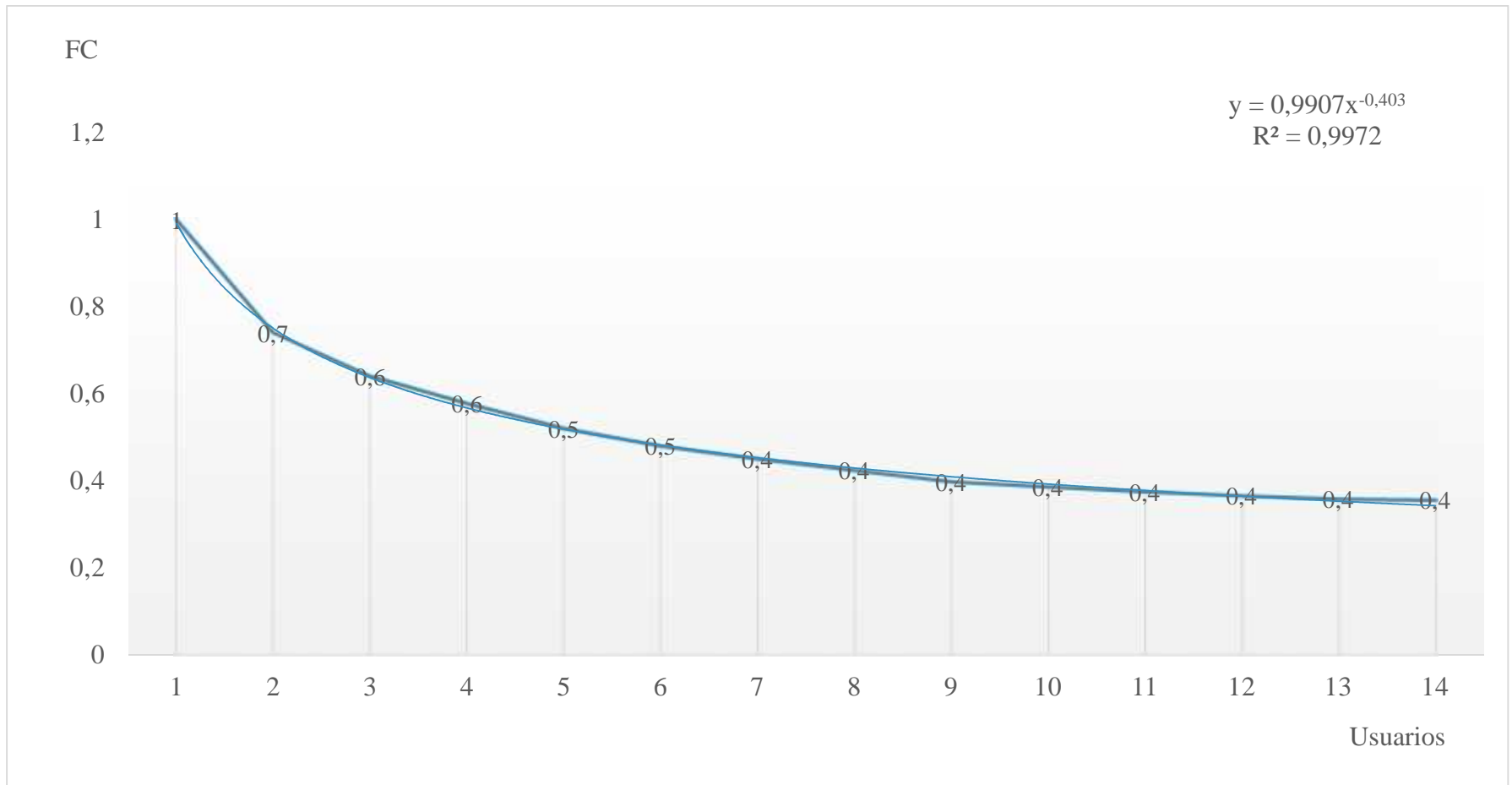
FACTOR DE UTILIZACIÓN PARA CLIENTES RESIDENCIALES CON CONSUMO SUPERIORES A 500 - kWh/mes.	
No. Usuarios	Factor de Coincidencia
1	1
2	0,8
3	0,7
4	0,7
5	0,6
6	0,6
7	0,6
8	0,6
9	0,5
10	0,5
11	0,5
12	0,5
13	0,5
14	0,5
15	0,5
16	0,5
17	0,5

A continuación se representa los factores de simultaneidad por rango de consumo de forma gráfica con su ecuación de tendencia, la cual relaciona el “n” ingreso de cargas en el sistema eléctrico de distribución con la potencia demandada.



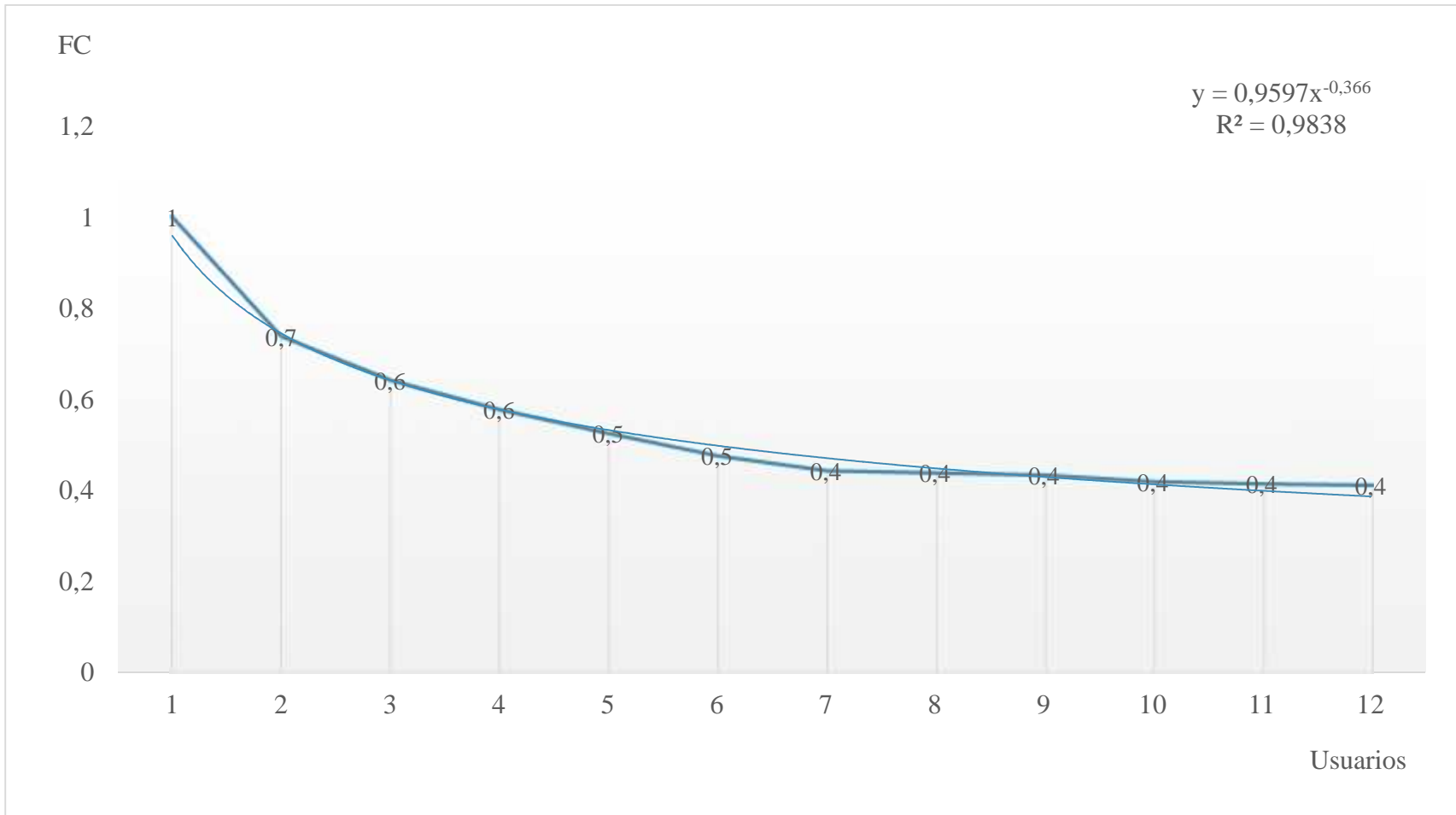
**Fig. 49** Factor de Coincidencia para rango de consumo entre 0 - 100kWh/mes.

El 53% de clientes residenciales de CENTROSUR se encuentra en el rango de consumo 0 – 100kWh/mes, de las muestras estudiadas en este rango de consumo se representa la curva de coincidencia del uso de los circuitos de iluminación, tomacorrientes, alarmas, etc. determinando la ecuación característica  $y = 1,1003X^{-0,567}$  que relaciona el número de usuarios que van ingresando al sistema eléctrico con la potencia absorbida.



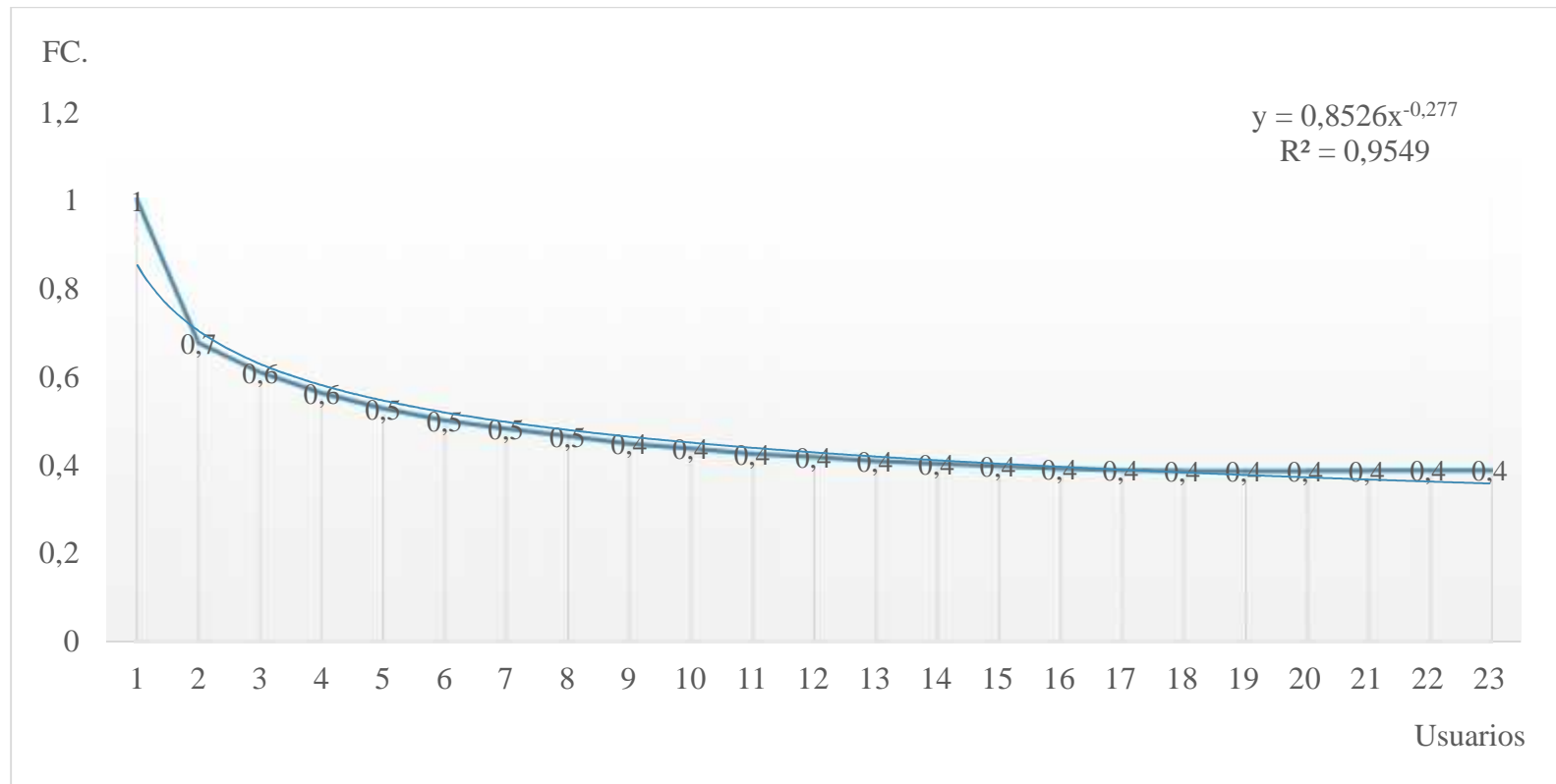
**Fig. 50** Factor de Coincidencia para rango de consumo entre 101 - 200kWh/mes.

Con las muestras analizadas para este rango de consumo se establece la ecuación  $y = 0,9907X^{-0,403}$  la cual se utiliza para determinar la Demanda Máxima Proyectada por Rango de Consumo.



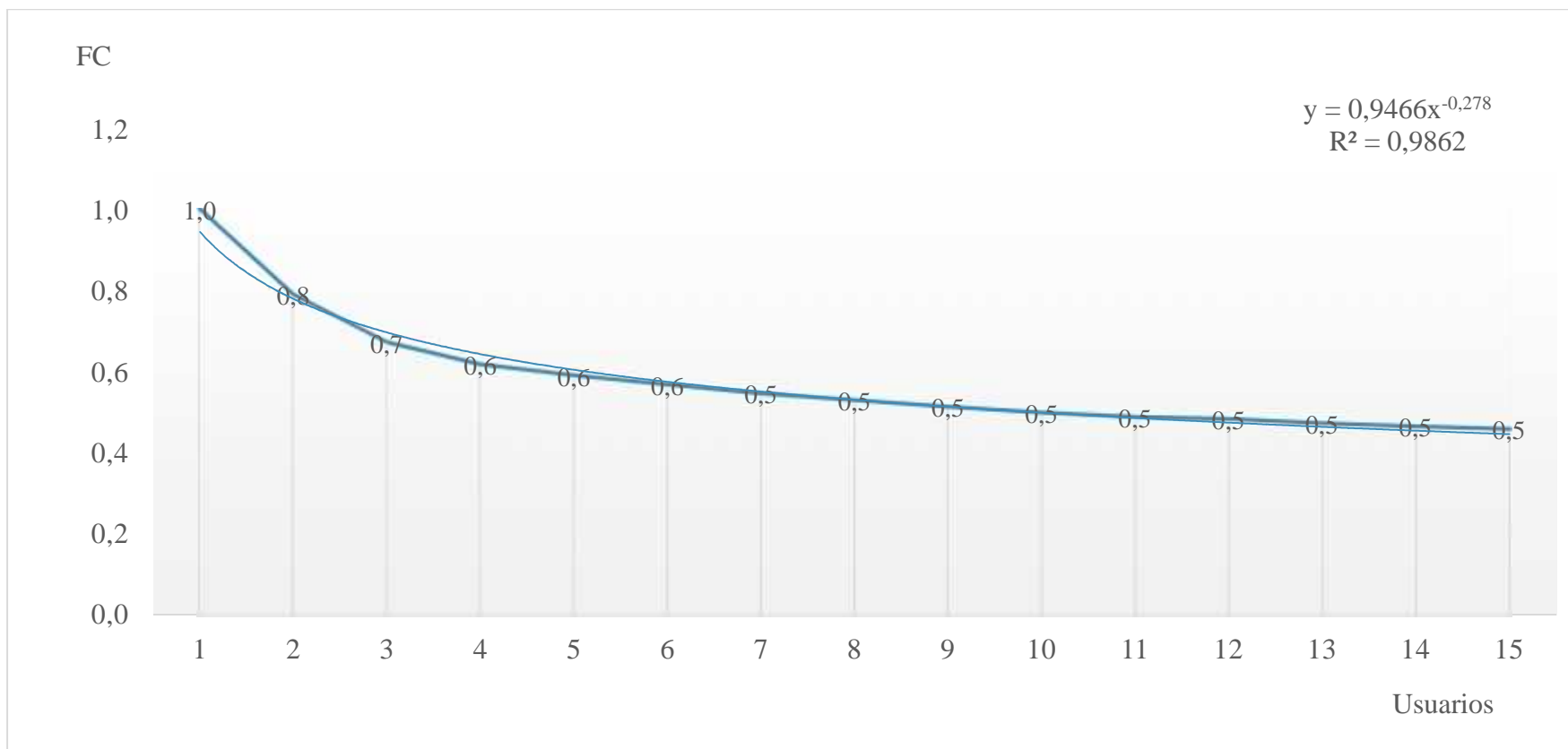
**Fig. 51** Factor de Coincidencia para rango de consumo entre 201 - 300kWh/mes.

Para el presente rango de consumo, se establece la ecuación  $y = 0,9597X^{-0,366}$ .



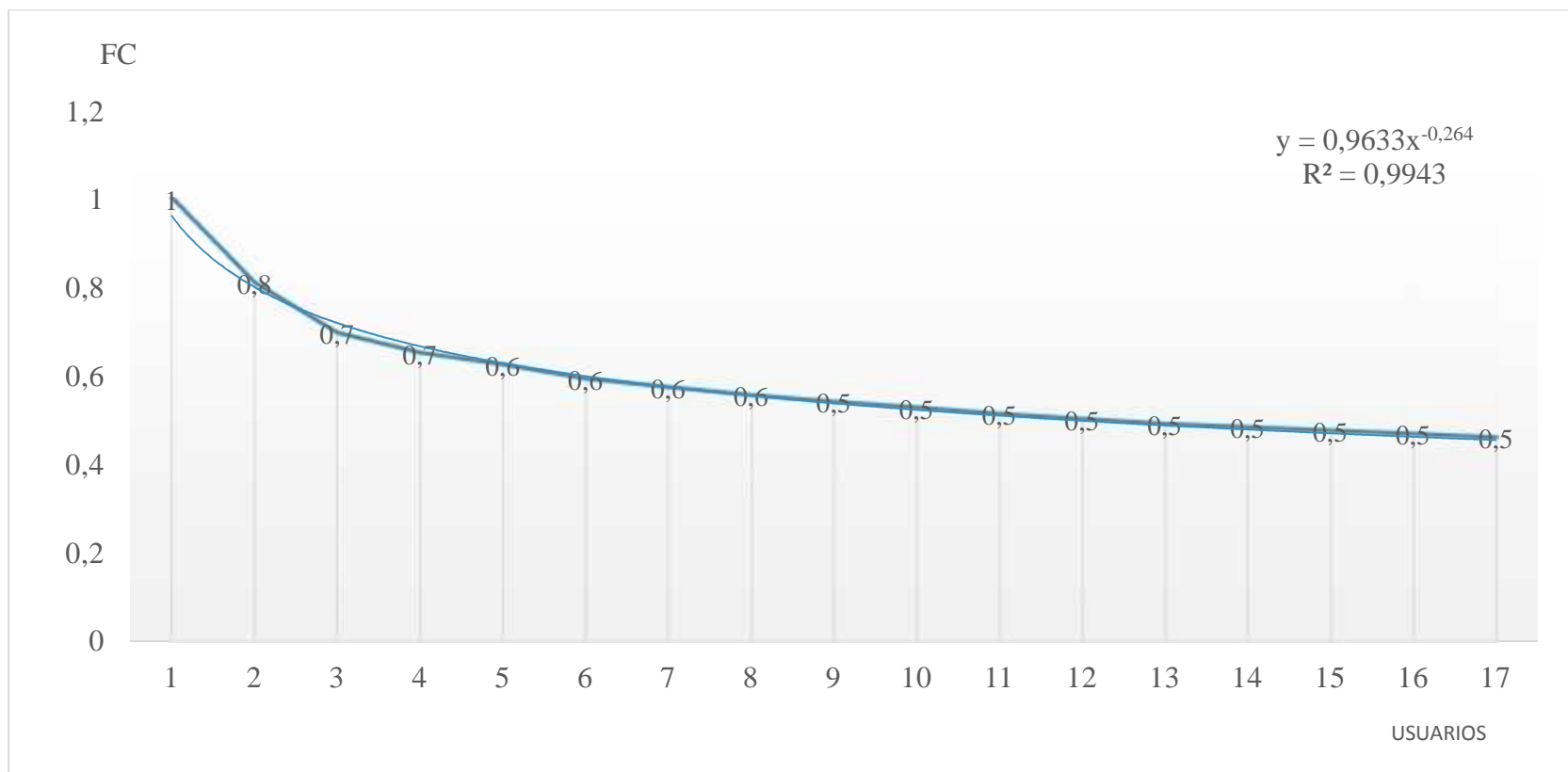
**Fig. 52** Factor de Coincidencia para rango de consumo entre 301 - 400kWh/mes.

La ecuación de tendencia que representa a este grupo de clientes es  $y = 0,8526X^{-0,277}$ .



**Fig. 53** Factor de Coincidencia para rango de consumo entre 401 - 500kWh/mes.

Para el rango de consumo 401 – 500kWh/mes, que representa el 1% de los Clientes Residenciales de Centrosur la ecuación de tendencia es:  $y = 0,9466X^{-0,278}$ .

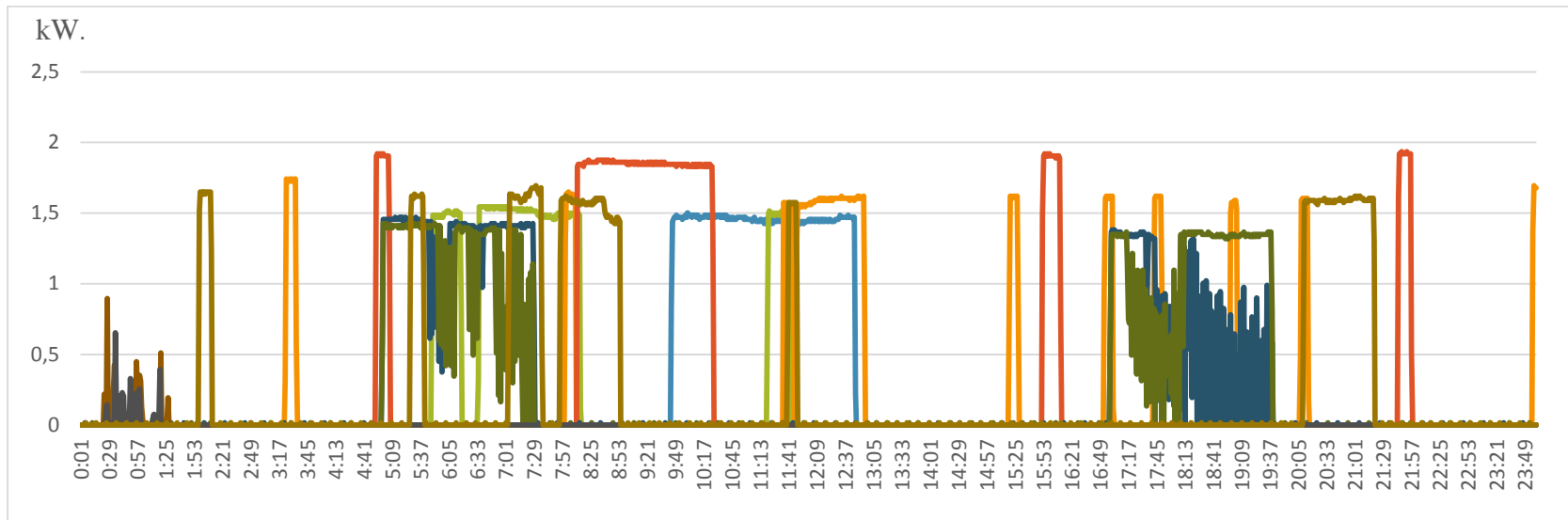


**Fig. 54** Factor de Coincidencia para consumos superiores a 501kWh/mes.

Finalizando el análisis con los clientes que disponen un consumo mensual promedio superior a 501kWh/mes la ecuación característica de tendencia es:  $y = 0,9633X^{-0,264}$

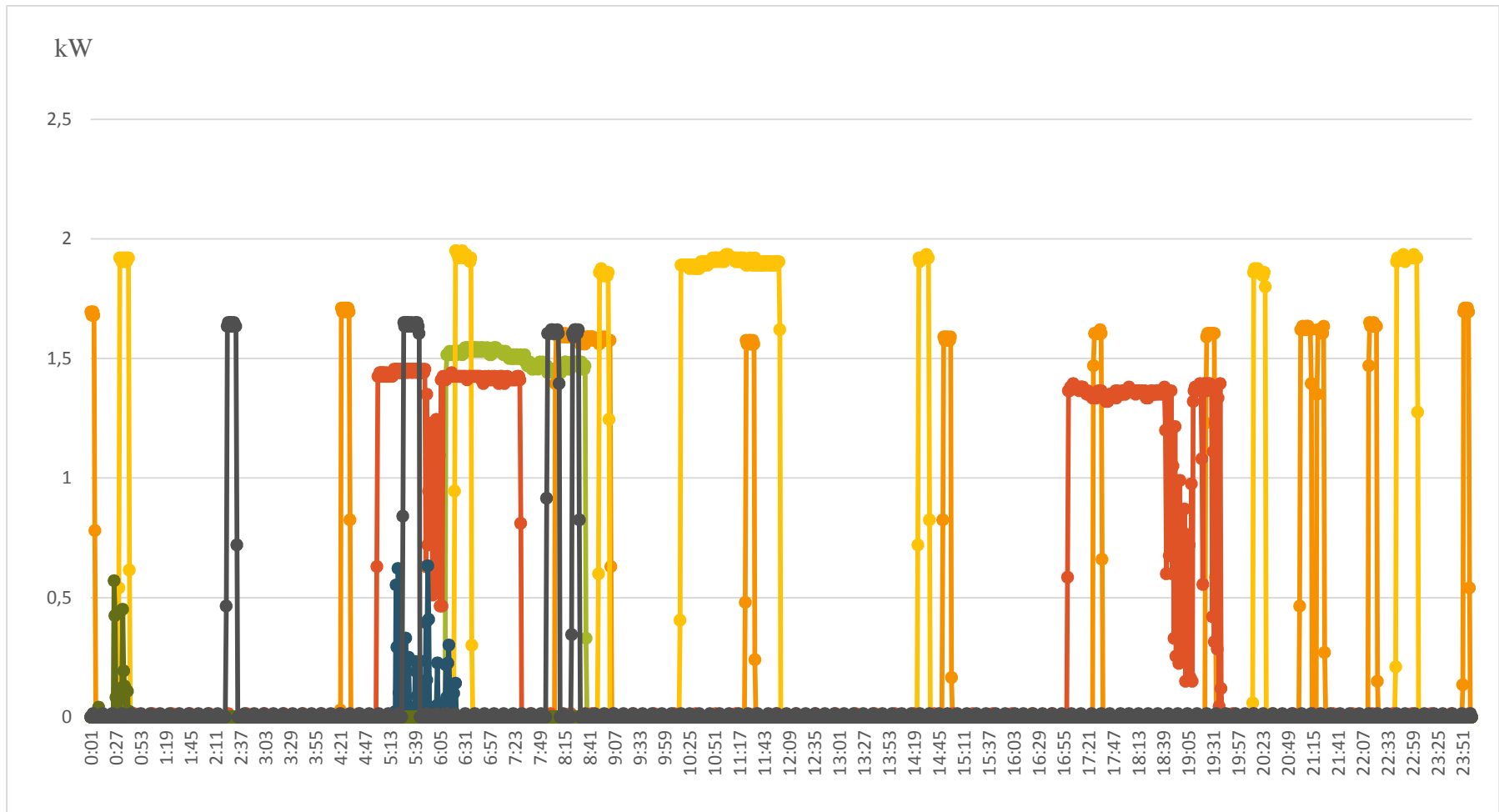
### 5.3 Determinación de la Demanda Máxima (DMP) de los sistemas eléctricos utilizados para el calentamiento de agua.

De igual manera la demanda máxima se determinó instalando el contador de energía en serie al circuito de los sistemas eléctricos utilizados para el calentamiento del agua. Cabe destacar que los calentadores de agua eléctricos en estudio son de paso y de almacenamiento. En las siguientes figuras se expone la Demanda Máxima por día absorbida por las duchas calentadores eléctricos de agua.



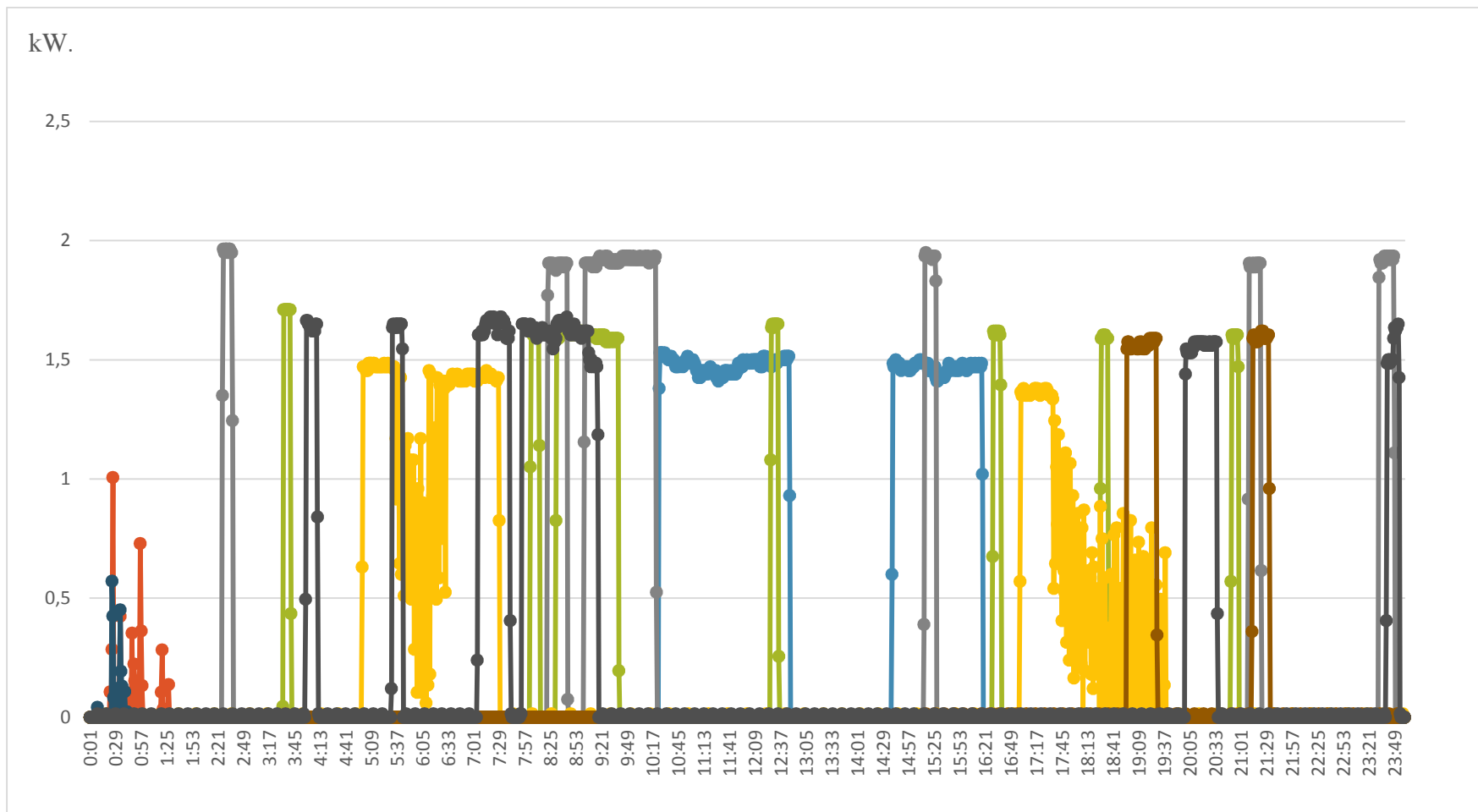
*Fig. 55 Curva de Demanda para el día lunes correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.*

Como se observa en la figura para el día lunes predomina el uso de calentadores de paso y duchas eléctricas, la potencia máxima utilizada es de 2kW.



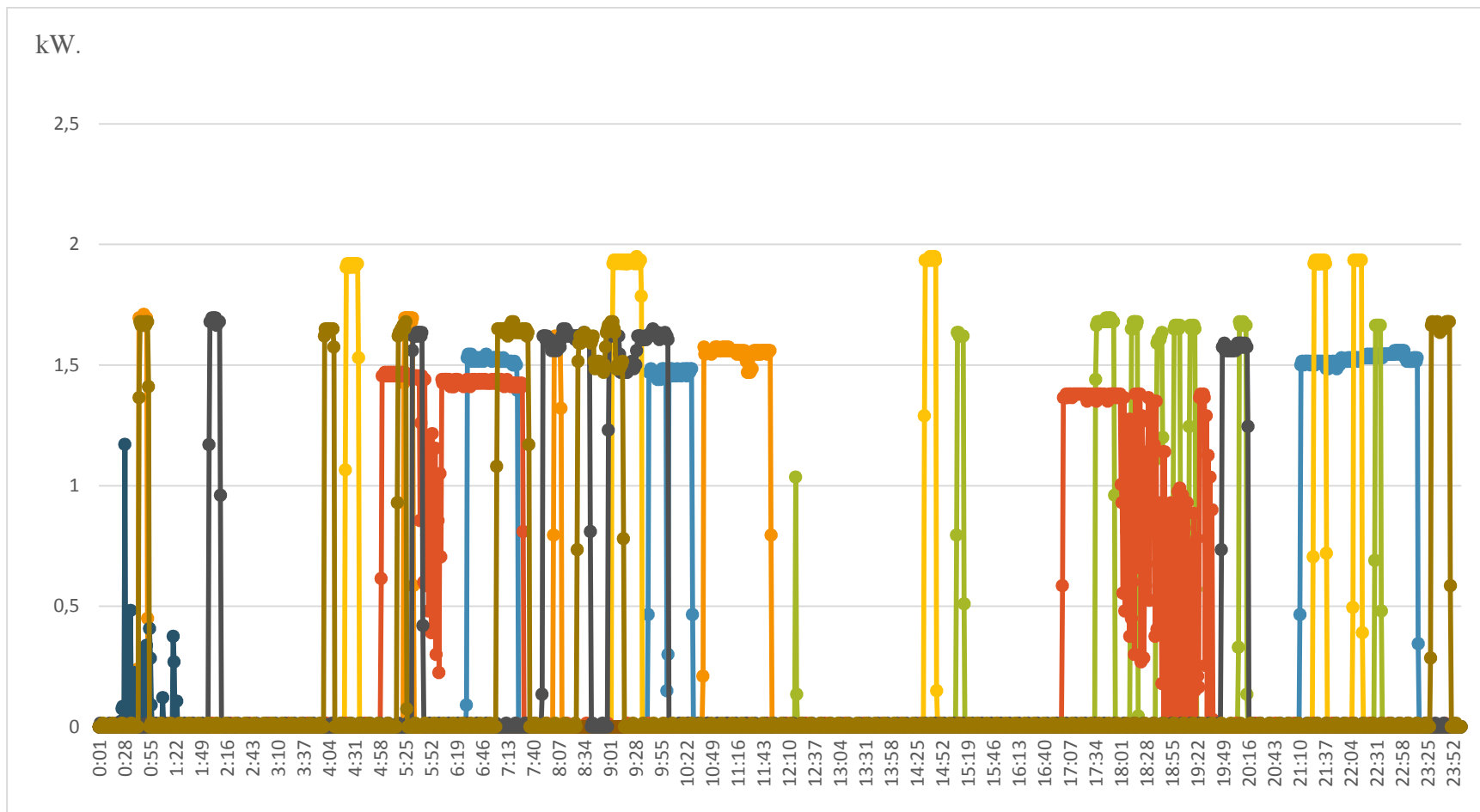
*Fig. 56* Curva de Demanda para el día martes correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.

De las muestras analizadas para el día martes predomina el uso de duchas eléctricas.



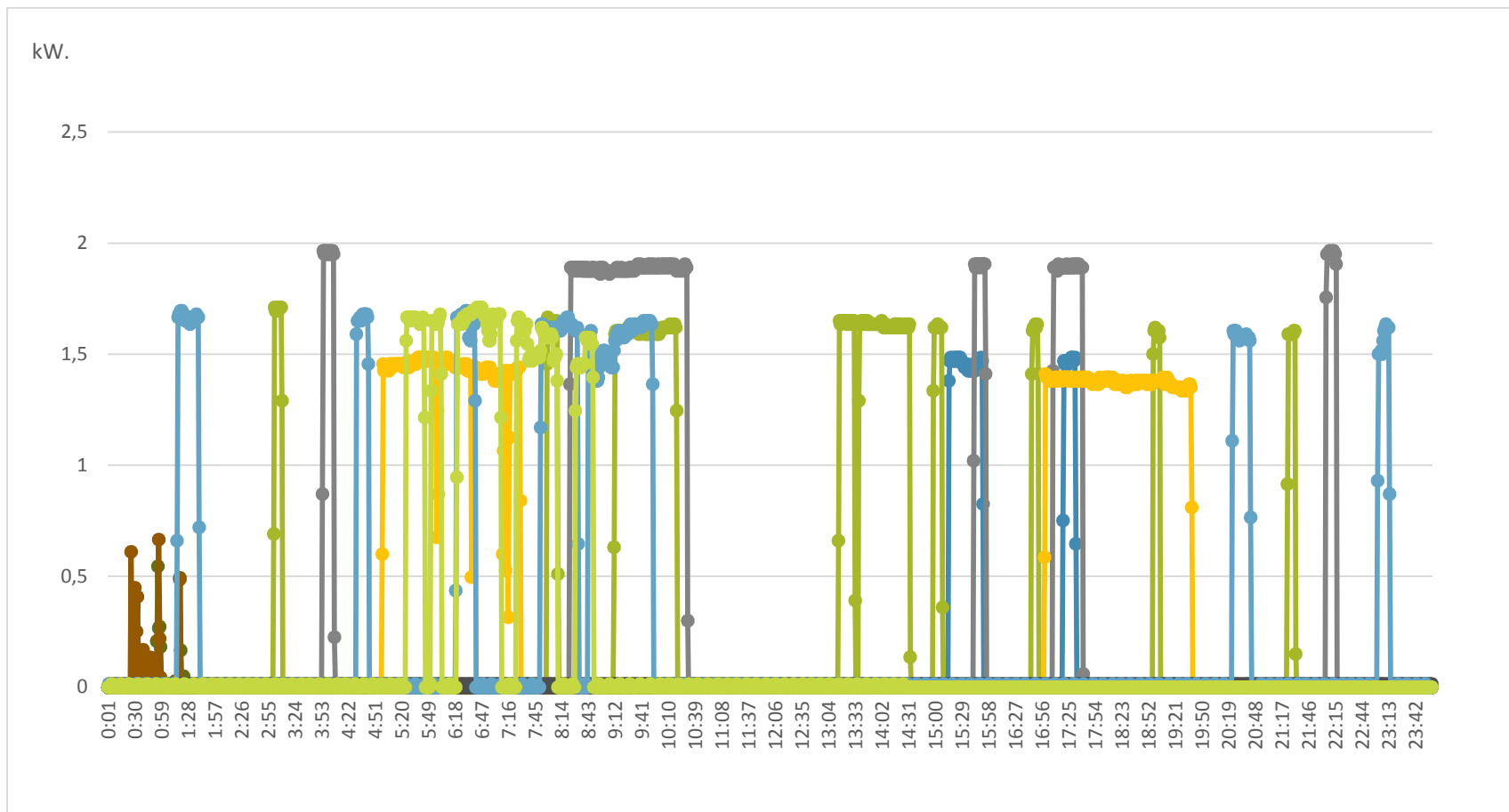
*Fig. 57 Curva de Demanda para el día miércoles correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.*

La potencia máxima absorbida para el día miércoles es de 2kW.



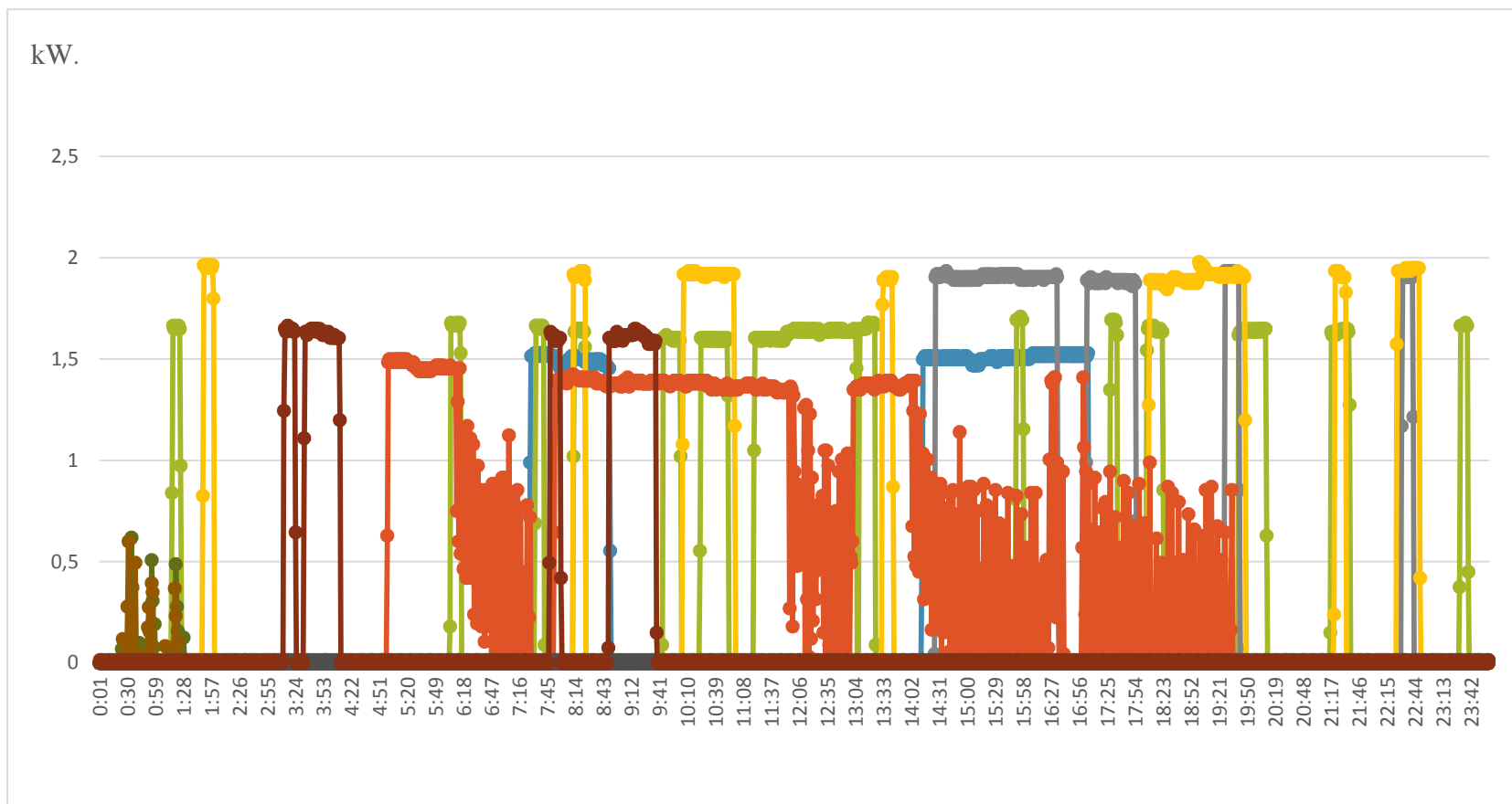
*Fig. 58 Curva de Demanda para el día jueves correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.*

El uso de las duchas eléctricas para el día jueves es más frecuente en las horas de la mañana, con demanda máxima de 2kW.



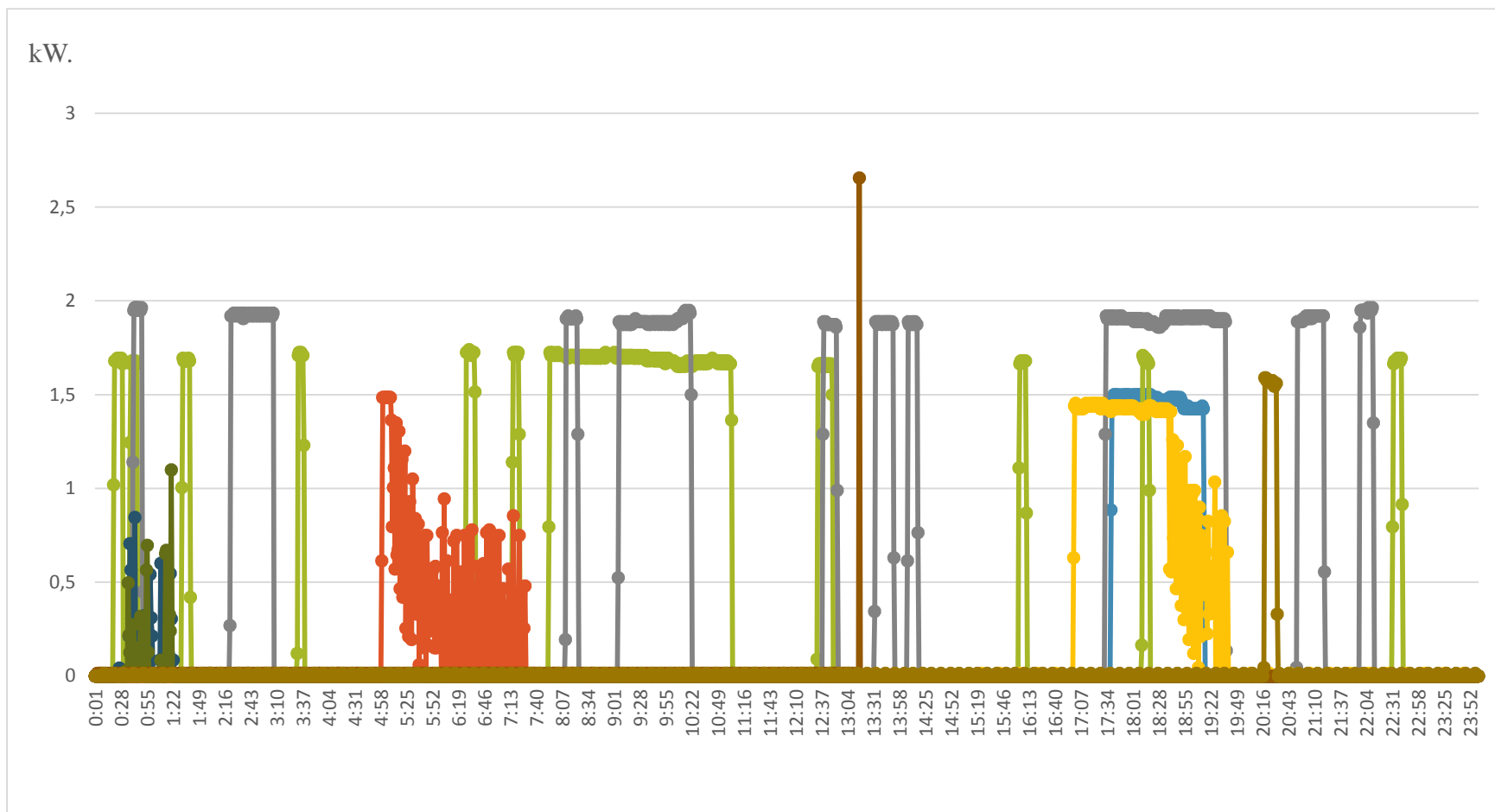
**Fig. 59** Curva de Demanda para el día viernes correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.

De las muestras analizadas la mayoría de curvas de carga tienen una coincidencia notable en horas de la mañana, como se puede apreciar en la gráfica correspondiente al día viernes.



**Fig. 60** Curva de Demanda para el día sábado correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.

Para el día sábado existe una utilización mayor de los calentadores eléctricos de almacenamiento, los cuales tienen una demanda de 2kW pero necesitan una energía eléctrica elevada para calentar un volumen mayor de agua, como se puede apreciar en las curvas de color naranja, plomo, verde y azul.



*Fig. 61 Curva de Demanda para el día domingo correspondiente al uso de duchas y calefones eléctricos.*

Para finalizar el día domingo se tiene una frecuencia de uso mayor en horas de la noche con una demanda máxima de 2,7kW.

De las curvas características correspondiente al uso de los calentadores eléctricos de agua se determinó la Demanda Máxima (**DMP**) por día la misma que se detalla a continuación:

***TABLA. XXVI Demanda Máxima por día.***

DEMANDA MÁXIMA ABSORBIDAS POR LAS DUCHAS Y CALENTADORES ELÈCTRICOS	
ITEM	POTENCIA (kW).
LUNES	2,1
MARTES	2,0
MIÉRCOLES	2,0
JUEVES	2,0
VIERNES	2,0
SÁBADO	2,0
DOMINGO	2,7
MEDIA	2,1

De las muestras estudiadas se determinó una demanda máxima correspondiente al uso de los sistemas eléctricos para el calentamiento del agua de 2,7kW y una media de 2,1kW.

La utilización de este tipo de sistemas es mínimo es por eso que en el área de concesión de la empresa eléctrica Regional CENTROSUR existen 780 clientes que utilizan el sistema del calentamiento de agua con electricidad.

### 5.3.1 Determinación de los factores de coincidencia ducha y calentadores de agua.

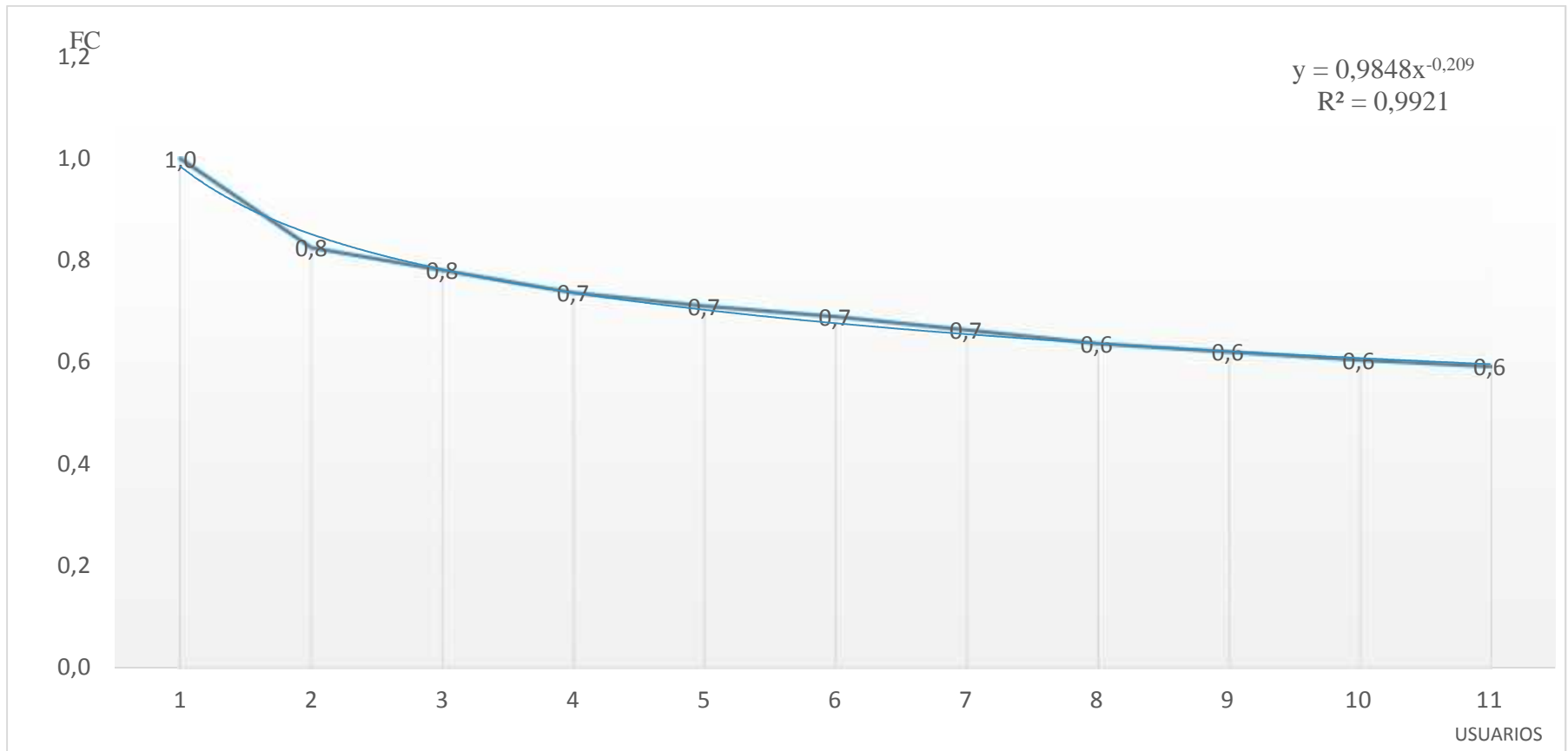
Aplicando la ecuación del Factor de Coincidencia:

$$F_{co} = \frac{\text{Demanda.Màxima.Coincidente}}{\text{Suma.de.las.demandas.màximas.individuales}} = \frac{DMC}{DMNC} = \frac{1}{F_{div}} < 1$$

En MATLAB determinó dichos factores, para este caso se estudiaron todos los perfiles de carga de los sistemas eléctricos utilizados para el calentamiento del agua, en las tablas XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII se detallan de valores de simultaneidad del uso de los calentadores eléctricos.

**TABLA. XXVII** Factores de Coincidencia, Duchas y calentadores de agua.

FACTOR DE UTILIZACIÒN POR DÌA.								
No. Usuarios	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio
1	1	1	1	1	1	1	1	1,0
2	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	0,7	0,8
3	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8
4	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7
5	0,8	0,6	0,7	0,6	0,8	0,8	0,7	0,7
6	0,8	0,5	0,7	0,6	0,8	0,8	0,7	0,7
7	0,7	0,5	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	0,7
8	0,6	0,5	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6	0,6
9	0,6	0,4	0,6	0,5	0,8	0,7	0,6	0,6
10	0,6	0,4	0,6	0,5	0,8	0,7	0,6	0,6
11	0,6	0,4	0,6	0,5	0,8	0,7	0,6	0,6



**Fig. 62** Factor de utilización de las Duchas y calentadores eléctricos de agua.

El 0,43% de clientes residenciales de CENTROSUR utilizan un sistema eléctrico para el calentamiento del agua, de las muestras estudiadas en la figura 37 se representa la curva de coincidencia del uso de calentadores y duchas eléctricas, la ecuación característica que relaciona el número de usuarios que van ingresando al sistema eléctrico con la potencia absorbida es  $y = 1,1003X^{-0,567}$ .

### 5.3.2 Demandas Máximas Proyectadas (DMP) y ecuaciones de los Factores de Coincidencia por rango de consumo de sector residencial.

$$Dmup = (N_{o.usuarios}) * \left( DMP_{clientes.residenciales.por.rango.consumo} \right) + \left( DMP_{cocinas.induccìon} \right) + \left( DMP_{duchas} \right)$$

**TABLA. XXVIII Demandas y FC por rango de consumo del sector residencial del cantón cuenca.**

DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PROYECTADA CON LA INCLUSIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN Y DUCHAS ELÉCTRICAS.						
RANGO DE CONSUMO MENSUAL	DEMANDA MÁXIMA (DMP)"COCINA INDUCCIÓN"	ECUACIÓN FACTOR DE COINCIDENCIA "COCINAS"	DEMANDA MÁXIMA (DMP)"CLIENTES RESIDENCIALES"	ECUACIÓN FACTOR DE COINCIDENCIA "CLIENTES RESIDENCIALES"	DEMANDA MÁXIMA (DMP)"DUCHAS"	ECUACIÓN FACTOR DE COINCIDENCIA "DUCHAS"
0 - 100kWh/mes	2kW.	$y = 0,9411 * X^{-0,5}$	2,5kW.	$y = 1,1003 * X^{-0,567}$	2,1kW.	$y = 0,9848 * X^{-0,209}$
101 - 200kWh/mes	2,7kW.	$y = 0,9411 * X^{-0,5}$	3,8kW.	$y = 0,9907 * X^{-0,403}$	2,1kW.	$y = 0,9848 * X^{-0,209}$
201 - 300kWh/mes	3,2kW.	$y = 0,9411 * X^{-0,5}$	3,8kW.	$y = 0,9597 * X^{-0,366}$	2,1kW.	$y = 0,9848 * X^{-0,209}$
301 - 400kWh/mes	4kW.	$y = 0,9411 * X^{-0,5}$	5,7kW.	$y = 0,8526 * X^{-0,277}$	2,1kW.	$y = 0,9848 * X^{-0,209}$
401 - 500kWh/mes	5,21kW.	$y = 0,9411 * X^{-0,5}$	6,6kW.	$y = 0,9466 * X^{-0,278}$	2,1kW.	$y = 0,9848 * X^{-0,209}$

superiores a 500kWh/mes	4,6kW.	$y = 0,9411 * X^{-0,5}$	7kW.	$y = 0,9633 * X^{-0,264}$	2,1kW.	$y = 0,9848 * X^{-0,209}$
Dónde: X es el número de usuarios						

## CAPITULO VI

### 6.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

El método utilizado para la determinación de la Demanda Máxima Unitaria Proyectada a través de las mediciones en sitio es lo más ajustada a la realidad que se está dando en el sector Residencial de Cuenca.

El análisis se realizó utilizando información de registros horarios de medidores instalados exclusivamente en la cocina de inducción, ducha eléctrica y viviendas que no disponen los dos utilizadores antes citados.

El 7% de clientes residenciales en Cuenca dispone la cocina de inducción, en función de las muestras analizadas se determinó un valor de Potencia absorbida por rango de consumo como se detalla en la presente Tabla:

DEMANDA MÀXIMA ABSORBIDAS POR LAS COCINAS (DMP)	
RANGO DE CONSUMO	POTENCIA (kW).
0-100kWh/mes.	2
101-200kWh/mes.	2,7
201-300kWh/mes.	3,2
Consumo > 300kWh/mes.	5,21

Se determinó que la Potencia eléctrica absorbida por las cocinas de Inducción está íntimamente ligada con el nivel socio económico que disponen los clientes residenciales (PEC), del primer rango de consumo los usuarios disponían las cocinas dotadas por el Gobierno Nacional a través de la distribuidora de energía eléctrica y las de procedencia china entregadas a las personas que disponen el Bono de desarrollo humano, para el segundo y tercer rango de estudio las cocinas que disponen dichos usuarios en su mayoría son de fabricación nacional y finalizando con los clientes que disponen un consumo superior a 300kWh/mes predomina el uso de las cocinas de origen extranjero.

De los registros analizados se observó que los picos de la curva de cocción se presentan los días lunes a partir de las 18H00 con valor de 5,21kW (fig.6), el valor máximo es 5,39kW registrado el día miércoles a las 20h00 (fig. 8), un uso continuo se registró el día sábado desde las 6h00 de la mañana hasta las 14h15 con un potencia de 4,3kW(fig.11), posterior a ello un des-uso considerable desde las 18H00 hasta 05H00 del día domingo, retomando el uso desde las 11H00 hasta las 20H00 de forma regular (fig.12).

El factor de coincidencia para el uso de las cocinas de inducción esta dado a través de la presente ecuación:

ECUACIÓN FACTOR DE COINCIDENCIA "COCINAS"
$y = 0,9411 * X^{-0,5}$

Donde X es el número de cargas que ingresan al sistema.

Al determinar la Demanda Máxima por rango de consumo absorbida por las viviendas, nos permitirá elaborar o repotenciar diseños eléctricos optimizando los recursos económicos sin sobredimensionar la estación de transformación y reduciendo las pérdidas técnicas de energía eléctrica causadas por los transformadores, en la actualidad se elaboraran diseños eléctricos considerando una potencia por el área de terreno.

En el rango de consumo entre 0 - 100kWh/mes se encuentran el 53% de clientes residenciales del área de estudio, 33% está presente entre 101 - 200kWh/mes, entre 201 - 300kWh/mes representa el 9%, el 3% está entre 301 - 400kWh/mes, y el tan solo el 2% de clientes disponen consumo superiores 400kWh/mes, por lo que considero utilizar la Demanda Máxima Unitaria Proyectada por rango de consumo y no por el área de terreno.

En lo que respecta al factor de coincidencia, en función de las muestras analizadas se enuncio una ecuación para cada rango de consumo, los mismos que se detallan a continuación:

RANGO DE CONSUMO MENSUAL	DEMANDA MÀXIMA (DMP)"CLIENTES RESIDENCIALES"	ECUACIÒN FACTOR DE COCINCIDENCIA "CLIENTES RESIDENCIALES"
0 - 100kWh/mes	2,5kW.	$y = 1,1003 * X^{-0,567}$
101 - 200kWh/mes	3,8kW.	$y = 0,9907 * X^{-0,403}$
201 - 300kWh/mes	3,8kW.	$y = 0,9597 * X^{-0,366}$
301 - 400kWh/mes	5,7kW.	$y = 0,8526 * X^{-0,277}$
401 - 500kWh/mes	6,6kW.	$y = 0,9466 * X^{-0,278}$
superiores a 500kWh/mes	7kW.	$y = 0,9633 * X^{-0,264}$

El 0,82% del total de Clientes Residenciales del Cantón Cuenca se encuentra utilizando un sistema Eléctrico para el calentamiento del agua, lo que nos lleva a concluir que el 99,18% de la población disponen los calentadores de agua a través del GLP.

DEMANDA MÀXIMA (DMP)"DUCHAS"	ECUACIÒN FACTOR DE COCINCIDENCIA "DUCHAS"
2,1kW.	$y = 0,9848 * X^{-0,209}$

## 6.2 CONCLUSION

Mediante la presente investigación se determinó la demanda máxima unitaria proyectada con la inclusión de las cocinas de inducción y los sistemas eléctricos utilizados para el calentamiento del agua. La metodología utilizada para determinar la misma, es la más ajustada a la realidad puesto que se instaló en serie un contador energía especial con perfil de carga en los circuitos de la cocina de inducción, viviendas y calentadores eléctricos.

Los clientes que se encuentran utilizando la cocina de Inducción en el cantón Cuenca son 5.689 que representan el 3,15% del universo de clientes residenciales con datos obtenidos al mes de mayo 2016.

Los clientes que utilizan un sistema eléctrico para el calentamiento del agua son 780, mismos que representan el 0,43% del universo usuarios residenciales, dándonos una idea claro de que la tecnología utilizada para el calentamiento es través de los calefones a GLP.

Se visualizó que la utilización de las cocinas de inducción en los clientes residenciales PEC que disponen consumo promedio 0-100kWh/mes es restringida debido a que los usuarios mantienen la cocina de GLP, utilizando las dos tecnologías para la cocción de los alimentos.

Para clientes que disponen un nivel socio económico alto las cocinas adquiridas son de tecnología extranjera, mientras tanto en la clase media-baja las cocinas instaladas son de fabricación nacional.

Los calentadores eléctricos de agua con potencias mayores a 2,5kW se deben diseñar como una carga especial, debido a que por marca hay una variedad de ellos en los que se destacan los calentadores de paso, híbridos y de almacenamiento.

En el último tipo existen calentadores de agua con potencias superiores a 4kW por la magnitud del tanque de almacenamiento, debido a su gran demanda el incremento del consumo de energía eléctrica el exponencial.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- La Distribuidora de energía eléctrica debe revisar y adoptar los valores de la Demanda Máxima Unitaria Proyecta DMUP determinada a través del presente estudio para que se pueda dimensionar y/o repotenciar adecuadamente a las redes de distribución tanto en medio y bajo voltaje.
- Se efectúe un estudio más pormenorizado a nivel de las subestaciones involucradas en el plan piloto, con el fin de determinar la disponibilidad de potencia en los transformadores de fuerza y la capacidad de transferencia de potencia en los alimentadores primarios.
- Dar un seguimiento en las redes de distribución luego de la entrega de las cocinas de inducción, ya que podría presentarse novedades de acuerdo al uso de las mismas.
- Continuar las campañas de mediciones en cocinas de inducción, que incluyan mediciones integrales desde el transformador de distribución.

## CAPITULO VII

### 7. REFRENCIAS BIBLIOGRAGICAS

Cochram., W. G. (2000). *Teoria de muestreo*. (Vol. 15). Mèxico.: Compañia Editorial Continental. Recuperado el 01 de Julio. de 2016.

CONELEC. (10 de Octubre de 2015). *PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÒN*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2014, de <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/PME0920CAP1.pdf>

Franco, I. A. (s.f.). *COCINA DE INDUCCIÒN VERSUS COCINA A GAS (GPL)*. *ECUACIER*, 8 -11.

Renovable, M. d. (24 de Febrero de 2016). *Ministerio de Energía*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/proyectos-emblematicos-2/>

Salgado, I. M. (s.f.). *Clasificaciòn de las cargas elèctricas*. Cuenca.

Vizhñay, J. P. (2013). *Anàlisis de la Incidencia del uso de cocinas elèctricas de Inducciòn*. Loja.

